МАТЕРИАЛЫ VIII МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ЕКАТЕРИНБУРГ
2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова»
(УрГАХУ)

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

МАТЕРИАЛЫ VIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

13–14 ноября 2025 г.

ЕКАТЕРИНБУРГ
2025

УДК 004 (72)
ББК 30.2-5-05
Н76

Н76 Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: материалы VIII Международной научно-практической конференции, 13–14 ноября 2025 г. / под ред. Г.Б. Захаровой. – Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, 2025. – 95 с.

ISBN 978-5-7408-0341-5

Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве» ориентированы на специалистов, заинтересованных в применении информационных технологий в таких сферах деятельности, как архитектура, строительство, урбанистика, дизайн, искусство.

В сборнике отражено развитие междисциплинарных подходов в эпоху цифровизации за счет обмена результатами исследований и опытом применения передовых информационных технологий, в том числе, в организации процесса подготовки специалистов, внедрении ИТ в образовательный процесс творческого вуза.

Тематика конференции:

- ИТ в архитектуре, строительстве, урбанистике, дизайне и искусстве;
- BIM-технологии на всех этапах жизненного цикла строительного объекта;
- технологии умного города;
- искусственный интеллект в архитектуре, строительстве, дизайне;
- технологии дополненной и виртуальной реальности AR/VR;
- Green BIM-технологии, энергоэффективность, ресурсосбережение и охрана окружающей среды в строительной отрасли;
- ИТ в создании безопасной и комфортной городской среды и устойчивое развитие территорий;
- экспертиза и управление в строительствес применением ИТ;
- ИТ в образовании в архитектурно-строительной сфере;
- новые цифровые педагогические технологии в творческом образовании.

•

Научный редактор:
Захарова Г.Б., канд. тех. наук, доц., УрГАХУ, Екатеринбург.
Редакционная коллегия выпуска:
Дар В.В., м.н.с. УрГАХУ, Екатеринбург;
Романов А.С., м.н.с. УрГАХУ, Екатеринбург;
Семенов А.А., д-р тех. наук, доц., СПбГАСУ, Санкт-Петербург.

ISBN 978-5-7408-0341-5

УДК 004 (72)
ББК 30.2-5-05

© Коллектив авторов, 2025
© Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ДОКЛАДЫ УЧЕНЫХ

Абдуллах Х., Алехин В.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СТАЛЬНЫХ ДВУТАВРОВЫХ СЕЧЕНИЙ
AbdullahH., AlekhinV.N. GENETIC ALGORITHM APPLICATION FOR OPTIMIZATION OF STEEL I-SECTIONS.....10

Аверина Т.А. АКТУАЛИЗАЦИЯ СОСТАВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ
Averina T.A. UPDATING OF FUNCTIONAL AREAS OF CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT TAKING INTO ACCOUNT DIGITIZATION PROCESSES.....11

Адам Л.А. ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
Adam L.A. PREREQUISITES AND CHALLENGES OF CREATING SPECIALIZED ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROGRAMS FOR THE DEVELOPMENT OF INDIVIDUAL HOUSING CONSTRUCTION IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT PARADIGM.....12

Базаева Е.Д. BIM-МОДЕЛИРОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ КОЛЛИЗИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ПАРКИНГОВ
Bazaeva E.D. BIM-MODELING: PROBLEMS OF COLLISIONS IN THE DESIGN OF UNDERGROUND PARKING.....13

Гущин А.Н., Дивакова М.Н. ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЛАНДШАФТА В СВЕТЕ НОРМАТИВНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ
Gushchin A.N., Divakova M.N. PROBLEMS OF DEVELOPING AN INFORMATION MODEL OF THE LANDSCAPE IN LIGHT OF REGULATORY DEFINITIONS.....14

Дар В.В.«УМНЫЙ ЛАНДШАФТ» КАК ОТВЕТ НА ЦИФРОВИЗАЦИЮ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ
Dar V.V.«SMART LANDSCAPE» AS A RESPONSE TO DIGITALIZATION IN LANDSCAPE ARCHITECTURE.....15

Дробченко Н.В. ЗЕЛЕНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ: ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ПОДХОДОВ
Drobchenko N.V. GREEN TECHNOLOGIES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: INTEGRATING INNOVATIVE AND DIGITAL APPROACHES.....16

Душкин Р.В. МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДОЙ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
Dushkin R.V. METHODS OF INTELLIGENT CONTROL OF THE INTERNAL ENVIRONMENT OF BUILDINGS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS.....17

Ермолин Д.С., Семенов А.А. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ErmolinD.S., SemenovA.A. COMPUTING APPLICATION FOR SIMULATION SHELL STRUCTURES.....18

Згода Ю.Н. СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ГЕНЕРАЦИИ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОПИСАНИЮ
Zgoda Yu.N. COMPARISON OF THE CAPABILITIES OF LARGE LANGUAGE MODELS IN DESIGNING ARCHITECTURAL SOLUTIONS BY DESCRIPTION.....19

Кашляк А.В., Руденская О.В. ПРОФОРИЕНТАЦИОННАЯ РАБОТА КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТИНГЕНТА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 08.02.15 «ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»
Kashlyak A.V., Rudenskaya O.V. CAREER GUIDANCE AS AN INSTRUMENT FOR ATTRACTING AND DEVELOPING STUDENTS IN THE SPECIALTY 08.02.15 «INFORMATION MODELING IN CONSTRUCTION».....20

Кича М.А. БЛАГОУСТРОЙСТВО СКВЕРОВ С ФОНТАНАМИ: ПРОБЛЕМЫ КОМФОРТА И БЕЗОПАСНОСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ
Kicha M.A. IMPROVEMENT OF SQUARES WITH FOUNTAINS: PROBLEMS OF COMFORT AND SAFETY AND WAYS TO SOLVE THEM.....21

Климко К.А., Захарова Г.Б. РАЗРАБОТКА СКВОЗНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАЗБОРНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА С ЧПУ
Klimko K.A., Zakharova G.B. DEVELOPMENT OF AN END-TO-END TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF PREFABRICATED WOODEN STRUCTURES USING A CNC MILLING MACHINE.....22

Колмаков А.В. МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
Kolmakov A.V. METHODS OF FORMING DATABASES OF ACOUSTIC MATERIALS.....23

Колмаков А.В. ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАССЕЙНОВ В РОССИЙСКОЙ BIM-СИСТЕМЕ RENGA
Kolmakov A.V. EXPERIENCE IN POOL DESIGN USING THE RUSSIAN BIM SYSTEM RENGA.....24

Комарова М.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ К ЧМ-2018ПО ФУТБОЛУ
Komarova M.N. APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN DEVELOPING ASTREET AND ROAD NETWORK RECONSTRUCTION PROJECT IN YEKATERINBURG FOR THE 2018FIFA WORLD CUp.....25

Кондратьев С.О., Бакусов П.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
Kondratev S.O., Bakusov P.A. AUTOMATION OF DATA ANALYSIS OF CRACKS CONTINUOUS MONITORING IN MASONRY STRUCTURES.....26

Коротич А.В. ФОРМООБРАЗОВАНИЕ СОСТАВНЫХ РЕГУЛЯРНЫХ ОБОЛОЧЕК С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ
Korotich A.V. SHAPE-FORMINGOFACOMPOSITE REGULARS HELLS WITH PERIODIC STRUCTURE IN ARCHITECTURE AND DESIGN.....27

Крылова С.Э. ОПЕРЕЖАЯ ВРЕМЯ: ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ПРОЕКТЕ ЖИЛОГО ДОМА ДЛЯ «ИЗВЕСТИЙ» К.С. МЕЛЬНИКОВА
Krylova S.E. BEYOND TIME: PRINCIPLES OF SUSTAINBLE DEVELOPMENT IN THE RESIDENTIAL BUILDING PROJECTFOR K.S.VELNIKOV'S «IZVESTIA».....28

Крылова С.Э., Коротич А.В. АЙТРЕКИНГ КАК НОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО АНАЛИЗА ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ
Krylova S.E., Korotich A.V. EYETRACING AS A NEW INFORMATION TECHNOLOGY FOR COMPOSITIONAL ANALYSIS OF ARCHITECTURAL MONUMENTS.....29

Lozano N. THE RESTORATION AND CONSERVATION OF THE MONUMENTAL ENTRANCE TO THE CEMETERY OF DOGLIANI, DESIGNED BY GIOVANNI BATTISTA SCHELLINO BETWEEN 1855 AND 1867
Лозано Н. РЕСТАВРАЦИЯ И КОНСЕРВАЦИЯ МОНУМЕНТАЛЬНОГО ВХОДА НА КЛАДБИЩЕ ДОЛЬЯНИ, СПРОЕКТИРОВАННОГО ДЖОВАННИ БАТТИСТОЙСКЕЛЛИНО В 1855–1867 ГОДАХ.....30

Lyu Yuelong, Fomin N.I., Li Minhao. CARBON REDUCTION MEASURES IN THE BUILDING OPERATION PHASE
Люй Юэлун, Фомин Н.И., Ли Миньхао. МЕРЫ ПО СОКРАЩЕНИЮ ВЫБРОСОВ УГЛЕРОДА НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ.....31

McKay G.B. A NEW ARCHITECTURE FOR ARCHITECTURAL AI
МаккейГрэм. НОВАЯ АРХИТЕКТУРА ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОГО ИИ.....32

Мельникова О.В., Костылев В.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНИРОВАНИЯ В ОБСЛЕДОВАНИИ И РЕСТАВРАЦИИ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
Melnikova O.V., KostylevV.Yu. APPLICATION OF 3D LASER SCANNING IN THE SURVEY AND RESTORATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE.....33

Надымов И.И., Загребин С.О., Федотов Г.А. СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ПРИОРИТЕТ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ
Nadymov I.I., Zagrebin S.O., Fedotov G.A. SOCIOCULTURAL PRIORITY IN TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR SPATIAL DEVELOPMENT OF URBAN PLANNING SYSTEMS.....34

Новик В.А., Бовтеев С.В., Крутиков М.К. КОНЦЕПЦИЯ МЕТОДА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИМ
NovikV.A., BovteevS.V., Krutikov M.K. CONCEPT OF THE METHOD OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL DESIGN OF CIVIL ENGINEERING USING BIM.....35

Огиенко Е.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОУЧАСТНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ
Ogienko E.L. USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PARTICIPATORY DESIGN.....36

Панкина М.В. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ ДИЗАЙНА
Pankina M.V. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A DESIGN TOOL.....37

Рахмангулова А.Р., Штыхина А.М., Лузенина И.Б.
КУПОЛ ГЕЙГЕРА: РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА РАБОТЫ «ТЕНСЕГРИТИ»-СИСТЕМЫ
Rakhmangulova A.R., Shtykhina A.M.,Luzenina I.B.
GEYGER'S DOME: RESULTS OF THE «TENSEGRITY» SYSTEM ANALYSIS.....38

Родионова Ю.В. УПРАВЛЕНИЕ ГОРОДСКИМ ПЛАНИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ ГЕОМАРКЕТИНГОВЫХ ДАННЫХ
Rodionova Y.V. GEOMARKETING DATA-DRIVEN URBAN PLANNING MANAGEMENT.....39

Романов А.С. МЕТОД ФОТОГРАММЕТРИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБЛАКА ТОЧЕК ИСТОРИЧЕСКОГО ЗДАНИЯ
Romanov A.S. PHOTOGRAMMETRYAS METHOD TO CREATE APOINT CLOUDO FAHISTORIC BUILDING.....40

Серёгина Н.Ю., Сербин С.А. ПОЛУЧЕНИЕ ДОСТОВЕРНЫХ ОБЪЕМОВ РАБОТ
И МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ
SereginaN.Yu., Serbin S.A. OBTAINING RELIABLE VOLUMES OF WORK AND MATERIALS
FROM THE DIGITAL INFORMATION MODEL.....41

Терскова С.В., Мухаркина А.А. РОЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
В ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ-АРХИТЕКТОРОВ
TerskovaS.V., Mukharkina A.A. THE ROLE OF VISUALIZATION IN DEVELOPING ENGINEERING
THINKING IN ARCHITECTURE STUDENTS.....42

Титеев И.С., Добрышкин Е.О., Курашев Н.В. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
КОНТРОЛЯ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
Titeev I.S., Dobryshkin E.O., Kurashev N.V. DEVELOPMENT OF REMOTE MONITORING SYSTEMS
FOR CAPITAL CONSTRUCTION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....43

Титов А.Л. УЧЕБНОЕ АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ИИ-ГЕНЕРАЦИИ ПРИ ПОДАЧЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
Titov A.L. ACADEMIC ARCHITECTURAL DESIGN IN THE SECOND YEAR
AND THE USE OF AI GENERATION WHEN SUBMITTING A COURSE PROJECT.....44

Уморина Ж.Э. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ 4D-МОНИТОРИНГ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ
AI И КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ КАСОЧНОЙ И БЕСПИЛОТНОЙ СЪЁМКИ С BIM
Umorina Z.A. AUTOMATED 4D CONSTRUCTION MONITORING BASED ON AI AND COMPUTER VISION:
INTEGRATION OF CAMPING AND UNMANNED FLYING WITH BIM.....45

Феоктистова И.А., Кондакова Ю.В. СПЕЦИФИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ
И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ ДИЗАЙНУ ОДЕЖДЫ
Feoktistova I.A., KondakovaYu.V. THE SPECIFICS OF USING VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY
IN FASHION DESIGN TRAINING.....46

Хусаинов Д.З., Хусаинова Г.В., Сагарадзе И.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСТНИЦЫ В ПРОГРАММЕ RENGA
Khusainov D.Z., Khusainova G.V., Sagaradze I.V. MODELING OF THE STAIRCASE DECORATIVE
PIECES IN RENGASOFTWARE.....47

Чумаченко В.А. ВОЗМОЖНОСТИ КОМПАС-3D ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЛОЖНЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ
ChumachenkoV.A. COMPASS-3D FEATURES FOR BUILDINGARCHITECTURAL SHAPES.....48

Шилова Н.С., Лузенина И.Б. НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РАМЫ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ
Shilova N.S., Luzenina I.B. SOME RESULTS OF OPTIMIZATION OF A VARIABLE SECTION
METAL FRAME CONSTRUCTION.....49

Yang Xu, Yuan Fengming,Fomin N. I. CLIENT ATTENTION AS AN IMPORTANT COMPONENT
OF THE POLICY OF ARCHITECTURAL DESIGN ORGANIZATIONS
Ян Сюй, Юань Фэнмин,Фомин Н.И. КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОСТЬ
КАК ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СТРАТЕГИИ АРХИТЕКТУРНО-ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....50

ДОКЛАДЫ СТУДЕНТОВ

Аверина А.С. ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КАК ОСНОВА
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО СТИЛЯ СОВЕТСКОГО НЕОКЛАССИЦИЗМА
Averina A. S. INFORMATION MODEL AS A BASIS FOR STUDYING THE ARCHITECTURAL STYLE
OF SOVIET NEOCLASSICISM.....51

Арюткина А.А. СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕГРАЦИИ КУЛЬТУРНЫХ ТРАДИЦИЙ В СТУДЕНЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО
Aryutkina A.A. MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES AS A TOOL
FOR INTEGRATING CULTURAL TRADITIONS INTO STUDENT CREATIVITY.....52

Гольдберг Ю.И. СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК НА ЗДАНИЕ:
ОТ АЛГОРИТМОВ К BIM-ТЕХНОЛОГИЯМ
Goldberg J.I. A MODERN APPROACH TO CALCULATING WIND EFFECT ON BUILDINGS:
FROM ALGORITHMS TO BIM TECHNOLOGIES.....53

Демченко М.Н., Муслимов С.А., Пирожкова Е.А. ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
В ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ
Demchenko M.N., Muslimov S.A.,Pirozhkova E.A. INTEGRATION OF INTELLIGENT SYSTEMS
INTO CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT PROCESSES.....54

Дрофа И.В. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ИГРОВЫХ ДЕТСКИХ ПЛОЩАДОК
Drofa I.V. DESIGN PRINCIPLES FOR SCIENTIFIC PLAYGROUNDS.....55

Дьячкова И.А. TIM-МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕГРАЦИИ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
В ИСТОРИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ ЕКАТЕРИНБУРГА
Dyachkova I. A. TIM MODELING AS A TOOL FOR INTEGRATING NEW CONSTRUCTION INTO
THE HISTORICAL CONTEXT OF YEKATERINBURG.....56

Зарипов А.Р. ВНЕДРЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ОБУЧАЮЩИЙ ПРОЦЕСС АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Zaripov A.R. IMPLEMENTATION OF NEURAL NETWORKS IN THE ARCHITECTURAL EDUCATION PROCESS.....57

Иванов Д.С., Купцова Я.Г., Баранова О.А. ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОБЪЕКТОВ СОВЕТСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ 1970-х гг.
Ivanov D.S., KuptsovaYa.G., Baranova O.A. INFORMATION MODELING
OF SOVIET ARCHITECTURAL OBJECTS OF THE 1970s 58

Исаев Ш.М., Шиндина П.Д. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ
НА ОПТИМИЗАЦИЮ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ МАЛЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ
Isaev S.M., Shindina P.D. THE IMPACT OF PARAMETRIC TOOLS ON THE OPTIMIZATION
OF PLANNING SOLUTIONS FOR SMALL PUBLIC SPACEs.....59

Исаев Ш.М., Шиндина П.Д. ИНТЕГРАЦИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ
В ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ
Isaev S.M., Shindina P.D. INTEGRATION OF THE LIFE CYCLE OF URBAN GREENERY
INTO INFORMATION MODELS OF CITY SPACE.....60

Исаев Ш.М., Шиндина П.Д. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА
ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОЙ ОЦЕНКИ КОМФОРТНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
Isaev S.M., Shindina P.D. NEURAL NETWORK-BASED ANALYSIS FOR PREDICTIVE EVALUATION
OF URBANENVIRONMENT COMFORT.....61

Карабаева Д.И., Новосельцева У.Е. ВИРТУАЛЬНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО
ЛАНДШАФТА УРАЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ НАЧАЛА XVIII ВЕКА В СЕЛЕ СЛОБОДА
Karabaeva D.I., Novoseltseva U.E. VIRTUAL RECONSTRUCTION OF THE CULTURAL AND HISTORICAL
LANDSCAPE OF THE EARLY 18TH-CENTURY IN THE VILLUGE URAL SETTLEMENT OF UTKINSKAYA SLOBODA.....62

Колесникова К.В. ГИПЕРРЕАЛИСТИЧНАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ
ПОСРЕДСТВОМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
Kolesnikova K.V. HYPER-REALISTIC ARCHITECTURAL VISUALIZATION
THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....63

Кондратьев В.А., Шлыков К.О., Зайцев Д.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПЛОЩАДИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В AUTODESK REVIT
Kondratyev V.A., Shlykov K.O., Zaitsev D.V. AUTOMATION OF THE CALCULATION OF THE WATERPROOFING AREA OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES IN AUTODESK REVIT....64

Кульминская А.А. ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОДУЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЕ
Kulminskaya A.A. APPLICATION OF NEW INFORMATION TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURE....65

Курбанова М.Б. КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ МИКРОРАЙОНОВ: ЗЕЛЕНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
Kurbanova M.B. COMPREHENSIVE ECOLOGICAL MODERNIZATION OF RESIDENTIAL NEIGHBORHOODS: GREEN TECHNOLOGIES AND ENERGY-EFFICIENT SOLUTIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT....66

Lewei Wang, Jinhong Gu. USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN CONSTRUCTION
Левэй Ван, Цзиньхун Гу. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ....67

Li Minhao, Lyu Yuelong, Yuan Fengming. CARBON EMISSION ASSESSMENT OF LOW-RISE BUILDINGS IN CHINA
Ли Миньхао, Люй Юэлун,Юань Фэнмин. ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ УГЛЕРОДА НА ЭТАПЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В КИТАЕ....68

Лобанова Н.А. СПЕЦИФИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЫ В СТИЛЕ ИССЕЯМИЯКЕ
Lobanova N.A. THE SPECIFICS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO CREATE AN ORIGINAL COLLECTION OF WOMEN'S CLOTHING IN THE STYLE OF ISSEI MIYAKE....69

Лю Чун. СТРАТЕГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОШИБОК В ПАТЕНТНЫХ ТЕКСТАХ СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
Liu Chun. ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED STRATEGIES FOR AUTOMATIC ERROR DETECTION IN CONSTRUCTION PATENT TEXTS....70

Мельникова К.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В МНОГОЭТАЖНОМ ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РОССИИ
Melnikova K.A. PROSPECTSFOR WOODEN HOUSING CONSTRUCTION IN MULTI-STOREY RESIDENTIAL DEVELOPMENT IN RUSSIA....71

Молчанова Ю.Г., Харций О.А., Ходжакурбанов И.М. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ – ШАГ К ЭКОЛОГИЧНОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ БУДУЩЕГО
Molchanova Yu.G., Kharciy O.A., Khodzhakurbanov I.M. ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES AS AN ECO-FRIENDLY STEP TOWARDS BUILDING OF THE FUTURE....72

Муслимов С.А., Демченко М.Н., Пирожкова Е.А. УМНЫЙ ДОМ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДОМАШНЕЙ СРЕДЫ
Muslimov S.A., Demchenko M.N., Pirozhkova E.A. SMART HOME: PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE DISSEMINATION OF INTELLIGENT HOME ENVIRONMENT TECHNOLOGIES....73

Мысляева П.В. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ КИНЕТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ
Myslyaeva P.V. ENERGYEFFICIENCYANDENVIRONMENTALFRIENDLINESS OF KINETIC ARCHITECTURE....74

Осминина А.А. ИСКУССТВО ДАННЫХ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИТИКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АРХИТЕКТУРНЫХ ПРОСТРАНСТВ
Osminina A.A. DATA ART: USING ANALYTICS IN THE DESIGN OF ARCHITECTURAL SPACES....75

Пермякова А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА ЭКОДЕРЕВНИ В НИЖНЕЙ СИНЯЧИХЕ
Permyakova A.A. APPLICATION OF INFORMATION MODELING TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF A DRAFT PROJECT FOR AN ECO-VILLAGE IN NIZHNYAYA SINYACHIKHA....76

Пирожкова Е.А., Муслимов С.А., Демченко М.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ОТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДО ЭКСПЛУАТАЦИИ
Pirozhkova E.A., Muslimov S.A., Demchenko M.N. APPLICATION OF VIRTUAL REALITY IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY FROM DESIGN TO OPERATION....77

Полякова А.С. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МИКРОСЕРВИСНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ РАБОТЫ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ
Polyakova A.S. APPLICATION OF MICROSERVICE APPLICATION TECHNOLOGIES FOR WORK ON CONSTRUCTION SITES....78

Размочкина Е.Н. СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА БАЗЕ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ
Razmochkina E.N. INTELLIGENT LIGHTNING SYSTEMS BASED ON PEDESTRIAN BEHAVIOR ANALYSIS....79

Саласин М.А. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ TEKLA STRUCTURES
Salasin M.A. APPLICATION OF CUSTOM COMPONENTS FOR INFORMATION MODELING OF STEEL STRUCTURAL CONNECTIONS IN TEKLA STRUCTURES SOFTWARE....80

Сандовал Бальдеррама А.А. ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ
Sandoval Balderrama A.A. DIGITAL TWIN AS A TOOL FOR MONITORING THE ENERGY EFFICIENCY OF HISTORIC BUILDINGS....81

Семенова В.А. BIM И ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН В СОЗДАНИИ ГОСТЕВЫХ МАРШРУТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
Semenova V.A. BIM AND GENERATIVE DESIGN IN THE DEVELOPMENT OF VISITOR ROUTES FOR INDUSTRIAL ENTERPRISES....82

Семкив Е.Г. ВОПРОСЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ НА АРХИТЕКТУРНЫЕ ПРОЕКТЫ, СОЗДАННЫЕ В СОАВТОРСТВЕ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ
Semkiv E.G. INTELLECTUAL PROPERTY ISSUES RELATED TO ARCHITECTURAL PROJECTS CREATED IN COLLABORATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE....83

Соперникова М.М. ПРОБЛЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ ЗАПРОСОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ
Sopernikova M.M. THE PROBLEMS OF MAKING QUERIES WHEN USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DESIGNING A CLOTHING COLLECTION....84

Старкова В.Е. КУРС ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМБИНАТОРИКИ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ ПРИ ОБУЧЕНИИ АРХИТЕКТОРОВ
Starkova V.E. COURSE IN SPATIAL COMBINATORICS IN A DIGITAL ENVIRONMENT FOR TRAINING ARCHITECTS....85

Сунь Гофэн. ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ СТАЛЬНОГО КАРКАСА С БОЛТОВЫМИ ФЛАНЦЕВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ В УСЛОВИЯХ МАЛО-ЦИКЛИЧЕСКИХ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗОКВ ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS
Sun Guofeng. NUMERICAL CALCULATION OF A STEEL FRAME WITH BOLTED FLANGE CONNECTIONS UNDER LOW-CYCLIC ALTERNATING LOADS IN THE ANSYS SOFTWARE PACKAGE....86

Топорова В.А. ОКН В ПРОЕКТАХ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ: ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ РЕСТАВРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ
Toporova V.A. CULTURAL HERITAGE SITES IN INTEGRATED DEVELOPMENT OF TERRITORIES PROJECTS: AN APPROACH TO ASSESSING THE IMPACT OF RESTORATION USING DIGITAL TOOLS....87

Туливетер К.С., Курзенева Я.А., Кубина Е.А. ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ИНФРАСТРУКТУРА ДЛЯ ЖИЗНИ»
Tuliveter K.S., KurzenevaYa. A., Kubina E.A. DIGITAL TWIN OF A CAPITAL CONSTRUCTION PROJECT WITHIN THE FRAMEWORK OF THE 2025 NATIONAL PROJECT "INFRASTRUCTURE FOR LIFE"....88

Чудиновских Ю.П. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ЕКАТЕРИНБУРГА
Chudinovskikh J.P. PRACTICAL APPLICATION OF THE METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF URBAN USE USING THE EXAMPLE OF YEKATERINBURG....89

Чэнь Юйсинь. SPACE-МОДЕЛЬ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОЙ СРЕДЫ ПРОЖИВАНИЯ ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ
Chen Yuxin. THE SPACE MODEL AS A BASIS FOR CREATING AN ADAPTIVE LIVING ENVIRONMENT FOR THE ELDERLY....90

Якупов Н.М. РАЗРАБОТКА АУДИОМОДУЛЯ НА БАЗЕ STM32: ЗАПИСЬ
И РАСПОЗНАВАНИЕ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АССИСТЕНТОМ В СИСТЕМЕ УМНОГО ДОМА
Yakupov N. M. DEVELOPMENT OF AN STM32 BASED AUDIOMODULE: RECORDING
AND RECOGNIZING VOICE COMMANDS FOR CONTROLLING AN ASSISTANT IN A SMART HOME SYSTEM.....91

Якупов Н.М. РАЗРАБОТКА ДВУХПОЗИЦИОННОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА
ДЛЯ СИСТЕМЫ УМНОГО ДОМА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32
Yakupov N. M. DEVELOPMENT OF A TWO-POSITION THERMOREGULATOR
FOR A SMART HOME SYSTEM BASED ON THE STM32 MICROCONTROLLER.....92

Якупов Н.М. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВРЕМЕНЕМ
В АВТОМАТИКЕ УМНОГО ДОМА
Yakupov N. M. DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR TIME CONTROL IN SMART HOME AUTOMATION.....93

Ян Кайсюань.ОЗЕЛЕНЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ:
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ РОССИИ И КИТАЯ
Yang Kaixuan. LANDSCAPING IN MODERN ARCHITECTURE:
COMPARATIVE EXPERIENCE OF RUSSIA AND CHINA.....94

УДК 624.014

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СТАЛЬНЫХ ДВУТАВРОВЫХ СЕЧЕНИЙ

Абдуллах Х., Алехин В.Н.
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.
hussein.abdallah.1996@gmail.com, referetsf@yandex.ru

В современном строительстве повышение экономической эффективности проектных решений при обеспечении требований надежности и безопасности является ключевой задачей. Традиционные методы подбора стальных сечений часто основаны на итерационном переборе стандартных профилей из сортаментов, что не гарантирует нахождения глобально оптимального решения и может приводить к перерасходу материала [1].

Целью работы является разработка и апробация методики автоматизированного оптимального проектирования стальных двутавровых сечений с использованием генетического алгоритма (ГА), направленной на минимизацию массы при соблюдении нормируемых условий прочности, жесткости и устойчивости, для дальнейшего применения в задаче оптимизации стальных каркасов с учетом разрушения их отдельных элементов, по алгоритму, предложенному в работе [2].

В качестве метода оптимизации был выбран генетический алгоритм, обладающий способностью быстро находить решения, близкие к оптимальным, возможностью обработки значительно большего числа варьируемых переменных и высокой эффективностью при поиске глобального экстремума [3-5]. Целевой функцией является масса элемента. Ограничениями выступают условия по прочности (по нормальным и касательным напряжениям), прогибу иустойчивости в соответствии с требованиями СП 16.13330.2017. Параметрами оптимизации являются геометрические характеристики сечения (высота стенкиX_1, толщина стенкиX_2,толщина полкиX_3, ширина полкиX_4) (см. рисунок), которые могут варьироваться в непрерывном пространстве или выбираться из стандартного сортамента.

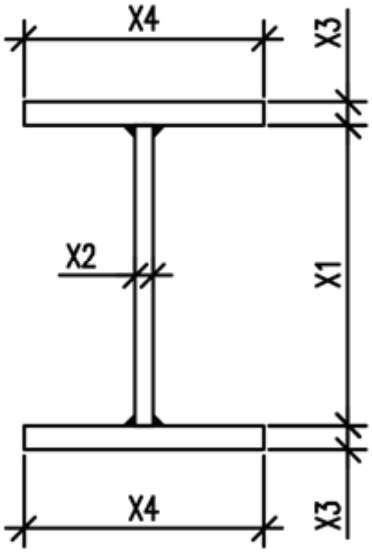


Рисунок. *Параметры оптимизируемого сечения*

Проведенные вычислительные эксперименты подтвердили эффективность предложенного подхода. Сравнительный анализ продемонстрировал конкурентные преимущества генетического алгоритма как в качестве найденных решений, так и в вычислительной эффективности.

Литература

1. Алехин В.Н. Оптимальное проектирование стальных многоэтажных рам с учетом развития пластических деформаций в узлах: дис. канд. тех. наук: Свердловск, 1981. 133 с.
2. Abdullah H., Alekhin V. N. An algorithm for minimizing material consumption in steel frames considering local failures of their individual elements // АкадемическийвестникУралНИИпроектРААСН. 2025. № 2 (65). P. 95–100. DOI 10.25628/UNIIP.2025.65.2.014.
3. Гладков Л.А.,КурейчикВ.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы: учебник. М.: Физматлит, 2010. 317 с.
4. Серпик И.Н., Алексейцев А.В. Оптимизация пространственных стальных рам повышенного уровня ответственности // Промышленное и гражданское строительство. 2015. No 10. С. 8-14.
5. Серпик И.Н., Алексейцев А.В. Оптимизация системы стальной плоской рамы и столбчатых фундаментов // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 14–24.

УДК 658.5

АКТУАЛИЗАЦИЯ СОСТАВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Аверина Т.А.
Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия
ta_averina@mail.ru

К 2030 году мировой рынок строительства увеличится на 85% – до 15,5 трлн долларов. По данным Росстата, объем застройки у нас в стране в среднем растет на 6–8% в год [1]. Чтобы обеспечить такие темпы необходима цифровизация бизнес-процессов отрасли. На сегодняшний день при запросе в поисковой системе относительно трендов и современных технологий в управлении строительными проектами мы видим схожий набор результатов: искусственный интеллект, предиктивная аналитика, автоматизированное оборудование, роботы и дроны, AR/VR, новое программное обеспечение для строительства, информационное моделирование зданий (BIM), инновации в строительных технологиях, устойчивое развитие в строительной практике [2]. И уже в меньшем количестве материалов упоминается именно совершенствование механизмов управления проектами в строительстве. На обсуждении этих вопросов фокусируются на специализированных конференциях и форумах.

Рассмотрим данное направление подробнее. Дело в том, что технологии роботизации, искусственного интеллекта развиваются очень активно, но при этом важновыстроить систему, которая позволила бы эффективно применять указанные выше технологии в практической деятельности.

Строительная отрасль достаточно консервативна и инновации, особенно в сфере организации и управления, принимаются достаточно тяжело. Это связано со многими факторами, в том числе, с необходимостью значительных финансовых вложений, обучения и преодоления сопротивления персонала, созданием или корректировкойнормативной базы, с обеспечением участия всех заинтересованных сторон в процессе и прочее, и при этом положительный эффект не всегда гарантирован.

Относительно системности подхода к цифровизации следует отметить тот факт, что пока еще нет готовой к применению Единой системы информационного моделирования, как совокупности систематизированных стандартов, которые можно брать и использовать в работе.

В связи с тем, что обязательным является формирование информационной модели (как она определена по ГК РФ – совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов), а трехмерная (она же цифровая) информационная модель (ЦИМ) в настоящее времяявляется обязательной только там, где это прямо указано в ТЗ, зачастую заказчики поручают подрядчикам формировать именно эту информационную модель, без ЦИМ [3]. Процесс трансформации запущен исогласно данным Центра компетенций по технологиям информационного моделирования и цифровизации в жилищном строительстве госкомпании ДОМ.РФ каждый третий девелопер в 2025 году уже применяет ТИМ на этапах проектирования или строительства новых объектов.

Таким образом, следует отметить, что расширения для строительной отрасли специфичными областями знаний по управлению проектами: управление безопасностью, управление воздействием на окружающую среду, управление финансами и управление претензиями [4] уже являются привычными. Учитывая современные тренды и нормативные акты, в частности ПП РФ 331, ПП РФ № 1431, Приказ Минстроя России № 344/пр и № 1026/пр, национальный стандарт ГОСТ Р 57700.37–2021, Распоряжение Правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 3268-р и пр., актуальным является рассмотрение возможности добавления еще одной функциональной области управления строительными проектами: управление информационной моделью строительного проекта. При этом речь идет о необходимости организации управления и виртуальными моделями строительных объектов: цифровыми моделями, цифровыми тенями и цифровыми двойниками на различных этапах жизненного цикла объектов капитального строительства. Данное направление может быть реализовано предприятиями самостоятельно либо же в рамках научно-технического сопровождения со стороны специализированных организаций.

Так или иначе, процесс цифровизации в области управления строительным проектами прогрессирует быстрыми темпами, и грамотно вытроенное управление может способствовать более эффективному переходу.

Литература

1. Тренды цифровизации: что ждет строительную отрасль в 2025 году. URL: https://stroygaz.ru/publication/technologies/trendy-tsifrovizatsii-chto-zhdet-stroitelnuyu-otrasl-v-2025-godu/
2. Future of Construction Management: 10 Trends you Need to Know. URL: https://neuroject.com/future-of-construction-management/
3. Цифровизация строительства в 2024 году: мнения экспертов. URL: https://academy.tsus.ru/czifrovizacziya-stroitelstva-v-2024-godu-mneniya-ekspertov/
4. Расширение для строительной отрасли к третьему изданию Руководство к своду знаний по управлению проектами: пер. с англ. М.: Олимп - Бизнес, 2015. 232 с.

УДК004.8, 620.98

ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Адам Л. А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, contact@urfu.ru

Объем ввода индивидуального жилищного строительства (ИЖС) в России уже опережает объем ввода строительства многоэтажного жилья, и тенденция увеличивается. При этом, у индивидуального застройщика (ИЗ) возникает колоссальное количество проблем, связанных с выбором и подготовкой участка под строительство, выбором технологии строительства дома, его инженерного обеспечения. ИЗ, как правило, не очень понимает и то, что его ожидает после строительства дома в течение его жизненного цикла, в то время как стоимость эксплуатации значительно превышает стоимость строительства, и эта тенденция будет только возрастать [1].

Правильный выбор сочетания строительных и инженерных технологий как раз и определяет совокупную стоимость жизненного цикла, при этом профессиональный подход может не только сократить стоимость эксплуатации, но и стоимость строительства, облегчив тем самым принятие решения о строительстве. К примеру, стереотип о том,что газовое отопление самое экономичное и экологичное, приводит в ряде случаев не только к неоправданным затратам, но и к угрозе жизни и здоровью ИЗ.

При этом по этой теме в России нет внушающих доверие информационных ресурсов, ИЗ черпает информацию либо из сайтов производителей того или иного оборудования, материалов, либо от блогеров, эксплуатирующих, ради рекламы, данную злободневную тему.

На рынке присутствует ряд программных продуктов, в том числе и калькуляторы расчета стоимости строительства и жизненного цикла в зависимости от типа технологии строительства и инженерного оборудования, но они не учитывают большого количества рисков, объективных и субъективных, связанных с данной, крайне сложной, сферой. В результате можно наблюдать огромное количество брошенного недостроенного жилья и жилья, выставленного на продажу за бесценок в виду возникших при эксплуатации проблем. И одной из основных проблем в данном направлении является отсутствие надежного, экономичного и безопасного инженерного обеспечения ИЖС. Решение данной проблемы – прерогатива местных органов исполнительной власти, но в каждом муниципальном образовании грамотных специалистов для ее решения набрать невозможно. Нужны качественные информационные продукты, позволяющие помочь сотрудникам муниципальных органов грамотно решать данные задачи.

Создание программ искусственного интеллекта (ИИ) сопряжено с предварительной разработкой регламентовсуществующих и прогнозируемых процессовсложных информационных систем. Сложными информационными системами невозможно управлять напрямую, необходима разбивка на рядподсистем нижнего уровня с обратной связью [1]. В конкретной работе, достаточно условно, предлагается созданиепрограмм ИИ 3-х уровней:

1. Нижний уровень. Программа «Дом» – расчет совокупных затрат жизненного цикла индивидуального дома в зависимости от сочетаний строительных конструкции дома, применяемых материалов для ограждающих конструкций, вида и технологии инженерного обеспечения с безусловным учетом факторов,влияющих на безопасность и здоровье жильцов.

2. Средний уровень. Программа «Поселок» – расчет совокупных затрат жизненного цикла инженерной инфраструктуры индивидуальной застройки. В данном контексте предлагается использовать принцип «сотового» построения сетей электроснабжения с собственной генерацией по типу мини-ТЭЦ[2], кейс № 3.

3. Верхний уровень. Программа «Умные сети» – интеллектуальные электрические сети городского (областного) масштаба, где электроснабжение прилегающих к городам поселков индивидуальной застройки является одним из основных факторовуправления спросом на электроэнергию с соответствующим снижением тарифов на электроэнергию для всех абонентов данной электросети.

Литература

1. Адам Л.А. Необходимость создания цифровых двойников городов для устойчивого развития общества // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: матер.VIII Междунар.науч.-практ.конф. BIMAC-2025. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2025.С.27–34.DOI: 10.23968/BIMAC.2025.
2. Адам Л.А. Онлайн курс «Энергетика умных территорий». URL:https://xn--f1adhjbe0d1c.xn--p1ai/novosti-i-nauka/publikatsii/onlayn-kurs-energetika-umnykh-territoriy/. 16.01.2025.

УДК 69+004.9

BIM-МОДЕЛИРОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ КОЛЛИЗИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ПАРКИНГОВ

Базаева Е.Д.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С.Алфёрова, Екатеринбург Россия, bazalen@mail.ru

Мировой тренд развития урбанизации в освоении подземного проектирования создает предпосылки к более тщательному планированию подземной инфраструктуры крупных городов. Сооружения любых подземных объектов, в том числе и подземных паркингов, относятся к одной из самых сложных задач-строительного комплекса, поскольку необходимо учитывать большое количество факторов: результаты геотехнических исследований, существующие инженерные коммуникации и т.д. Пространство подземного паркинга насыщено разными инженерными коммуникациями самого паркинга исетей объекта, расположенныхвыше над ним. Таким образом, в одном месте пересекаются инженерные сетине только между собой, но иснесущей конструктивной частью здания и, в том числе, городскими сетями.

При работе в режиме 2D-проектирования полностью исключить возникновение коллизий очень сложно. С применением BIM-моделирования коллизии и геометрические столкновения могут быть выявлены на любой стадии жизненного цикла объекта, но чем позже они будут обнаружены, тем дороже обойдется их исправление. Проще исправить их в файле, чем подписанный большим числом участников набор документов по проекту, и еще сложнее исправить ошибки на этапе строительства. BIM помогает избежать следующие типы коллизий: физические – столкновение конструкций; интеллектуальные (логические) – элементы расположены таким образом, что нарушают эксплуатационные требования (например, труба перекрывает дверь), автоматически выявить такую ошибку сложно она не отражается визуально, но будет считаться ошибкой проектировщика; пространственно-временная – возникает при учете фактора времени. Если первые два типа коллизий относятся к конструкциям и инженерному оборудованию, то пространственно-временной тип коллизий относится к организации движения техники и рабочих на строительной площадке, где столкновения возникают из-за их перемещения в конкретный момент времени с расположением постоянных элементов площадки (например, зданий, заборов).

Чаще всего возникают несогласованные коллизии между конструкциями объекта и инженерными сетями: причина – проектировщики «забыли» заложить технологические отверстия для инженерных сетей. На исправление подобных ошибок тратятся время и средства. В Своде правил 333.1325800.2020«Информационное моделирование в строительстве» были разработаны общие требования и правила применения информационного моделирования строительства объектов для решения задачи визуализации процесса строительства. Безусловно, это выводит проектирование зданий на новый уровень и способствует развитию данной отрасли в нашей стране, но правила не дают информацию как должен быть налажен поиск коллизий и содержат только рекомендательный характер. Отечественный аналог для проверки BIM-моделей на коллизии взамен зарубежного продукта Navisworks возможен с программным обеспечением Larix.Manager, с помощью которого можно реализовать любой функционал проверки на коллизии, например, проверить модель на геометрические коллизии, пересечения, несоблюдение минимально допустимых расстояний между инженерными системами или недостаточная толщина слоя материала, найти трудные ошибки в проектировании, такие как недопустимое размещение элементов друг над другом (мокрое помещений над сухим) и т.д.

Приведем пример компании «Траст-Инжиниринг»по проектированию жилого комплекса с подземным паркингом. Перед проектировщиками была поставлена задача минимизировать трудозатраты по устранению коллизий. После работы над моделью, BIM-координатор экспортирует модель в программу для проверки коллизий, но для этого может потребоваться ввести уточняющие параметры, что считается коллизиями, а что нельзя принимать за коллизии. На настройку поиска коллизий требуется времени больше, чем на при традиционном методе, разница в том, что настройка проверок формируется для каждой пары, например, если требуется проверка на коллизии «трубы-конструктив» новая методика позволяет настроить проверку для каждого типа трубы: «трубы водоснабжения – конструктив» и т.д. В рассматриваемом объекте таких пар коллизийна считывалось 173. Тщательная настройка параметров проверки позволяет группировать коллизии не только по разделам, но и присвоить им статусы, а также переводить отчеты в удобный формат Excel, вместо формата HTML, что упрощает навигацию проектировщику и освобождает часы и дни работы инженеров [1]. Новая методика позволяет оперативно выявлять коллизии и вносить изменения в документацию до реализации проекта, а распространенная на строительной площадке фраза «монтаж по месту» уйдет в прошлое.

Литература

1. Иванов А.Ю., Ливанов В.А. BIM-модели: борьба с коллизиями при проектировании инженерных систем// АВОК №5, 2023. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles/42/8477/8477.pdf

УДК 771.537.644, 712.3/.7

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЛАНДШАФТА В СВЕТЕ НОРМАТИВНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Гущин А.Н., Дивакова М.Н.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, alexanderNG@yandex.ru, divakovamar@yandex.ru

Создание информационных моделей ландшафта, особенно в связи с BIM-технологиями, вызывает в последнее время интерес исследователей. Пионерской работой в этом направлении является работа Г.Б. Захаровой [1]. Предлагаемая в работе информационная модель находится в русле традиционного для информатики «послойного» подхода, в котором слои ГИС дополняются новыми данными (климатическими и другими), которые также организованы в слои.

Цель данной статьи – обратить внимание на проблему проектирования информационной модели ландшафта. Ландшафтоведение является сердцевиной такой дисциплины, как физическая география, и определению ландшафта как понятия посвящено огромное количество работ. В данной статье мы ограничимся определениями, зафиксированными в нормативных документах. Так, ГОСТ Р 70284—2022 «Ландшафты: термины и определения» [2] дает следующее определение ландшафта: «территориальная система, состоящая из взаимодействующих природных или природных и антропогенных компонентов и комплексов более низкого таксономического ранга». Нетрудно убедиться, что первую часть определения – система взаимодействующих природных и антропогенных компонентов можно реализовать в рамках «послойного» подхода к структуре ГИС, однако следующую часть определения о том, что ландшафт состоит из ландшафтных комплексов более низкого ранга, реализовать в рамках послойной модели достаточно сложно. Очевидно, что в состав таксономических комплексов более низкого ранга будут входить несколько слоев, которые имеют общую пространственную границу. Также стандарт определяет вертикальную и горизонтальную структуры ландшафтов.

Авторская трактовка информационной структуры ландшафта основана на идеях советского математика Д.Л. Арманда [3] и представлена на рисунке. Информационная модель представляет собой OLAP-куб (On-Line Analytical Processing) – декартово произведение разрезов «компоненты», «геосферы» и собственно «ландшафты». Разрез «компоненты» соответствует традиционной информационной модели, используемой в ГИС-технологиях.

В более широком смысле куб может иметь большую размерность, чем три.

OLAP-кубы – достаточно известное понятие в информатике. Имеются разработанные механизмы его реализации. Проблема в том, что механизм OLAP-куба не имеет пространственной привязки, соответственно, не имеет реализации в рамках ГИС-технологий. Реализация OLAP-куба должна опираться на создание пространственной решетки в виде куба или плоскости, каждый из которых имеет ряд атрибутов, соответствующих свойствам элемента в различных разрезах.

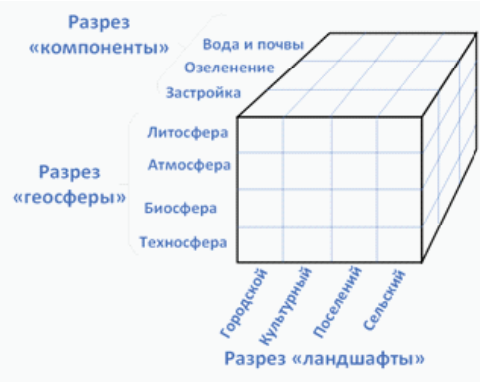


Рисунок. *Модель ландшафта как OLAP-куба*

Литература

1. Захарова Г.Б. LIM – Информационное моделирование ландшафта через взаимодействие с ГИС И BIM // Архитектон: известия вузов. 2022. №3(79).
2. ГОСТ Р 70284—2022. Охрана окружающей среды. Ландшафты. Термины и определения. М.: Российский институт стандартизации. 2022. 12с.
3. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте (основы теории и логико-математические методы). М.: Мысль, 1975. 287 с.

УДК 712-1+004.9

«УМНЫЙ ЛАНДШАФТ» КАК ОТВЕТ НА ЦИФРОВИЗАЦИЮ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Дар В.В.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, valiburg@mail.ru

Применение информационной и коммуникационной инфраструктуры в городском планировании дало возможность создать и реализовать модель «умного города». Основное внимание в данных моделях уделяется формированию устойчивой городской среды с высокой степенью безопасности, информационному анализу иинновационному управлению процессами жизнеобеспечения города, рациональному использованию ресурсов и обращению с отходами. Концепция «умного города» реализуется и в России, начиная с принятия в 2017 г. национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и утверждения стандарта «Умный город» в 2019 г. [1]. Лидером по цифровизации городского хозяйства признана Москва, которая согласно стратеги развития должна стать «умным городом» к 2030 г. [2]. Согласно концепции умного города,«умный ландшафт» (англ. *smart-landscape*) предназначен для создания устойчивой ландшафтной среды в новом качестве с использованием инноваций, в том числе искусственного интеллекта ИИ. Его главными функциями являются интеллектуальное управление средой с использованием цифровых технологий, регенерация природных ресурсов, уменьшение вредного воздействия на окружающую среду и горожан, уникальный подход при организации пространства. Совместная реализация принципов «зеленого строительства», включение технологии «умного дома» и ИИ создание единой сети экологического мониторинга позволят организовать комфортную городскую среду.

Растущая плотность городской застройки, транспортное и промышленное загрязнение окружающей среды, сокращение количества озелененных территорий приводят к ухудшению качества городской среды. Решением данных проблем является создание озелененных пространств, устойчивых к антропогенному воздействию, климатическим изменениям с помощью инновационных технологий и организация грамотных архитектурно-ландшафтных решений. Интеллектуальная система мониторинга должна включать контроль климата, регулирование освещенности, подогрев пешеходного покрытия и мест для сидения и отдыха, установки шумозащитных экранов. Настройка оптимального режима общественного пространства «умной системой» будет осуществляться за счет сбора данных о текущем состоянии среды беспроводной сенсорной сетью. С помощью специальных приложений в режиме реального времени будут подаваться данные о влажности, температуре, шуме, освещенности, загрязнении в единый центр данных. Передача информации на персональные устройства позволит предлагать удобные навигационные маршруты, предупреждать о чрезвычайных ситуациях, рассказывать о городских событиях и пр. Подобный практический опыт есть уже в Сингапуре в виде национальной цифровой экосистемы и сенсорный платформы SNSP [3]. Благодаря реализации программы «Smart Nation» был повышен уровень социальных сервисов и городской инфраструктуры: оперативные сообщения о ненадлежащей работе коммунальных служб, оказание первой помощи пострадавшему, возвращение домой больных деменцией и пр. Размещенные на опорах освещениях датчики контроля температуры, количества осадков, влажности, загрязнения воздуха, количества пешеходов и транспорта позволили эффективно организовать городскую среду.

Необходимо учитывать, что активное озеленение и рост количества насаждений увеличат нагрузку на коммунальные службы и повысят затраты на содержание озелененных территорий. Решением данной проблемы могут стать технологии повторного использования воды, внедрение альтернативных источников энергии и т.д. В России экспериментальный «умный» сад дождя был создан в «Аптекарском огороде» в Ботаническом саду МГУ, где показано управление ливневыми потоками и сбор дождевой воды для полива растений.Также в «умных городах» внедряются такие технологии, как озеленение крыш и фасадов для уменьшения «островов тепла», водоснабжение фонтанов и водоемов переходит использовании очищенных ливневых вод, применение водопроницаемых покрытий дает возможность собирать дождевую воду и пополнять запасы грунтовых вод. С созданием «умных городов» связан переход к новым запросам жителей в условиях активной цифровизации, и «умный ландшафт» играет большую роль при планировании комфортной городской среды и обеспечении ее устойчивого развития. Цифровые технологии активно внедряются в градостроительство, архитектуру, и «умный ландшафт» отвечает всем потребностям жителей в высоком уровне жизни, комфорта ибезопасности. Его развитие и совершенствование позволит соединить достижения ландшафтной архитектуры с инновационными цифровыми технологиями.

Литература

1. Проект цифровизации городского хозяйства «Умный город» // Минстрой России. URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/trades/gorodskaya-sreda/proekt-tsifrovizatsii-gorodskogo-khozyaystva-umnyy-gorod/.
2. Москва «Умный город – 2030» // mos.ru. URL: https://www.mos.ru/upload/alerts/files/3_Tekststrategii.pdf.
3. Smart City solutions | Smart Nation Singapore. URL:https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/smart-city-solutions/

УДК 711.4:502.131.1:004

ЗЕЛЕНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ: ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ПОДХОДОВ

Дробченко Н.В.

Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени Мирзо Улугбека, Самарканд, Узбекистан, n.drobchenko@samdaqu.edu.uz

Современные урбанизированные территории испытывают возрастающее давление со стороны антропогенных нагрузок, изменчивого климата и дефицита природных ресурсов, что требует системного перехода к устойчивым моделям развития. Анализ современных парадигм градостроительства показывает, что интеграция стратегий compact/eco-city и data-driven smart-city является ключевым направлением для повышения экологической, социально-экономической и технологической устойчивости городов [1].

Под «зелеными технологиями» в рамках данного исследования понимается совокупность архитектурно-строительных и инженерно-технических решений: энергоэффективные материалы, локальные и распределенные возобновляемые источники энергии, системы замкнутого водооборота, биофильные элементы и зеленая инфраструктура, ориентированная на сохранение биоразнообразия и микроклиматическое выравнивание городских территорий. Поддерживающие цифровые решения (датчики, телеметрия, аналитические платформы) усиливают эффективность этих мер, обеспечивая мониторинг и управление в реальном времени [2].

Внедрение IoT-сетей, распределенных сенсорных платформ, алгоритмов ИИ и цифровых двойников позволяет: а) осуществлять оперативный мониторинг состояния зеленых систем и показателей качества среды; б) прогнозировать потребление ресурсов и оптимизировать режимы эксплуатации; в) моделировать сценарии климатической устойчивости и участия населения в планировании (платформы VR/AR, инструменты для вовлечения граждан). IoT-платформа при этом рассматривается как «скелет» технологической инфраструктуры умного и устойчивого города [3, 4].

Междисциплинарные исследования показывают, что комплексное соединение зеленых и цифровых технологий дает значительные операционные преимущества: снижение энергопотребления и эксплуатационных расходов (в ряде кейсов – до ~30–50 % при интеграции систем управления и ретрофите), повышение энергоэффективности зданий и инфраструктуры, улучшение качества среды и общественной доступности объектов [5, 6].

Цель данного исследования – обосновать концептуальную модель интеграции зеленых технологий и цифровых инструментов для устойчивого развития локальных и муниципальных территорий. Методологически предлагается сочетание системного анализа, цифрового моделирования (цифровые двойники), мониторинга в реальном времени (IoT) и оценочных методов жизненного цикла (LCA), а также пилотных проект-стадий с участием граждан (практики «со-проектирования»).

Для практической реализации необходимы: межсекторные пилотные проекты (город – энергетика – ИТ); единые протоколы данных и требования к совместимости; политика стимулирования ретрофита и внедрения возобновляемых источников на уровне кварталов; обеспечение прозрачности данных и участия граждан. Перспективными направлениями исследований остаются оценка долгосрочной устойчивости цифрово-зеленых решений и разработка адаптивных моделей управления в условиях климатической неопределенности.

Литература

1. Bibri S.E. Advances in the Leading Paradigms of Urbanism and their Amalgamation: Compact Cities, Eco-Cities, and Data-Driven Smart Cities. Springer Nature, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-41746-8.
2. Berigüete F.E., Santos J.S., Cantalapiedra I.R. Digital revolution: Emerging technologies for enhancing citizen engagement in urban and environmental management // Land. 2024. V.13, №11. P.1921. DOI: 10.3390/land13111921.
3. Gaur A., Scotney B., Parr G., McClean S. Smart city architecture and its applications based on IoT // Procedia Computer Science. 2015. V.52. P.1089–1094. DOI: 10.1016/j.procs.2015.05.122.
4. Mohanty S.P., Choppali U., Kougianos E. Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of Things is the backbone // IEEE Consumer Electronics Magazine. 2016. V.5, №3. P.60–70. DOI: 10.1109/MCE.2016.2556879.
5. Ahvenniemi H., Huovila A., Pinto-Seppä I., Airaksinen M. What are the differences between sustainable and smart cities? // Cities. 2017. V.60. P.234–245. DOI: 10.1016/j.cities.2016.09.009.
6. Benavente-Peces C. On the energy efficiency in the next generation of smart buildings - supporting technologies and techniques // Energies. 2019. V.12, №22:4399. DOI: 10.3390/en12224399.

УДК 004.896

МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДОЙ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Душкин Р.В.
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия
rvdushkin@mephi.ru

Современные интеллектуальные здания требуют комплексного подхода к управлению внутренней средой, учитывающего множество факторов: температурный режим, влажность, качество воздуха, освещенность, безопасность и энергоэффективность [1]. Традиционные системы управления не способны обеспечить оптимальное сочетание всех параметров в динамически изменяющихся условиях эксплуатации.

В рамках исследования была поставлена цель разработать интеллектуальный метод управления внутренней средой зданий на основе гибридных моделей ИИ для достижения оптимального баланса между комфортом, безопасностью и энергоэффективностью.

Основные задачи:

- анализ существующих подходов к управлению внутренней средой зданий;
- разработка архитектуры распределенной системы интеллектуального управления;
- создание гибридных моделей ИИ для принятия решений в реальном времени;
- экспериментальная валидация предложенных методов.

Исследование базируется на функциональном подходе к проектированию систем управления с применением гибридных моделей ИИ, сочетающих нейронные сети, экспертные системы и алгоритмы машинного обучения, а также распределенных вычислений для обработки данных от множественных датчиков и многокритериальной оптимизации для балансировки противоречивых требований.

В ходе работы была разработана трехуровневая архитектура интеллектуального управления, включающая сенсорный уровень (сбор данных о параметрах внутренней среды), аналитический уровень (обработка данных гибридными ИИ-моделями) и исполнительный уровень (управление инженерными системами здания). Предложенный адаптивный алгоритм управления включает прогнозирование изменений параметров среды, многокритериальную оптимизацию управляющих воздействий и самообучение системы на основе накопленного опыта. Испытания на тестовом объекте показали снижение энергопотребления на 25–30 %, повышение уровня комфорта на 15–20 % и улучшение показателей безопасности на 12–15 % [2].

Научная новизна исследования заключается в гибридном подходе к интеграции различных ИИ-технологий в единой системе управления, функциональной архитектуре, обеспечивающей масштабируемость и адаптивность, а также разработке алгоритма многокритериальной оптимизации с учетом противоречивых требований и методологии валидации интеллектуальных систем управления зданиями. Разработанные методы могут быть применены в офисных и административных зданиях, жилых комплексах, промышленных объектах и объектах социальной инфраструктуры.

Экономический эффект: снижение эксплуатационных затрат до 30 % при сохранении высокого уровня комфорта и безопасности.

Предложенные методы интеллектуального управления внутренней средой зданий демонстрируют высокую эффективность и открывают новые возможности для создания по-настоящему «умных» зданий. Дальнейшие исследования направлены на масштабирование решения для городской инфраструктуры и интеграцию с системами «умного города».

Литература

1. Душкин Р.В. Функциональное программирование как парадигма для систем искусственного интеллекта в умных домах // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2019. №2 (242). С. 43–57. DOI: 10.7256/2454-0714.2019.2.29192.1.
2. Душкин Р.В. Интеллектуальные алгоритмы управления инженерными системами зданий // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2018. №4. С. 27–35. ISSN 2587-5574. DOI: 10.26730/2587-5574-2018-4-27-35.1.

УДК 624.074.433

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Ермолин Д.С., Семенов А.А.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия
ist.ermolin.daniil@yandex.ru, sw.semenov@gmail.com

Оболочечные конструкции обладают уникальными несущими свойствами благодаря своей геометрии, однако их расчет и моделирование требуют высокой точности и учета множества физических факторов [1, 2]. В связи с этим возрастает актуальность разработки специализированных программных решений, позволяющих инженерам эффективно проектировать, анализировать и оптимизировать такие конструкции.

Существующие коммерческие пакеты (например, ANSYS, Abaqus или SCIA Engineer) часто сложны в освоении, дороги и избыточны для задач, связанных исключительно с оболочками. Разработка узконаправленного и интуитивно понятного приложения позволит расширить доступ к эффективным методам проектирования и снизить порог входа для молодых инженеров и небольших проектных бюро.

В этой связи предлагается к рассмотрению программный комплекс с проектным названием «PlateForma» (см. рисунок) для реализации исследований прочности и устойчивости различных оболочечных конструкций в задачах статики, динамики и аэрогидроупругости. Программный комплекс реализует вариационные принципы расчета на основе метода Ритца, метода Бубнова – Галеркина и др., а также предлагает пользователю возможность анализировать напряженно-деформированное состояние оболочечных конструкций в различных режимах нагружения при допущении различных гипотез. Математическая основа, заложенная в программный комплекс, представляет собой наиболее актуальные модели деформирования оболочечных конструкций [3, 4].

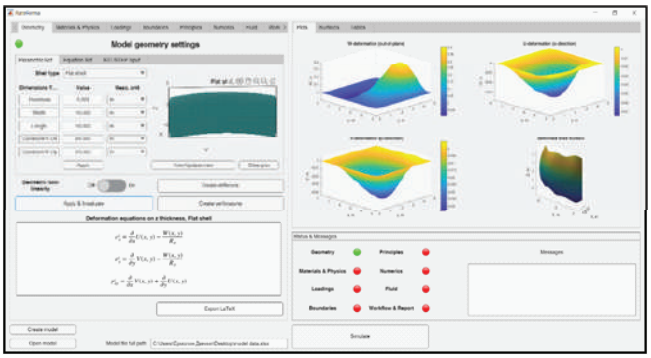


Рисунок. *Вид интерфейса ПК PlateForma*

Приложение PlateForma, разработанное в среде MATLAB App Designer, предназначено для автоматизированного составления и решения уравнений теории оболочек с использованием символьных вычислений. В основе приложения лежит библиотека Symbolic Math Toolbox, обеспечивающая аналитическое формирование дифференциальных уравнений и граничных условий, а также выполнение необходимых алгебраических преобразований. Пользователю предоставляется возможность выбора численного метода решения задачи, вида аппроксимации, а также построение потоковых вычислительных экспериментов.

Литература

1. Коровайцева Е.А. Применение метода дифференцирования по параметру в решении нелинейных задач стационарной динамики осесимметричных мягких оболочек // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. 2021. Т. 25. № 3. С. 556–570. DOI: 10.14498/vsgtu1855. EDN: UKLUQJ.
2. Разов И.О. Параметрические колебания и динамическая устойчивость однородных и неоднородных тороидальных оболочек в упругой среде // Вестник гражданских инженеров. 2025. № 3 (110). С. 74–83. EDN: EZXRPQ.
3. Карпов В.В., Бакусов П.А., Масленников А.М., Семенов А.А. Математические модели деформирования оболочечных конструкций и алгоритмы их исследования Часть I. Модели деформирования оболочечных конструкций // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2023. Т. 23. № 3. С. 370–410. DOI: 10.18500/1816-9791-2023-23-3-370-410. EDN: YSOXDU.
4. Карпов В.В., Бакусов П.А., Масленников А.М., Семенов А.А. Математические модели деформирования оболочечных конструкций и алгоритмы их исследования. Часть II. Алгоритмы исследования оболочечных конструкций // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2025. Т. 25. № 3. С. 345–365. DOI: 10.18500/1816-9791-2025-25-3-345-365. EDN: HRAHSM.

УДК 004.896

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ГЕНЕРАЦИИ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОПИСАНИЮ

Згода Ю.Н.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия
yurii.zgoda@yandex.ru

Искусственный интеллект в форме больших языковых моделей (англ. *Large Language Model* – LLM) показывает свою эффективность во множестве областей, например в программировании [1], образовании [2], лингвистике [3]. Данная технология позволяет в текстовой форме формулировать запросы по обширному перечню возможных тем и в короткие сроки получать развернутые ответы. Однако качество ответов у различных LLM варьируется, причем разные решения показывают разную эффективность в зависимости от области применения.

Целью данной работы является сравнительный анализ различных LLM с точки зрения их эффективности при решении задач архитектурно-строительного профиля. В рамках этой цели были решены такие задачи, как разработка подхода к оценке эффективности LLM применительно к архитектурному моделированию, формирование критериев оценки результатов моделирования с использованием LLM и проведение вычислительного эксперимента по сравнению LLM.

В качестве тестовых задач были рассмотрены построение геометрии двухкомнатной квартиры (простая задача), трехэтажного коттеджного дома (задача средней сложности), и Дворца гимнастики Ирины Винер (практически невыполнимая для современных LLM задача, позволяющая оценить границы возможного для этой технологии). Применялись LLM DeepSeekV3.2, ChatGPT 5 Instant и GigaChat.

Суть LLM-генерации в рамках вычислительного эксперимента заключалась в следующем. Для ИИ были сформированы запросы на написание программного кода на языке *Python*, который затем выполнялся в интерпретаторе 3D-редактора *Blender*. После выполнения кода осуществлялся анализ результатовпо следующим критериям: наличие ошибок в программном коде, наличие ошибок при генерации геометрии, степень детализации результатов моделирования.

По итогам первичного тестирования LLM по предложенной методике были получены следующие результаты. Для двухкомнатной квартиры: *DeepSeek* не предусмотрел двери в некоторых перегородках и сделал их слишком узкими, плита перекрытия «съехала» по отношению к стенам. *ChatGPT* не сформировал проемы для дверей и окон, а также создал зазоры между помещениями. *GigaChat* смоделировал два парящих друг напротив друга помещения, дверь есть лишь в одном, и она находится в полу.

Для трехэтажного коттеджа: *DeepSeek* сгенерировал 3 этажа в форме приплюснутых сфер с крышей-пирамидкой, единственная дверь – входная дверь первого этажа – находится на значимом расстоянии от стен первого этажа. *ChatGPT* сгенерировал 3 этажа в виде «коробок» и крышу-«пирамидку», двери висят в воздухе на расстоянии от стен; есть плита фундамента, но нет межэтажных перекрытий. *GigaChat* не смог повернуть стены (все 4 стены направлены вдоль одной стороны света), но предусмотрел межэтажные перекрытия; крыша здания неправильно повернута и поэтому проходит сквозь все этажи.

Дворец гимнастики Ирины Винер: код от *DeepSeek* изначально содержал критическую ошибку; после ее исправления, «дворец» включал в себя 8 колонн, расставленных по форме эллипса; по центру композиции были плита перекрытия и 2 приплюснутых сферы; за пределами кольца колонн парят окна. Код от *ChatGPT* также изначально содержал критическую ошибку; после исправления, «дворец» состоял из крыши и одной стены. *GigaChat* сгенерировал прямоугольный короб с одной половиной двускатной крыши и лишними стенами, размещенными от основного здания на расстоянии.

Таким образом, все рассмотренные LLM не смогли правильно решить даже относительно простые архитектурные задачи. При этом, с повышением уровня сложности понижалось общее «понимание» моделируемого объекта: если у квартиры были комнаты и перекрытие (хоть и неправильно размещенные), то для «дворца» LLM не смогли предложить ничего хотя бы отдаленно похожего на правильное решение. В то же время, сам факт того, что современные LLM способны анализировать и решать (хоть и с ошибками) столь сложные и опосредованные задачи, позволяет предполагать, что спустя некоторые время LLM найдут широкое применение в области генеративного дизайна в архитектуре и строительстве.

Литература

1. MalamasN., TsardouliasE., PanayiotouK., SymeonidisA.L. Toward efficient vibe coding: An LLM-based agent for low-code software development // Journal of Computer Languages. 2025. Vol. 85. P. 101367.
2. Mvondo G. F. N., Niu B., Eivazinezhad S. Exploring the ethical use of LLM chatbots in higher education // Journal of Business Research. 2025. Vol. 200. P. 115575.
3. Uchida, S. Using early LLMs for corpus linguistics: Examining ChatGPT's potential and limitations // Applied Corpus Linguistics. 2024, Vol. 4. No. 1. P. 100089.

УДК 69.007-05

ПРОФОРИЕНТАЦИОННАЯ РАБОТА КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТИНГЕНТА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 08.02.15 ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кашляк А.В., Руденская О.В.
Колледж современных технологий им. Героя Советского Союза М.Ф. Панова,Москва, Россия
kav.imt@mail.ru, 89611914741@mail.ru

Современная система среднего профессионального образования решает не только задачи подготовки квалифицированных специалистов, но и обеспечивает осознанный выбор специальности обучающимися. Профориентационная деятельность является одним из ключевых направлений работы колледжей, позволяя школьникам познакомиться с будущей профессиональной деятельностью, оценить свои интересы и способности, а учебному заведению – сформировать мотивированный контингент абитуриентов.

Важнейшее значение профориентация занимает при открытии новых направлений подготовки, востребованных рынком труда. В 2024 году Колледж современных технологий г. Москвы запустил подготовку по специальности 08.02.15 Информационное моделирование в строительстве. Данная образовательная программа востребована в строительной отрасли, где происходит процесс активного внедрения цифровых технологий и, в частности, информационного моделирования (ТИМ/BIM). Профориентационная работа обеспечивает набор абитуриентов, готовых к освоению новой специальности и способных успешно адаптироваться в профессиональной среде, так как осознанный профессиональный выбор должен основываться на знании своих способностей и возможностей [1].

Профориентационная работа ГБПОУ г. Москвы «Колледж современных технологий им. Героя Советского Союза М.Ф. Панова» по специальности 08.02.15 Информационное моделирование в строительстве организована как система мероприятий, охватывающая различные уровни вовлечения школьников с 7 по 9 класс и позволяющая интегрировать образовательный процесс с требованиями строительной отрасли [2].

1. День открытых дверей включает презентацию специальности, знакомство с лабораториями и мастерскими, а также мастер-класс с использованием программы RENGA. Школьники получают первичное представление о цифровом моделировании зданий и профессии ТИМ-техника.
2. Профессиональные пробы предоставляют возможность школьникам выполнить практические задания по моделированию индивидуальных жилых домов и защитить свои проекты. Формат малых групп (до 15 человек) позволяет наставнику уделить внимание каждому участнику [3].
3. Программа «Билет в будущее» – федеральный проект, в рамках которого школьники проходят диагностику профессиональных интересов и участвуют в практических занятиях по компетенции «Информационное моделирование в строительстве».
4. Экскурсии к работодателям знакомят школьников с реальной профессиональной средой, технологиями и условиями труда специалистов в строительных компаниях. Это укрепляет связь образования с рынком труда и повышает мотивацию учащихся.

Таким образом, мероприятия выстроены в логическую последовательность – от массового информирования до практического погружения и знакомства с профессиональной средой [4].

Предложенная структура профориентационных мероприятий имеет следующие перспективы:

- Для колледжа – это формирование устойчивого контингента обучающихся, привлечение мотивированных школьников и популяризация учреждения среди абитуриентов и родителей. Практические задания с BIM формируют компетентных специалистов, востребованных работодателями.
- Для школьников – достоверное представление о профессии, сопоставление интересов и способностей с требованиями отрасли, развитие базовых навыков проектирования и командной работы, формирование профессиональной идентичности и осознанного выбора образовательной траектории.

В более широком контексте деятельность колледжа создала модель комплексной профориентации, демонстрирующую эффективность последовательного включения школьников в образовательный процесс – от массового информирования до практических заданий и встреч с работодателями. Вовлечение профессионалов и использование современных технологий способствует подготовке специалистов, соответствующих потребностям цифровой трансформации строительной отрасли [5].

Литература

1. Климов Е.А. Психология профессионального самоопределения. М: Академия, 2010. 304 с.
2. Стецкий С. В. Профессии в строительстве и архитектуре. М: Академия, 2006. 255 с.
3. Пряжников Н.С. Активизирующая профконсультация: теория, методы, программы. М.: Академия, 2014. 416 с.
4. Пряжников Н.С. Самоопределение и профессиональная ориентация учащихся. М.: Академия, 2013. 208 с.
5. Москвичев М.А. Цифровая трансформация строительных организаций // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 3А. С. 294-304. DOI: 10.34670/AR.2023.90.59.067

УДК 712-1

БЛАГОУСТРОЙСТВО СКВЕРОВ С ФОНТАНАМИ: ПРОБЛЕМЫ КОМФОРТА И БЕЗОПАСНОСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Кича М.А.
Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, Санкт-Петербург, Россия
rulmaks@bk.ru

Горожане проводят значительную часть своего времени во дворах и общественных пространствах (парках, скверах, площадях), поэтому комфорт и безопасность этих мест напрямую влияет на здоровье, настроение и работоспособность граждан, а садово-парковая зона является одной из визитных карточек города(см. рисунок), придающая городскому пейзажу неповторимое очарование [1, 2].

В России более тысячи городских скверов с фонтанами, требующих реконструкции с восстановлением окружающего благоустройства, в том числе для устранения застойных зон поверхностных сточных вод, аномально высоких ступенек, продольных и/или поперечных уклонов, не в полной мере обеспечивающих современные требования по безопасности и удобству движения пешеходов, особенно маломобильных [3], что обуславливает актуальность разработки научно-методического обеспечения работ по благоустройству скверов с фонтанами в сложившейся городской среде.

Рисунок. *Памятник градостроительства и архитектуры регионального значения «Декоративная стенка «Дельфин», Ставрополь, Краснодарский край, Россия.Фото автора*

Частные задачи исследования должны включать:

1) анализ закономерностей и региональных особенностей архитектурно-планировочного формирования скверов, включая ретроспективный анализ мировой и российской архитектуры скверов с фонтанами, а также анализ исторических особенностей благоустройства городских скверов на примере одного из городов России;

2) обоснование архитектурно-технических и технологических решений благоустройства скверов – способа обеспечения комфортной и безопасной городской среды при реконструкции, архитектурно-технических и планировочных решений по благоустройству скверов с фонтанами,решений инженерно-технического (технологического) обеспечения функционирования и реконструкции скверов с фонтанами иоценке технико-экономической эффективности предлагаемых решений по благоустройству;

3) формирование направлений развития комфорта и безопасности городских скверов, в том числепринципов иметодов нормативно-правового и технического обеспечения градостроительной деятельности, а также методов оценки соответствия благоустройства требованиям комфорта и безопасности.

Ключевую роль в решении поставленных задач играет правильное определение границ восстанавливаемого благоустройства, что обуславливает необходимость использования ИТ-технологий, таких как геоинформационные системы ГИС, а также лазерное сканирование, используемое при фиксации существующего состояния объектов архитектуры для создания цифровых трехмерных моделей. Это позволяет с достаточной точностью и достоверностью фиксировать геометрию, рельеф и деформации объекта, что важно для проектирования, реставрации и мониторинге объектов градостроительного и культурного наследия.

Выполнение указанных задач позволит повысить эффективность научно-методического обеспечения научно-проектных и проектных работ по благоустройству при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте малых фонтанов в сложившейся городской среде, а также сформулирует концептуальные основы новой методологии обеспечения комфорта и безопасности городской среды.

Литература

1. ՊետրոսյանԱրմինեԵրևանիզբոսայգիները՝ որպեսճարտարապետականլանդշաֆտիդիզայնիմաս [Yerevanparksas a partofarchitecturalandlandscapedesign]. ReviewofSocialSciences. 2024. P. 226-238. DOI 10.53548/0320-8117-2024.1-226. (inArm.).
2. Смирнова М.А., Латышева Э.Н. Особенности проектирования фонтана в современном ландшафтном дизайне // Вестник ГГУ. 2023. № 2. С. 159-174. EDN: YTSCFM.
3. Кича М.А. Основные факторы безопасности благоустройства скверов при реконструкции фонтанов в сложившейся городской среде // Вестник МАНЭБ. 2025. Т. 30, № 2. С. 54-56.

УДК 658.2, 004.9

РАЗРАБОТКА СКВОЗНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАЗБОРНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА С ЧПУ

Климко К.А., Захарова Г.Б.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, kostyaklimko@gmail.com, zakharova@usaaa.ru

Технология фрезерования применяется в различных отраслях производства для точной обработки различных деталей. В частности, фрезерные станки с числовым программным управлением (ЧПУ) незаменимы в деревообработке и мебельной промышленности для изготовления различных декоративных элементов. Это могут быть детали фасадов, наличники, элементы мебели и интерьера, сувенирные изделия, арт-объекты и скульптуры и многое другое [1, 2].

Программа для управления станком ЧПУ может быть написана вручную с применением специального текстового языка программирования, который называется G-код и содержит алгоритм перемещения элементов станка для обработки детали [3]. Но более предпочтительным способом является автоматическая генерация G-кода из 3D-модели, загруженной и подготовленной в определенной CAD/CAM-системе [4]. Автоматизация сокращает время изготовления изделий в среднем на 70% и существенно уменьшает появление брака. Но каждая программа автоматизации требует соответствующей настройки.

Целью данного исследования является разработка сквозной технологии автоматизированного изготовления разборных деревянных конструкций для сувенирной продукции с применением фрезерного станка с ЧПУMakita, предназначенного для вырезных работ по дереву.

Работа выполнялась участниками студенческой научно-исследовательской лаборатории «ИТ в архитектуре» по заданию реального заказчика. Требовалось отработать и запустить производство небольших сувенирных изделий(см. пример на рис. а) в стиле древнерусского псковского зодчества, таких как органайзер, чайный домик, скворечник и др. Объектом разработки был выбран скворечник.

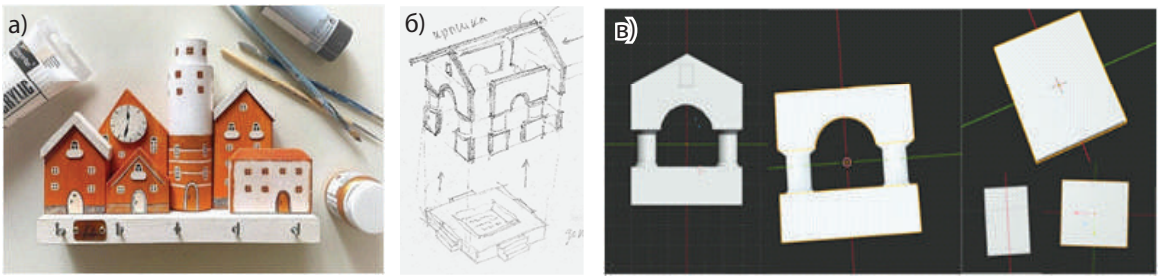


Рисунок. *а) сувенирная продукция, б) эскиз скворечника, в) 3D-моделирование деталей*

Предложенная технология включает следующие этапы: 1) разработка эскиза сборной конструкции скворечника с отверстиями для крепления и доступа внутрь (см. рис. б); 2) 3D-моделирование пяти деталей конструкции в программе Blender (см. рис. в); 3) экспорт моделей в CAM-программу Vectric Aspire 9;4) подготовка и настройка модели к фрезерованию (выбор инструмента, направление, глубина прорезей и др.); 5) запуск станка ЧПУ на изготовление деталей; 6) сборка конструкции. На момент написания выполнено 2 этапа.

Представленная работа носит комплексный характер и имеет большое значение в плане развития у студентов междисциплинарных компетенций. Так, изучение национального стиля деревянного зодчества Русского Севера и конкретно Пскова способствует определению культурной идентичности. Умение представить эскиз объекта в виде разборной конструкции развивает пространственное мышление. Компьютерное моделирование становится предметом для взаимодействия с заказчиком. Знакомство с работой программ подготовки и собственно изготовлениеизделия формируют системный взгляд на организацию работ и учат решению производственных задач. Дальнейшая художественная роспись способствует эстетическому развитию.

Литература

1. Что можно делать на фрезерном станке на примерах использования оборудования ЧПУ. URL: https://amur-stan.ru/articles/frezernaya-obrabotka/chto-mozhno-delat-na-frezernom-stanke-po-derevu/
2. Обработка древесины на станках с ЧПУ. URL: https://www.stankoff.ru/blog/post/1524
3. Программирование станков с ЧПУ – как написать программу. URL: https://promzyfra.ru/articles/programmirovanie-stankov-s-chpu-kak-napisat-programmu/
4. Способы написания управляющих программ к станкам с ЧПУ. URL: https://sprut.ru/news/creating-cnc-control-programs/

УДК 534.843.12+72.012.8

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Колмаков А.В.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, kolmakov_av@mail.ru

При проектировании акустики зальных помещений используются соответствующие специализированные программные продукты (далее ПП). Самым распространенным ПП в РФ следует назвать «EASE». Этот ПП решает задачи естественной акустики, но чаще используется для расстановки акустических систем электронного звукоусиления. В задачи проектирования естественной акустикивходят: создание диффузности звукового поля, надлежащей структуры ранних отражений, оптимального времени реверберации, а так же решение эстетически привлекательного интерьера зала. На сегодняшний день при разработке интерьера зального пространства, вне зависимости от применяемого ПП по расчету акустики, проектировщик сталкивается с проблемой отсутствия справочных данных по коэффициентам звукопоглощения у современных отделочных материалов [1]. Проблема подбора отделочных материалов по их звукопоглощающим свойствам в современных условиях не решается комплексно. Большинство продавцов акустических материалов зачастую представляют только эстетические качества своего товара, в то время как от материалов ожидаются, прежде всего, звукопоглощающие качества [2].

Студентами 2 курса УрФУ направления подготовки «Инноватика» (Заболотских М.Ю., Михайленко К.А., Юдин К.А.) в рамках дисциплины «Проектный практикум» был проведен мониторинг сайтов российского сегмента Интернета, где выставлены на продажу акустические материалы, по определенным критериям: звукопоглощающие свойства материала, инструкция по монтажу, цена материала и класс пожарной опасности.Из всего списка выявленных на рынке материалов (179 наименований) лишь у 45% имеют данные коэффициента звукопоглощения на основных расчетных частотах. При этом представленные данные не всегда сопровождены сканами протокола лабораторных испытаний. Отсутствие результатов испытаний напрямую связано со стоимостью их проведения. По ценам на май 2025 г. стоимость проведения испытаний одного образца составляла 15–75 тыс. рублей, а создание собственной лаборатории, при использовании реверберационной камеры и импендансной трубы, от 5 млн рублей.

В качестве гипотезы, как теоретическое предложение для самостоятельного определения коэффициента звукопоглощения, можно предложить методику, основанную на измерении времени реверберации помещения при вариативном размещении в нем звукопоглощающих материалов: без измеряемого образца; с измеряемым образцом; с контрольным образцом. Условно назовем его «метод акустической постоянной помещения» (далее МАПП). По разнице полученных результатов измерений времени реверберации можно вычислить коэффициент звукопоглощения. Однако для однозначной рекомендации этого метода нужно решить основные вопросы: во-первых, определить параметры подходящего помещения (скорее всего, подойдут зальные пространства, где решен вопрос образования стоячих волн на низких частотах); во-вторых, достаточную для расчета площадь контрольного и исследуемого материала, которая влияет на точность измерений и зависит от кубатуры помещения. При условии решения этих вопросов, используя только прибор для измерения времени реверберации и программное обеспечение, без аккредитации, пренебрегая требованиями к условиям испытаний, стоимостью контрольного образца и измеряемого материала, зарплатой лаборанта, и пр., стоимость определения коэффициента звукопоглощения составит от 500 тыс рублей.

Основным достоинством при проведении измерений МАПП будет являться его относительная доступность – при исследовании отпадает необходимость обустройства специализированного помещения, определения его объемаи площадей поверхностей, выгораживающих этот объем. В случае использования возможности посуточной аренды оборудования по измерению времени реверберации стоимость проведения исследований можно будет считать уже доступной. Соответственно,у производителей акустических и отделочных материалов появится возможность сопровождать свою продукцию основным для акустики параметром – коэффициентом звукопоглощения. При условии корректного размещения данных по звукопоглощению отделочных материалов [2], базы данных отдельных линеек акустических материалов будут формироваться самостоятельно.

Литература

1. Колмаков А.В., Игнатьева В.О. Формирование электронной базы данных современных акустических материалов // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: матер. VII Междунар. науч.-практ. конф./ Под ред. Г.Б. Захаровой. Екатеринбург: УрГАХУ, 2024. С. 48.
2. Колмаков А.В. Номенклатура акустических материалов: перспективы формирования единой базы данных// Сборник Трудов XXXVII сессии Российского акустического общества. М.: ГЕОС, 2025.

УДК 721.001

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАССЕЙНОВ В РОССИЙСКОЙ BIM-СИСТЕМЕ RENGA

Колмаков А.В.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, kolmakov_av@mail.ru

В 2025 году в рамках летней школы, проводимой компанией «АСКОН», автором статьи был выполнен проект чаши открытого бассейна сложной формы в российской BIM-системе для проектирования Renga. Согласно анонсам самой компании, она стабильно развивается, демонстрируя все более совершенный продукт для проектирования [1]. Однако стоит отметить, что данный программный продукт (ПП), по результатам практического применения, требует дальнейшего совершенствования. Например, была нарушена философия компании, которая подразумевала использование ПП для проектирования в 3D-пространстве. Сложную по форме чашу бассейна в плане с переменной глубиной оказалось невозможным спроектировать, используя только 3D-пространство. В результате было принято решение сначала разработать решение в 2D с применением ПП NanoCAD, ввиду большего количества инструментов, а затем построить его в 3D в Renga. Такой алгоритм позволил запроектировать объект и мгновенно проверить 2D-решения на коллизии. То есть в данном случае работа в Renga позволила не только визуализировать 2D-решения, но и проверить возможность их реализации (строительства). Стоит отметить, что данная возможность также весьма ценна, а формат 2D-проектирования, по мнению автора, еще долго будет спутником 3D-проектирования, по крайней мере, для сложных по конфигурации объектов.

При профессиональном проектировании бассейнов было бы удобно иметь следующие инструменты:

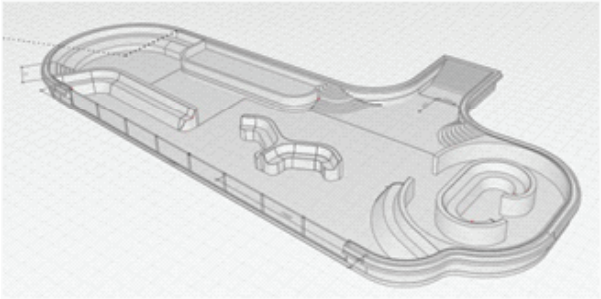


Рисунок. *Модель чаши бассейна*

1. При формировании стыков, особенно на внешних углах, требовался инструмент, который бы позволил объединять между собой подобные по свойствам слои у инструментов, работающих с многослойными материалами (стены, перекрытия, кровля). Данный инструмент нужен для формирования бесшовного перехода слоев в слоистых материалах, а также для возможности выполнения закругления выступающих или западающих углов, формируемых крайними слоями многослойного материала. Отсутствие этой возможности на данный момент приводит к выгрузке материалов с ошибочными данными по площадям и объему, либо к трудностям, связанным с послойным натягиванием материалов на сложную геометрию чаши бассейна. Этот инструмент можно условно назвать «Skin» – суть его как раз в возможности перетягивать собой объекты со сложной геометрией, а затем менять на отдельных фрагментах толщины слоев, уклон, добавлять закругления внешних и внутренних углов.

2. Усовершенствовать инструмент «Балка» таким образом, чтобы при создании сложного профиля, например, «Ч»-образного, балка «подрезала» сама себя так, чтобы при расположении балок в одном уровне была возможность формировать сквозной лоток при их соединении под углом.

3. Создать возможность передачи свойств от объектак объекту, по типу парных инструментов действия «Воспринять параметры»/ «Передать параметры» («пипетка»/«шприц»), реализованных в Graphisoft ArchiCAD.

4. Шире внедрить возможность использования горячих клавиш при использовании распространенных команд, расположенных на панели «Действия» (переместить, повернуть и пр.) и «Инструменты» [2].

У каждого пользователя ПП Renga будут свои предложения по совершенствованию продукта. Вышеописанные рекомендации по совершенствованию были сформированы на основе личного опыта автора. Разработчикам Renga стоит включить вышеописанные инструменты в «дорожную карту» развития системы.

Литература

1. Дубинин Д.А., НабокА.А., Харин В.А., Лаврентьева Л.М. Преимущества использования и развития отечественного BIM: системы трехмерного проектирования Renga // Инженерный вестник Дона. 2017. № 3(46). С. 57.
2. Колмаков А.В. Унификация вызова базовых команд и инструментов в графических редакторах // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: матер. II Всерос. науч. практ. конф. с межд. уч., Екатеринбург, 05–07 ноября 2019 года. Екатеринбург: УрГАХУ, 2019. С. 21.

УДК 004.92 + 72.021

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ К ЧМ-2018 ПО ФУТБОЛУ

Комарова М.Н.
Союз архитекторов России, Ульяновск, России
zvukizdania@gmail.com

Проекты подземных пешеходных переходов, представленные в данной статье, были разработаны группой архитекторов московской организации «Институт «Каналстройпроект» в 2014 году для Верх-Исетского административного района города Екатеринбурга, в зоне влияния Центрального стадиона. Идея реконструкции улично-дорожной сети была обусловлена подготовкой к матчам групповой стадии Чемпионата мира по футболу в 2018 году. Подземные пешеходные переходы, запроектированные на четырех наиболее загруженных перекрестках – Крауля, Малышева, Московская и Татищева – с размещением входов по сторонам улиц и на островках, позволили бы сформировать безопасные пешеходные связи при минимальном воздействии на существующую транспортную инфраструктуру [1].

Проектированиеновых строений выполнялось в соответствии с требованиями действующих государственных стандартов, норм и правил [2], а также с учетом сложившегося архитектурного окружения [3]. Картографический сервис Google Maps обеспечил возможность проанализировать улично-дорожную ситуацию местности и уточнить геометрию перекрестков. Демонстрационные материалы для согласования проектных решений были подготовлены на основе созданных в программе Archi CAD визуализаций трехмерных моделей наземных павильонов. В программе Adobe Photoshop эти визуализациибыли объединены с фотографиями и панорамами исследуемых территорий, полученными через систему Google Street View. Применение цифровых инструментов Google позволило осуществить удаленную работу над проектом в зимнее время года, оценить градостроительную ситуацию без выезда на объект, изучить объемно-планировочные решения существующих павильонов подземных пешеходных переходов в Екатеринбурге и на их основе смоделировать образы новых объектов, гармонично интегрированных в историческую застройку (см. рисунок).

Рисунок. *Наземные павильоны лестничных сходов и лифтовых подъемников для подземного пешеходного перехода через ул. Московская – пр. Ленина: а) фото GoogleStreetView; монтажс моделями павильонов: б) вариант 1 – по образцу павильона станции метро «Ботаническая», в) вариант 2 – в другом цвете, г) вариант 3 – новое дизайнерское решение с декоративными покрытиями парапета и кровли, имитирующими натуральные материалы («дерево» и «мох»). Проектное предложение автора, 2014*

Литература

1. Komarova M. Interconnection of open and closed public spaces in historic city centers in Russia // SBE16 Towards Post-Carbon Cities. Torino: Politecnico di Torino, DIST, 2016. PP. 179-184. URL: https://iris.polito.it/handle/11583/2648726
2. МГСН 1.03-02 (ТСН 32-302-2003). Пешеходные переходы вне проезжей части улиц. Объекты мелкорозничной торговли и сервиса в пешеходных переходах. Москва, 2004.
3. Комарова М.Н. Роль 3D-визуализации в сохранении и развитии исторического архитектурного пространства // Актуальные проблемы архитектуры и дизайна: матер. XXI междунар. науч. практ. конф. студентов и молодых ученых / Под общ. ред. Г.Б. Захаровой. Екатеринбург: УрГАХУ, 2025. С. 350-354. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82599057

УДК 519.237.5 : 69.07

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Кондратьев С.О.[1], Бакусов П.А.[2]
[1] ООО «Георeконструкция – ПО», Санкт-Петербург, Россия
[2] ООО «ИСП «Георeконструкция», Санкт-Петербург, Россия
kondratev.s@yandex.ru, bakusovpavel@gmail.com

Исторические здания и сооружения характеризуются, как правило, наличием определенных дефектов и повреждений. Особое место среди повреждений занимают трещины различного генезиса, нарушающие целостность конструкций и представляющие собой фактор риска механической безопасности. В настоящее время контроль их раскрытия, преимущественно, осуществляется либо для зданий и сооружений окружающей застройки (относительно строительных работ), либо в условиях непосредственной реконструкции.

Для измерения их раскрытия используются, в основном, пластинчатые маяки, либо, постепенно входящие в практику мониторинга, фотощелемеры [1]. Однако следует отметить, что данные средстваподразумеваютединичный (как правило, ежемесячный) контроль, что дает, как правило, недостаточно сведений о длительно действующем деформационном процессе и, следовательно, не всегда являются надежными решениями. Исходя из этого, для управления отмеченными выше рисками целесообразно предусмотреть систему мониторинга, позволяющую отслеживать динамику смещений (раскрытия) трещины в режиме непрерывных наблюдений [2].

Отдельно следует отметить, что результаты длительных непрерывных измерений трещин (в том числе в условиях «обычной» эксплуатации) обладают значительной научно-практической ценностью [3], т.к. позволяют инструментально обоснованно выделить факторы, являющиеся причинами развития данного процесса: строительно-монтажные работы или фоновые воздействия, а также определить риски наступления «режима с обострением» [4]. В практике Института «Георeконструкция» для решения обозначенных задач используются беспроводные автономные датчики раскрытия-закрытия трещин с использованием технологии LoRaWAN («Long Range Wide Area Network»), фиксирующие с заданной периодичностью раскрытие-закрытие трещин.

Продемонстрируем представленную выше задачу на следующем примере: по результатам мониторинга оценивается динамика раскрытия трещины реконструируемого исторического каменного здания в Санкт-Петербурге (см. рисунок). По результатам непрерывных измерений производится автоматизированный контроль показателей состояний конструкций, в том числе коэффициента корреляции между приращением раскрытия трещины и температурой в разрезе проводимых работ. Таким образом выявлено: максимальные коэффициенты корреляции наблюдались (0,5–0,8) в периоды наименьшей интенсивности работ в зоне контролируемой трещины. В иных временных интервалах корреляция была ниже 0,5, что говорит о влиянии строительных работ. и при подтверждении негативной тенденции требуется разработка мероприятий по усилению конструкций.

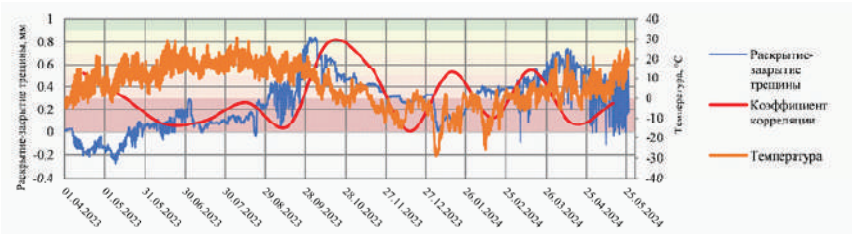


***Рисунок**. Динамика температуры, раскрытия трещиныи коэффициента корреляции в сравнении со шкалой Чеддока о тесноте связи (на заднем фоне)*

Литература

1. Войнаровский А.Е., Назаров Р.А. Исследование интерполяционного метода измерения ширины раскрытия трещин по изображению // Современные исследования в науках о земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. Астрахань: Изд-во АГУ, 2022. С. 31–40. EDN: XTZIJH
2. Кондратьев С.О., Бакусов П.А. Интеграция результатов геотехнического мониторинга в информационную модель здания // Информационное моделирование в задачах строительства и архитектуры: матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2025. С. 226–233. DOI: 10.23968/BIMAC.2025.031. EDN: HSJPIN
3. Кондратьев С.О. Оценка корреляции наклона и температуры конструкций по результатам автоматизированного мониторинга // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: матер. VII Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург: Изд-во УрГАХУ, 2024. С. 52. EDN: CYIBBK
4. Пашкин Е.М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры: монография. СПб.: ПИ «Георeконструкция», 2013. 336 с. EDN: CLBUAB

УДК 004.02+721.02

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ СОСТАВНЫХ РЕГУЛЯРНЫХ ОБОЛОЧЕК С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ

Коротич А. В.
Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, avk-57@inbox.ru

Работа посвящена определению формотворческого потенциала вариативного геометрического моделирования составных регулярных оболочек с периодической ступенчатой структурой в различных сферах архитектуры и дизайна и при создании изделий с широким функциональным диапазоном. Фундаментальной информационной основой работы служат известные труды [1–2], раскрывающие основные комбинаторные особенности геометрического конструирования периодических ступенчатых форм с регулярной структурой.

Автором предложен алгоритм получения новых типов модульных ступенчатых структур на основе использования плоских регулярных сетей Шубникова-Лавеса, паркетирующих плоскость одинаковыми фигурами без зазоров и наложений. Далее различные участки этих сетей преобразуются в призматические ступени, поднимаясь над исходной плоскостью на различную высоту (см. рисунок, верхняя часть). Таким приемом можно получать как плоскостные ступенчатые рельефы, так и сводчатые, куполообразные и пирамидальные – это определяется очертанием и высотой подъема каждого очередного слоя ступеней относительно предыдущего.

1. Акустические рельефные звукорассеивающие экраны зальных интерьеров (см. рисунок, вверху). Изделия имеют форму ступенчатых многомодульных структур с непрерывной поверхностью, что обеспечивает их хорошие звукорассеивающие и высокие эстетические качества при использовании в качестве облицовки стен, потолков, колонн, сценических элементов и др.
2. Ступенчатые жилые структуры на сложном рельефе (см. рисунок, тот же). Архитектурная выразительность многоблочной структуры определяется ритмичностью композиции, террасным расположением видовых площадок.
3. Колонны/опоры как составные части ордерных систем (см. рисунок, нижняя часть). Здесь ступени периодической регулярной структуры капители ритмично изменяют свои размеры при переходе от верхней части, примыкающей к балке, уменьшаясь к стволу колонны (зачастую по фрактальному принципу). Здесь же с успехом можно использовать технологию встречного самопересечения оболочек.

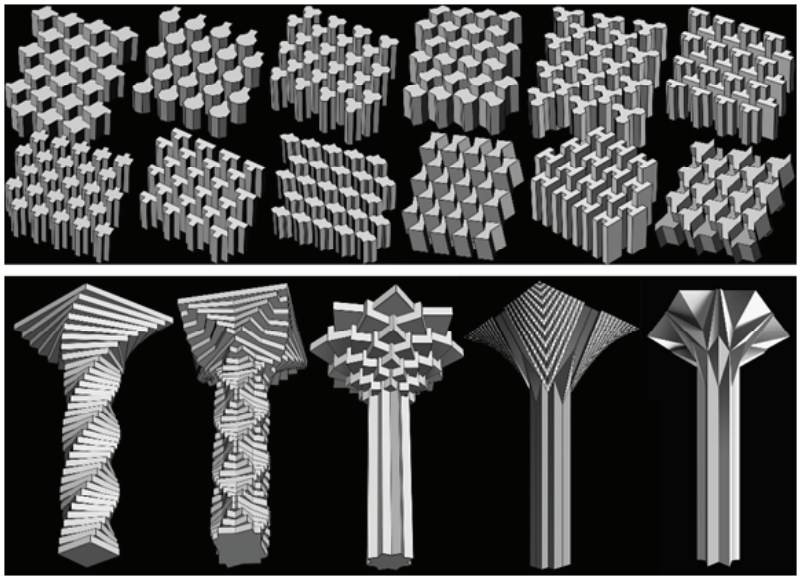


Рисунок. *Формотворческие разработки новых объектов различных сфер архитектуры и дизайна, выполненные с использованием новых приемов моделирования периодических ступенчатых структур. Автор А.В. Коротич*

Литература

1. Венниндже М. Модели многогранников / под общ. ред. И.М. Яглома. М.: Мир, 1974. 236 с.
2. Галиулин Р.В. Кристаллографическая геометрия. М.: Наука, 1984. 136 с.

УДК 72.01

ОПЕРЕЖАЯ ВРЕМЯ: ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ПРОЕКТЕ ЖИЛОГО ДОМА ДЛЯ «ИЗВЕСТИЙ» К.С. МЕЛЬНИКОВА

Крылова С.Э.

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, Sofa1852@yandex.ru

Парадигма устойчивого развития в современной архитектурной практике, с фокусом на энергоэффективность, биофильный дизайн и смешанное функциональное зонирование, часто воспринимается как продукт исключительно нового времени. Однако обращение к проектам советского авангарда обнаруживает, что многие из этих «новаторских» принципов были сформулированы в контексте нового архитектурного языка советскими архитекторами-конструктивистами почти столетие назад [4]. Ярким примером такого новаторского проекта выступает нереализованный жилой дом для рабочих и служащих издательства газеты «Известия» (1934), созданный Константином Мельниковым в период заката конструктивизма [1].

К.С. Мельников предложил радикальную для своей эпохи концепцию «вертикального квартала». Ключевым композиционным, социальным и энергоэффективным элементом выступил массивный стилобат, интегрировавший в себя весь общественный функционал жилого комплекса – от столовой и клубадо детского сада. Это превращало его из технического цоколя в полноценный «городской форум», распределяющий в себе потоки людей и активности. Еще более последовательным воплощением этой стратегии стало размещение на крыше стилобата двухъярусного парка внутри замкнутого двора. Этот прием демонстрирует стремление архитектора к синтезу урбанистической плотности и природной среды. По сути, Мельников применил стратегию биофильного дизайна, направленного на улучшение микроклимата и психологического комфорта жителей, задолго до появления этого термина [2]. Исследование доказывает, что проект может рассматриваться как прототип экологичного градостроительного образования, актуальный в XXI веке. Рассматривая перспективы использования идей К.С. Мельникова в современном отечественном зодчестве,важно отметить, что его идеи предлагают готовые архитектурные решения для борьбы с двумя главными проблемами современных мегаполисов: проблема расползания городов (ленточное расселение) и проблема грамотного функционального зонирования. Проект К.С. Мельникова может быть рассмотрен как прогностический прототип устойчивого вертикального квартала, чьи композиционные принципы напрямую работают на цели энергоэффективности, ресурсосбережения и экологичности [3]. Энергоэффективность достигалась за счет ветрозащитной функции массивного стилобата и замкнутой конфигурации двора, снижающей теплопотери. Ресурсосбережение рассматриваемого проекта заключено в самой концепции «вертикального квартала», которая, благодаря компактной застройке позволяла экономить городскую территорию и сокращать протяженность инженерных сетей, в отличие от горизонтальной застройки. Идея его проекта жилого дома длярабочих и служащих издательства газеты «Известий» – это многофункциональная общественная платформа, формирующая микроклимат, городскую жизнь и являющаяся инструментом реновации в условиях ограниченной городской территории.

Данное исследование демонстрирует, что интеграция наследия советского авангарда в современную практику должна заключаться не в формальном цитировании форм (например, копировании образа, конструктивных элементов), а в заимствовании и адаптации его планировочных и средоформирующихстратегийдля разработки современных архитектурных решений, отвечающих вызовам изменения климата и урбанизации:Метод функционального концентрирования (стилобат-форум) – создание пешеходно-ориентированной среды и новых насыщенных функциональных связей. *Метод компенсаторного озеленения* – актуальный прием для городов плотной застройки с дефицитом свободных территорий. *Метод климатического зонирования через формообразование* – улучшение микроклимата без участия энергосистем, борьба с внешним шумом и загрязнением воздуха в городах.

Именно такие методологические принципы авангарда, а не его внешняя стилистика, дают качественно новые результаты в проектировании уникальных современных проектов, наследующих передовые идеи советских архитекторов эпохи авангарда.

Литература

1. Сборник архитектурных мастерских Моссовета за 1934 год. Том II. М: Москва, 1936.
2. Yeang K. The green skyscraper: The Basis for designing sustainable intensive buildings.Prestel, 1999. 304 с.
3. Тетиор А.Н. Устойчивая архитектура: теория и практика: учебное пособие. М.: Изд-во АСВ, 2016. 360 с.
4. Гинзбург М. Новые методы архитектурного мышления// Современная архитектура.1926.№2. С.1–4.

УДК 72.01

АЙТРЕКИНГ КАК НОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО АНАЛИЗА ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

Крылова С.Э. [1]***, Коротич А.В.*** [2]

[1] Московский архитектурный институт (Государственная академия), Москва, Россия

[2] Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

sofa1852@yandex.ru, avk-57@inbox.ru

Численный анализ, контроль и корректировка объективных композиционных параметров объектов архитектуры в процессе их визуального/зрительного восприятия сегодня может с успехом осуществляться с использованием технологии айтрекинга, которая пока не нашла широкого применения в профессиональной среде.

Айтрекинг и окулография представляют собой совокупный алгоритм анализа движений человеческого зрачка как реакции на внешние раздражители и являются эффективными инструментами исследования восприятия архитектурных форм. Эти информационные технологии анализа и корректировки визуального восприятия позволяют анализировать, как зрителиреагируют на пространственные феномены, и какие элементы общих ансамблей архитектуры (или отдельных строений) привлекают большее внимание [1, 2].

Айтрекинг использован в данной работе, посвященной сравнительному композиционному анализу двух произведений советского авангарда – конкурсных проектов Наркомтяжпрома, выполненных И.И. Леонидовым и братьями А.А. и В.А. Весниными, и имеет своей целью выявление объективных особенностей их визуального восприятия и композиционной оценки. Результаты исследования могут углубить и скорректировать понимание культурной ценности этих выдающихся концептов, поскольку оба проекта олицетворяют принципиально разные подходы к формообразованию в отечественной архитектуре авангарда.

Оборудование эксперимента. Устройство фиксации взгляда с программным обеспечением отслеживания движения глаз и функцией записи/снятия численных показаний с экрана.

Процесс эксперимента. Участники эксперимента (три человека различного возраста, пола и профессии) по очереди приглашались в комнату с оборудованием. Предварительным этапом являлась калибровка взгляда участника с помощью айтрекера. Далее на экране возникали графические изображения двух проектов здания Наркомтяжпрома. На свободный просмотр каждого проекта каждому участнику отводилось по 40 секунд. Процесс движения взгляда, зафиксированный в формате видеозаписи, далее обрабатывался покадрово. Параметрическим полем каждого эксперимента являлось плоское расположение 100 точек фиксации взгляда. Завершающий этап компьютерной обработки геометрического расположения 100 точек позволил получить ***карты перемещений взгляда участников*** и ***тепловые карты*** (т.е. зоны с максимальной, средней и низкой концентрацией внимания/ плотностью обзора) в графическом виде.

Результат. Окулографический анализ проекта Наркомтяжпрома И.И. Леонидова и братьев Весниных позволил выявить ключевые визуальные аттракторы (наиболее привлекательные в композиционно-художественном отношении характерные черты и детали проектов), а также определить характерные особенности и закономерности структуры визуального поиска. Распределение точек фиксации внимания отразило первоочередное стремление зрителя к осмыслению организации общей пространственной структуры объекта. Анализ карт перемещений взгляда показал, что восприятие архитектурного проекта Наркомтяжпрома характеризуется последовательностью «от общего к частному» (т.е. от доминирующих в композиции объемов к акцентирующим деталям). В соответствии с этим зафиксированное экспериментом характерное перемещение взгляда сверху вниз отражает естественный процесс, когда сначала воспринимается композиционная структура объекта в целом, а затем внимание концентрируется на деталях.

В современной реальности айтрекинг становится не только методом исследования восприятия архитектурных форм, но и предпосылкой обоснования их культурной значимости, что позволит в перспективе сформировать новые критерии оценки, которые учитывают не только историческую значимость объектов, но и эмоциональный резонанс воздействия на современников. Те объекты, которые получили более высокую оценку положительного эмоционального отклика, могут иметь более предпочтительные шансы войти в категорию охраняемых законом выдающихся произведений зодчества и объектов культурного наследия.

Литература

1. Арлаков Е.А., Белимова П.А., Джумагулова А.Ф. Айтрекинг как инструмент для исследований восприятия искусства: подход с перспективы удобства использования // Культура и технологии. 2023. Т. 8. Вып. 1. С. 17–24.
2. Березиков Н.А. Зарубежные окулографические исследования и возможность их использования в работах по изучению материальной культуры // Баландинские чтения. 2018. №1.

УДК69.059.7

THE RESTORATION AND CONSERVATION OF THE MONUMENTAL ENTRANCE TO THE CEMETERY OF DOGLIANI, DESIGNED BY GIOVANNI BATTISTA SCHELLINO BETWEEN 1855 AND 1867

Dott. Nelson Lozano
NELSON RESTAURI SRL, Torino, Italia
info@nelson-restauri.comhttps://www.nelson-restauri.com

This paper illustrates the restoration of the Monumental Entrance to the Cemetery of Dogliani, designed by Giovanni Battista Schellino (1855–1867), an emblematic work for its Gothic-eclectic language and for its strong identity value within the local community. The restoration approach was based not only on technical and scientific criteria, but above all on an understanding of the conceptual message embedded in Schellino's project: the Romantic idea of ruin as an expression of time and transience [1] (Fig.1).

Schellino conceived the work using simple materials destined to undergo the action of time, integrating natural decay into the aesthetic and symbolic dimension of architecture. This intention, which evokes the entrance to the cemetery as a space charged with mystical and spiritual values, required the restoration to achieve a delicate balance: ensuring the stability and safety of the monument without erasing its patina of time or altering its authenticity.

A central role was played by preliminary investigations, aimed at understanding the nature of the materials and the main forms of deterioration. Stratigraphic analyses enabled the reconstruction of the different construction and maintenance phases, highlighting overlapping layers and later non-compatible interventions [2]. Petrographic investigations (Fig.2) identified the composition of the original lime - and cocciopesto-

Fig.1. *Cemetery of Dogliani. View of the interior façade before restoration*

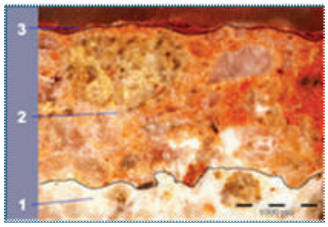


Fig.2. *Thin-section analysis of the constituent mortars*

Fig.3. *Thermographic analysis*

based mortars, distinguishing them from more recent cementitious additions, and analyzed the presence and concentration of soluble salts responsible for efflorescence. Thermographic surveys (Fig.3) provided a preliminary assessment of hidden vulnerabilities, detecting potential detachment zones and possible water infiltrations not immediately visible to the naked eye. This body of data proved essential in defining targeted interventions respectful of the material authenticity of the monument.

The restoration process prioritized reversible and compatible consolidations, stainless steel reinforcements for weakened structures, calibrated chromatic glazes to recover the original tones, and protective surface treatments. Digital mapping tools and graphic documentation were also employed to record the conservation state with high precision and to support programmed maintenance strategies.

Restoration thus became an act of mediation between conservation and respect for the original design, reaffirming the idea that ruin is not a flaw to be eliminated, but an integral part of Schellino's architectural poetics [3].

References

1. Schellino G.B. Regulatory Specification of the Enterprise – Expansion of the Cemetery, unpublished documentation in the Municipal Archive of Dogliani, 26 April 1867.
2. Lozano N. Restoration Report of the Monumental Entrance to the Municipal Cemetery of Dogliani, Work of Architect G.B. Schellino (1855–1867). Survey of Cement Repairs and Incoherent Mortars, External Elevation. Graphic surveys: N. Lozano, NELSON RESTAURI SRL, Turin, September 2018.
3. Giovanni Battista Schellino 1818–1905, edited by Daniele Regis, Sagep Editori, section 10, pp. 78–83, 2021 edition.

УДК72.023+697

CARBON REDUCTION MEASURES IN THE BUILDING OPERATION PHASE

Lyu Yuelong, Fomin N.I., Li Minhao
Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia
yuelonglyu@qq.com, ni.fomin@urfu.ru, Minkhao.Li@urfu.me

Against the backdrop of global climate change, the building sector has become a major source of carbon emissions, accounting for nearly 40% of the global total. Research indicates that the operational phase alone contributes more than two-thirds of a building's life-cycle emissions [1], making it the primary target for emission reduction. Based on a literature review, this paper proposes carbon reduction pathways centered on two strategies: "energy saving" and "energy production."

The findings show that energy-saving measures include: optimizing building envelopes with high-performance insulation and airtight design, which can reduce energy consumption by 28–66% [2]; adopting passive design strategies that leverage natural lighting, ventilation, and thermal mass, lowering energy demand by 6.7–66.2% [3]; and applying Intelligent Energy Management Systems (IEMS) to dynamically control HVAC and lighting, thereby improving efficiency and reducing operating costs [4]. On the energy production side, integrating clean energy sources such as photovoltaics, wind, geothermal, and biomass [5], together with distributed energy systems (DES), can enhance flexibility and sustainability of energy use [6]. In addition, biological carbon sequestration measures, including rooftop and vertical greening, not only increase carbon sinks but also reduce cooling energy consumption by about 30% [7].

In conclusion, the combination of "energy saving" and "energy production" strategies (see figure)creates a synergistic effect, offering a systematic pathway to reduce emissions during the building operation phase. This provides valuable guidance for promoting the low-carbon transition of the building sector and achieving long-term sustainable development.

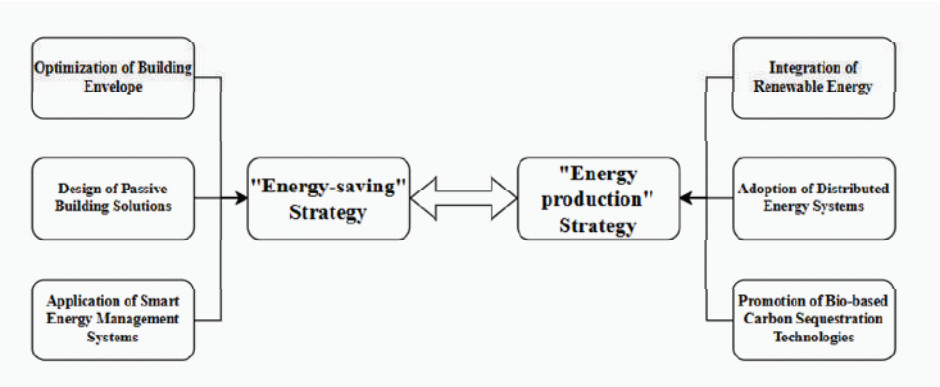


Figure. *Carbon reduction measures in the building operationphase*

Literature

1. Lyu Y., Fomin N. I., Li S., Hu W., Xiao S., Huang Y., Liu C. Life cycle carbon emission analysis of buildings with different exterior wall types based on BIM technology // Buildings. 2025. Vol. 15, №1. P. 138. DOI: 10.3390/buildings15010138.
2. Kumar D., Alam M., Memon R. A., Bhayo B. A. A critical review for formulation and conceptualization of an ideal building envelope and novel sustainability framework for building applications // Clean Engineering and Technology. 2022. Vol. 11. P. 100555. DOI: 10.1016/j.clet.2022.100555.
3. Elaouzy Y., El Fadar A. Energy, economic and environmental benefits of integrating passive design strategies into buildings: a review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2022. Vol. 167. P. 112828. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112828.
4. Mahling D. Energy management systems: how they work and why they save money // Proceedings of the ASME 2005 Power Conference. Chicago, Illinois, USA. April 5–7, 2005. P. 1115–1117. ASME. DOI: 10.1115/PWR2005-50177.
5. Xia Y., Yang Z., Jiang X., Wang H. The road to carbon neutrality in China's building sector // iScience. 2024. Vol. 27. DOI: 10.1016/j.isci.2024.110664.
6. Zhu X., Zhang X., Gong P., Li Y. A review of distributed energy system optimization for building decarbonization // Journal of Building Engineering. 2023. Vol. 73. P. 106735. DOI: 10.1016/j.jobe.2023.106735.
7. Jozay M., Zarei H., Khorasaninejad S., Miri T. Maximising CO_2 sequestration in the city: the role of green walls in sustainable urban development // Pollutants. 2024. Vol. 4, №1. P. 91–116. DOI: 10.3390/pollutants4010007.

УДК004.8 + 72.01

A NEW ARCHITECTURE FOR ARCHITECTURAL AI

McKay G.B.
Michael Graves College of Architecture and Design, Wenzhou-Kean University, Вэньчжоу, Китай
gmckay@wku.edu.cn

The relationship between AI and architecture is unfolding on two fronts. One is for Building Information AI that uses building typology and program to create building proposal layouts and working drawing packages. The other is for Image AI that produces visual design options from text, image or even motion prompts. This has attracted the greater attention because it reinforces the common perception that architectural design is largely about how a building looks.

Earlier research of mine [1,2] proposed a context-based working model for the mechanism of architectural aesthetics (that Reyner Banham famously referred to as a "Black Box"). It identified six mutually independent, visible attributes of all buildings and up to three types of meanings that could be evoked by each of them. This generated sixteen known and identifiable aesthetic effects for each attribute and therefore 616 = 16,777,216 possible aesthetic signatures for a building, any building. I proposed that the names of these sixteen effects could be used as prompts to search the training data haystack more systematically and arrive at possible solutions more congruent with design intent, in less time, and with less energy usage. Nevertheless, architectural design is not just about visual appearance as the importance of a desired aesthetic signature varies by project, along with that of other design determinants.

Building program is one of them and, because of the abundance of precedent data, building information AI is already capable of deriving building massing from program but its importance as a design determinant also varies by project. What's more, any one program can be achieved by more than one structural configuration. Structure isn't an area that training data has focussed on, but its importance as a design determinant also varies by project. Structure, program and aesthetics are all intertwined. Budget is another, obvious design determinant and its ability to influence and be influenced by the other factors varies. So far, we have four variables for four major building design determinants, each of which have the power to influence the others. Energy performance, carbon footprint and environmental impact are three more. The question is how much weight is to be given to each of them when design options are generated.

This paper proposes an architecture for an architectural AI system that, for a given physical context and program, first produces design options separately optimized for Context, Structure, Program and Budget (cf. figure).
There is no need to specify the budget – only the degree of its importance as a design determinant.These guide the designer to alter the settings for one or more parameters to produce comprehensively optimized design options. The only design determinant left for subjective evaluation is the Appropriateness of the design with respect to intangible contexts such as the media, marketing and PR environments that are resistant to statistical modelling. Appropriateness of design is what designers and design directors are still needed to have a sense for in order to evaluate the appropriateness of a plural number of otherwise equally viable design options.

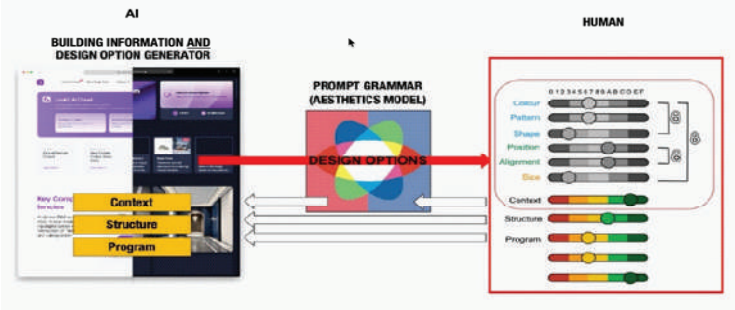


Figure. *Proposed organization of an architectural AI system*

Referenses

1. McKayG.B. A Language Prompt Model for Architectural Aesthetics. // Creativity in the Age of Digital Reproduction /
2. G. D. Marco, D. Lombardi, M. Tedjosaputro. Singapore: Springer Singapore, 2024. pp. 209-216.
3. McKay. G.B., Перунков В.В. The Practiceand Promise of BIM. // Новые информационные технологии в строительстве и архитектуре: матер. VII Междунар. науч. практ. конф. / под. ред. Г.Б. Захаровой. Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н. С. Алфёрова, 2024. С. 64

УДК 72.025.4

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНИРОВАНИЯ В ОБСЛЕДОВАНИИ И РЕСТАВРАЦИИ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Мельникова О.В., Костылев В.Ю.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия

melova19@yandex.ru, vkostylev944@gmail.com

В последние годы наблюдается рост уровня внимания к вопросу сохранения объектов архитектурного и культурного наследия, как в России, так и в мире. В российской реставрационной практике заметен количественный и качественный рост государственных программ, направленных на решение проблем, касающихся неудовлетворительного технического состояния значительного числа ОКН (объект культурного наследия). На данный момент в стране насчитывается более 150.000 ОКН, среди которых порядка 20% находятся в неудовлетворительном техническом состоянии [1].

В данных условиях объемы реставрационных работ не соответствуют темпам ростаколичества ОКН, находящихся в ненадлежащем состоянии. В связи с этим возникает необходимость в повышении скорости производства работ. Одним из возможных решений данной проблемы может стать широкая цифровизация стадий проектирования (П) и рабочего проектирования (Р), а именно внедрение методов лазерного трехмерного сканирования и последующего перехода от облака точек к параметрической модели и интеграции HBIM (*Historic Building Information Modeling*) систем.

Лазерное трехмерное сканирование представляет собой совокупность методов и инструментов для быстрого получения высокоточных данных о геометрических и пространственных характеристиках объекта. Технически процесс заключается в регистрации высокоточным лазером множества точек, каждая из которых обладает своими собственными координатами и спектральными характеристиками, такими как цвет. Совокупность полученных точек формирует цифровую трехмерную модель, называемую облаком точек.

В области реставрации облако точек выполняет многозадачную роль. Оно заменяет значительную часть полевых обмеров, служит базой для выявления скрытых дефектов и расчета деформаций. За счет высокой точности используемого лазерного оборудования, позволяющего получать данные с точностью до 1 мм и минимизации влияния человеческого фактора при проведении обмеров, снижается субъективность замеров, а все дальнейшие графические и аналитические работы могут опираться на единый количественно-проверяемый источник данных [2].

Также стоит отметить, что облако точек, должно рассматриваться не как конечный продукт, а как исходный ресурс для последующей интеграции HBIM систем. Преобразование облака в параметризованную модель позволяет связывать геометрию с большим количеством атрибутов, а также упростить последующий этап создания аналитической модели, позволяющей проводить расчеты деформаций и устойчивости, беря в расчет максимально приближенную к реальности модель объекта. Практическая реализация такого подхода хорошо показана в исследовательском проекте по кафедральному собору в Парме, Италия. В ходе проведения исследования были последовательно выполнены наземное 3D-сканирование, обработка облаков точек, преобразование полученных данных в параметрическую HBIM-модель, с использованием BIM (*Building Information Modeling*) программ, в частности Autodesk Revit [3].

Таким образом, современные методы лазерного 3D-сканирования и интеграция результатов в HBIM открывают новые возможности в сфере сохранения архитектурного наследия. Данные технологии позволяют значительно повысить точность обследований, минимизировать влияние человеческого фактора и создать единый цифровой ресурс для последующего анализа и проектирования. Благодаря этому становится возможным не только ускорить процесс реставрации и повысить его качество, но и обеспечить долгосрочное хранение данных об объектах, для последующих работ, в облачных хранилищах, как в случае кафедрального собора в Парме. В дальнейшем развитие HBIM и формирование единых стандартов его применения способны стать ключевым фактором повышения эффективности реставрационных практик, что особенно актуально в условиях растущего числа выявленных объектов культурного наследия, находящихся в неудовлетворительном состоянии и требующих внимания.

Литература

1. Единый государственный реестр объектов культурного наследия (ЕГРОКН). URL: https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn/.
2. Kersten T.P., Lindstaedt M. Geometric accuracy investigations of terrestrial laser scanner systems in the laboratory and in the field // Applied Geomatics. 2022. Vol. 14. P. 421–434. DOI: 10.1007/s12518-022-00442-2.
3. Bruno N., Roncella R. A restoration oriented HBIM system for cultural heritage documentation: The case study of Parma Cathedral // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. 2018.Vol. XLII-2. P.171–178. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-171-2018.

УДК 711.4

СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ПРИОРИТЕТ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Надымов И.И.[1], Загребин С.О.[2], Федотов Г.А.[3]

Научные руководители: [1]д-р. архитектуры, профессор Колясников В.А.,
[2]д-р. архитектуры, профессор Янковская Ю.С.
[3]д-р. тех. наук, профессор Спирин Н.А.

[1] Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия
[2] Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия
[2] Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия
iv-sugrobov@yandex.ru, savva1702@gmail.com, grigory.fedotov@urfu.ru

Социокультурный приоритет закреплен в Стратегии государственной культурной политики на период до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 11.09.2024 г. № 2501-р) и является фактором социально-экономического роста и сохранения единого культурного пространства России. Его технологическое обеспечение выражается в алгоритмах подготовки документов территориального планирования с учетом цифровизации [1]. Пространственное развитие сегодня предполагает учет особенностей природы, экономики, научно-технологических, образовательных и культурных аспектов в устойчивом развитии территорий [2].

В Стратегии пространственного развития РФ (далее – СПР) на период до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р) в числе механизмов реализации названа Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных», взаимодействие с которой учитывается в обсуждаемом в настоящее время проекте по внесению изменений в Градостроительный кодекс РФ (далее – ГрК РФ) в части статьи 28.1. В предложенном тексте единым документом территориального планирования именуется мастер-план [3]. При этом в Методических рекомендациях по разработке проектов таких документов (Приказ Минэкономразвития России от 06.05.2024 г. № 273) мастер-план назван концепцией пространственного развития, и его положения закладывают основы архитектурно-пространственной композиции территорий. Этот вопрос частично регулируется статьей 40.1 ГрК РФ. В Национальном стандарте мастер-планов 2024 года [4] мастер-план обозначается как комплексный документ стратегического планирования. В перечисленных документах также говорится о концентрации социально-экономического роста вгородских агломерациях и в новых экспериментальных населенных пунктах. Тогда приоритет культуры встраивается в систему инновационных взглядов на стратегическое развитие территорий и требует регулирования планировочных и архитектурно-пространственных особенностей, учитывающих формирование архитектурно-градостроительного облика.

Наиболее эффективной системой планировочного регулирования является модульная или решетчатая сетка [5]. Ее реализация в цифровых рамках возможна, например, на платформе .NET 8.0 с использованием библиотеки MapsUI и карт OSM в базе данных MariaDB. Другой вариант: реализация веб-интерфейса через технологию Blazorc использованием Entity Framework и подключением базы данных PostgreSQL, включающей расширение PostGIS. Для архитектурно-пространственного регулирования могут использоваться нейросетевые модели: например, платформа Stable Diffusion XL, позволяющая синтезировать архитектурно-градостроительный облик на основе предоставленного социокультурного контекста. Для достижения высоких визуальных характеристик применяются откалиброванные версии (RealVis, Juggernaut, DreamShaper). Процесс управления генерацией осуществлялся с помощью интуитивного интерфейса ComfyUI, а для повышения контроля над моделью используется нейросеть Control Net. Дополнительно применяются LoRA-модели. Второй вариант предусматривает использование нейросети FLUX Dev и соответствующих LoRA-моделей.

Представленная концепция используется в образовательных целях в УрГАХУ им. Н.С. Алферова в программе бакалавриата по направлению подготовки «Градостроительство» на 3 и 4 курсах, в программах магистратуры по направлениям подготовки «Архитектура» и «Градостроительство».

Литература

1. О рассмотрении методических рекомендаций по разработке проектов документов территориального планирования муниципальных образований // Письмо Минэкономразвития России от 01.12.2023№ Д27и-39165.219 с.
2. Открытый международный конкурс на разработку мастер-плана научно-технологических районов федеральной территории «Сириус». URL: https://siriusmasterplan.com.
3. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации // Проект Федерального закона(подготовлен Минстроем России 06.11.2024). 9 с.
4. Видение российского города будущего: книга 1 // Национальный стандарт мастер-планов: в 3-х тт. М.: ВЭБ.РФ, 2024. 325 с.
5. Большаков А.Г. Культура пространственных решеток в архитектуре и градостроительстве: монография. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2021. 216 с.

УДК 658.5;004

КОНЦЕПЦИЯ МЕТОДА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИМ

Новик В.А.[1], Бовтеев С.В.[1], Крутиков М.К.[2]

[1]Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия

[2]ПАО «Группа ЛСР», Санкт-Петербург, Россия

vasilina.novik@yandex.ru, sbovteev@lan.spbgasu.ru, krutikov.mk@lsrgroup.ru

Цифровые технологии в строительстве активно развиваются и внедряются на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства. Развитие цифровых технологии выступает эффективным способом актуализации и разработки методов организационно-технологического проектирования. Появляются принципиально новые подходы применения цифровых технологий в строительной сфере, выделяются ключевые тренды и тенденции. Фокус внимания переходит на повышение эффективности организационно-технологического проектирования жилищно-гражданского строительства [1].

На сегодняшний момент для девелоперов одной из важных задач является повышение эффективности и надежности строительства жилищно-гражданских объектов. Использование только технологии 3D-моделирования (статичное отображение геометрии объекта) уже не является новейшим подходом в организации процесса проектирования объектов капитального строительства. Для повышения эффективности и надежности строительства стоит ответить на вопрос «Как строить?». Одним из ключевых решений для оптимизации процесса строительства и ответа на поставленный вопрос является переход на 4D-моделирование для возможности визуализации процесса строительства во времени [2].

Идея концепции метода организационно-технологического проектирования жилищно-гражданского строительства с использованием технологии информационного моделирования заключается в применении технологии 4D-моделирования и возможности заранее заложить в модель информацию об участках выполнения комплекса строительных процессах [3].

Для реализации разработки нового и совершенствованию существующих методов организационно-технологического проектирования, направленных на сокращение сроков строительства и повышение организационно-технологической надежности, крайне важно решить задачи, а именно:

- проанализировать текущее состояние и тенденции развития строительной отрасли, связанные с жилищно-гражданским строительством и применением технологии информационного моделирования зданий (ТИМ/BIM);
- определить понятие интегрированного проектного процесса и его роли в повышении эффективности и надежности строительства жилищно-гражданских объектов;
- применить разработанный метод на примере конкретных строительных проектов и осуществить анализ полученных результатов с дальнейшей оценкойих экономической эффективности.

В результате визуализации процессов строительства можно извлечь следующую выгоду для повышения эффективности организационно-технологического проектирования жилищно-гражданского строительства [4]:

- календарно-сетевые графики проходят всестороннюю проверку всеми участниками процесса и становятся действенным инструментом управления;
- критически важные процессы строительства прорабатываются до начала, а не вовремя работ, что минимизирует проектные риски;
- ход строительства оптимизируется благодаря постоянному анализу альтернативных технико-экономических решений.

Актуальность темы подтверждается постановлениями ПравительстваРФ № 331 от 05.03.2021г. и № 2357 от 20.12.2022 г. об установлении случаев, при которых обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства.

Литература

1. Степанов А.В., Матвеева М.В., Пешкова Е.С., Цифровизация строительной отрасли: перспективы и вызовы // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 356–366.
2. Бовтеев С.В.Применение 4D-моделей в строительстве // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: матер. IV Междунар. науч. практ. конф. Екатеринбург: УрГАХУ, 2021. С. 32. EDN QVOMPK.
3. Бовтеев С.В. Визуализация процесса строительства зданий и сооружений // Инновационные методы организации строительного производства: Матер. Всерос. науч. практ. конф., Санкт-Петербург, 18–19 ноября 2021 года. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021. С. 3–8. EDN DYAPCZ.
4. Бовтеев С.В., Колесников С.В., Шерстобитова П.А. Календарно-сетевое планирование строительства на основе 4D-моделей// Управление проектами и программами. 2020. №4. С. 276–284.

УДК 728+004.89

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОУЧАСТНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Огиенко Е.Л.
Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия
tengue@list.ru

Концепция архитектурного соучастия (*participatory architecture*) представляет собой методологию проектирования, основанную на активном включении конечных пользователей – будущих жителей и местных сообществ – в процессы формирования их жилого пространства. Возникнув в 1960-х годах в качестве ответа на доминировавшие в то время авторитарные подходы в градостроительстве, данная концепция прошла значительную эволюцию. Модели архитектуры соучастия зародились как ответ на неудовлетворенность [1,2]: общества – стандартизированными решениями муниципального и массового рыночного жилища; профессионального сообщества – ограничениями в проектировании. Джанкарло Де Карло (*Giancarlo De Carlo*) в своей ключевой работе «Университетский кампус в Урбино» (1962–1983) описал модель соучастного проектирования [3–5]. Итальянская школа участия *Partecipazione in Architettura* сформировалась в 1960-х годах как ответ на кризис модернистской унификации. Ее ключевые принципы: отказ от авторитарного проектирования – архитектор как медиатор; непосредственное включение будущих жителей в процесс; уважение к историческому контексту; адаптивность пространств. Де Карло организовал серии воркшопов, где пользователи предлагали идеи. Здания спроектированы с возможностью трансформации, а кампус встроен в ландшафт Урбино без нарушения исторического силуэта города. Манифест «Architecture's Public» 1969 г. стал основой для европейских программ соучастия. Эволюция концепции в XXI веке связана с внедрением цифровых технологий, которые расширили возможности вовлечения пользователей. Особую роль играют искусственный интеллект (ИИ) и нейросети, которые трансформируют саму методологию соучастия.

Искусственный интеллект и нейросети в соучастном проектировании открывают новые возможности для анализа потребностей сообщества и генерации решений. Платформы Midjourney и krea.ai способны создавать визуальные концепции, позволяя сообществу на ранних этапах увидеть потенциальные решения. Системы GPT и deepseek применяют для анализаанкетных опросов, что ранее требовало недель ручной работы социологов и архитекторов. Решения на базе VR технологий, как PlacemakingAI и Enscape, создают пространство, где будущие жители могут совместно находиться в виртуальной модели района и в реальном времени вносить коррективы в проектное решение. Этот подход не только повышает вовлеченность жителей, но и способствует более осознанному принятию градостроительных решений. В статье «PlacemakingAI: Participatory Urban Design with Generative Adversarial Networks» предлагает и описывает новый инструмент для городского планирования – PlacemakingAI, которая использует искусственный интеллект, чтобы визуализировать, как могут выглядеть городские пространства на основе предпочтений местных жителей [6]. Цель – сделать процесс соучаствующего проектирования более наглядным, интерактивным и эффективным. ИИ генерирует тысячи вариантов, удовлетворяющих противоречивым требованиям (например, светлые комнаты и звукоизоляция), которые затем выбираются сообществом. Dima Alkawadri и Kayvan Karim активно внедряют ИИ в процессе реализации проектов [7]. Stable Difusion и нейронной сети с условным управлением под названием ControlNet, которые предоставляли дополнительные данные и помогали архитекторам в реализации проекта с будущими жителями.

Практики соучаствующего проектирования остаются актуальными сегодня, получив новое измерение благодаря цифровым инструментам. Принципы диалога и ориентации на пользователя, заложенные Де Карло, теперь усиливаются возможностями ИИ и нейросетей, которые делают процесс соучастия более демократичным, инклюзивным и ориентированным на реальные потребности людей. Архитектор становится не только медиатором, но и куратором интеллектуальных систем, способных обрабатывать и синтезировать многообразие мнений в жизнеспособные архитектурные решения.

Литература

1. Brolin B. Mass Housing: Social Research and Design / B. Brolin, J. Zeisel // Human Identity in the Urban Environment / ed. by G. Bell, J. Tyrwhitt. London: Penguin Books Ltd, 1972. P. 366–375.
2. Wilkinson C. R. Evaluating the Role of Prior Experience in Inclusive Design: thesis. University of Cambridge, 2011. 267 p.
3. Christophers B. The New Enclosure: The Appropriation of Public Land in Neoliberal Britain. London: Verso, 2018. 352 p.
4. De Carlo G. Architecture's Public // Architectural Design. 1969. Vol. 39. P. 30–37.
5. De Carlo G. Urbino: The History of a City and Plans for Its Development. Cambridge: MIT Press, 1984. 200 p.
6. Kim Dongyun, Guida George, López Jose. PlacemakingAI: Participatory Urban Design with Generative Adversarial Networks. 485-494. 2022. doi: 10.52842/conf.caadria.2022.2.485. URL: https://www.researchgate.net/publication/362170843_PlacemakingAI_Participatory_Urban_Design_with_Generative_Adversarial_Networks
7. Alkawadri, D., Karim, K. Using Generative AI in Participatory Backcasting for Interior and Architectural Design. Paper presented at Sustainable Creative Art: Inspiration from Nature 2025, Dubai, United Arab Emirates.URL: https://researchportal.hw.ac.uk/en/publications/using-generative-ai-in-participatory-backcasting-for-interior-and

УДК 74+004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ ДИЗАЙНА

Панкина М.В.

Уральский федеральный университет именипервого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, m.v.pankina@urfu.ru

В дизайне как деятельности, нацеленной на создание новых форм, активно использующейновые технологии, искусственный интеллект (ИИ) стали осваивать с первых его «шагов» [1]. Аналитики прогнозируют, что через 10-15 лет дизайнеры будут не нужны, так как любой человек сможет поставить задачу ИИ и получить готовое изображение. Особенно это касается графического дизайна: логотипы, рекламные плакаты, иллюстрации, иконки и фоновые паттерны ИИ создает за 4–6 секунд, при этом анализирует огромное число существующих изображений, не копирует, а генерирует среднестатистический «идеальный» вариант, не нарушая при этом авторское право. Исследования Adobe показали, что уже около 70% дизайнеров используют возможности ИИ для оптимизации рабочих процессов.

Множество нейросетей для генерации изображений, логотипов, интерфейсов веб-страниц, сайтов и приложений, презентаций и инфографики, озвучивания, видео и анимации, аудио, музыки, проектов интерьеров, коллекций одежды и обуви, украшений, создания и перевода текстов постоянно обучаются. Уже можно получить изображение «в векторе», а значит не нужно тратить время на построение моделей [2].Однако наряду с новыми возможностями имеются и риски. Останется ли ИИ инструментом быстрой визуализации, аналитики больших данных, трендов, запросов потребителей, маркетинговых решений, будет ли выполнять роль советника или ему будет делегирована возможность самостоятельно принимать решения, заниматься творческими задачами [3].

Интереснейший эксперимент сделала Студия Артемия Лебедева, создав в 2020 году ИИ-дизайнера «Николая Иронова», которого сначала представляли как сотрудникана «удаленке». У «него» была и есть своя официальная страница, в течение года «он» успешно сделал более 20 реальных проектов для заказчиков, которые остались довольны [4]. С 2021 года секрет открыли, ИИ-дизайнера развивают и совершенствуют, сейчас в его портфолио около 1500 проектов. Дизайнеры уже рекомендуют использовать ИИ для поиска референсов, составления moodboard, для первичной визуализации объектов на основе задуманной концепции, эскизов и промптов. В отрасли даже начала формироваться отдельная профессия – оператор нейросетей.

Дизайнеры интерьеров работают в нейросетях MagicStudio, Midjourney, Uizard, StableDiffusion, DALL-E 2, CoolAIid, Maket, Pix2Pix, для разработки концепций достаточно обычных графических нейросетей, например, GigaChat, Шедеврум и др. Можно задать параметры интерьера, расположение мебели, ракурс, стиль, освещение и в течение 5–30 секунд, в зависимости от сложности и заданной степени уникальности, получить результат. Но все-таки ИИ не проектирует, а генерирует картинки, поверхностное впечатление, и пока уступает профессионалу, особенно в сфере архитектуры, промышленного дизайна и дизайна интерьеров, где рабочие чертежи создают в AutoCAD, Revit и Blender. Для создания системы «умный дом», управления и контроля параметров системы ИИ действительно стал незаменим [5]. Может ли ИИ заниматься творчеством? Пока самостоятельного творчества все-таки нет – все продукты ИИ требуют участия, осмысления человеком (автором или заказчиком). И главное, проектирование – это решение проблемы, что требует анализа проектной ситуации (целевой аудитории, ее особенностей, предпочтений и потребностей, средовой ситуации, функций объекта, экономических и технологических ограничений и др.), общения с заказчиком, согласований, решения многих организационных вопросов со смежниками и подрядчиками, что требует человеческого общения, эмпатии [6].

Возможности ИИ: автоматизация рутинной работы; делегирование задач; анализ данных и персонализация; исследование пользовательского опыта в UX и UI-дизайне. Риски: зависимость и уязвимость от технологий; снижение креативности; вопросы этики и авторского права; обеспечение качества продукта (комплексная оценка проекта все-таки остается за экспертами); сложность интеграции ИИ в существующие процессы и бизнес. Нейросеть не отнимет работу у дизайнеров, у нее нет эмпатии, цели и мотивации, чувства этики, самосознания. Баланс между инновациями и традиционными методами проектирования станет ключевым фактором успешной интеграции ИИ в дизайн-процессы. Задача дизайнеров – использовать технологии как инструмент для расширения своих возможностей, а не как замену своему проектному и творческому мышлению.

Литература

1. Массель Л.В. Цифровизация и современные тренды искусственного интеллекта // Актуальные вопросы аграрной науки. 2022. № 45. С. 48–64.
2. ТОП-100 лучших нейросетей 2025 года. URL: https://craftum.com/blog/nejroseti-top-ai/#rejting-top-100-luchshih-nejrosetej-2025-goda-v-10-kategoriyah.
3. Искусственный интеллект в брендинге: за или против. URL: https://zhurnalus.artlebedev.ru/longreads/ai-branding/
4. Николай Иронов. Уникальный бренд за секунды. URL: https://ironov.artlebedev.ru/.
5. Zixuan Liu, Jingjing Kong, Menglong Qu, Guangxin Zhao. Progress in Data Acquisition of Wearable Sensors. Biosensors 2022, 12(10), 889; https://doi.org/10.3390/bios12100889.
6. Панкина М.В. Дуальность как проектная сущность дизайна //Фундаментальные исследования. 2015. № 2–16. С. 3629–3633.

УДК 624.074

КУПОЛ ГЕЙГЕРА: РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА РАБОТЫ «ТЕНСЕГРИТИ»-СИСТЕМЫ

Рахмангулова А.Р., Штыхина А.М., Лузенина И.Б.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алферова, Екатеринбург, Россия, alinarr03@yandex.ru, ashtykhina@vk.com, ibluzenina@mail.ru

Перспективным направлением в проектировании большепролетных конструкций зданий и сооружений является применение «тенсегрити»-систем, достоинствами которых служат пространственная устойчивость, способность поглощать колебания и удары, модульность, трансформация и др. Основным преимуществом конструкций-«тенсегрити» перед традиционными (особенно большепролетными) является сниженный вес, что достигается оптимальным распределением усилий, высоким соотношением прочности и жесткости конструктивных элементов к их массе при предварительном напряжении. Широкое применение «тенсегрити»-систем ограничено необходимостью в стабилизации, невысокой жесткостью, отсутствием соответствующего программного обеспечения, способного достоверно моделировать поведение конструкции под нагрузкой и др.

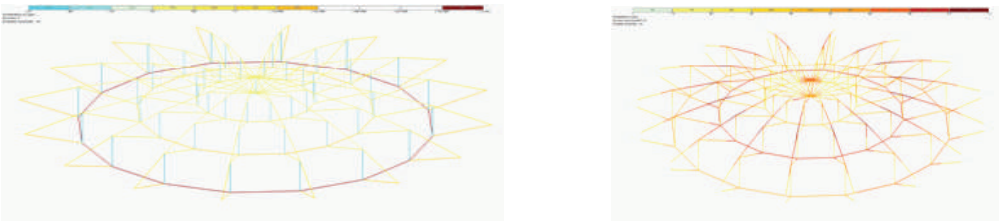


Рисунок. *Модели купола: а) продольные силы N, б) прогиб f*

Решетчатая структура «тенсегрити» образована гибкими (растянутыми) тросами и жесткими (сжатыми) стержнями. Пространственные «тенсегрити»-системы представлены комбинацией элементарных (модулей) симплекс-элементов, различные сочетания которых позволяют моделировать конструкции как прямолинейного очертания, например, плоские стержневые плиты, так и криволинейные, в виде купола. На сегодняшний день известны два вида «тенсегрити»-куполов: Фуллера и Гейгера, основные характеристики которых регламентированы в СП 494.1325800.2020 «Конструкции покрытий пространственные металлические». Купол Гейгера является оптимизированной моделью звездчатого купола Фуллера и состоит из (радиальных хребтовых, диагональных, кольцевых) тросовых элементов, жестких стоек-распорок и наружного кольцевого контура. Особенность технологии возведения купола Гейгера (с раздвижкой стоек-распорок) дает возможность создавать предварительное напряжение в тросовых элементах конструкции, что повышает устойчивость и геометрическую неизменяемость решетчатой системы. К основным достоинствам купола Гейгера можно отнести унификацию элементов, технологичность монтажа, легкость и экономичность [1, 2].

Цель исследования заключалась анализе напряженно-деформируемого состояния (далее НДС) структуры типа «тенсегрити» на примере купола Гейгера, с применением доступного программного обеспечения (далее ПО). Расчетная модель купола создана в ПК ЛИРА-САПР методом конечных элементов, где стержневые гибкие тросовые элементы определены как геометрически нелинейные универсальные и, для моделирования предварительного натяжения, как геометрически нелинейные специальные двухузловые, жесткие стойки – как универсальные пространственные. Сбор нагрузок и расчет конструкции выполнен для монтажной и эксплуатационной ситуаций на основании действующих нормативных документов. Следствием определенного соотношения объемных габаритов купола (диаметр 54 м, высота 5,4 м) был достигнут разгружающий аэродинамический эффект действия ветра. В результате пошагового анализа НДС произведена оптимизация распределения усилий (см. рис. а) и соотношения жесткостей, с обеспеченными прочностью и устойчивостью конструктивных элементов, а также пространственной устойчивостью купола в целом. Основные затруднения анализа были связаны с ограниченным инструментарием ПО, что усложняло выявление нелинейных закономерностей работы системы, достижение необходимой жесткости (см. рис. б) конструкции. Перспективные исследования нацелены на анализ работы купола совместно с ограждающими конструкциями и в целом посвящены изучению потенциала ПО при моделирования конструкций такого типа.

Литература

1. David Geiger, Andrew Stefaniuk, and David Chen. The Design and Construction of Two Cable Domes for the Korean Olympics//Shells, Membranes and Space Frames, Proceedings IASS Symposium. Osaka, 1986. URL: https://www.columbia.edu/cu/gsapp/BT/DOMES/SEOUL/s-desig.html.
2. JiaminGuo, Jiqing Jiang. Analgorithm for calculating thefeasible pre-stress ofcable-strutsstructure//Engineering Structures 118(2016)228–239. URL: https://www.researchgate.net/publication/308409167An algorithm for calculating the feasible.

УДК 004.9:658.8:004.8

УПРАВЛЕНИЕ ГОРОДСКИМ ПЛАНИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ ГЕОМАРКЕТИНГОВЫХ ДАННЫХ

Родионова Ю.В.
Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
rodionova.moscow@yandex.ru

Внедрение геоинформационной аналитики в пространственное планирование территорий является неоспоримым и устоявшимся трендом аналитического обеспечения при подготовке обоснований предлагаемых градостроительных решений. В состав оцениваемых факторов цифровой модели городской территории включаются показатели динамики застройки, экологический дрейф, социальный запрос со стороны резидентов территорий, нагрузки инженерной и транспортной инфраструктуры и прочие факторы, среди которых увеличивается значимость потенциала развития локального бизнеса [1]. Рыночная ситуация меняется: покупатели непродовольственных товаров все чаще совершают покупки через Интернет и все реже посещают торговые центры и локальные торговые точки, кинотеатры перестают быть универсальными аттракторами покупательского трафика, а вслед за уменьшающимся покупательским трафиком закрываются точки питания, бытового обслуживания и развлечения в торговых центрах и на первых этажах зданий в жилых комплексах. Тренды в изменении поведения резидентов-потребителей необходимо учитывать при проектировании городских пространств и жилых комплексов, чтобы избежать появления пустых общественных пространств в жилых кварталах и необеспеченных покупательским спросом торговых центров.

Автором предлагается интегрировать в градостроительное моделирование проектируемых и развиваемых городских территорий методы геомаркетингового анализа. Обеспечить интероперабельность исходных данных геомаркетинга и данных градостроительного анализа и проектирования при построении цифровой модели территории. Предусмотреть необходимость сбора и распространения данных о факторах влияния на бизнес-активности и оценок создаваемых потребительских эффектов при имитационном моделировании градостроительных сценариев развития [2].

Также, автор предлагает инициировать внедрение конвейерных ИИ-сервисов пространственной аналитики [3] на основе данных единого государственного реестра недвижимости Росреестра, фискальных данных Федеральной налоговой службы, данных о социальном обеспечении Единой государственной информационной системы социального обеспечения Социального фонда РФ и телематических данных сотовых операторов во взаимоувязке с Национальной системой пространственных данных Росреестра и Государственным адресным реестром Федеральной налоговой службы, но без необходимости прямого доступа, который предоставляют витрины данных Системы межведомственного электронного взаимодействия. Национальные ИИ-сервисы могли бы обеспечивать доступ к конвейерам обработки агрегированных реестровых и пространственных данных, используя модули статистической обработки и модулей искусственного интеллекта. По средством таких ИИ-сервисовпроектные организации смогут производитьгеомаркетинговые исследования в отношении развиваемых территорий. Исследователи смогут составить конвейеры обработки больших массивов данных из стандартных аналитических модулей, ML-модулей и нейросетевых моделей, включая собственные авторские модели. Таким образом, были бы соблюдены требования законодательства в сфере защиты персональных данных и коммерческой информации в рамках информационного взаимодействия и, одновременно, стало возможным проведение качественного градостроительного анализа на основе актуальных, согласованных и достоверных данных.

В результате создания национальной экосистемы ИИ-сервисов, градостроительная отрасль получила бы мощный национальный инструмент развития территорий, а государство – возможность интегрировать в национальную аналитическую систему дополнительные массивы взаимоувязанных данных, позволяющих прогнозировать сценарии социально-экономического развития территорий с использованием инструментов искусственного интеллекта.

Литература

1. Yarosh O. Digital geomarketing methods for analyzing the development of the economy of modern urban space // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, International Scientific Conference «Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service», Saint-Petersburg, 21–22 November 2018, Vol. 497. DOI: 10.1088/1757-899X/497/1/012102
2. Deer L., Adler S., Datta H., Mizik N., Sarstedt M. Toward open science in marketing research // International Journal of Research in Marketing. 2025. Vol. 42. Issue 1. P. 212-233. https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2024.12.005. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167811624001150
3. Deng Ch., Liu X., Zhang J., Mo Y., Li P., Liang X., Li N. Prediction of retail commodity hot-spots: a machine learning approach // Data Science and Management. 2025. https://doi.org/10.1016/j.dsm.2025.02.003.

УДК 004.09+528.74

МЕТОД ФОТОГРАММЕТРИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБЛАКА ТОЧЕК ИСТОРИЧЕСКОГО ЗДАНИЯ

Романов А.С.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, emm.yikes@yandex.ru

В практике реставрации и сохранения памятников архитектуры большое внимание уделяется точности фиксации текущего состояния исследуемого здания. В последнее время на смену так называемым «ручным» обмерам пришли цифровые технологии. Они дают более точный результат, позволяют уменьшить количество ошибок и автоматизируют процесс работы реставратора [1]. Среди применяемых технологий можно выделить основные два метода получения 3D-модели здания: фотограмметрия и лазерное сканирование. Лазерное сканирование – дорогостоящий, но наиболее точный метод. Однако большое количество данных, специальное программное обеспечение и необходимость использования «якорей» [2] делает этот метод достаточно трудозатратным. В данной работе показаны результаты применения более доступного метода – пассивной фотограмметрии, который заключается в использовании большого количества статичных фотоснимков. Основной инструмент – хорошая фотокамера, главный принцип – плавный обход объекта с фотосъемкой через заданный шаг. Необходимо, чтобы на каждом следующем снимке было не менее 50% информации (видимых частей) от предыдущего. Для получения более точных результатов рекомендуется около 80%.

Объектом исследования был выбран исторический жилой дом в д. Вахруши Кировской области, 1912 года постройки. Владельцу требуются обмеры здания перед его перевозкой в другое место, где он будет сохранен как музейный объект. Съемка производилась на камеру смартфона. Было затрачено порядка 20 минут и 150 фотографий на съемку фасадов и около 30 минут – на съемку внутренних помещений. Для последующей обработки снимков и создания облака точек была использована программа Reality Capture. Горизонт и геопозицию кадра программа берет с информации, записанной в файле фотографии. Если данных нет, алгоритм ориентирует облако по первой фотографии. Процесс обработки фасадов занял на современном компьютере порядка 15 минут. Результат был загружен в программу NanoCAD (см. рисунок) для дальнейших обмеров. Следует отметить, что масштаб облака необходимо задать вручную по известному размеру, либо применять геодезическую линейку во время съемки. Только тогда модель будет соответствовать объекту.

Точность облака при его малой плотности получилась высокой, что позволяет выполнить архитектурные обмеры здания без необходимости выезда на объект и многочасовой работы. Следует отметить и недостатки метода: слабо освещенные участки в комнатах не были распознаны алгоритмом из-за шумов на снимках. Для получения лучших результатов профессионалы используют зеркальные фотоаппараты (высокая светочувствительность) с широкоугольными объективами (больше пересечений соседних кадров).

Таким образом, метод фотограмметрии показал себя как доступный, быстрый и достаточно точный, то есть оптимальный для работы с архитектурным наследием, особенно когда требуется зафиксировать большое количество зданий в их историческом ландшафте.

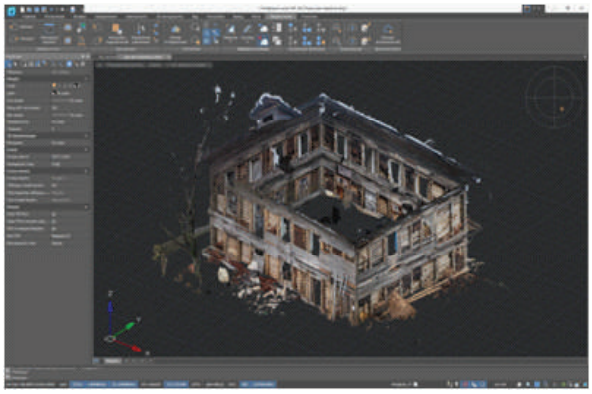


Рисунок. *Облако точек здания, полученное в результате фотосъемкифасадов*

Литература

1. Захарова Г.Б. HBIM – информационное моделирование исторических зданий: особенности, примеры, опыт разработки моделей // Диалоги о защите культурных ценностей: матер. II Междунар. науч. практ. конф. Екатеринбург: УрГАХУ, 2022. С. 20–23.
2. Романов А.С., Захарова Г.Б. Методы и средства разработки цифровых двойников исторических зданий // Информационное моделирование в задачах строительства и архитектуры: матер. VIII Междунар. науч. практ. конф. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2024. С. 144–152.

УДК 69.009.1, 004.91

ПОЛУЧЕНИЕ ДОСТОВЕРНЫХ ОБЪЕМОВ РАБОТ И МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Серёгина Н.Ю., Сербин С.А.

ГАУ СО «Управление государственной экспертизы», Екатеринбург, Россия

n.seregina@egov66.ru, s.serbin@egov66.ru

Одной из наиболее востребованных задач в строительной отрасли является получение объемов работ и материалов из ЦИМ (цифровая информационная модель). Действующая редакция Постановления Правительства [1] предусматривает для разделов проектной документации принципиальные решения: типовые конструктивные узлы, отсутствие армирования, ведомости отделки только в табличной форме, принципиальные схемы инженерных систем. При этом специалисту экспертного учреждения в процессе проведения экспертизы проектной документации необходимо получить и проанализировать массив необходимой информации для оценки достоверности определения сметной стоимости по [2]. Таким образом, объективно существует информационный разрыв, обусловленный различными требованиями к детализации разделов проектной документации по [1, 3] и сведениями, необходимыми для оценки достоверности определения сметной стоимости [4]. При этом нет однозначно описанной методики проведения оценки достоверности сметной стоимости на этапе экспертизы проектной документации.

В проведенном пилотном проекте были достигнуты следующие цели: оценена возможность проведения экспертизы разделов АР, КР только по ЦИМ на примере объекта школа; апробированы требования к ЦИМ АР, КР; проведена оценка возможности применения XML-схемы ВОР (ведомость объема работ) при проведении экспертизы по ЦИМ.

Были разработаны требования к ЦИМ АР, КР по школам, проведен анализ перечня сметных позиций на возможность получения объемов из ЦИМ, сравнение результатов расчетов объемов работ и материалов вручную и с помощью ЦИМ.

По результатам проведенного исследования видно (см. рисунок), что 12% объемов от суммарной стоимости сметных позиций архитектурного и конструктивного разделов невозможно посчитать на стадии проектирования, 40% рассчитываются частично с помощью ЦИМ (с необходимостью последующей обработки данных) и 48% рассчитываются точно с помощью ЦИМ.

Рисунок. *Суммарная стоимость сметных позиций разделов АР и КР по отношению к применяемым в них объемам*

Литература

1. Приказ Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области от 17.02.2023 №121-17 «Об утверждении Требований к подготовке проектной документации, содержащей материалы в форме информационной модели площадных объектов, финансирование строительства которых осуществляется с привлечением средств областного бюджета».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2007 (ред. от 15.09.2023) №145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий».
3. Кузина О.Н. Информационное моделирование стоимости объекта строительства на каждом этапе жизненного цикла // Научно-технический вестник Поволжья. 2019. №1. С.107-111.
4. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 N 421/пр (ред. от 23.01.2025) «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2020 № 59986).

УДК 378.147

РОЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИВ ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ-АРХИТЕКТОРОВ

Терскова С.В., Мухаркина А.А.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия
s.terskova@mail.ru, muharkina@mail.ru

В современном архитектурной практике сложно переоценить ценность визуализации, особенно когда речь идет о моделировании и анализе строительных конструкций. Традиционное преподавание инженерных дисциплин в УрГАХУ не приносит ощутимых результатов с точки зрения формированияу студентов инженерного мышления. В поиске эффективных подходов к обучению студентов направления подготовки «Архитектура» была проанализирована литература, посвященная применению визуализациии инженерному образованию в области строительной механики и предложена классификация задач визуализации для применения в обучении.

В современном строительстве визуализация является необходимостью: статические и анимированные схемы, динамические карты напряжений, трехмерные модели – все это делает процессы проектирования, расчета и эксплуатации более прозрачными и предсказуемыми. Благодаря BIM-моделированию, где 3D-модель лежит в основе проектирования, само ядро инженерной мысли становится ближе: можно буквально «увидеть» риски, дефекты, реакцию конструкции на внешние воздействия. В результате проектировщик видит связь между любой деталью и общей работой объекта: например, способность колонны выдержать экстренные нагрузки можно оценить прямо из модели до физического строительства [1–3].

Покажем возможности динамической визуализации балочной фермы для разработки примера в курсе «Строительная механика». Балочные фермы – конструкции, передающие нагрузки между опорой и пролетами, традиционно считаются одними из самых сложных для понимания и расчета. Здесь визуализация выступает не просто подспорьем, а почти обязательной частью процесса. Динамическое отображение фермы позволяет:

- показать распределение сил в стержнях;
- наглядно выделить опасные зоны, которые требуют анализа на прочность;
- упростить сопоставление различных вариантов раскладки элементов и изменения конструкции;
- сразу увидеть последствия прикладывания тех или иных нагрузок;
- использовать анимацию для демонстрации прогиба или разрушения.

Классификация задач визуализации узлов (см. таблицу) позволит выбрать оптимальный способ представления информации в зависимости от цели работы, стадии проектирования и заинтересованных лиц.

Таблица. Классификация задач визуализации узлов

Виды визуализации	Примеры	Целевая аудитория
Обучающая	Изменение силового потока при смещении точки опоры	Студенты 1–2 курсов
Проектная	Проверка сварного узла колонна-ригель	Студенты 3–4 курсов
Диагностическая	Обнаружение концентраций напряжений по данным тензорных датчиков	Эксперты НК
Коммуникативная	AR/VR-анимация проекта для заказчика	Архитекторы, менеджеры
Научная	Сравнение сеток (тетра/гекса) и влияния объемно-остаточных узлов на точность	Магистранты-исследователи

Качественная визуализация снижает вероятность ошибок, облегчает принятие решений и способствует формированию инженерного мышления в области строительной механики у студентов архитекторов. Переход от статических эпюр к BIM-моделям и иммерсивным VR-средам открывает новые возможности в понимании поведения конструкций в образовании и на практике. Дальнейшие исследования должны фокусироваться на создании адаптивных систем визуализации, учитывающих индивидуальные особенности восприятия и контекст решаемых задач.

Литература

1. Пименов С.И., Коклюгина Л.А. Строительная информационная модель как инструмент снижения информационной неопределенности в оперативном управлении строительства // ConstructionandGeotechnics. 2023. Т. 14. No 2. С. 116–127. DOI: 10.15593/2224-9826/2023.2.09. EDN OLAZTN.
2. Бурмистрова Е.В., Мануйлова Л.М. Методы организации исследовательской и проектной деятельности обучающихся. – М.: Юрайт, 2024. 115 с. URL: https://urait.ru/bcode/544679.
3. Шагисултанова Ю.Н., Чепур П.В. Особенности проектно-ориентированного обучения студентов направления «Строительство» // Инженерное образование. 2024. № 36. С. 113-123. DOI 10.54835/18102883_2024_36_10. EDN HVRMET.

УДК 69.05:004.8

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Титеев И.С., Добрышкин Е.О., Курашев Н.В.

Военная академия материально-технического обеспечениямени генерала армии А.В. Хрулева, Санкт-Петербург, Россия, titeev.ivan@bk.ru, edobryshkin@mail.ru, nikita.kurashev@mail.ru

Существующие технологии дистанционного контроля строительства ограничиваются фиксацией фактического состояния конструкций и формированием исполнительной документации, не предусматривая интеллектуальной обработки данных. В результате они не способны к автоматизированному выявлению отклонений от проектных отметок и осей, а также фиксации превышения предельных прогибов и кренов, несоответствия фактических размеров и положений элементов требованиям рабочей документации и др. Кроме того, отсутствуют механизмы прогнозирования потенциальных рисков, связанных со срывом календарных сроков строительства, перерасходом материальных ресурсов и возможными аварийными ситуациями на этапе эксплуатации объектов.

В условиях цифровизации строительной отрасли, где BIM, VR и искусственный интеллект (AI) становятся неотъемлемой частью процессов проектирования, строительства и управления объектами [1, 2], необходим переход от традиционного контроля к интеллектуальной обработке данных, анализу отклонений и прогнозированию рисков на всех этапах жизненного цикла объекта.

Предлагаемая система дистанционного контроля реализована в виде программного комплекса, написанного на языке Python с использованием библиотеки OpenCV для распознавания QR-кодов. Архитектура включает три модуля: модуль приема информации (IP-камера с автоматизированным считыванием QR-кодов строительных конструкций); модуль базы данных (GoogleSheets или MicrosoftExcel с возможностью генерации QR-кодов и накопления исполнительной документации); модуль вывода информации (панель управления для пользователя с визуализацией результатов в реальном времени). Принцип действия заключается в том, что каждая строительная конструкция снабжается уникальным QR-кодом, содержащим информацию о проектных отметках и параметрах. При монтаже система фиксирует отклонения от проектного положения (смещения, прогибы, перекосы), классифицирует их по критичности и сохраняет данные в базе. Накапливаемая информация используется для прогнозирования рисков срыва сроков, перерасхода ресурсов и возможных аварийных ситуаций.

Для повышения эффективности в систему внедряется ИИ-агент на основе алгоритмов машинного обучения. Для идентификации объектов и дефектов на видеопотоке применяются модели компьютерного зрения типа YOLOv8/YOLOv9. Для прогнозирования временных и ресурсных рисков используются алгоритмы машинного обучения, такие как CatBoost, XGBoost и рекуррентные модели LSTM. Для генерации текстовых пояснений применятся языковая модель Llama-3 8B/70B или Mistral-7B. Таким образом, ИИ-агент объединяет различные инструменты AI для интеллектуального сопровождения строительных процессов.

В отличие от существующих, предлагаемая система обеспечивает: автоматизированную фиксацию и классификацию отклонений, интеграцию данных с BIM-технологиями и цифровым двойником, а также прогнозирование рисков с использованием алгоритмов машинного обучения. Интеграция данных с БПЛА [3] иIoT-сенсоров (датчики нагрузок, вибраций) позволит создать полноценный цифровой двойник строительной площадки для многопараметрического мониторинга.

Вывод. Применение искусственного интеллекта в системах дистанционного контроля строительства позволит перейти к интеллектуальному анализу и прогнозированию, что формирует основу цифровой трансформации капитального строительства.

Литература

1. Борисова Т.С., Молчанова Ю.Г., Ермакова Е.В. Взаимосвязь BIM, VR и AI как ключевой фактор улучшения эффективности строительного процесса // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: матер. VII Междунар.науч.-практ. конф., Екатеринбург, 7–8 ноября 2024 г. Екатеринбург: УрГАХУ, 2024. С. 22. EDN BYVLEK.
2. Пирогова А.М. Автоматизация технологических процессов в строительстве на основе интеграции информационных технологий // Современные наука и образование: достижения и перспективы развития: Сб. тр. по матер. III Национ. науч.-практ. конф., Керчь, 15–16 мая 2023 года / Редкол: Е.П. Масюткин [и др.]. Керчь: Керченский гос. мор. тех. ун-т, 2023. С. 67–71. EDN YNEMFI.
3. Патент № 2820176 C1 Российская Федерация, МПК B64U 101/30, G01B 11/30. Способ дистанционного обследования разрушенных объектов инфраструктуры: № 2023128253: заявл. 30.10.2023: опубл. 30.05.2024 / Е.О. Добрышкин, И.С. Титеев, Н.В. Курашев, Б.Г. Милютин. EDN LKGRVF.

УДК 378

УЧЕБНОЕ АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИИ-ГЕНЕРАЦИИ ПРИ ПОДАЧЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Титов А.Л.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет им Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, fosberi@mail.ru

Искусственный интеллект сегодня стремительно проникает во все новые области творчества, архитектура не является здесь исключением, не малое значение здесь имеет доступность посредством Интернет основных инструментов ИИ-генерации. Множество сайтов предлагают свои возможности для создания, подачи или улучшения архитектурной идеи. Студенты подвержены этим «заманчивым» предложениям, дающим им возможность в короткие сроки решать сложные творческие задачи. Спорные ситуации на просмотрах курсовых работ, связанные с определением степени использовании ИИ студентами, показали актуальность, можно сказать злободневность данной темы.

Перейдя на компьютерное проектирование, и компьютерную подачу курсового проекта в частности, студенты начинают все чаще прибегать к ИИ-генерации. Такие технологии, безусловно, ускоряют проектный процесс и увеличивают вариативность, но являются препятствием в развитии навыков самостоятельной генерации идей. При этом, преподаватели не всегда могут точно определить степень использования технологий ИИ. Здесь важно, чтобы преподаватели не отставали в знании современных технологий генерации архитектурных объектов и их подачи. Так, в данном исследовании будет рассмотрена платформа сайта promeai.pro [1], на котором содержатся все основные инструменты для визуализации и подачи объема архитектурной модели в виде законченного изображения в выбранной среде.

Основным для подачи архитектурного проекта, из набора инструментов представленных на сайте promeai.pro, можно считать раздел «Рендер эскиза». В этом разделе находится два основных параметра, это «Креативность» и «Артистизм», а также можно задать комментарии в виде подсказок, которые ограничат или расширят возможности искусственного интеллекта. Сайт выдает результат в виде реалистичных перспективных изображений в выбранной среде, возможна одновременная генерация трех и более вариантов. При этом, основным достоинством работы искусственного интеллекта можно считать то, что происходит не просто раскрашивание готового образца и заполнение существующих плоскостей и объемов, но и есть возможность комбинаторных преобразований, которые так необходимы при создании дополнительных вариантов, по утверждению Е.С. Пронина [2]. Все это также задается в виде текста.

Простота использования, скорость рендера и возможность генерировать на сайте без оплаты, дает студентам мощный инструмент улучшения результатов их учебного проекта, и что немаловажно, преподавателю сложно найти границы собственной работы студента и программного интеллекта. Также существуют не только этические, но и правовые моменты, которые нельзя не учитывать.

Если обратиться к определению об авторстве, то «автором произведения может быть только человек, создавший его своим творческим трудом. Искусственный интеллект автором не признается. Если использование ИИ сводится к простой задаче («нажатию кнопки»), то результат, скорее всего, не будет защищен авторским правом» [3]. Из этого вытекает, что студент не может в полной мере считаться автором своего проекта в той части, которая была вынесена им на рассмотрение в виде готовой подачи архитектурного объекта сгенерированной при помощи ИИ.

Подведя итог, можно говоритьо необходимости создания определенного кодекса или скорее утвержденных рекомендаций, на основании которых можно определить степень «зачетности» такой студенческой работы, будет ли она принята комиссией при просмотре или отклонена. Есть определенные признаки, по которым можно определить на каком этапе был использован искусственный интеллект, такие как: значительные изменения идейной состаляющей, подача проекта, которая явно превосходит возможности студента, его знания о программах. Такие рекомендации могут содержать иллюстрациии ссылки на ресурсы, что облегчит работу преподавателей, так как в последнее время все чаще приходится сталкиваться со спорными моментами при определении степени участия студента в работе.

Литература

1. PromeAI: Бесплатный генератор и редактор изображенийна основе ИИ.URL: https://www.promeai.pro
2. Пронин Е.С. Теоретические основы архитектурной комбинаторики: учеб. пособие. М.: Архитетура-С, 2004. 232 с.
3. За использование нейросетей может грозить наказание. URL: https://regions.ru/obschestvo/za-ispolzovanie-neyrosetey-mozhet-grozit-nakazanie

УДК 69.003.13

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ 4D-МОНИТОРИНГ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ AI И КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ КАСОЧНОЙ И БЕСПИЛОТНОЙ СЪЕМКИ С BIM

Уморина Ж.Э.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С.Алфёрова, Екатеринбург, Россия, umorina87@yandex.ru

В работе предлагается замкнутый контур управления строительством, в котором видеосъемка с касок 360° и БПЛА автоматически преобразуется в обновленную 4D-модель, синхронизированную с календарным планом, и инициирует перепланирование на основе фактического прогресса. Актуальность обусловлена высокой стоимостью и инерционностью ручного трекинга, фрагментарностью данных «as-built» и разрывом между BIM-моделью и графиком работ в реальных условиях стройплощадки [1]. Цель исследования – разработать устойчивую к «грязной» среде методику, которая без ручной склейки сопоставляет наблюдаемые состояния элементов с плановыми вехами, вычисляет процент готовности по работам и формирует управленческие сценарии «what-if» в 4D.

Предлагаемая архитектура включает слияние потоков данных: 360°-видео/фото с касок для интерьеров и полеты БПЛА для экстерьеров. Данные проходят визуальную локализацию (SLAM) и реконструкцию сцены (SfM/MVS); для ускоренного обновления цифрового двойника и повышения частоты «срезов» применяется реконструкцию сцены с применением нейросети (NeRF/3D Gaussian Splatting) [2]. Полученная сцена регистрируется с BIM без маркеров за счет устойчивых к неполным конструкциям признаков и плоскостей, ребер плит, колонн и характерных углов, с дальнейшим уточнением по точечно-поверхностным метрикам. На уровне компьютерного зрения оценивается не просто факт наличия элемента, а его стадийность: «не начат», «частично смонтирован», «установлен» с учетом видимости и окклюзий, временных ограждений, мусора и вариативного освещения. Чтобы закрывать «слепые зоны» и стабилизировать качество наблюдений, используется активное планирование съемки (следующий вид/лучший маршрут) для касок и траекторий БПЛА [3]. Ключевым интеграционным компонентом выступает модуль сопоставления BIM-графика: большие языковые модели автоматически извлекают структуру работ и зависимости из PDF/Excel-графиков, сопоставляют их с GUID-элементами BIM и переводят локальные наблюдения о стадийности в проценты готовности по операциям WBS [4]. На этой основе пересчитываются календарные показатели (SPI/CPI, буферы, критический путь) и формируются управленческие альтернативы: перестановка последовательностей, перераспределение ресурсов, укрупнение/декомпозиция пакетов. Валидация качества строится на композитных метриках: точность детекции/сегментации, ошибка регистрации (расстояния поверхность-к-поверхности), доля корректно определённых статусов элемента и ошибка Δ% по работам относительно контрольных обходов ИТР. Карты неопределенности и покрытия трансформируются в приоритет нового обхода и автоматическую корректировку маршрутов съемки, снижая ручную нагрузку без потери достоверности. На уровне данных предлагается комбинированный подход: реальный корпус изображений и видео дополняется синтетическими сценами, автоматически сгенерированными из BIM по стадиям монтажа с доменной рандомизацией (пыль, блики, временные конструкции).

Описанная методика позволяет устойчиво обучать и дополнять модели под типичную «строительную» вариативность и воспроизводимо сравнивать алгоритмы. Архитектура интегрируется в контур информационной модели объекта: результаты мониторинга публикуются в формате, совместимом с отечественной практикой ИМ/ТИМ (атрибуты, версии, обмен), поддерживаются каналы разных форматов (IFC/BCF) и независимость от конкретного ПО. Практический эффект ожидается в сокращении трудозатрат специалистов на трекинг и отчетность, повышении прозрачности актов и платежей, раннем выявлении отклонений графика и уменьшении числа корректирующих операций.

Литература

1. Reja V. K., Varghese K., Ha Q. P. Computer vision-based construction progress monitoring: A comprehensive review and categorisation // Automation in Construction. 2022. Vol. 138. P. 104245. DOI: 10.1016/j.autcon.2022.104245.
2. Golparvar-Fard M., Peña-Mora F., Arboleda C. A., Lee S. Visualization of construction progress monitoring with 4D simulation model overlaid on time-lapsed photographs // Journal of Computing in Civil Engineering. 2009. Vol. 23, no. 6. P. 391–404. DOI: 10.1061/(ASCE)0887-3801(2009)23:6(391).
3. Kim C., Son H., Kim C. Automated construction progress measurement using a 4D BIM and 3D data // Automation in Construction. 2013. Vol. 31. P. 75-82. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.11.041.
4. Pal A., Lin J. J., Hsieh S.-H., Golparvar-Fard M. Automated vision-based construction progress monitoring in built environment through digital twin // Developments in the Built Environment. 2023. Vol. 16. P. 100247. DOI: 10.1016/j.dibe.2023.100247.

УДК 004.946:687.016

СПЕЦИФИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ ДИЗАЙНУ ОДЕЖДЫ

Феоктистова И.А., Кондакова Ю.В.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С.Алфёрова, Екатеринбург, Россия, feo-let@yandex.ru, jkondakova@yandex.ru

Интеграция виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности представляет собой смену парадигмы в педагогических методиках обучения дизайну одежды. Эти иммерсивные технологии выходят за рамки традиционных 2D-представлений, предлагая интерактивную среду для совместной работы с учетом пространства, которая точно отражает реальные процессы проектирования. Их применение обеспечивает ощутимое улучшение в концептуальном понимании, а также приобретении технических навыков.

Виртуальная реальность (VR) обеспечивает полное погружение в среду, с моделированную компьютером с помощью шлема виртуальной реальности. Такие системы, как Oculus Rift и HTC Vive, позволяют естественным образом взаимодействовать с объектом при помощи контроллеров, отслеживающих движения [1]. Дополненная реальность (AR), напротив, накладывает цифровую информацию на то, что пользователь видит в реальном мире, в режиме реального времени. Как правило,технология реализуется с помощью смартфонов или оптических очков, таких как Microsoft HoloLens, объединяя физические и цифровые элементы.

Интеграция виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности в педагогику в области дизайна одежды представляет собой значительный шаг вперед, выходящий за рамки традиционных двухмерных методов и предлагающий иммерсивную, пространственно-интеллектуальную среду для изучения и оценки дизайна. Данные технологии трансформируют обучение, обеспечивая интеграцию цифровых проектов в физическое пространство (см таблицу).

Таблица. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в обучении дизайну одежды

Педагогический прием/ Метод	Интеграция технологий VR/AR	Решаемые педагогические задачи и преимущества
1. Иммерсивная критика дизайна и совместная работа (Виртуальные обзоры дизайна)	Создание виртуального демонстрационного зала, где студенты и преподаватели в виде аватаров взаимодействуют с 3D-прототипом одежды в масштабе 1:1	- Пространственная оценка. Панорамная оценка объемно-пространственных характеристик. - Расширенная обратная связь. Интерактивная аннотация 3D-модели преподавателем. - Удаленное сотрудничество.Синхронная экспертиза из разных локаций
2. Динамическая примерка и анализ посадки	Проведение виртуальных примерок на статичном или движущемся аватаре (ходьба, повороты)	- Глубокий анализ посадки. Выявление дефектов посадки при движении. - Устойчивое развитие. Сокращение образцов через цифровое устранение дефектов
3. Контекстная презентация коллекций	Размещение виртуальных моделей одежды в смоделированном окружении (подиум, розничный магазин, городская среда)	- Оценка в контексте. Анализ эстетических и функциональных качеств дизайна в условиях, приближенных к реальным
4. Быстрая итерация дизайна с помощью AR	Проецирование цифровых проектов с помощью планшета или AR-зеркала	- Оценка пропорций и масштаба. Оперативная оценка пропорций и расположения узоров. - Оперативность. Ускорение процесса проектирования перед созданием физического прототипа [2]
5. Виртуальные образовательные экспедиции	Организация виртуальных туров в музеи (напр., Музей Виктории и Альберта) и на действующие текстильные предприятия	- Доступ к уникальному контенту. Изучение исторических костюмов и современных производственных процессов без географических и финансовых ограничений
6. Инклюзивная педагогика	Адаптация VR/AR инструментов под различные потребности учащихся	- Разные стили обучения. Поддержка визуального и кинестетического обучения. - Равенство возможностей. Обеспечение доступности образования для студентов с ограниченными возможностями

Литература

1. Иванов М.Н., Чикиров А.В. Технологии виртуальной реальности: модели и методы. М.: ДМК Пресс, 2020. 172 с.
2. Сорокоумова, Е.А. Педагогические возможности технологий дополненной реальности в профессиональном образовании // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 12. С. 144-154.

УДК 004.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСТНИЦЫ В ПРОГРАММЕ RENGA

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

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алферова, Екатеринбург, Россия, damiran@yandex.ru, aldisa@mail.ru, igorsaga@yandex.ru

Лестница является базовым конструктивным элементом любого архитектурного объекта, поэтому способы и методы ее построения хорошо отработаны во всех программах архитектурного проектирования, включая, в частности, и программу Renga. Тем не менее, степень детализации отдельных ее элементов в разных программах может существенно отличаться. Программа Renga позволяет конструировать основные типы лестниц [1, 2]. Водящие в их состав элементы частично моделируются в упрощенном режиме, а частично просто отсутствуют в списке имеющихся элементов лестницы. Например, поручни и балясины строятся в единственном варианте с фиксированным по размеру прямоугольным сечением, а проступи и косоуры вообще не входят в список моделируемых элементов. В то же время внешний вид лестницы существенно влияет на эстетическое восприятие всего архитектурного объекта, поэтому возможность построения элементов лестницы с декоративной отделкой представляется важным фактором, позволяющим расширить функциональные возможности программы, тем самым увеличивая ее конкурентоспособность на рынке специализированного ПО.

В данной работе моделирование декоративных проступей осуществляется с помощью копии маршевого пролета, переведенного в лестницу открытого типа, которая в Renga представляет собой набор плоских ступеней без каких-либо несущих опор. Положение получившегося открытого марша следует отрегулировать таким образом, чтобы плоские ступеньки точно ложились на ступени исходной лестницы, выполняя роль проступей. Свесы проступей можно создать с помощью инструмента «Балка», вычертив профиль нужной формы в редакторе «Профили». Балясину для усиления декоративного эффекта можно комбинировать с помощью инструмента «Сборка» из тел вращения и экструзии, отрисовав, как и в случае балки, в редакторе соответствующие профили. Тело вращения удобнее моделировать с помощью балки, а тело экструзии с помощью колонны. Декоративные поручни также можно моделировать с помощью балки, но только в том случае, если марш лестницы прямой. На рис.1 приведен стандартный вариант лестницы, создаваемый в программе Renga. Обычная лестница в программе Renga не содержит каких-либо декоративных элементов, хотя сам маршевый пролет допускает различные его виды, а также способы построения. На рис.2 представлена лестница, смоделированная с помощью декоративных элементов, включающих поручень, балясины и проступи. Лестничная площадка и ее покрытие выстроены с помощью инструмента «Перекрытие». Стандартное ограждение лестницы содержит только два настроечных параметра – высота и расстояние между балясинами. Лестница на рис.2, также является стандартной, но имеет полный набор декоративных элементов, спроектированных с помощью вспомогательных инструментов.

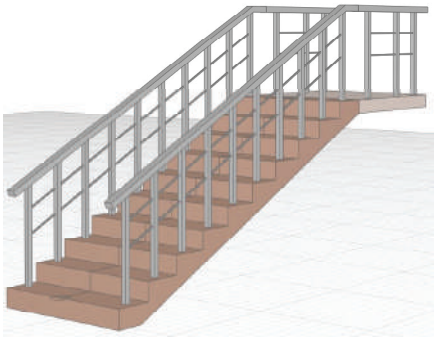


Рис.1. *Стандартная лестница в программе Renga*

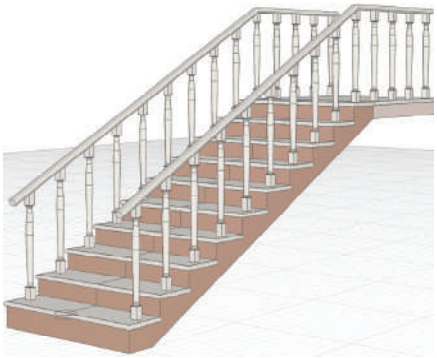


Рис.2. *Лестница с декоративными элементами*

В заключение отметим, что балками в программе Renga можно моделировать самые разные архитектурные элементы, например, в работе [3] балки использовались для моделирования наклонных стен.

Литература

1. Практическое руководство пользователя Renga. © ООО «Ренга Софтвэа», 2023. URL: https://manual.rengabim.com.
2. Головкина В.Б., Коршунова А.Р, Формирование навыков архитектурного проектирования в системе Renga Architecture // Новый университет . Серия: технические науки. 2016. № 4–5 (50–51). С. 8–13.
3. Хусаинов Д.З., Хусаинова Г.В., Сагарадзе И.В. Параметрическое моделирование наклонных стен в программе Renga // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: матер. VII Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург: УрГАХУ. 2024. С. 97.

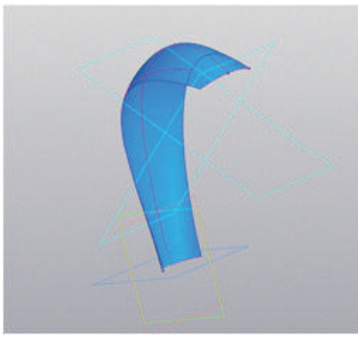
УДК 72.021.4+004.9

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПАС-3D ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ

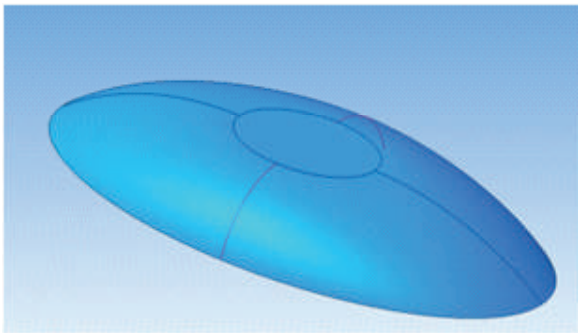
Чумаченко В.А.
Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет),
Москва, Россия, vrn.che@mail.ru

Современная архитектура характеризуется стремлением к сложным, обтекаемым органическим формам. На смену строгой геометрии приходит бионика – направление, черпающее вдохновение во взаимосвязи архитектуры и природы [1]. Проектирование таких объектов, как волнистые оболочки, нелинейные фасады и пространственные сетчатые структуры, требует от САПР-систем принципиально новых возможностей. Компас-3D, традиционно ассоциирующийся с машиностроением, обладает мощным и недооцененным потенциалом для решения этих задач.

Основой для создания сложных форм в Компас-3D является мощный параметрический редактор. Любая модель строится на основе эскиза, обладающего геометрическими зависимостями [2]. Изменение одного параметра (например, радиуса кривизны) автоматически перестраивает всю связанную 3D-геометрию. Это хорошо подходит для процесса поиска оптимальной бионической формы. Зависимости между параметрами можно задавать через формулы, что позволяет создавать сложные, математически точные кривые и поверхности, имитирующие природные закономерности (спирали, синусоиды, каплевидные формы) [3].



а)



б)

Рисунок. *Построение криволинейного элемента (а)и криволинейной поверхности (б) с помощью дуг и сплайнов в КОМПАС-3D (разработка В.А. Чумаченко)*

Компас-3D может использоваться не только как инструмент для инженеров, его функции для работы с поверхностями имеют потенциал для применения в области архитектуры. Важно и то, что программа обладает и набором инструментов для формирования проектной документации: связь модели и чертежа, автоматические спецификации, библиотеки типовых элементов [4, 5]. Но архитекторы обычно практически не знакомы с этим инструментом. Освоение функционала этой программы в учебных заведениях в рамках курсов по дисциплине «Компьютерное моделирование» могло бы дать студентам возможность применять его в дальнейшем в рамках курсового и дипломного проектирования. Это позволило бы сформировать комплексные профессиональные компетенции в области параметрического моделирования, а также совместить теоретические знания в области геометрии с прикладными навыками создания трехмерных моделей, чтобы в дальнейшем использовать эти навыки в профессиональной деятельности.

Литература

1. Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. 269с.
2. Малюх В.Н. Введение в современные САПР: курс лекций. М.: ДМК-Пресс, 2010. 192 с.
3. Темнов В.Г., Хозацкий Л.И. Структурные решения пространственно-стержневых конструкций в технике и природе. М.: Стройиздат, 1972. 256 с.
4. Норенков И.П. САПР: Системы автоматизированного проектирования. Принципы построения и структура. М.: Высшая школа, 1988.158 с.
5. Алаева Т.Ю. Методика использования Компас-3D при архитектурно-строительном проектировании// Инновационная наука. 2016. №4. С. 14-16.

УДК 624.074

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РАМЫ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

Шилова Н.С., Лузенина И.Б.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алферова, Екатеринбург, Россия, nadezhda_shilova01@mail.ru, ibluzenina@mail.ru

Оптимизация конструкций является одним из наиболее важных процессов проектирования современных зданий и сооружений, так как позволяет значительно повысить эффективность проектного решения [1]. В целом оптимизация, как нахождение наилучшего варианта из множества возможных, процесс довольно трудоемкий и осуществляется решением многофакторных, в том числе нелинейных, задач. На сегодняшний день оптимизацию конструктивных решений зданий и сооружений выполняют с помощью вычислительной техники и программных средств (далее ПС), таких как ANSYS, Rhino+Grasshopper, SAP2000,SOFISTIK [2] и др., поддерживающих функции параметрического проектирования.

Рис. 1. *Очертания моментов и рамы предварительное*

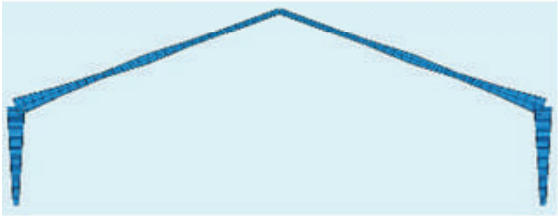


Рис. 2. *Очертание рамы оптимизированное*

При расчете строительных конструкций оптимизация нацелена на минимизацию собственного веса при обеспеченной несущей способности отдельной конструкции, устойчивости и геометрической неизменяемости конструктивной системы в целом. Следствием уменьшения веса будет снижение расходов на изготовление и возведение, что актуально для большепролетных конструкций покрытия, в частности – для довольно мощных (несущих) рамных конструкций [3]. Для рамных конструкций, рациональным (в части веса и стоимости) конструктивным решением может быть рама переменного сечения, признанным преимуществом которой является вариативность формы.

Предметом нашего исследования служила стальная рамная конструкция, входящая в несущий каркас одноэтажного здания пролетного типа. Основные характеристики рамы: трехшарнирная, симметричная, двухскатная, пролет 39 м, высота в коньке 14,3 м, сечение элементов двутавровое сварное из листового проката. Сбор нагрузок и расчет конструкции выполнен для эксплуатационной расчетной ситуации, с учетом сборочной схемы, на основании действующих нормативных документов.

Цель исследования – рамная конструкция переменного сечения, форма которой оптимизирована в соответствии с расчетной ситуацией, по эпюре изгибающих моментов (рис. 1). Задачи оптимизации конструкции решали с применением доступных ПС двумя этапами. На первом этапе расчет конструкции выполняли с помощью программного комплекса ЛИРА-САПР (методом конечных элементов), в результате расчета были получены параметры поперечного сечения и предварительная ломанная форма конструкции. Второй, более чувствительный, этап расчета конструкции производили с помощью программного комплекса SOFISTIK, расчетные алгоритмы которого включают градиентные методы, генетические алгоритмы, методы топологической оптимизации и их комбинации. Поиск оптимального решения выполняли, ограничивая диапазон геометрических параметров двутаврового сечения, минимизируя массу конструкции, с контролем несущей способности и жесткости.

Результатом второго расчетного этапа оптимизации служит показатель (более 10%) снижения веса и наиболее адаптированная к эксплуатационной расчетной ситуации форма конструкции (рис. 2). Дальнейшие исследования нацелены на анализ работы и оптимизацию формы рамной конструкции переменного сечениясс учетом монтажной и аварийной расчетных ситуаций.

Литература

1. Тамразян А.Г., Алексейцев А.В. Современные методы оптимизации конструктивных решений для несущих систем зданий и сооружений // Вестник МГСУ: научно-технический журнал по строительству и архитектуре. 2020. Т. 15. Вып. 1. С. 12-30. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.12-30.
2. Кухтин В.Н.Применение расчетного комплекса SOFiSTiK для расчета мостовых конструкций: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2015. 136 с.
3. Горев В.В. Металлические конструкции: учеб. для строит. вузов: в 3-х т. Т.2: Конструкции зданий.М.: Высшаяшкола, 2004. 528 с.

УДК 66.013.51

CLIENT ATTENTION AS AN IMPORTANT COMPONENT OF THE POLICY OF ARCHITECTURAL DESIGN ORGANIZATIONS

Yang Xu, Yuan Fengming, Fomin N. I.

Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

Ian.Siui@urfu.me, Fenmin.luan@urfu.me, ni.fomin@urfu.ru

Engineering design constitutes the core link in the construction value chain, serving as the critical conduit for transforming scientific and technological achievements into practical productivity. Spanning the entire project lifecycle – from investment decision-making to construction implementation – it exerts a decisive influence on project quality, cost, and schedule management. According to the 14th Five-Year Development Plan for the Construction Industry issued by China's Ministry of Housing and Urban-Rural Development[1], the industry still exhibits significant room for improvement in terms of supply chain integration and innovation efficiency. At the same time, clients represent the fundamental source of enterprise value, and customer satisfaction is regarded as a key intangible asset with a positive impact on organizational performance. As defined by the ISO 10004 standard, customer satisfaction is determined by the gap between client expectations and actual perceptions. This underscores the imperative for design organizations to prioritize client needs in their market development strategies. Consequently, examining the operational characteristics of design organizations of different scales, along with client decision-making preferences, holds substantial importance for industry restructuring and policy implementation.The theoretical framework of this study is shown in Figure.

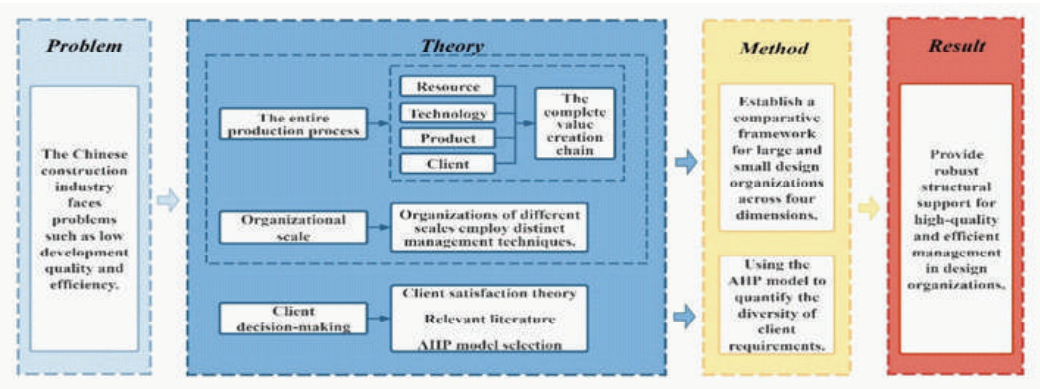


Figure. *Theoretical framework (completed by the author)*

This study adopts a combined approach of case analysis and comparative research, grounded in the value cycle logic of "resource input–capability transformation–product output–client feedback." A four-dimensional comparative framework was constructed to evaluate large and small design organizations across production activity characteristics, technological capacity and innovation level, resource integration ability, and client groups. The findings indicate that large design organizations, leveraging advantages in R&D and resource integration, primarily undertake large-scale complex projects, technology-driven projects, cultural landmark projects, and multi-stakeholder collaborative projects, with government agencies and large enterprises as their primary clients. In contrast, small design organizations rely on flexibility and localization advantages, focusing on small-scale simple projects, specialized niche projects, localized projects, as well as projects with short-cycle and low-budget, with individual clients and small businesses as their major client groups.

Placing client attention at the center, this study applies the Analytic Hierarchy Process (AHP)[2] to build a hierarchical evaluation model. Twenty experts from various sectors of the construction industry were invited to evaluate survey questionnaires, and their assessments were quantitatively analyzed to identify the key factors influencing client attention to architectural design products. The results show that clients prioritize quality, cost, service, design, and brand, with drawing quality, construction cost, and communication and coordination emerging as the three most critical indicators. These findings not only highlight the differentiated characteristics of design organizations of varying scales but also provide theoretical support for industry restructuring, resource allocation, and strategic decision-making.

References

1. 14th Five-Year Plan for the Development of the Construction Industry. URL:https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/27/content_5670687.htm
2. Assessment of Influencing Factors on Consumer Behavior Using the AHP Model. URL:https://www.mdpi.com/2071-1050/15/13/10341

УДК 721.02+004.9

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КАК ОСНОВА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО СТИЛЯ СОВЕТСКОГО НЕОКЛАССИЦИЗМА

Аверина А. С.
Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Захарова Г.Б.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н. С. Алферова, Екатеринбург, Россия, annaaverinnna@mail.ru, zakharova@usaaa.ru

Чтобы будущий архитектор со временем выработал свой узнаваемый почерк, он должен внимательно изучить огромное наследие архитекторов прошлого. В этом могут быть полезными современные информационные технологии. Для изучения на практике архитектурного стиля советского неоклассицизма, лучшего понимания его особенностей и деталей, был выбран проект создания BIM-модели (см. рисунок) здания пожарно-технического училищав Свердловске 1948 г. постройки архитектора И.А. Грушенко в соавторстве с Я.В. Мокиным [1]. Модель была разработана для демонстрации на выставке, посвященной 125-летию И.А. Грушенко [2]. Его отличают строгость форм основного объема, выступающая центральная часть главного фасада с фронтоном и балюстрадой, использование ордерной системы. Это здание является частью градостроительного комплекса, расположенного на пересечении ул. Первомайская и Мира (современные названия), который включает главный учебный корпус, учебно-пожарный гараж, пожарную башню и другие мелкие постройки. В процессе моделирования были созданы отдельные уникальные 3D-объекты архитектурных элементов здания, у которых существует возможность изменения размерных характеристик для использования в подобных проектах. В сети Интернет существует множество различных библиотек характерных элементов разных стилей, включая классицизм [3–5]. Выбранные ресурсы отличаются тем, что в их базах собраны 3D-модели высокой степени проработки, что дает возможность их детально изучить.

Неоклассицизм как переосмысление и трансформация идей классицизма в СССР подразумевает прежде всего возвращение к классическим формам с целью заявить о государственной идеологии и создать «новую» монументальную архитектуру [6]. Поэтому по сравнению с развитием этого направления в Европе можно судить о том, что советский неоклассицизм не похож ни на одну из европейских интерпретаций, при этом сохраняя свои исконные черты – порядок, пропорциональность, соразмерность форм, симметричность. Также важной отличительной чертой является то, что он возник гораздо позже, чем его европейские аналоги. Советский неоклассицизм сохраняет баланс между крупными формами и мелкими членениями на фасадах, используя при этом множество декоративных элементов. Это выделяет его на фонедругих стилей. Сравнивая его с палладианством, можно заметить, что из него заимствованы использование арочных элементов на фасадах, поиск новых объемно-планировочных решений, организация окружающего пространства и др.

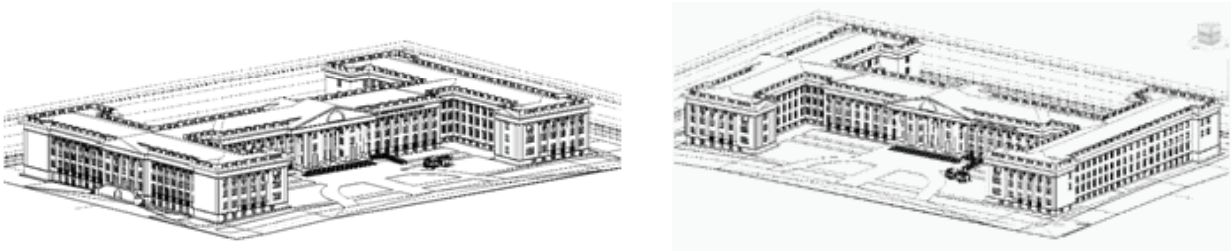


Рисунок. *3D-модель пожарно-технического училища в Свердловске*

Таким образом, информационная модель пожарно-технического училища в Свердловске является эффективным методом изучения архитектурного стиля советского неоклассицизма. Этот процесс позволили систематизировать знания и смоделировать объект со всеми сложными архитектурными элементами. Благодаря полученной модели можно полностью отследить изменения здания во времени, учитывая каждую реконструкцию. Такой способ изучения способствует более глубокому пониманию архитектурного стиля и его особенностей, а также приобретению навыков моделирования.

Литература

1. МАиД, Ф. 12, оп. 2, ед. хр. 38/1.
2. Аверина А.С., Захарова Г.Б. Информационное моделирование советской неоклассики на примере пожарно-технического училища в Свердловске // Алферовские чтения. Диалоги о защите культурных ценностей: матер. V Междунар. науч.-практ. конф.УрГАХУ: Екатеринбург, 2025.
3. Каталог 3D-моделей / архитектурный элемент. URL: https://3ddd.ru/3dmodels?query=архитектурный%20элемент
4. Historic Building 3D Models Free Download – CadNav. URL: https://www.cadnav.com/3d-models/architectural/historic/
5. Classical architecture 3d models. URL: https://3dmdb.com/en/3d-models/classical%20architecture/
6. Искандаров М. М., Михайлов А. Ю. Советский неоклассицизм: исследовательские интерпретации архитектуры 1930-1950-х гг. // Известия КазГАСУ, 2011.

УДК 004.9:7.07:008

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕГРАЦИИ КУЛЬТУРНЫХ ТРАДИЦИЙ В СТУДЕНЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО

***Арюткина А.А.*[1]**

***Научный руководитель: канд.архитектуры, и.о. проф. Дробченко Н.В.*[2]**

[1] «Зармед» университет, направление «Архитектура», Самарканд, Узбекистан

[2] Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет, Самарканд, Узбекистан

anastasiya.aryutkina@gmail.com

Современные цифровые технологии (VR/AR, виртуальные музеи, интерактивные платформы, мультимедийные проекты) выступают важным инструментом интеграции культурных традиций в студенческое творчество. Их применение позволяет не только сохранить аутентичное культурное наследие, но и создавать новые формы творческой коммуникации, что особенно значимо в условиях цифровизации образования и глобализации культурных процессов.

Методологическая основа исследования включает анализ современной научной литературы [1–6], обзор реализованных студенческих проектов и эмпирические методы (опросы, интервью, включенное наблюдение). Такой комплексный подход позволил выявить роль цифровых технологий как посредника между традиционной культурой и современными формами студенческого самовыражения.

Результаты исследования показывают, что цифровые форматы существенно повышают вовлеченность студентов. Более 80% участников анкетирования отметили рост интереса к культурным темам при использовании VR/AR-технологий, а около 70% студенческих проектов содержат элементы локальной культурной аутентики. Наиболее эффективными оказались VR-проекты и интерактивные игры, которые способствуют развитию творческой активности и межкультурной коммуникации. Онлайн-выставки и мультимедийные экспозиции продемонстрировали высокий потенциал в сохранении и трансляции визуального культурного контента.

В то же время выявлены и барьеры, связанные с внедрением цифровых технологий: высокий уровень технических требований, необходимость методического сопровождения и подготовка педагогических кадров. Эти факторы требуют системного решения в рамках образовательных программ и институциональной поддержки.

Цель исследования заключалась в оценке роли цифровых технологий в интеграции культурных традиций в студенческое творчество и выработке практических рекомендаций для образовательной практики. Использованные методы – анализ литературы, кейс-стади студенческих проектов, опросы и интервью участников, сравнительный анализ цифровых форматов.

Выводы и рекомендации. Для эффективного внедрения цифровых технологий в образовательный процесс предлагается:

- интегрировать VR/AR-проекты, онлайн-выставки и мультимедийные форматы в практические дисциплины;
- разработать методические пособия по использованию цифровых инструментов для сохранения культурных традиций;
- организовать обучение преподавателей и студентов, направленное на формирование цифровых компетенций.

Цифровые технологии обладают высоким потенциалом не только для сохранения культурного наследия, но и для стимулирования творческой активности студентов, обеспечивая преемственность традиций в условиях цифровой эпохи.

Литература

1. Walsh D., Clough P. Immersive technologies and cultural heritage: Applications for engagement and learning // Journal of Cultural Heritage. 2022. V. 55. P. 220–229. DOI: 10.1016/j.culher.2022.02.010.
2. Parry R. Museums in a Digital Age. 2nd ed. Routledge, 2021.
3. Kenderdine S. Embodied museography: Digital theory and practice in museums // Curator: The Museum Journal. 2019. V. 62(4). P. 529–550. DOI: 10.1111/cura.12329.
4. Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda // Computers & Education. 2020. V. 147. 103778. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103778.
5. Economou M. Heritage in the Digital Age: Museum innovations and visitor experience // Museum Management and Curatorship. 2015. V. 30(4). P. 337–348. DOI: 10.1080/09647775.2015.1042510.
6. Wang F., Burton J.K. Virtual reality in learning: A framework for assessment and evaluation // Journal of Educational Technology Development and Exchange. 2018. V. 11(1). P. 39–54. DOI: 10.18785/jetde.1101.03.

УДК 721.02

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК НА ЗДАНИЕ: ОТ АЛГОРИТМОВ К BIM-ТЕХНОЛОГИЯМ

Гольдберг Ю.И.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Мальцева И.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

uigoldberg@gmail.com, i.n.maltceva@urfu.ru

В связи с активным высотным строительством по всему миру возрастает необходимость исследований влияния воздушных потоков на здания, включая пульсационную составляющую, для чего применяются разнообразные методологии:

1. Аналитические методики (полное значение основной ветровой нагрузки вычисляется поформуле: $w = wm + wp$, где wm – средняя составляющая основной ветровой нагрузки; wp – пульсационная составляющая основной ветровой нагрузки) [1].
2. Экспериментальное (аэрофизическое) моделирование – применяется для расчета, параметров взаимодействия проектируемого объекта с нормативным ветром.
3. Компьютерное (численное) моделирование – используется при численном воспроизведении обтекания нормативного ветром здания [2].

Каждый способ предназначен для определенных целей и имеет собственные подходы к их реализации.

Основной целью исследования является анализ отечественных и зарубежных практик для рассмотрения инновационных подходов к расчету конструкций, используемого программного обеспечения высотных зданий и сооружений на примере Останкинской телебашни (г. Москва), Кантонской башни (г. Гуанчжоу) и Бурдж-Халифы (г. Дубай) (см. таблицу). В процессе работы над исследованием были применены следующие методы: анализ научной литературы, сравнение, абстрагирование, синтез полученной информации.

Таблица. Сравнительный анализ инновационных подходов к расчету ветровых нагрузок

Критерий для сравнения	Останкинская телебашня, Москва, Россия	Кантонская башня, Гуанчжоу, Китай	Бурдж-Халифа, Дубай, ОАЭ
Методика	Аналитические методики, подкрепленные масштабными экспериментальными исследованиями	Метод полной квадратичной комбинации (CQC) и метод расширенной корреляции нагрузки и реакции (GLRC)	Испытания в аэродинамический трубе и аэроупругое моделирование, структурный анализ методом конечных элементов (МКЭ)
Программное обеспечение	Ручные расчеты, ЭВМ «Стрела»	CAD-системы, CFD-моделирование, специализированное ПО для ветрового анализа	CAD-системы, CFD-моделирование, специализированное ПО для ветрового анализа
Уникальность конструкции	Гибкий ствол башни из стянутых стальных канатов	Сложная гиперболоидная форма, скручивающаяся на 45^0 и сужающаяся к центру	Ступенчатая спиральная форма, трубчатая несущая система, демпфирующие устройство

Таким образом, были изучены разные методы расчета ветровой нагрузки на здания. Анализ представленных примеров показал, что большинство объектов имеют сложную форму, проектирование включает проведение многократных экспериментов, а также внедрение новых программных продуктов с течением времени. Результаты исследования будут полезны молодым специалистам и архитекторам при оценке воздействия нормативных ветровых нагрузок на высотные сооружения, определении их основных форм и интеграции в существующую городскую среду.

Литература

1. Демышев Н.Д.,ЧудиновЮ.Н., Жеребков Д.Г. Варианты расчета зданий и сооружений на ветровую нагрузку в специализированных расчетных комплексах // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства, кадастров и техносферной безопасности в начале III тысячелетия: матер. XI Всерос. науч.-практ.конф., Комсомольск-на-Амуре, 16–18 декабря 2024 года. Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. ун-т, 2025. С. 109-111. EDN OBDOXG.
2. Журавлев А.Д. НовоточиноваП.К. Исследование уточненных методик расчета ветровых нагрузок на высотное здание // Аллея науки. 2018. Т. 2, № 3(19). С. 86-88.

УДК 004.896

ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМВ ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Демченко М.Н., Муслимов С.А., Пирожкова Е.А.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Мальцева И.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

overmaksimka@gmail.com, muslimov.serg@yandex.ru, e.a.pirozhkova@urfu.me, i.n.maltceva@urfu.ru

Современное развитие строительной отрасли характеризуется острыми проблемами повышения производительности труда и улучшения эффективности производственных процессов. Для решения этих проблем необходим принципиально новый подход к управлению проектами и организации работ на стройплощадках. Одним из важнейших факторов прогресса становится активное использование технологий искусственного интеллекта (ИИ).

Фундаментальные научные исследования направлены на интеграцию ИИ с классическими строительными технологиями и включают целый ряд перспективных направлений. Среди них особое внимание уделяется таким аспектам, как автоматизация процесса проектирования, оптимизация организационных процедур строительства, управление эксплуатационным этапом объектов недвижимости.

Ключевая задача цифровых платформ заключается в сборе, обработке и систематизации больших объемов информации. Наиболее распространенные современные системы управления проектами, такие как Microsoft Project, Primavera P6, предоставляют мощные средства анализа данных, однако именно интеграция элементов искусственного интеллекта значительно увеличивает потенциал этих инструментов[1].

Эти платформы оснащены продвинутыми инструментами автоматического планирования и учета, но интеграция искусственного интеллекта существенно расширяет функционал этих систем за счет возможностей работы с массивами данных и реализации предиктивной аналитики [2]. Использование методов машинного обучения открывает новые горизонты для обработки огромного массива данных, выявления тенденций и принятия обоснованных управленческих решений. Особенно важным является способность таких систем анализировать накопленные исторические данные завершённых проектов. Они позволяют выявить типичные проблемы и потенциальные риски, что дает возможность руководителям своевременно предпринимать превентивные меры. Например, система может заранее спрогнозировать возможные задержки проекта вследствие нехватки стройматериалов или технического оснащения [3]. Особенное значение приобретает такая функциональность в условиях российской действительности, где большинство крупных инфраструктурных проектов находится под жестким финансовым контролем. Применение ИИ-решений снижает вероятность превышения бюджета и предотвращает задержку исполнения планов.

Можно выделить следующие направления развития ИИ в проектировании и управлении строительством:

– *Предиктивная аналитика.* Модели предиктивного анализа помогают точно оценивать влияние внешних факторов на ход проекта, обеспечивая раннее выявление рисков и предотвращение сбоев. Для руководителей это означает возможность управлять ситуацией еще до возникновения реальных проблем.

– *Оптимизация распределения ресурсов.* Машинное обучение применяется для формирования эффективных схем использования трудовых, технических и денежных ресурсов. Благодаря интеллектуальным алгоритмам строительные проекты становятся менее затратными и выполняются быстрее благодаря грамотному распределению ограниченных ресурсов.

– *Автоматизация коммуникации.* Внедрение чат-ботов и виртуальных помощников облегчает коммуникационные процессы среди сотрудников, позволяя быстро получать необходимую информацию и оперативно решать возникающие вопросы.

Интеграция чат-ботов на базе ИИ в корпоративные мессенджеры типа Slack или Microsoft Teams обеспечивает повышение скорости передачи сообщений и снижение нагрузки на менеджеров.

Таким образом,проведенное исследование демонстрирует не только значительное позитивное влияние искусственного интеллекта на управление строительными проектами, но и выявляет ключевые направления его дальнейшего развития. При этом особое внимание уделяется совершенствованию алгоритмов прогнозирования, автоматизации рутинных процессов и развитию систем предиктивной аналитики, что открывает новые перспективы для строительной отрасли.

Литература

1. Johnson, R., Chen, L. Digital Transformation and Its Impact on Regional Socio-Economic Growth. // Economic Studies Quarterly. 2023. № 29(3). С. 102-125.
2. Garcia, P., Lee, K., Kim, S. Implementing Microsoft Project and Primavera P6 in Large-Scale Infrastructure Projects: A Case Study Analysis. // Global Project Management Review. 2023. № 18(1). С. 56-73.
3. Smith, J., & Johnson, L. The Role of Artificial Intelligence in Project Management: Enhancing Predictive Analytics and Risk Management. // Journal of Project Management and Technology. 2023. № 35(2) С. 145-162.

УДК 712.7

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ИГРОВЫХ ДЕТСКИХ ПЛОЩАДОК

Дрофа И.В.
Научный руководитель: асс. Маметова Т.А.
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, Новосибирск, Россия
i.drofa@sibstrin.ru

В современном обществе наблюдается растущая необходимость в развитии STEM (наука, технологии, инженерия, математика) образования. Проблема снижения интереса детей к естественным наукам и технологиям становится все более заметной, что может привести к дефициту квалифицированных специалистов в будущем. Создание детских научных площадок отвечает вызовам времени, предоставляя возможность раннего знакомства с научными методами, экспериментами и инновационными технологиями. Эти пространства не только способствуют образовательному процессу, но и формируют социальное взаимодействие.

Как отмечают популяризаторы науки (А. Толмачёва, Е. Кац, С. Рязанский, И. Колмановский, У. Штойернагель, С. Саттон, Н. Тайсон и др.), дети любопытны по своей природе, а сочетание науки с игрой и исследовательской деятельностью улучшает понимание и запоминание научных концепций. Плохое преподавание зачастую приводит к утрате естественной тяги к познанию. Игра, напротив, позволяет сохранить врожденную любознательность, превращая обучение в увлекательный процесс. Чтобы этот подход был эффективным, он должен быть *структурированным и продуманным* [1].

В России научные игровые площадки представлены компанией *Leber* [2]. В 2024 году игровые комплексы устанавливались в московском парке Горького в рамках фестиваля детского творчества «Небо», который посетили более 180 000 человек. Позднее отдельные модули научных площадок экспонировались на выставке «Россия» на ВДНХ и на Конгрессе молодых учёных в Сочи. Зарубежные аналоги демонстрируют компании *Sciencenter, Monstrum, Muf, Miracle® Recreation* и другие, активно развивающие концепцию сочетания образовательных и игровых компонентов.

Интерактивный характер игр способствует развитию познавательных способностей и критического мышления. Совместные игры формируют командную работу, коммуникацию и социальные навыки, так как дети сотрудничают для достижения общей цели [3]. В процессе игры они учатся выдвигать гипотезы, проводить эксперименты, делиться результатами, анализировать данные и делать выводы.

Проектирование детских научных площадок направлено на создание *безопасной и увлекательной среды*, стимулирующей физическое, эмоциональное и когнитивное развитие детей. Важно учитывать грамотное распределение зон активности, что способствует укреплению здоровья и развитию исследовательских способностей. Современные тенденции акцентируют внимание на *доступности площадок* для всех возрастных групп и детей с ограниченными возможностями, а также на *интеграции природных элементов* и внедрении интерактивного оборудования для повышения познавательной активности [4].

Педагогический потенциал таких пространств заключается в формировании устойчивых связей между теоретическими знаниями и практическим опытом. Игровая активность развивает наблюдательность, аналитическое мышление и способность решать нестандартные задачи. Научные площадки формируют у детей чувство самостоятельности и уверенности в исследовательских действиях, что делает их значимым элементом ранней профориентации.

С архитектурно-градостроительной точки зрения подобные площадки выступают как *образовательные общественные пространства нового типа*, объединяющие принципы устойчивого развития, экологичности и социальной инклюзии. Их проектирование требует сотрудничества архитекторов, педагогов, инженеров и психологов, что обеспечивает создание комплексных сценариев использования. В условиях урбанизации такие площадки формируют новые центры активности, оживляют городскую ткань и способствуют развитию детской научной культуры.

Детские научные площадки становятся эффективным инструментом интеграции STEM-образования в повседневную жизнь. Они соединяют архитектуру, педагогику и инженерное мышление, развивая у детей навыки наблюдения, анализа и командной работы. Безопасность, функциональность и образовательный потенциал таких пространств должны рассматриваться как неразделимые составляющие архитектурного замысла.

Литература

1. Мицаева Х.В., Поляков Е.Н. Современные тенденции в проектировании детских игровых площадок // Архитектура и градостроительство. 2023. Т. 25. №25. С. 23-37.
2. Leber: сайт. URL: https:// leber.group/en/scientific-playgrounds/
3. Stem Activities for Kids: сайт. URL: https://stemactivitiesforkids.com/playground-science/.
4. How to Bring Science to the Playground: сайт. URL: https://www.miracle-recreation.com/blog/how-to-bring-science-to-the-playground/?lang=can&utf=1%29/ .

УДК 004.89:69

ТИМ-МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕГРАЦИИ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ИСТОРИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ ЕКАТЕРИНБУРГА

Дьячкова И.А.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Мальцева И.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

rino4ka.dyachkova@gmail.com, i.n.maltceva@urfu.ru

Развитие Екатеринбурга сегодня – это сложный и многогранный процесс, в котором историческое наследие гармонично сочетается с современными архитектурными решениями. Центр города, бережно хранящий архитектурные памятники конструктивизма, советского модернизма и классической застройки, выступает своеобразным мостом между различными эпохами в истории города. Однако активное строительство новых зданий нередко приводит к нарушению архитектурной целостности городского пространства и постепенной утрате уникального исторического колорита. Данная тенденция свидетельствует о необходимости пересмотра существующих подходов к проектированию и градостроительной политике, поскольку текущие методы не всегда позволяют достичь оптимального баланса между сохранением наследия и внедрением инноваций.

Одним из перспективных путей решения этих проблем является внедрение технологии информационного моделирования зданий и территорий (ТИМ) [1]. Этот метод позволяет связать историческое наследие с современными архитектурными тенденциями, обеспечивая глубокий анализ того, как выглядит и воспринимается город. Цифровые двойники позволяют прогнозировать, как новые проекты повлияют на городскую среду, и моделировать различные сценарии их интеграции в историческую ткань [2]. Особенно ценным является параметрическое моделирование, которое позволяет точно описать такие важные характеристики, как ритм зданий, их масштаб и силуэт.

В рамках данного исследования предлагается разработать комплексную ТИМ-модель исторического центра Екатеринбурга. Данная модель станет не только цифровым отражением реальности, а станет эффективным инструментом для всестороннего анализа и проектирования. В модели будет интегрирована исчерпывающая информация об архитектурных объектах таких, как высота зданий, используемые строительные материалы, цветовая гамма фасадов, композиционные особенности конструкций. На основе собранных данных будет сформирован детальный «цифровой паспорт» архитектурного кода территории. Этот инструмент позволит проводить объективную оценку новых проектных решений и их соответствия исторически сложившемуся облику города. Создаваемая модель станет основой для принятия взвешенных градостроительных решений и сохранения уникального архитектурного наследия Екатеринбурга.

Особое внимание уделяется созданию системы параметров, которая позволит перевести качественные характеристики городской среды в конкретные, поддающиеся измерению показатели. Эта система открывает путь для разработки новых правил городского планирования, которые будут способствовать непрерывности и развитию, а не просто накладывать ограничения. Методы визуального анализа и моделирования под разными углами зрения позволят всесторонне оценить новые объекты в их реальном окружении, сведя к минимуму риск возникновения визуальных диссонансов.

Разработанная методика имеет значительный потенциал для внедрения в практику градостроительства российских городов, обладающих богатым историческим наследием. Формирование комплексной командной модели станет инструментом сохранения уникальной архитектурной идентичности, повышения качества проектных решений и адаптации современных градостроительных подходов к историческим условиям. Перспективные направления дальнейших исследований могут быть направлены на разработку автоматизированных систем оценки проектных решений и создание универсальных алгоритмов интеграции современной застройки в историческую среду. Такой подход позволит обеспечить гармоничное развитие городских территорий с сохранением их историко-культурной ценности.

Литература

1. Прокопенко И.В., Тетерина К.С., Саенко И.А. Технологии информационного моделирования в практике реставрационных работ памятников архитектурного наследия // Урбанистика.2023. №2. DOI: 10.7256/23108673.2023.2.40766.
2. Панфилов А.В. Цифровые двойники городов как инструмент изучения урбанистической эволюции: ретроспективный и прогностический анализ // Инновации и информационные технологии в условиях цифровизации экономики: сб. тез. III Междунар. науч. практ. конф., Алчевск, 24–25 апреля 2025 года. Алчевск: Донбасский гос. тех. ун-т, 2025. С. 482-484.

УДК 004.9:[721+711.1]

ВНЕДРЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ОБУЧАЮЩИЙ ПРОЦЕСС АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Зарипов А.Р.

Научный руководитель: м.н.с., ст. преп. Дар В.В.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, artem-zaripov-2005@mail.ru

В последние два года технологии нейронных сетей все чаще применяются в разных областях создания архитектурного проекта. Нейросети могут значительно оптимизировать процесс проектирования, они способны анализировать и усваивать огромные объемы данных, что делает их незаменимыми инструментами для архитекторов [1]. Их преимущество в универсальности, нейросети могут принимать участие практически во всех этапах проектирования, начиная от архитектурного эскиза и оптимизацией форм и пространств, заканчивая градостроительным анализом и конструктивной разработкой. И вопрос о скорейшем внедрении обучающих курсов по нейросетевым технологиям в программу высшего архитектурного образования становиться более актуальным.

Уже сейчас с уверенностью можно сказать, что в ближайшие 5 лет применение нейросетей в архитектурном проектировании будет становится все более массовым. На данный момент, начиная от самых известных архитектурных бюро до небольших дизайнерских студий, известно о применении технологии искусственного интеллекта в самых разных областях проектирования.

Стоит упомянуть проект здания-моста «The Twist» от архитектурного бюро BIG, в котором архитекторы применяли алгоритмическое моделирование. Алгоритмы использовались для создания сложных криволинейных форм, ставших основой для металлического обрамления здания, использование генеративного дизайна позволило BIG создать здание, которое не только функционально, но и визуально уникально, гармонично вписывается в окружающую среду и является произведением архитектурного искусства [2].

Исследователи Ала Аль-Хаварнеха, Салахеддин Бендак, Фарас Ганимбиз Университета Шардже в ОАЭ в статье «Dynamic facilities planning model for large scale construction projects. Automationin Construction» показывают, что нейросети могут генерировать планы зданий, учитывая ограничения, такие как размер участка, количество этажей и требования к помещениям [3].

Более того, массовое обучение нейросетям заметно в самых крупных онлайн школах России, как ArtGluck, ArtBrodsky, Софт Культура. Проведенное небольшое исследование автором, вывело следующую закономерность. Всего за год обучение нейросетям совершило переход от разделов в крупных курсах до полноценных, специализированных образовательных программ.

Согласно данным онлайн школы ArtBrodsky, стало известно, что постепенное введение обучающих программ по нейросетям началось около года назад, но Петербургский международный экономический форум (ПМЭФ), на котором в том числе обсуждалось развитие искусственного интеллекта, многое изменил. Именно в этом году, ArtBrodsky объявил свой первый интенсивкурс по нейросетям.

В то же время, обучение по применению нейросетей проводится и в более крупных архитектурных школах, в вузах. В России использование искусственного интеллекта предусмотрено некоторыми учебными программами в Московской архитектурной школе. Пока это только онлайн курс, но в будущем это может перерасти в отдельную дисциплину.

В результате всего вышеперечисленного, можно сделать четкий вывод о необходимости введения обучения нейронным технологиям в процесс обучения будущих архитекторов. Искусственный интеллект в первую очередь, может помочь разобраться с рутинными задачами, оптимизировав работу архитектора. На данный момент мы имеем самую главную проблему, это отсутствие профильных специалистов, на том же опыте онлайн школ, можно сделать вывод о том, что преподаватели, подают информацию, исключительно на основе лично опыта использования нейросетей. Высшая архитектурная школа должна дать архитектору необходимые компетенции для осознанного использования и для максимальной эффективности, а не для полной замены работы архитектора.

Литература

1. Нейросети в архитектурном проектировании и дизайне: электрон. журн. 2024. URL: https://www.architect4u.ru/articles/nejroset-v-arhitekture-dizajne.html
2. Акшов З.А. Использование вычислительного проектирования искусственного интеллекта при моделировании архитектурных объектов // Architecture and Modern Information Technologies. 2023. №2(63). С. 298–315.
3. Al Hawarneh A., Bendak S., Ghanim F. Dynamic facilities planning model for large scale construction projects] // Automation in Construction. 2019. Vol. 98. P. 72-89.

УДК 004.9+72.036

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ СОВЕТСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ 1970-х гг.

Иванов Д.С., Купцова Я.Г., Баранова О.А.
Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Захарова Г.Б.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия
gast4567@mail.ru, Yana.kupsova2005@yandex.ru, baranova_olesyaa@mail.ru, zgb555@gmail.com

Архитектурное наследие СССР включает широкий спектр стилей, от конструктивизма до массового индустриального строительства. Однако в этой общей картине остается целый пласт направлений, которые до сих пор недостаточно изучены. Среди них – советский модернизм 1960–1970-х годов, нередко сводимый лишь к типовой жилой застройке, хотя он представлен и уникальными объектами с яркой художественной и функциональной выразительностью [1].

Именно в отношении этого стиля особое значение приобретает информационное моделирование. Цифровые технологии позволяют не только документировать и сохранять подверженные утратам здания, но и систематизировать их архитектурные особенности, делая их доступными для научного анализа и культурного осмысления. Для советского модернизма, как и для других малоисследованных направлений позднесоветской архитектуры такой подход становится важным инструментом сохранения наследия и одновременно способом внедрения новых технологических решений в архитектурную практику.

Особенностью советского модернизма является его уникальность относительно модернистских течений в других странах. В СССР данный стиль развивался в условиях специфического социально-политического контекста и основывался на идеологии социализма. Это формировало уникальные формы и архитектурные решения. Примером такой самобытности служат сооружения, которые выходят за рамки типового жилищного строительства. Среди них выделяются Казанский государственный цирк (см. рис. а) – знаковое здание, сочетающее монументальность и динамичность форм; кинотеатр «Плевен» в Ростове-на-Дону, демонстрирующий экспериментальность пластики и конструктивной композиции [1], а также Судейская вышка в Нижнем Новгороде (см. рис. б), отражающая инженерную и эстетическую новизну советского модернизма [2].

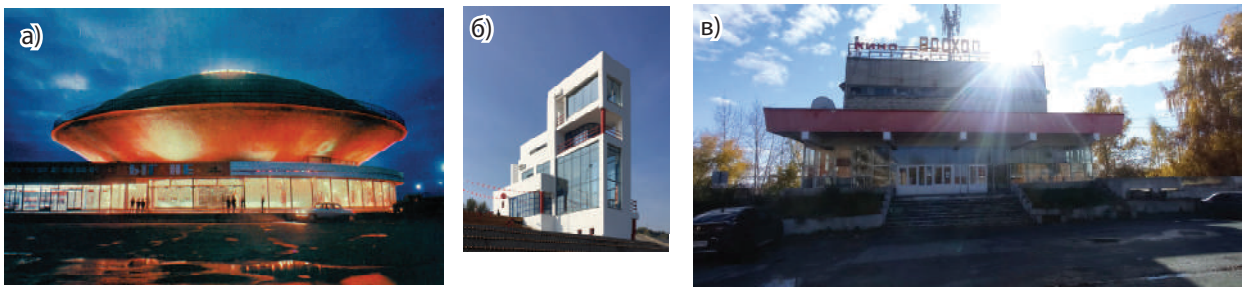


Рисунок. *а) Казанский государственный цирк. Фото Е. Кассина и М. Редькина;*
б) Судейская вышка в Нижнем Новгороде. Фото С. Горшунова; в) Кинотеатр «Восход». Фото Д. Иванова

Выше перечисленные факторы позволяют не только осмыслить советский модернизм как значимый этап в развитии отечественной архитектуры, но и поставить практическую задачу – поиск новых форм сохранения и актуализации его наследия. Одним из современных инструментов является BIM-моделирование, позволяющее не только фиксировать архитектурный облик зданий, но и интегрировать их в широкий культурный и исследовательский контекст [3].

Следующим шагом данного исследования станет создание BIM-модели кинотеатра «Восход» в Первоуральске – примера модернистской архитектуры (см. рис. в). Этот проект позволит не только сохранить визуальный облик объекта, но и проанализировать его пространственные и конструктивные особенности, выявить логику модернизма на конкретном примере и приблизиться к более глубокому пониманию ценности позднесоветского архитектурного наследия.

Литература

1. Ефимов Д.Д., Фахрутдинова И.А. Архитектура общественных зданий периода советского модернизма как актуальная тема исследования регионального наследия (60–80 гг. 20 в.) // Теория и история архитектуры реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия. 2016. С. 3–8.
2. Иванова-Ильичева А.М. Сидоренко М.Н. Принципы советского модернизма в ансамбле площади им. города Плевен в Ростове-на-Дону // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. С 5–7.
3. Ермолаева Е.И. Майничева А.Ю. Опыт применения технологии BIM в изучении, воссоздании и музеефикации зданий и сооружений в России // Баландинские чтения. 2020. Том XV. С. 230–236.

УДК 712.01:004.9

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ НА ОПТИМИЗАЦИЮ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ МАЛЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ

Исаев Ш.М., Шиндина П.Д.
Научный руководитель: Занина А.Д.
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия
isaev.list@list.ru, polinafroggy@gmail.com, pavlenko_ad@spbstu.ru

В условиях уплотнения городской застройки малые общественные пространства (МОП), такие как скверы, локальные парки и внутренние дворы, приобретают критическое значение для поддержания качества жизни горожан. Традиционные методы проектирования ограничены временем и не позволяют исследовать все многообразие возможных решений. Параметрические инструменты и алгоритмы генеративного дизайна открывают новые возможности для многокритериальной оптимизации.

Методика базируется на построении параметрической модели в среде Grasshopper для Rhinoceros 3D.

Входными параметрами являются габариты участка, инсоляция, процент озеленения, количество и типы малых архитектурных форм (МАФ), а также траектории пешеходных маршрутов [1].

Для оценки вариантов вводится интегральный критерий оптимальности (1):

$$F(X)=\sum_{(i=1)}^{n} = w_i \cdot f_i(X), \qquad (1)$$

где X — вектор проектных параметров; w_i – вес критерия; $f_i(X)$ – нормализованная функция критерия.

Основные критерии: f_1 – площадь озеленения; f_2 – среднее время инсоляции зон отдыха; f_3 – связность пешеходных путей; f_4 – визуальное разнообразие [2]. Поиск оптимального решения X_{opt} осуществлялся с использованием генетического алгоритма (GA). При тестировании был выбран оптимальный вариант, который обеспечил увеличение площади озеленения на 15% и улучшение инсоляции на 22% по сравнению с традиционным проектом [3].

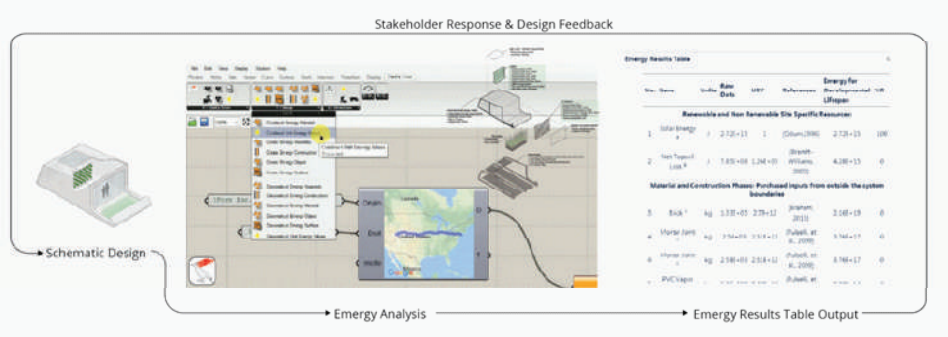


Рисунок. *Пример реализации данной методики [4]*

Выводы. Применение параметрических инструментов (см. рисунок) совместно с алгоритмами оптимизации позволяет перейти от субъективного выбора проектировщика к объективному поиску лучших решений. Это повышает качество и ускоряет процесс проектирования МОП.

Литература

1. Schumacher P. Parametricism as Style: Parametricist Manifesto. London: The author's edition, 2008. 15 p.
2. Рашевский Н.М., Назаров К.Р., Джагаев В.А., Щербаков А.Г., Чикин А.Д., Генеративный дизайн и онтологический инжиниринг в градостроительстве // Строительство: наука и образование. 2025. №2.
3. Payne A. LBNL, LEED and EnergyPlus // Parametric Design for Architecture / ed. by W. Jabi. London: Laurence King Publishing, 2013. P. 144–151.
4. Keena N., Raugei M., Aly Etman M., Ruan D., Dyson A. Clark's Crow: A design plugin to support emergy analysis decision making towards sustainable urban ecologies // Ecological Modelling. 2018. Vol. 367. P. 42–57.

УДК 69:004.9

ИНТЕГРАЦИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ

Исаев Ш.М., Шиндина П.Д.

Научный руководитель: Занина А.Д.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

isaev.list@list.ru, polinafroggy@gmail.com, pavlenko_ad@spbstu.ru

Современные концепции устойчивого развития требуют рассматривать зеленые насаждения как динамичные элементы городской экосистемы [1]. Технологии информационного моделирования (ТИМ) могут быть расширены для учета жизненного цикла (ЖЦ) растений. Предлагается включать в BIM-модели следующие атрибуты: геометрические параметры роста: $D_{кроны}$ *(t), H(t);* экологические показатели: объем поглощения CO_2, выработка O_2, водопотребление;эксплуатационные параметры: график ухода, стоимость, срок замены [2].

Такой подход позволяет формировать цифровую модель городской территории, которая отражает не статичное состояние насаждений, а их развитие на протяжении всего жизненного цикла [3, 4]. Благодаря этому становится возможным оценивать долгосрочные экологические эффекты, планировать распределение ресурсов для ухода за растительностью и предотвращать потенциальные конфликты с инфраструктурными объектами.

Интегральный показатель углеродного баланса для периода T лет (1):

$$B_{CO2}(T) = \sum_{i=1}^{N} \int_0^T P_i(t) \cdot k_i \, dt \qquad (1)$$

где N – число растений; $P_{i(t)}$ – рост биомассы; k_i – коэффициент поглощения CO_2 [2].

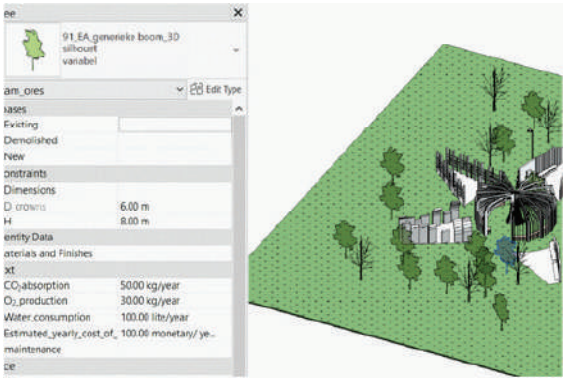


Рисунок*. Пример концепции расширения для Revit для учета экологических факторов (авторская разработка)*

Выводы. Интеграция жизненного цикла растений в ТИМ превращает BIM-модель из статичного 3D-объекта в инструмент 4D–5D-планирования (см. рисунок), позволяющий прогнозировать динамику экосистемных процессов и оценивать долгосрочные экологические эффекты. Такой подход повышает экологическую и экономическую устойчивость городской среды [5]. В перспективе методика открывает возможности интеграции с аналитическими инструментами и алгоритмами оптимизации, включая генеративный дизайн и машинное обучение, для адаптации городских ландшафтов к изменяющимся условиям и потребностям населения.

Литература

1. Гейл Я. Города для людей / пер. с англ. А. Токтонова. М.: Альпина Паблишер, 2012. 276 с.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge, MA: MIT Press, 2016. 800 с.
3. Seresinhe C.I., Preis T., Moat H.S. Using deep learning to quantify the beauty of outdoor places // Royal Society Open Science. 2017. Vol. 4, № 11.
4. Лазарева Э.А. Искусственный интеллект в архитектурном проектировании: от анализа к синтезу // Архитектура и современные информационные технологии. 2022. № 4 (61). С. 78–91.
5. Dubey R., Naik N., Raskar R. What makes a city look beautiful? // Proc. of the 25th Int. Conf. on World Wide Web. Montréal, Canada, 2016. P. 847–856

УДК 711.4:004.8

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОЙ ОЦЕНКИ КОМФОРТНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Исаев Ш.М., Шиндина П.Д.,
Научный руководитель: Занина А.Д.
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия
isaev.list@list.ru, polinafroggy@gmail.com, pavlenko_ad@spbstu.ru

Оценка комфортности городской среды традиционно базируется на нормах и субъективных экспертных мнениях. Однако факторы визуальной сложности и психологического восприятия трудно формализовать. В работе предлагается использовать сверточные нейронные сети (CNN) для предиктивной оценки комфортности.

Повышение качества жизни в городах напрямую связано с созданием комфортной urban-среды. Классические подходы к ее оценке, регламентированные стандартами [1], зачастую не учитывают сложно формализуемые аспекты, такие как визуальная сложность, эстетическое восприятие и психологическое воздействие пространства на человека. Актуальной задачей является разработка инструментов, способных количественно оценивать эти параметры на ранних стадиях проектирования. Современные достижения в области глубокого обучения, в частности архитектуры CNN, показали высокую эффективность в задачах анализа и классификации изображений, в том числе для оценки красоты ландшафтов и городских пейзажей [2, 3]. Целью данного исследования является разработка и апробация методики на основе CNN для предиктивной оценки комфортности городской среды.

В данной работе предложена методика, включающая сбор и подготовку датасета фотографий городских пространств с использованием краудсорсинговых оценок пользователей, нормализацию изображений и аннотирование с экспертными и субъективными оценками визуальной привлекательности и комфорта. Модель обучалась на основе CNN с 5 сверточными и пуллинговыми слоями, с последующей fully-connected классификацией в 3 категории: низкая, средняя и высокая комфортность городской среды.

Экспериментальная проверка, проведенная на более чем 100 000 изображений городских пространств с 1,17 миллиона парных сравнений, показала, что модель достигла точности около 84–86% на тестовом наборе данных, корректно различая субъективно комфортные и дискомфортные зоны [4].

Рисунок. *Общая блок-схема исследования*

Выводы. Предложенная методика (см. рисунок) демонстрирует потенциал глубинного обучения для поддержки проектных решений в урбанистике. Модель CNN позволяет количественно оценивать восприятие комфорта городской среды и оптимизировать проекты без ожидания экспертизы. Перспективы включают расширение базы данных различными ракурсами, спутниковыми снимками и учет временных и сезонных факторов.

Литература

1. Методические рекомендации по разработке норм и правил по благоустройству территорий муниципальных образований. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. М., 2019.
2. Seresinhe, C.I., Preis, T., Moat, H.S. Using deep learning to quantify the beauty of outdoor places // Royal Society Open Science. 2017. Vol. 4, № 11. P. 170170. DOI: 10.1098/rsos.170170.
3. Selvaraju, R.R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D., Batra, D. Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-based Localization // International Journal of Computer Vision. 2020. Vol. 128. P. 336–359. DOI: 10.1007/s11263-019-01228-7.
4. Zhang, F., Salazar-Miranda, A., Duarte, F., Vale, L., Hack, G., Chen, M., Liu, Y., Batty, M., & Ratti, C. Urban Visual Intelligence: Studying Cities with Artificial Intelligence and Street-Level Imagery. Annals of the American Association of Geographers, 2024, 114(9), 1–22. DOI: 10.1080/24694452.2024.2313515.

УДК 004.9+72.026

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА УРАЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ НАЧАЛА XVIII ВЕКА СЕЛА СЛОБОДА

Карабаева Д.И., Новосельцева У.Е.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Захарова Г.Б.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, dia.karabaeva@gmail.com, u.novoseltseva@mail.ru

Современные технологии трехмерной визуализации и виртуальной реконструкции исторических территорий является не только средствами воссозданных утраченных объектов прошлого. Они позволяют проводить комплексный исторический анализ. В начале 2000-х начался новый этап развития 3D-технологий для решения задач сохранения культурного наследия и его репрезентации, идет процесс осмысления и обобщений. Так, в работе [1] предложена классификация виртуальной реконструкции объектов наследия, в [2] показана 3D-визуализация территории археологического объекта с применением геоинформационных технологий, статья [3] представляет различные технологии 3D-моделирования. В настоящее время создано огромное количество моделей, отличающихся назначением, уровнем детализации, масштабом, см. например [4].

Целью проекта, представленного в данной работе, является создание объемно-пространственной модели исторического поселения XVIII в. села Слобода, которое в настоящее время входит в состав городского округа Первоуральск Свердловской области, а ранее располагалось в Чусовской слободе, одном из древнейших селений в окрестностях Екатеринбурга. В 1659 г. здесь была устроена таможенная застава. В Московском архиве хранится перепись 26 дворов того времени. В 1674 г. был построен деревянный острог, эта застава контролировала путь из района Кунгура по р. Сылве, через верховья Чусовой, далее на р. Исеть. К 1680 г. Чусовская слобода была административным центром большой территории, к которой-были приписаны 12 деревень. В начале XVIII в. в селе Слободы нашли руду, и в 1702 г. по указу Петра I в устье р. Утки устроили первую на Чусовой казенную пристань для отправки железных караванов. В связи со снижением торгово-транспортной нагрузки р. Чусовойсело перестало функционировать как таможенная застава, деревянные строения разрушились.

а) б)

Рисунок. *(а) Современный вид села Слобода. Фотоиз открытых источников; (б) Макет острога в Екатеринбургском музее истории и археологии Урала. Фото авторов*

Село расположено на двух берегах излучины реки Чусовой, при впадении в нее реки Утки. Благодаря природным красотам (см. рис. а), имеет высокий туристический потенциал. Задача проекта – реализовать 3D-модель территории, которая будет включать в себя реконструкцию утраченных деревянных и земляных строений, существование которых подтверждается историческими документальными описаниями. Это модели деревянного острога (см. рис. б), деревянной церкви, часовни, пристани рельефа. Исходными данными к проекту являются научные исследования, статьи, архивные сведения, интернет-источники. Для фотореалистичной визуализации будет использован программный продукт D5Render.

В перспективе виртуальная модель может быть привязана к системам AR/VR (виртуальной и дополненной реальности), а также получить развитие в сторону интеграции BIM и GIS технологий для получения цифровой информационной модели с возможностью 3D-печати или ручного макетирования для музейных проектов.

Литература

1. Щучкина Е.Н., Стойчикова Е.Д. Историческая реконструкция методами 3D-моделирования // Актуальные проблемы авиации и космовтики. 2021. Т. 3. С. 966-969.
2. Сайфутдинова Г.М., Яранцева Н.С., Овечкина Л.В. Пространственная 3D-визуализация территории объекта археологического наследия на примере Льяшевского городища // Археология евразийских степей. 2025. №2. 2025. С. 273-283. doi: 10.24852/2587-6112.2025.2.273.282.
3. Захарова Г.Б. Технологии визуализации культурно-исторических объектов // Архитектон: известия вузов. 2018. №4 (64). URL: http://archvuz.ru/2018_4/27.
4. Шубенкова М.Ю. Компьютерное моделирование как средство архитектурно-исторического анализа // AMIT, 2

УДК 004.925

ГИПЕРРЕАЛИСТИЧНАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Колесникова К.В.
Научный руководитель: асс. Велижанин И. А.
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия
kolesnikova.kira2005@mail.ru,Velixanin@mail.ru

Визуализация архитектурных проектов во все времена была востребована заказчиками [1]. Архитектурная визуализация помогает перевести язык двумерных чертежей и схем в опыт пространственного восприятия объекта в среде, подчеркнуть изначальную концепцию.

Во второй половине 2010-х годов началось активное распространение новой ветви цифровой архитектурной визуализации – гиперреализм. Данное направление имитирует комплексное ощущение пространства, но при этом использует такие нехарактерные для реального восприятия черты, как строгая композиция, живописные и фотографические приемы, высокий светотеневой контраст и т.д. [2]. Эмоциональное личное восприятие – главный фокус мира искусства на сегодняшний день, что объясняет востребованность такого подхода в сфере архитектурной визуализации.

Вместе с данными тенденциями современности актуальны вопросы, связанные с искусственным интеллектом (далее – ИИ) в жизни человека, в том числе в профессиональной и творческой сферах. Это обусловлено возможностями экономии ресурсов при отсутствии потерь качества в таких сценариях применения, как предварительная визуализация, перебор архитектурных концепций и т.д. [3]. Поскольку пользователь может столкнуться с ошибками восприятия ИИ архитектурного пространства, геометрии, требуемого запроса, поэтому его внедрение требует осторожности и профессионального контроля [4].

При выполнении архитектурной визуализации при использовании ИИ вероятно столкновение с двумя проблемами – имитацией реального пространства и имитацией эмоционального ощущения. Первая проблема нивелируется с развитием навыков пользователя и улучшением существующих технологий. Но вторая происходит из самой концепции понятия «искусственный интеллект» и недоступности ему чувственного восприятия. Однако базы данных, на которых обучают модели, содержат созданные людьми архитектурные визуализации, кинокадры, фотографии и т.д. В свою очередь человек может наделить их художественной и смысловой ценностью. Способен ли искусственный интеллект сотворить то, что человек воспримет за эмоциональный опыт? Будет ли ИИ эффективнее, быстрее и результативнее, чем среднестатистический архитектор без высокого уровня навыков в 3D-визуализации?

Можно выделить несколько сценариев получения гиперреалистичного архитектурного изображения:

1. Рендер проекта в специализированном программном обеспечении. Позволяет добиться высокой степени реалистичности материалов, освещения и пространства в целом. Требует высоких навыков работы с ПО, мощного технического оборудования и больших временных ресурсов.

2. Постобработка в графическом редакторе. Реалистичный результат при низких навыках работы в ПО для визуализации. Требует временных затрат и навыков работы в другой программе.

3. Использование искусственного интеллекта для постобработки изображения 3D-модели. Наложение базовых материалов и базовое обустройство среды требует минимума времени, навыков и технических ресурсов. Самая трудоемкая и важная для изображения часть работы в данном методе будет передана инструментам на основе ИИ, что позволит увеличить эффективность и уменьшить временные и трудовые затраты.

Для проверки эффективности третьего метода предлагается проведение эксперимента. В ходе исследовательской работы будет создана архитектурная визуализация для студенческого проекта с помощью каждого из описанных способов. Объективный анализ потребует формулировки критериев для оценки результата и описания полученных итогов, которые смогут внести ясность в вопрос о применении искусственного интеллекта для архитектурной визуализации.

Литература

1. Севрюкова Е.С., Семенова Н.В., Султанова Н.П. Современные тенденции архитектурной визуализации // Студент и наука. 2023. № 4(27). С. 4-10.
2. Балтунов И.И. Гиперреализм в новейшей архитектурной визуализации // Архитектура во времени и пространстве-2022: матер. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 28 апреля 2022 г. Минск: БНТУ, 2022. С. 5-7.
3. Колесникова К.В. Использование искусственного интеллекта в области архитектурной визуализации // Архитектура и строительство: традиции и инновации: матер. III Междунар. научн.-тех. конф. студ., магистр. и асп., Гомель, 19 декабря 2024 года. Гомель: Белорусский гос. ун-т транспорта, 2025. С. 123-126.
4. Апрелкова Е.В. Искусственный интеллект в архитектурной визуализации, как инструмент проектирования // Advances in Science and Technology: сб. ст. LXX Междунар. науч.-практ. конф., М., 31 июля 2025 года. М.: ООО «Актуальность.РФ», 2025. С. 152-154.

УДК 699.822+004.9

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПЛОЩАДИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В AUTODESK REVIT

Кондратьев В.А., Шлыков К.О, Зайцев Д.В.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Фомин Н.И.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

vadim.kondratiev@urfu.me, kshlykov.urfu@gmail.com,daniil.zaitsev@urfu.me

В современных условиях точное определение объема материалов является важным критерием качества проектирования зданий и сооружений. Определение площади гидроизолируемой поверхности строительных конструкций подземной части строительного объекта входит в перечень объемов работ, которые достаточно часто определяются неточно. В сложившейся практикеуказанный процесс выполняется вручную на основе данных из моделей Autodesk Revit. Проектировщик либо прибегает к использованию встроенного инструмента Revit «Краска», либо вручную измеряет площадь гидроизолируемой поверхности. Оба варианта определения площади являются достаточно трудоемкими, технологически ненадежными (испытывают влияние человеческого фактора) и требуют значительных трудозатрат, особенно при частых изменениях в проекте [1].

Целью данной работы была разработка плагина для Autodesk Revit – «АРС-ГИЖК» (Программа автоматизированного расчета гидроизоляции железобетонных конструкций), предназначенная для полностью автоматического вычисления площади гидроизолируемых подземных конструкций: фундамента и стен подвала с последующей записью результатов в пользовательские параметры элементов модели.

Программа «АРС-ГИЖК» интегрируется в интерфейс Autodesk Revit в виде дополнительной панели инструментов. Логика работы плагина реализована на языке C# с использованием Revit API[2,3]. После запуска пользователь последовательно выполняет следующие шаги:

1. Выбирает из выпадающих списков заранее созданный в проекте числовой параметр для фундаментной конструкции (плиты) и стен подвала, в который будут записаны результаты расчета.
2. Выбирает в модели фундаментную плиту.
3. Выбирает наружные стены подвала, прилегающие к плите.

После запуска расчета плагина в автоматическом режиме выполняет следующие операции:

- Для *фундаментной плиты*: вычисляет ее общую площадь, вычитает площадь внутреннего контура, образованного стенами подвала (чтобы исключить из расчета зоны внутренних помещений), и прибавляет площадь вертикальных торцевых граней.
- Для *стен подвала*: расчет производится по формуле, учитывающей длину, толщину и высоту стены. Для каждой выбранной стены вычисляется площадь одной боковой поверхности, контактирующей с фундаментной плитой.
- Рассчитанные значения записываются в заданный пользователем параметр соответствующих элементов. Весь процесс выполняется внутри транзакции Revit, обеспечивая целостность данных.

Предложенное решение обладает рядом ключевых преимуществ по сравнению с традиционными методами:

1. *Скорость и эффективность*: время расчета сокращается с десятков минут или часов (при ручном обмере) до нескольких секунд [1].
2. *Точность*: исключаются ошибки, связанные с «человеческим фактором». Расчет основан на точной геометрии модели Revit.
3. *Связность с BIM-моделью*: результаты становятся неотъемлемой частью информационной модели. При любом изменении геометрии конструкций расчет можно мгновенно повторить, обеспечивая актуальность данных на всех стадиях проекта.
4. *Удобство использования*: интуитивно понятный интерфейс не требует от пользователя глубоких знаний программирования или работы с API [2].

Плагин «АРС-ГИЖК» представляет собой законченное программное решение. Его внедрение в практику проектирования позволит существенно оптимизировать трудоемкий процесс подсчета объемов гидроизоляционных работ, повысить точность сметных. Дальнейшее развитие проекта направлено на расширение функционала: добавление расчета гидроизоляции для других типов фундаментов.

Литература

1. Меркушев К. А. Самообучающаяся нейросетевая система оптимизации архитектурных решений – плагин для Revit 2025, использующий BIM-данные и эксплуатационную обратную связь для генерации улучшенных планировок // Архитектура, градостроительство и дизайн. 2025. № 2(44). С. 53-59.
2. Divin N. V. BIMbyusingRevitAPIandDynamo. Areview// AlfaBuild. 2020.No. 2(14). P. 1404.
3. Есаулова А.А., Перепелица Ф. А. Сравнительный анализ языков программирования для систем автоматизированного проектирования // Современное образование: традиции и инновации. 2017. № 1. С. 193–196.

УДК 721.021.23, 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОДУЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Кульминская А.А.
Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Захарова Г.Б.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, 40alesha1@gmail.com

На сегодняшний день префабрикация и модульная архитектура являются перспективными направлениями в строительстве. Наибольшее развитие модульная архитектура получила в проектировании промышленных зданий, гостиничных комплексов, жилых домов средней этажности иных объектов, где важна скорость возведения и типизация (см. рисунок). К примеру, в условиях пандемии благодаря некапитальному строительству удалось оперативно решить проблему нехватки медицинских учреждений [1]. Создание модулей позволяет обеспечить экологичность, гибкость, универсальность и мобильность зданий [2].

а) б) в)

Рисунок. *а) молочный модульный цех, б) модульный отель в Геленджике, в) возведение модульного жилого дома производства «Выбор-ОБД». Фото из открытых источников*

Помимо преимуществ в модульном проектировании возникают проблемы, связанные с изменением нормативов в проектировании, возникновением расчетных ошибок, трудоемкостью ведения проектной документации [3]. Применение BIM-технологий помогает преодолеть подобные ошибки. Создание цифровой информационной модели упрощает процесс проектирования, сокращается время на разработку проектной документации. Модель BIM на ранних этапах позволяет сформировать эффективный алгоритм работы над проектом с учетом различных характеристик. Проще вывести и соблюсти модульность, определить целесообразность применения префаб-технологий. Работа с заказчиком более формализована, можно на начальном этапе визуализировать и согласовать проект [4].

В последние несколько лет на разных этапах проектирования стал использоваться искусственный интеллект (ИИ). К примеру, нейросеть VIJU [5] внедряется в проектирование ГК «Самолет», что позволило компании за полтора года повысить производительность труда на 60% [6]. Нейросеть применяется для мониторинга бизнес-процессов в архитектуре, что позволяет осуществлять координацию различных процессов, планирование, постоянный контроль, отслеживание технического состояния профессионального оборудования. Доступ к камерам и датчикам система предоставляет свободно, своевременно сообщает об аварийных случаях, позволяя вести работу непрерывно. Системы компьютерного зрения и видеоаналитики направлены на подробный анализ строительных чертежей с целью устранения ошибок и создание вопросно-ответной базы для проектировщиков. Система анализирует проектные решения предыдущих проектов и предлагает использовать их в новых проектах, где это возможно.

Следует отметить, что применение ИИ показывает высокую эффективность в работе со стандартными моделями и подходами, что применимо к модульному проектированию. ИИ способен выявить модуль и предложить варианты геометрического построения объекта, которые в дальнейшем могут стать полноценной информационной моделью. В модульном проектировании ИИ является потенциальном инструментом, дополняющим BIM-моделирование.

Литература

1. Иванова А.Д. Области применения модульной технологии строительства // Символ науки. 2024. №5. С. 98–104.
2. Клевцова К.С. Инновационное модульное строительство // Молодой ученый. 2017. № 3 (137). С. 103–105.
3. Поняев А.Н., Дворников Ю.Я., Абрамова Д.О. Проблемы проектирования в строительстве, их решение// Техника. Технологии. Инженерия. 2019. № 3 (13). С. 13–17.
4. Рыбакова А.О. Оценка эффективности проектирования на основе модульных элементов максимальной готовности // Строительство. Наука и образование. 2022. №12. С.137–150.
5. VIJU – Нейросеть для вашего бизнеса. URL: https://v1ju.ru/
6. BIG DATA & AI 2023: Будни искусственного интеллекта. URL: https://www.osp.ru/articles/2023/0502/13057107

УДК 711.4:502/504:620.9

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ МИКРОРАЙОНОВ: ЗЕЛЕНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Курбанова М.Б.

Научный руководитель: канд. архитектуры, и.о. проф. Дробченко Н.В.

Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени Мирзо Улугбека, Самарканд, Узбекистан, mehrangizkurbanova@gmail.com

Современная урбанизация в Узбекистане сопровождается интенсивным ростом городов, что приводит к сокращению естественных зеленых территорий и усугублению экологических проблем. Особенно остро стоит вопрос о создании комфортной и устойчивой городской среды в условиях резко континентального климата, характеризующегося высокими летними температурами, низким количеством осадков и ограниченными водными ресурсами. Наряду с этим, рост плотности застройки и дефицит общественных зеленых пространств усиливают тепловую нагрузку на население и снижают качество жизни горожан.

Целью данного исследования является разработка стратегий экологической модернизации микрорайонов, направленных на адаптацию городской среды к изменяющимся климатическим условиям. Предложенные решения включают внедрение систем сбора и повторного использования дождевой воды на основе подземных резервуаров и биофильтрационных участков, применение засухоустойчивых растений тамарикса кустарникового (*Tamarixhispida*), арчи туркестанской (*Juniperusturkestanica*), овсяницы валисской (*Festucavalesiaca*), карагача (*Ulmuspumila*), а также использование водопроницаемых и энергоэффективных материалов благоустройства (пористый бетон, композитные покрытия, базальтовый щебень).

Важным направлением модернизации является проектирование зеленой инфраструктуры как целостной системы, включающей не только озелененные дворы, но и линейные зеленые коридоры, дождевые сады, зеленые крыши и вертикальные насаждения. Такие решения способствуют улучшению воздухообмена, регулированию водного баланса, а также повышению биоразнообразия в городской среде. Использование местных и адаптированных видов растений снижает потребность в поливе и уходе, повышая устойчивость зеленых зон к климатическим стрессам.

Комплексный подход, предложенный в работе, объединяет три взаимосвязанных компонента:

1. Экологический – направленный на повышение адаптивности озелененных пространств, восстановление естественного водооборота и снижение уровня загрязнения воздуха.
2. Технологический – включающий внедрение зеленых и водосберегающих технологий, использование энергоэффективных систем освещения и оборудования, оптимизацию инженерных коммуникаций.
3. Социальный – предусматривающий вовлечение жителей в процесс благоустройства, создание инклюзивных, безопасных и тенистых зон отдыха, повышение экологической культуры населения.

Особое внимание уделено энергосбережению в процессе благоустройства микрорайонов. Применение светодиодных систем с интеллектуальным управлением, а также использование альтернативных источников энергии (солнечных панелей для уличного освещения, насосов и систем капельного орошения) позволяет снизить эксплуатационные затраты и углеродный след. В результате проведенного анализа предложена модель «экологического микрорайона», основанная на принципах цикличности и ресурсосбережения. В рамках данной модели создаются взаимосвязанные функциональные зоны – зеленые дворы, теневые аллеи, площадки для сбора дождевой воды и фитофильтрации, что позволяет интегрировать природные процессы в городскую ткань.

Новизна исследования заключается в интеграции природно-климатических, инженерных и социальных факторов в единую модель проектирования устойчивых микрорайонов Узбекистана. Практическая реализация предложенных решений способствует формированию адаптивной и энергоэффективной городской среды, соответствующей принципам устойчивого развития и национальной стратегии «Узбекистан–2030».

Результаты исследования могут быть использованы при разработке градостроительных проектов, программ реконструкции старых микрорайонов, а также в практике муниципального управления для реализации концепций «умного» и экологически сбалансированного города.

Литература

1. Rasa, A. K. Integration of green infrastructure in urban planning for sustainable development: lessons from Tashkent // Science and Education. 2023. No. 4(119). P. 112–120.
2. FAO. Drought-tolerant plants for arid regions of Central Asia. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. 145 p.
3. ICBA. Halophyte-based solutions for sustainable land management in Uzbekistan. Dubai: International Center for Biosaline Agriculture, 2021. 98 p.
4. UNECE. Environmental Performance Reviews: Uzbekistan. New York; Geneva: United Nations Economic Commission for Europe, 2020. 254 p.
5. OliyMajlis of the Republic of Uzbekistan. National Strategy for Sustainable Development 2030. Tashkent, 2021. 67 p.

УДК 699.822

USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN CONSTRUCTION

Lewei Wang, Jinhong Gu
Supervisor: Technical Sciences, Associate Professor Fomin N.I.
Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia
Levei.Van@urfu.me,Tszinkhun.Gu@urfu.me

In recent years, unmanned aerial vehicles (UAVs) have exhibited vast potential in civil-engineering applications owing to their small size, light weight, high maneuverability, and operational flexibility [1]. UAVs are increasingly prominent in surveying, mapping, and remote-sensing tasks within civil engineering [2]. UAV-based visual displacement measurement overcomes the spatial constraints of fixed sensors and is particularly advantageous for vibration-characteristic analysis of long-span bridges and super-tall buildings [3]. Compared with manual visual inspection, UAV missions can be completed more than five times faster, eliminate the hazards of working at height, and reduce single-inspection costs by roughly 60 %, thereby markedly enhancing timeliness and reliability [4,5]. Owing to their superior image resolution, precise real-time sensing, and efficient workflows, UAVs are finding ever-broader application in the civil structures. According to surveys, the distribution of UAV applications in civil engineering is illustrated in Figure.

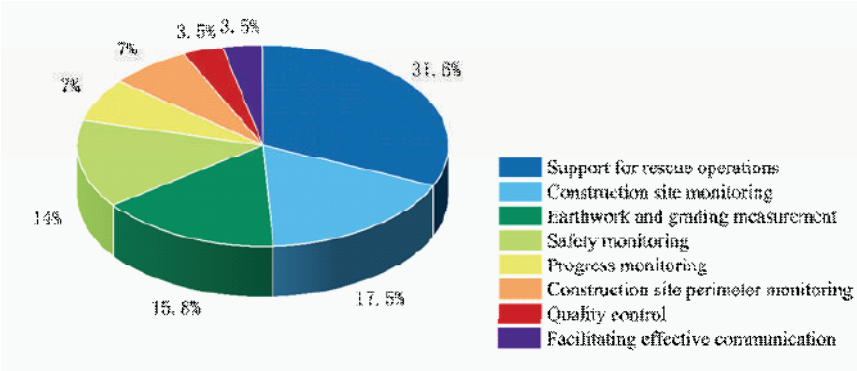


Figure. *Application of drones in civil engineering*

In this article, these drones refer to civilian drones. In civil engineering, they are commonly used for measurement and modeling, inspection and monitoring, material transportation, construction coordination, and environmental monitoring. Based on their platform configuration, drones can be broadly divided into five categories: multi-rotor drones, fixed-wing drones, vertical take-off and landing hybrid drones, tethered drones, and biomimetic drones. Multi-rotor drones are used for construction inspections, crack detection, safety monitoring, short-distance material transportation, and indoor structure scanning. Fixed-wing drones are used for topographic mapping of large-scale infrastructure projects, earthwork volume calculations in mining areas, and ecological red line surveys. Hybrid VTOL drones can be used for medium- and long-distance construction material transportation, linear engineering surveying, and emergency response. Tethered drones can be used for continuous dust monitoring on construction sites, real-time monitoring of high-rise construction, and security for large-scale events. Bionic drones can be used for confined space inspections, concealed engineering inspections, and protective scanning of historic buildings.

Reference

1. Zhou J., He L., Luo H. Real-Time Positioning Method for UAVs in Complex Structural Health Monitoring Scenarios: 3 // Drones. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2023. T. 7, № 3. C. 212.
2. Commercial Drone Market Size, Share | Global Forecast [2032]
3. Han Y., Wu G., Feng D. Vision-based displacement measurement using an unmanned aerial vehicle // Structural Control and Health Monitoring. Wiley Online Library, 2022. T. 29, № 10. C. e3025.
4. Zhao S. идр. Structural health monitoring and inspection of dams based on UAV photogrammetry with image 3D reconstruction // Automation in Construction. 2021. T. 130. C. 103832.
5. Karluklu D. идр. Enhanced image processing and storage for defect evaluation in BIM of inspected steel bridges // Discover Civil Engineering. Springer, 2025. T. 2, № 1. C. 1–21.

УДК 692:004.9

CARBON EMISSION ASSESSMENT OF LOW-RISE BUILDINGS IN CHINA

Li Minhao, Lyu Yuelong, Yuan Fengming
Academic Supervisor: PhD, Associate Professor Fomin N.I.
Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia
Minkhao.Li@urfu.me, ni.fomin@urfu.ru,yuelonglyu@qq.com, Fenmin.luan@urfu.me

Carbon emission control during the construction phase of low- and mid-rise residential buildings is crucial for reducing emissions in the building sector [1]. The selection of structural systems directly affects the quantity of core building materials, making it a key factor in controlling embodied carbon emissions [2]. However, systematic comparative studies on carbon emissions and economic performance among commonly used load-bearing systems under equivalent safety standards remain limited [3].

This study focuses on a typical four-story residential building. A parametric model was developed using Revit to construct three load-bearing systems: Columns, Pylons, and Shear Walls. Structural analysis and safety verification were conducted using Engineering management software developed in China(PKPM), with precise data collected on concrete and steel reinforcement consumption. Based on the carbon emission factor method outlined in the «Standard for Calculation of Building Carbon Emission» (GB/T 51366-2019), total embodied carbon emissions across material production, transportation, and on-site construction phases were calculated for each system. Additionally, construction costs were estimated based on bill quantities and market prices.

Results indicate that Pilons exhibit the best overall performance. Embodied carbon emissions are reduced by 16.2% compared to Columns and by 39.2% compared to Walls. Construction costs are reduced by 23.0% compared to Columns and by 40.9% compared to Walls. This advantage primarily stems from the significant reduction in high-carbon-emission building materials while maintaining structural safety. Material production accounts for the majority of embodied carbon emissions, with variations in this stage largely determining the overall emission pattern. This study provides a quantitative decision-making basis for selecting low-carbon and cost-effective structural systems during the design phase of low- and mid-rise residential buildings.

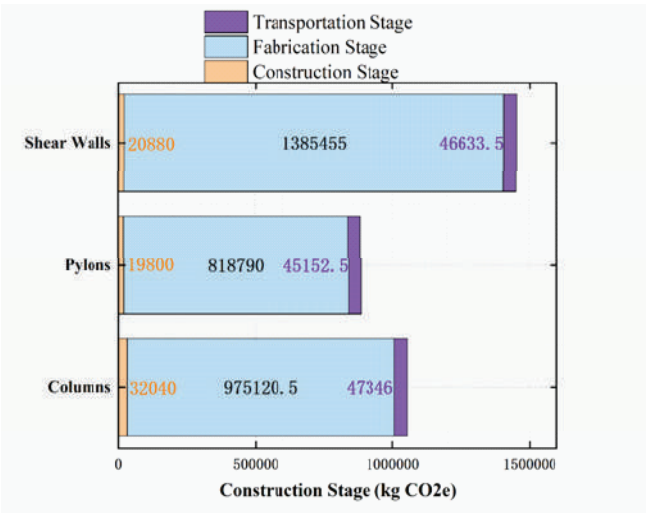


Figure. *Carbon emissions during the construction stage*
[Data source: obtained through field research]

Literature

1. Foong A., Svintsov S., Seydewitz T., Holsten A., Reck B.K., A Global Spatialized Approach to Estimate Residential Building Floor Area and Material Stocks. Resources, Conservation and Recycling2025, 221, 108398, doi:10.1016/j.resconrec.2025.108398.https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344925002769.
2. Fang Z., Yan. J., Lu Q., Chen L., Yang P., Tang J., Jiang F., Broyd T., Hong J. A Systematic Literature Review of Carbon Footprint Decision-Making Approaches for Infrastructure and Building Projects. Applied Energy2023, 335, 120768, doi:10.1016/j.apenergy.2023.120768.https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261923001320.
3. Gan V.J.L., Wong C.L.,Tse K.T., Cheng J.C.P., Lo I.M.C., Chan C.M. Parametric Modelling and Evolutionary Optimization for Cost-Optimal and Low-Carbon Design of High-Rise Reinforced Concrete Buildings. Advanced Engineering Informatics2019, 42, 100962, doi:10.1016/j.aei.2019.100962.https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034618306475.

УДК 004.8:687.016

СПЕЦИФИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЫ В СТИЛЕ ИССЕЯ МИЯКЕ

Лобанова Н.А.

Научный руководитель: канд. филол. наук, доц. Кондакова Ю.В.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С.Алфёрова, Екатеринбург, Россия

loban-natasha2014@yandex.ru, jkondakova@yandex.ru

Развитие искусственного интеллекта (ИИ) открыло новые возможности в дизайне одежды для формирования креативных концепций. Одной из востребованных стратегий является генерация образов и промптов к ним с целью формирования концепций коллекции, которая затем может быть реализована через ручную или компьютерную разработку паттернов и прототипов. В данной работе акцент сделан на сравнении четырех популярных инструментов ИИ (Midjourney, Шедеврум, FLUX, Stable Diffusion – см. таблицу) их способности создать коллекцию женской одежды в количестве пяти изделий в стиле дизайнера Иссея Мияке, используя технику плоский крой, геометрическую форму и трансформацию материалов. В рамках настоящей статьи принципы Иссея Мияке рассматриваются как источник идей для концептуального дизайна, но без копирования конкретных элементов, характерных для этого дизайнера.

Таблица

ИИ	Плюсы	Минусы
Midjourney [1] (рис. 1)	Высокое качество визуализаций и стильная эстетика. Хорошая способность к созданию многослойной геометрии и складок. Многовариантность образов и картинок с одного промпта	Контроль конкретных технических характеристик кроя (например, точные панельные схемы) ограничен по умолчанию, требует просмотра и доработки вручную
Шедеврум [2] (рис. 2)	Быстрое получение визуальных концептов без необходимости углубляться в технические детали. Удобный веб-интерфейс, хорошая скорость генерации, поддержка русского языка	Возможна ограниченность в детальности и специфике формы по сравнению с более гибкими системами ИИ. Однотипность моделей по визуальной оценке кроя изделий. Подходит для начального этапа генерации идей и концепций
FLUX [3] (рис. 3)	Хорошие возможности генерации изображений с детализацией форм, текстур и композиции. Интеграция с промптами позволяет задавать параметры цвета и линий	Иногда возникают нечеткости в сложных геометрических формах, которые требуют дополнительной коррекции. Однообразность образов, не в полной мере передают концептуальные направления коллекции Мияке
Stable Diffusion [4] (рис. 4)	Хорошая вариативность, возможность интеграции со сторонними инструментами для конвертации в технические задания. Открытость и независимость от облачных сервисов	Искажение конкретных технических характеристик кроя и обработки узлов. В некоторых случаях качество изображения зависит от качества промптов и параметров, что требует итеративной доработки

Рис.1. *Midjourney*

Рис.2. *Шедеврум*

Рис.3. *FLUX*

Рис.4. *Stable Diffusion*

Настоящая работа продемонстрировала, что четыре популярных инструмента искусственного интеллекта могут быть использованы на этапе формирования концепции с целью сокращения времени разработки визуализации коллекции женской одежды, ориентированной на принципы плоского кроя и геометрии, с учетом контроля конкретных технических характеристик кроя во избежание искажения его специфики.

Литература

1. Нейросеть (искусственный интеллект) для создания изображений Midjourney. URL: http://midjourney.com
2. Нейросеть для создания картинок Шедеврум. URL: https://shedevrum.ai
3. Генератор изображений на основе ИИ Flux. URL: https://flux1.ai/ru
4. Модель генеративного искусственного интеллекта Stable Diffusion. URL: https://stablediffusionweb.com/ru

УДК69, 004.9

СТРАТЕГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОШИБОК В ПАТЕНТНЫХ ТЕКСТАХ СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Лю Чун

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Фомин Н.И.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, Chun.Lu@urfu.me

В последние годы патентная деятельность в строительной отрасли претерпевает интенсивную цифровую трансформацию. Увеличение объема заявок и усложнение технологических решений требуют новых подходов к контролю качества патентных материалов. Ошибки, возникающие при составлении текстов – в терминологии, структуре описания, логике функциональных связей и соотношении с иллюстрациями – существенно снижают юридическую силу документа и вызывают затруднения при проведении экспертизы. Традиционные методы проверки основаны на экспертной оценке и не обеспечивают необходимой скорости и объективности анализа [1]. В этих условиях особую актуальность приобретает применение инструментов искусственного интеллекта для автоматизации процессов обнаружения ошибок и оптимизации патентной экспертизы.

Предложенная в работе стратегия базируется на идее интеграции языковых моделей в процесс интеллектуального анализа патентных текстов. Для этого был создан специализированный корпус из 100 строительных патентов, включающих текстовые описания и изображения. В каждый документ были намеренно внедрены четыре типа типичных ошибок: (1) терминологические ошибки, возникающие при несогласованном использовании технических понятий; (2) несоответствие текста и изображения, отражающее противоречия между формулой изобретения и иллюстрациями; (3) конструктивно-функциональные конфликты, заключающиеся в логической несовместимости описаний элементов; (4) избыточные канцеляризмы, то есть повторяющиеся выражения, не несущие инженерного смысла. Такой подход позволил воспроизвести реальные дефекты патентных текстов и создать репрезентативную выборку для дообучения искусственного интеллекта [2].

После предварительной обработки и сегментации корпуса была выполнена адаптация модели с использованием метода низкоранговой аппроксимации (LoRA). Этот метод позволяет выполнять дополнительное обучение модели, изменяя лишь небольшое количество параметров без изменения основной архитектуры, что существенно снижает вычислительные затраты и делает возможным локальное развертывание системы на обычных персональных компьютерах. В процессе эксперимента проводилось сравнение исходной и адаптированной версий модели, а также анализ точности классификации для различных типов ошибок.

Результаты показали, что применение предложенной стратегии обеспечивает устойчивые показатели качества: Precision – 85,2 %, Recall – 81,8 %, F1 – 83,5 %. Данные метрики отражают точность, полноту и их гармоническое среднее, что позволяет объективно оценить эффективность модели. Наиболее высокие значения наблюдаются при выявлении терминологических ошибок и избыточных канцеляризмов (F1 = 86,8 %), несколько ниже – для несоответствия текста и изображения (F1 = 82,2 %), а наибольшие сложности возникают при распознавании конструктивно-функциональных конфликтов (F1 = 78,1 %). Достигнутые результаты демонстрируют, что компактные языковые модели при целевой адаптации способны обеспечивать эффективность, сопоставимую с крупными архитектурами, но при значительно меньших ресурсных требованиях [3].

Разработанная стратегия открывает новые перспективы для применения искусственного интеллекта в области строительной патентной экспертизы. Она может быть использована как инструмент интеллектуальной поддержки экспертов, автоматической предварительной проверки заявок и обучения специалистов в сфере патентного анализа. Дальнейшее развитие работы связано с увеличением корпуса до нескольких тысяч документов, интеграцией визуального анализа чертежей и созданием мультимодальных систем, способных объединять текстовые и графические данные в едином контексте [4].

Литература

1. Петрухин А.Б. Развитие технологий искусственного интеллекта в строительстве // Вестник Поволжского государственного технологического университета. 2024. № 2(30). С. 67–77. DOI: 10.25686/2542-114X.2024.2.67.
2. Перепечко Л.Н., Цукерблат Д.М. Прогнозирование научно-технического развития на основе патентной информации // Информационное общество. 2020. №4. С. 63–79.
3. Москвичев М.А. Цифровая трансформация строительных организаций // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. № 13. С. 294–304. DOI: 10.34670/AR.2023.90.59.067.
4. Степанов А.В. Цифровизация строительной отрасли: перспективы и вызовы // Технические науки. Строительство. 2024. Т.14. № 2. С. 356–366.DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-356-366.

УДК 728.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В МНОГОЭТАЖНОМ ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РОССИИ

Мельникова К.А.
Научный руководитель: д-р культурологии, доц. Панкина М.В.
Уральский федеральный университет имени первого Президента Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия
melnikovalexxxxxx@gmail.com

В последние годы в России и за рубежом наблюдается рост интереса к применению древесины в многоэтажном жилищном строительстве. Основными причинами являются высокая энергоэффективность деревянных конструкций, экологичность, низкий углеродный след и использование возобновляемых ресурсов [1]. Дерево является возобновляемым ресурсом и при ответственном лесопользовании способствует снижению углеродного следа. Использование перекрестно-клеёной древесины (CLT, Cross-Laminated Timber) и клееного ламинированного бруса (glulam, Glued Laminated Timber) позволяет уменьшить выбросы CO_2 на 25–40% по сравнению с железобетонными зданиями [2]. Кроме того, древесина обладает способностью к углеродной секвестрации, что делает ее особенно актуальной в условиях декарбонизации экономики.

Сегодня в мире активно применяются технологии CLT (кросс-ламинированная древесина) и LVL (ламелированный брус), позволяющие возводить здания средней и даже большой этажности. В Швеции реализован культурный центр в Skellefteå высотой 20 этажей, в Вене построен небоскреб HoHoVienna, а жилой комплекс Waterfront стал примером модульного проектирования с минимальными отходами производства [3–5]. Эти проекты подтверждают, что дерево может конкурировать с бетоном и сталью по прочности, энергоэффективности и долговечности.

Россия обладает значительными лесными запасами и развитым деревообрабатывающим комплексом, что создает предпосылки для широкого внедрения деревянного домостроения. Основные препятствия для развития деревянного многоэтажного строительства в России связаны с нормативными ограничениями (жесткие требования к высоте и пожарной безопасности), высокой стоимостью клееной древесины, нехваткой квалифицированных специалистов и слабой производственной базой [6–7]. Первые шаги в этой области уже сделаны. В Архангельске реализуются пилотные проекты жилых комплексов на основе CLT-технологий. В Вологодской области построен жилой комплекс «Соколики», включающий 64 квартиры и отмеченный премией Green Property Awards 2024 [8]. В Московской области возведен офисный центр Good Wood Plaza, высотой почти 20 м. Эти примеры демонстрируют адаптацию мирового опыта к российским условиям. Прогнозы показывают, что к 2030 г. доля деревянного домостроения в России может достичь 20% от общего объема жилищного строительства. Особенно перспективным направлением является использование многоэтажных деревянных домов в программах реновации городских территорий. Легкость и скорость возведения, энергоэффективность и экологичность делают такие здания востребованными в условиях обновления устаревшего жилого фонда.

Деревянное многоэтажное домостроение сочетает в себе инновационные технологии, устойчивость и архитектурную выразительность. Несмотря на существующие нормативные и экономические ограничения, его развитие в России представляется перспективным. Включение деревянных комплексов в процессы реконструкции городских территорий позволит не только повысить качество жилья, но и приблизить реализацию концепции «устойчивого города».

Литература

1. Гранева А.В., Свириденко А.М. Перспективы и преимущества возведения многоэтажных деревянных зданий // Инженерный Вестник Дона. 2024. №4. С.112-124. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-preimuschestva-vozvedeniya-mnogoetazhnyh-derevyannyh-zdaniy/viewer.
2. Вредные стройки: как создавать новое с максимальным ущербом для будущего. URL: https://realty.rbc.ru/news/63fda12b9a7947c9829830f7?from=copy.
3. Skellefteå Cultural Center / White Arkitekter. URL: https://www.archdaily.com/789146/white-arkitekter-designs-nordic-regions-tallest-timber-building-for-skelleftea-cultural-center.
4. В Вене построили деревянный небоскреб.HoHoWien. URL: https://realty.rbc.ru/news/5d7a409c9a794733db5c81f1?from=copyhttps://realty.rbc.ru/news/5d7a409c9a794733db5c81f1.
5. Дерево в современной архитектуре. URL: https://archi.ru/world/63312/derevyannyi-bereg
6. СП 452.1325800.2019 «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования».
7. Минусы дома из клееного бруса: о чем молчат маркетологи. URL: https://www.gwd.ru/technology/poleznaya-informatsiya/minusy_doma_iz_kleenogo_brusa_o_chem_molchat_marketologi/.
8. Жилой комплекс «Соколики», построенный из CLT-панелей, стал победителем премии GreenPropertyAwards 2024. URL: https://news.mondiara.com/categories/7/posts/80301.

УДК 69.001.5

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ – ШАГ К ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ БУДУЩЕГО

Молчанова Ю.Г., Харций О.А., Ходжакурбанов И.М.
Научные руководители: канд.тех.наук, доц. Грицук И.И., Анисимов А.А.
Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия
1132226216@rudn.ru,1132222470@rudn.ru, 1032225097@rudn.ru, anisimov_aa@rudn.ru, gritsuk-ii@rudn.ru

Современные строительные технологии стремительно развиваются и активно внедряются в практику проектирования и возведения объектов. Одним из наиболее перспективных направлений последних лет являются аддитивные технологии (3D-печать), основанные на послойном формировании конструкций по цифровой модели. Подобные установки уже применяются в различных отраслях, однако особый интерес вызывает их использование в строительстве. Применение 3D-принтеров позволяет возводить как отдельные архитектурные элементы, так и полноразмерные здания, обеспечивая высокую точность геометрии [1], сокращение трудозатрат и снижение объемов строительных отходов.

Цель данной статьи – проанализировать возможности и ограничения 3D-печати в строительстве с учетом ее экологического потенциала, включая использование материалов, снижение объемаотходов, особенно актуальные для условий плотной застройки, а также обозначить перспективы дальнейшего развития технологии. Кроме того, рассматриваются реальные примеры применения 3D-печати в строительстве за рубежом и в России.

Современное строительство оказывает значительное воздействие на окружающую среду: оно потребляет огромные объемы ресурсов и остается одним из крупнейших источников выбросов CO_2 [2], особенно за счет производства цемента. На этом фоне технология 3D-печати зданий рассматривается как перспективное направление, способное изменить экологический баланс отрасли.

С точки зрения экологии технология имеет ряд преимуществ:

- сокращение строительных отходов благодаря точному дозированию материалов;
- возможность применения переработанных и альтернативных смесей (например, золы или шлаков);
- оптимизация использования ресурсов и сокращение логистических затрат;
- применение биоразлагаемых материалов (полигидроксиалканоаты), которые производятся бактериями из сахаров и растительных масел.

Однако 3D-печать нельзя назвать полностью «зеленой технологией». Во-первых, процесс требует значительных энергозатрат. Во-вторых, цемент – основной компонент смесей – остается материалом с высоким углеродным следом.

Уже существуют примеры напечатанных жилых домов, социальных объектов и малых архитектурных форм. Первый жилой дом в России, построенный с помощью 3D-принтера, возведен в Ступино в 2017 году. Здание площадью 36,8 м^2 с двумя комнатами было напечатано за 204 часа [4], а в Нидерландах в 2019 году был построен первый жилой дом с использованием 3D-печати в рамках проекта Project Milestone в городе Эйндховен [4]. Дом площадью около 94 м^2 состоит из трёх комнат и полностью напечатан из бетона с применением роботизированного оборудования.

Аддитивные технологии (3D-печать) все активнее применяются в студенческих проектах, выполняемых на кафедре технологий строительства и конструкционных материалов инженерной академии РУДН. Таким образом, 3D-печать становится важным инструментом в строительстве, позволяя создавать экспериментальные конструкции, отрабатывать инновационные материалы и формировать у студентов практические навыки работы с современными технологиями.

3D-печать зданий действительно открывает путь к более устойчивому строительству, но ее экологический потенциал напрямую зависит от используемых материалов и источников энергии. В будущем именно развитие «зеленых» вяжущих определит, насколько эта технология станет по-настоящему экологичной.

Литература

1. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калошина С.В. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития // Вестник ПНИПУ строительство и архитектура, 2017. Т.8. №1. С.90–91.
2. Nyamekye P., Lakshmanan R., Tepponen V., Westman S. Sustainability aspects of additive manufacturing: leveraging resource efficiency via product design optimization and laser powder bed fusion // Heliyon, 2024. 10(1): e23152.
3. Абаева А.В. Инновационные технологии строительства зданий и сооружений: 3D-печать // Столыпинский вестник,2022.№6. С. 3293–3299.
4. Заселен первый 3D-печатный дом проекта Milestone. URL: https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/zaselen-pervyi-3d-pecatnyi-dom-proekta-milestone?ysclid=mff3ol3nry381843993

УДК 62-503.5

УМНЫЙ ДОМ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДОМАШНЕЙ СРЕДЫ

Муслимов С.А., Демченко М.Н., Пирожкова Е.А.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Мальцева И.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия, muslimov.serg@yandex.ru, overmaksimka@gmail.com, e.a.pirozhkova@urfu.me, i.n.maltceva@urfu.ru

Информационные технологии стремительно развиваются во всех сферах, включая строительство. Подход к проектированию и возведению зданий претерпевает значительные изменения. Среди жильцов многоквартирных домов набирает популярность система «умный дом» – автоматизированная среда, объединяющая бытовую технику, освещение, устройства климат-контроля и прочие элементы жилища. Тем не менее, широкое распространение данной технологии сталкивается с рядом проблем, которые пока остаются нерешенными для большинства пользователей [1].

Исследование посвящено анализу основных трудностей, возникающих при внедрении технологий «умного дома». Основная цель работы — выявление главных препятствий, тормозящих широкое распространение этих решений. Практическое значение проведенного анализа заключается в возможности обобщения существующих проблем и разработки путей их преодоления. Полученные выводы представляют интерес для компаний-застройщиков, производителей оборудования и программного обеспечения для «умных домов», а также государственных структур, занимающихся формированием законодательной базы в области цифровой трансформации жилой инфраструктуры.

Основными приборами выступают датчики и сенсоры, собирающие информацию и передающие ее в центральный аппарат. Ключевым компонентом системы является искусственный интеллект, принимающий поступившие данные, анализирующий их и принимающий оптимальные решения. Для бесперебойной работы и возможности дистанционного управления критически важно наличие стабильного интернет-подключения. Пользователь получает ряд существенных преимуществ, включая возможность контроля большинства процессов прямо со своего смартфона [2]. Однако при очевидных преимуществах подобных технологий на пути их массового внедрения возникает множество препятствий. Прежде всего, это высокая стоимость оборудования и установки. Дополнительные расходы связаны с монтажом, интеграцией устройств и их последующим обслуживанием. Не менее важной проблемой является безопасность данных и конфиденциальность [3].

Данная технология может стать базовым набором жилья класса «эконом». Однако для масштабирования и обеспечения ее доступности необходимо выполнение, как минимум четырех условий.

1. Требуется разработка единых технических стандартов и протоколов взаимодействия устройств различных производителей. Это позволит обеспечить совместимость оборудования и упростить процесс интеграции.
2. Необходимо снижение стоимости систем за счет локализации производства и внедрения модульного принципа.
3. Особое внимание должно быть уделено вопросам кибербезопасности. Необходима разработка национальных нормативов защиты персональных данных в «умном доме».
4. Также требуется повышение уровня цифровой грамотности населения.

Таким образом, развитие технологий «умного дома» сопровождается тенденциями к расширению функционала, автономизации систем и их интеграции в единую цифровую среду. Эти процессы отражают общий вектор эволюции информационного общества, где привычные формы жилья постепенно трансформируются в технологически насыщенные пространства. Усиление вычислительных возможностей устройств, повышение уровня автоматизации и кастомизации пользовательского опыта формируют предпосылки для появления нового типа жилой среды. В перспективе «умный дом» перестанет быть лишь набором отдельных цифровых решений и станет неотъемлемым элементом повседневной жизни, задающим новые контуры взаимодействия человека и его жилого пространства.

Литература

1. Шаев Ю.М. Технология «Умного дома» и тенденции трансформации жизненного пространства // философские проблемы информационных технологий и киберпространства. 2020. № 1(17). С. 45–53. DOI: 10.17726/philIT.2020.1.4
2. Михайлов С.С. Основные принципы работы «умного дома» // Вестник науки. 2022. № 8(53). Т.1
3. Залогина А.С. Проблемы «умного дома». Дизайн и технологии современного жилья // Мировая наука. 2024. № 6 (87). DOI: 10.5281/zenodo.13176425

УДК 721.012

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ КИНЕТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Мысляева П.В.

Научный руководитель: м.н.с., ст. преп. Дар В.В.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, tomatoika@mail.ru

Кинетическая архитектура представляет собой инновационное направление в современном строительстве, которое применяет природные источники энергии для создания зданий с динамическими и интерактивными характеристиками. Первое кинетическое сооружение появилось благодаря концепции «жилой машины» Ле Корбюзье в 1925 году, им стала вилла «Подсолнух», запущенная в 1933 году и осуществляющая поворот конструкции вокруг своей оси на 360 градусов вслед за Солнцем [1].

Мобильные элементы конструкций современных кинетических зданий позволяют адаптировать форму и функциональность здания в ответ на изменения внешней среды. Зимой здание становится более компактным, что способствует сохранению тепла. Летом оно трансформируется, увеличивая вентиляцию и освещенность. Конструктивные элементы могут перемещаться ближе или дальше друг от друга, регулируя естественное освещение и приток свежего воздуха в помещение [2]. Использование возобновляемых источников энергии оказывает положительное влияние на экологическую обстановку, так как снижает зависимость от ископаемых ресурсов и уменьшает выбросы углекислого газа.

«Лицо» здания – это его фасады. Именно по этой причине внешняя кинетическая оболочка здания представляет наибольший интерес для архитектора в области широты возможностей для профессиональной реализации. Динамический фасад офисного здания Kiefer Technic Showroom в Австрии вызывает особый интерес и требует детального анализа. Основной каркас здания состоит из кирпичных стен и железобетонных перекрытий с металлическими опорами. Внешняя часть фасада выполнена из алюминиево-стеклянного полотна, элементы которого складываются из перфорированного металла и управляются электрическим приводом. Легкие панели фасада получают энергию от 56 двигателей, что позволяет им регулироваться и управлять естественным освещением, пропуская дневной свет. Регулирование уровня солнечного света в помещении в любое время положительно сказывается на эмоциональном состоянии сотрудников, а внешний облик здания становится менее строгим и более демократичным. Такие световые панели могут быть использованы для офисных зданий, научных учреждений и медицинских организаций.

Хотя фасадная конструкция эффективно поддерживает комфортный внутренний климат в прохладную погоду, она не является полностью экологичной из-за значительного энергопотребления двигателями. Для сохранения функциональность здания и безопасности для окружающей среды, а также для повышения энергоэффективности можно рассмотреть установку автономной энергосистемы. Она используется для кинетических сооружений, например, солнечные панели нового поколения или ветряные генераторы. Однако здание расположено в умеренном климате с переменчивой погодой, и солнечные или ветровые источники не смогут обеспечивать энергией моторы на протяжении всего дня. Для подобных условий существуют решения, такие как умные аккумуляторы, которые позволяют накапливать и использовать выработанную энергию.

В дополнение к генерации энергии с помощью внешних источников, можно эффективно минимизировать энергопотребление внутри здания. Многие современные жилые и офисные здания уже оснащены умными системами, использующими искусственный интеллект. Датчики движения и присутствия фиксируют отсутствие людей и отключают ненужное освещение и оборудование, что экономит ресурсы и продлевает срок службы устройств. Системы также прогнозируют энергопотребление и оптимизируют работу систем отопления и кондиционирования, поэтому их установка уместна и осуществима в нынешних условиях развития технологий. Для сокращения расходов на установку кинетических панелей для новых зданий городской инфраструктуры можно уменьшить их количество, оставив только для помещений с постоянным присутствием людей. Увеличение площади поверхности подвижных панелей, для охвата большего участка окна, также снизит затраты.

Проведя анализ, можно сделать вывод, что технология кинетических панелей, несмотря на наличие как преимуществ, так и недостатков, сохраняет свою актуальность и значимость для объектов архитектуры, ориентированных на длительное пребывание людей. Интеграция возобновляемых источников энергии и аккумуляторных систем позволяет минимизировать экологическое воздействие и значительно повысить энергоэффективность зданий.

Литература

1. Сапрыкина Н.А. Формирование объектов адаптивной архитектуры в контексте кинематической модификации пространства обитания // Architecture and Modern Information Technologies. 2020. №4(53). С. 34–56.
2. Каун Т.А., Долгачев М.В. Кинетическая архитектура: использование естественных источников энергии // Вестник науки. 2024. Т. 2. № 4(73). С. 639–645

УДК 303.442.3

ИСКУССТВО ДАННЫХ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИТИКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИАРХИТЕКТУРНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Осминина А.А.

Научный руководитель: доц. Уморина Ж. Э.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, osmininka15@gmail.com,umorina87@yandex.ru

Современная архитектура все чаще рассматривается как интеграция искусства, науки и технологий. Одним из наиболее значимых аспектов этого процесса является использование аналитики данных для проектирования. Анализ данных помогает оптимизировать процессы, выявлять тенденции и принимать обоснованные решения на основе фактов и цифр. В этой статье мы исследуем, как данные о поведении людей могут влиять на проектирование общественных пространстви архитектурных решений.

Сбор данных происходит через различные источники, такие как: мобильные приложения, с помощью которых пользователи могут предоставлять информацию о своих предпочтениях, социальные сети (анализ упоминаний и отзывов в социальных сетях позволяет понять предпочтения людей), сенсоры и датчики, которые отслеживают и передают данные о движение людей, уровень шума и другие параметры [1].

Анализ собранных данных позволяет выявить паттерны поведения пользователей. Это может включать: определение наиболее популярных маршрутов передвижения, выявление временных пиков посещаемости, понимание предпочтений пользователей в отношении удобств и услуг. Эти данные могут быть использованы для оптимизации планировки общественных пространств:размещение зон отдыха, скамеек, урн и др. Еще одно применение – создание функциональных и адаптивных пространств, которые изменяются в зависимости времени года и предпочтений заказчика.Данные о климатических условиях и потреблении энергии позволят разработать здание, которое минимизирует затраты на отопление, охлаждение и освещение. Для улучшения комфорта могут быть использованы данные о температуре и освещенности при проектировании зон с тенью или освещением.

Одним из ярких примеров успешного применения аналитики в архитектуре является проект «One World Trade Center» (WTC, «Башня Свободы») в Нью-Йорке. При проектировании здания были проведены исследования, связанные с безопасностью и устойчивостью. Аналитика включала в себя оценку возможных угроз и разработку стратегий для минимизации ущерба. Была разработана система «дубль-стен», которая способна выдержать сильные ветра и землетрясения. Одним из ключевых аспектов проектирования WTC стал анализ потока людей. Архитекторы провели исследования о перемещении посетителей по пространству, изучили маршруты, которые люди выбирали при входе, выходе и передвижении внутри Центра. Исходя из данных были спроектированы входные группы таким образом, чтобы минимизировать заторы и обеспечить легкий доступ к основным зонам, таким как магазины, рестораны и зоны отдыха.

При проектировании здания использовались энергосберегающие системы, такие как высокоэффективные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также солнечные панели для обеспечения части энергетических потребностей здания [2]. С помощью аналитических инструментов была разработана система управления энергией, которая предполагала моделирование потоков воздуха, солнечного света и т.д. Система поспособствовала снижению потребления энергии и улучшению эффективности. Анализ пользовательского опыта помог оптимизировать планировку внутренних пространств для комфорта и удобства работников. Применялись GIS-системы для анализа местоположения и планирования, учитывались социальные и экологические факторы. Была разработана система, позволяющая зданию собирать 100% ливневых стоков на месте, где они хранятся в высокоэффективных испарительных градирнях, что максимизирует эффективность использования воды в целом. Собранная вода повторно используется для противопожарной защиты, охлаждения всего здания и для обширных потребностей комплекса в ландшафтном дизайне [3]. Архитекторы считают это здание самым безопасным во всем мире, благодаря аналитическому методу и современным технологиям, которые они использовали в проектировании. Данный подход к возведению здания спустя некоторое время оказал значительное влияние на архитектуру и строительную инженерию.

Таким образом, данные о поведении пользователей становятся ключевыми факторами, влияющими на проектирование, что способствует созданию функциональных и удобных общественных пространств. В будущем необходимо развивать методы сбора и анализа данных и вовлекать людей в проектирование, чтобы создавать архитектурные пространства, отвечающие потребностям общества и улучшающие качество жизни.

Литература

1. Гейл Я. Города для людей. М.: Концерн Крост, 2012. 276 стр.
2. Дюпре Дж. Всемирный торговый центр: биография здания. Little, Brown and Company, 2016. 304 с.
3. Единый Всемирный торговый центр в Нью-Йорке лидирует в области зеленой архитектуры. URL: https://www.thomasnet.com/insights/nyc-s-one-world-trade-center-leads-the-way-in-green-architecture/

УДК 721.01+004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА ЭКОДЕРЕВНИ В НИЖНЕЙ СИНЯЧИХЕ

Пермякова А. А.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Захарова Г. Б.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, Permyakova_sashulya@bk.ru

В начале XXI века в России появляются проекты, являющиеся как глубоким переосмыслением традиционных технологий и форм (например, центр гостеприимства в парке «Кудыкина гора», архитектурное бюро Megabudka 2021 г., URL: https://archi.ru/projects/russia/17367/centr-gostepriimstva-v-parke-kudykina-gora), так и проекты, которые полностью повторяют древнерусскую архитектуру (например, восстановление и приспособление терема в Асташово, URL: https://snob.ru/entry/239228/). Преобладающим направлением становятся ориентация на региональные особенности и идентичность [1].

Разработка проекта экопоселения в Нижней Синячихе проходила в рамках программы «Обучение служением» на конкурсной основе, заказчиком проекта был Нижнесинячихинский музей-заповедник деревянного зодчества и народного искусства имени И. Д. Самойлова. Проектирование начиналось с поиска аналогов деревянного зодчества по Свердловской области и выявления характерных черт для деревянной архитектуры Среднего Урала [2, 3]. После определения объемных и композиционных соотношений будущего комплекса началась работа в ТИМ-программе Renga (рис. 1, 2). Профильные бревна сруба создавались при помощи инструмента «Балка». Были намечены оконные и дверные проемы, внутренние стены, затем были собраны стропильная и самцово-слеговая системы кровли также при помощи инструмента «Балка».

Наличники были выполнены инструментом «Сборка», при этом резьба была создана при помощи инструмента «Балка». Для более сложных элементов (печь в пятистенке, резные причелины в гостевых домах, коньки) была использована программа SketchUp. Методика импорта из SketchUp в Renga следующая: модель SketchUp сохраняется в формате IFC, затем открывается в новом файле Renga, ставится в начало координат, затем сохраняется в формате C3D. Следующий этап – в файле с проектом используется инструмент «Элемент», куда загружается модель формата C3D. Сложные элементы резьбы создавались как напрямую через инструмент «Балка», так и через импорт. После завершения создания 3D-модели были получены все чертежи: планы, разрезы, фасады и взрыв-схемы. Также были созданы экспликации помещений и их площади. Визуализация комплекса была сделана в программе Lumion через импорт из программы Renga в 3D -формате DAE.

Рис. 1. *Модель гостевого дома*

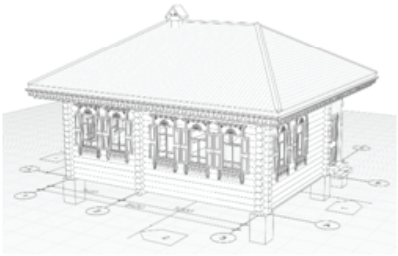


Рис. 2. *Модель пятистенка*

Моделирование уникальных элементов древнерусского зодчества становится удобным при создании библиотек и семейств, которые имеют параметризацию и связи [4]. Таким образом, применение технологий информационного моделирования в сочетании с традиционным знанием помогает сохранить и развивать наследие традиционной архитектуры, адаптируя ее к современным условиям строительства и эксплуатации. Развитие методик проектирования в разных ТИМ-программах позволит создать и расширить библиотеки уникальных элементов.

Литература

1. Мордвов А. А., Седельникова М. П. Упадок и возрождение интереса к традиционному древнерусскому зодчеству в России // Магистерские слушания. 2024. С. 190-192.
2. Долгов А.В. Деревянное зодчество Урала. Екатеринбург: Сократ, 2012. 232 с.
3. Бубнов Е. Н. Русское деревянное зодчество Урала. М.: Стройиздат, 1988. 183 с.
4. Бессонова Н.В. Информационное моделирование уникальных зданий, сооружений и памятников архитектуры // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: матер. V Междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. А.А. Семенова. СПб.: СПбГАСУ, 2022. С. 110–121. DOI: 10.23968/BIMAC.2022.

УДК 004.89:69 : 658.512

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ОТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Пирожкова Е.А., Муслимов С.А., Демченко М.Н.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Мальцева И.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,

Екатеринбург, Россия, e.a.pirozhkova@urfu.me, muslimov.serg@yandex.ru, overmaksimka@gmail.com, i.n.maltceva@urfu.ru

Традиционно решения в строительстве основываются на чертежах и моделях, что осложняет точное восприятие размеров, внешнего вида и функциональности объектов. Это становится причиной ошибок, перерасхода средств и неудовлетворенности итоговым результатом. Недостаточная визуализация также препятствует эффективному взаимодействию профессионалов и инвесторов, усложняя процесс согласования. Повышение информированности заказчиков и застройщиков перед принятием ключевых решений продолжает оставаться актуальной задачей современной строительной отрасли и проектировочной практики.

Цифровая трансформация требует новых подходов к решению вопросов строительства. Один из них – применение виртуальной реальности (VR). Данный прием улучшает восприятие проекта, упрощает оценку условий эксплуатации и снижает вероятность ошибок. VR ускоряет согласование, экономит средства и повышает конкуренцию среди архитекторов и застройщиков, увеличивая удовлетворенность клиентов [1].

Ярким примером положительного влияния от применения VR стала презентация концепции жилого комплекса «Silk Road Residences» в Дубае. Компания DAMAC Properties использовала технологию виртуальной реальности для демонстрации нового элитного жилого комплекса своим клиентам [2]. Заказчики могли лично пройтись по будущим квартирам, ознакомиться с внутренней отделкой, мебелью и расположением комнат, оценить виды из окон и общее пространство жилых зон. Российским примером может служить разработанный в СПбГАСУ комплекс из двух компьютерных программ, позволяющих перенести ТИМ-модель в виртуальную среду с сохранением метаданных. Новый программный комплекс можно использовать для демонстрации моделей зданий широкому кругу лиц, мало знакомых с чертежами и технической документацией. Приложение обладает высокой производительностью и включает в себя опции наглядного отображения элементов отопления и вентиляции, водоснабжения и канализации: программа может визуализировать эти элементы сквозь стены, перекрытия и другие конструкции. Благодаря этому пользователь в виртуальной реальности одновременно видит и объемную архитектуру здания, и как в нем проложены инженерные сети [3].

Отдельно также стоит рассмотреть моделирующий инструментарий компании Trimble Connect, как пример внедрения VR непосредственно на строительную площадку. Trimble представила специальное приложение Virtual Reality for Construction, позволяющее строителям просматривать планы и схемы прямо на месте стройплощадки. Используя гарнитуру VR, рабочие могут визуально оценивать местоположение оборудования, трубопроводов и коммуникаций, заранее выявляя возможные проблемы и предотвращая дорогостоящие исправления. Этот инструмент помогает эффективно управлять проектом, снижая вероятность возникновения непредвиденных проблем.

Кроме того, уже известны примеры применения VR для улучшения одной из важных функций строительства – безопасности. Предлагаем вам ознакомиться с системой предотвращения аварийных ситуаций Skanska VR Safety Training [4]. Строительная компания Skanska разработала систему виртуальной реальности для тренировки сотрудников по технике безопасности. Программа имитирует потенциально опасные ситуации на стройплощадке, позволяя рабочим испытать реакцию организма и сознания на стрессовые условия. Это способствует выработке правильных действий в критических ситуациях и минимизирует количество несчастных случаев.

Таким образом, внедрение технологий виртуальной реальности на стройплощадках позволяет значительно повысить безопасность сотрудников, ускорить обучение персонала и увеличить производительность работ. Например, строительная компания Skanska внедрила VR-систему для обучения сотрудников технике безопасности. С помощью виртуальной реальности работники тренируются реагировать в потенциально опасных ситуациях на стройплощадке, что позволяет выработать правильные действия в критических моментах и существенно снизить риск производственных травм.

Литература

1. Симченко О. Л. и др. Проблемы и перспективы применения технологий виртуальной и дополненной реальности в строительстве // Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденция развития: сб. ст. III Междунар. науч. конф. Петрозаводск, 05 марта 2020. Петрозаводск: Новая Наука. 2020. С. 91–98.
2. DAMAC . URL: https://www.damacproperties.com/ru-ru/
3. Петрова Т. Виртуальная реальность для строителей будущего. URL: https://www.spbgasu.ru/news-and-events/news/virtualnaya-realnost-dlya-stroiteley-budushchego-/
4. Виртуальное обучение, реальные преимущества. URL: https://group.skanska.com/media/articles/virtual-training-real-benefits/

УДК 69:004

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МИКРОСЕРВИСНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ РАБОТЫ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ

Полякова А.С.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Семенов А.А.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия, aliina.04@mail.ru

При выполнении строительных работ требуется программное обеспечение, позволяющее организовать согласованность обмена данными между всеми участниками проекта. В связи с этим актуальным направлением является разработка микросервисного приложения для решения различных задач строительства – сбора и статистического анализа данных с оборудования, информирования рабочих и руководства, планирования работ.

Микросервисный подход к разработке приложений подразумевает под собой разделение программного обеспечения на независимые сервисы. Каждый сервис ориентирован на решение конкретной задачи и формируется вокруг потребностей конкретных подразделений [1]. Подобная архитектура подходит для использования различными группами специалистов, работающих независимо друг от друга.

Данное приложение должно получать запросы на получение или отправку данных от пользователей через веб-интерфейс, после чего направлять их соответствующим сервисам. Для каждой задачи строительства предлагается создание отдельного сервиса, что позволяет масштабировать систему, добавляя в нее новые компоненты при появлении спроса на новую функциональность. Основа взаимодействия между сервисами – протокол gRPC, обеспечивающий высокую производительность и доступность. В микросервисной архитектуре используются брокеры сообщений, такие как Apache Kafka, которые отвечают за асинхронную обработку событий и потоков данных в реальном времени [2]. NoSQL базы данных подходят для хранения больших данных, что необходимо в задачах строительства, где информация может иметь различную и изменяющуюся структуру [3]. Эти технологии позволяют создавать ПО, выдерживающее высокую нагрузку в реальном времени.

Для доставки сообщений об изменениях состояний задач и оповещения участников строительства о произошедших событиях необходим сервис оповещений и уведомлений. Брокеры сообщений собирают потоковые данные из нескольких источников и направляют их группе потребителей с гарантиями доставки сообщений. Данные хранятся в рамках определенных тем, после чего могут использоваться другим сервисом для обработки на следующем этапе или отправляться связанным с темой участникам строительства. Технология брокеров сообщений может использоваться для сбора показаний распределенных датчиков и прочих данных в реальном времени. Строительные работы, в частности, мониторинг показателей оборудования, требуют хранения больших объемов данных, использующихся для аналитики.

Сервис аналитики собирает данные с других сервисов для дальнейшего статистического анализа. С его помощью составляются сводки для отслеживания прогресса по задачам, агрегируются данные с оборудования. Для организации управления строительными объектами – сервис документооборота и управления задачами. Технологии, используемые в микросервисах, дают возможность пакетной загрузки данных от пользователя, что важно при управлении работой бригад, расписаниями, заказами материалов. При помощи сервиса оповещений, данный сервис должен уведомлять о сроках выполнения задач.

Предложенную функциональность можно расширять в зависимости от потребностей проекта. Внедрение ПО с микросервисной архитектурой в сфере строительства позволит повысить эффективность работы всех участников проекта – от главных инженеров до рабочих. Совместная работа микросервисов позволит упростить коммуникацию между различными подразделениями, сократить временные затраты, обеспечить контроль строительных работ.

Литература

1. Шитько А.М. Проектирование микросервисной архитектуры программного обеспечения // Труды БГТУ. Серия 3: Физико-математические науки и информатика. 2017. № 2 (200). С. 122–125.EDN: ZWZZPR.
2. Исаева О.С., Исаев С.В., Кулясов Н.В. Формирование адаптивных рассылок брокера данных интернета вещей //Информационно-управляющие системы. 2022. № 5. С. 23–31.DOI: 10.31799/1684-8853-2022-5-23-31. EDN: VGTSEJ.
3. Мухина Ю.Р. Обзор NoSQL решений управления данными // Управление в современных системах.2013. №1. С. 68–73.EDN: RZMBGX.

УДК 72.01

СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА БАЗЕ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ

Размочкина Е.Н.

Научный руководитель: доц. Миронова Н.С.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, liza.iggi@mail.ru

Искусственный интеллект (ИИ) с каждым днем становится все большей частью нашей жизни [1]. Он применяется во множестве сфер: от помощи при выполнении базовых действий человека до анализа сложной информации и принятия ответственных решений в разных областях науки и техники. Набирает популярность тенденция внедрения ИИ в жизнь города [2], его логистику, энергетику и экологию. В наши дни города сталкиваются с различными проблемами в вышеперечисленных сферах. Потребность в оптимизации использования энергии и повышении безопасности граждан растет постоянно. Именно поэтому внедрение систем интеллектуального освещения, которые бы адаптировались под потребности людей, имеет большие перспективы [3]. Такой шаг может стать важной ступенью в развитии «умных» городов.

С помощью установленных датчиков системы смогут собирать информацию о поведении пешеходов. Примеры датчиков, которые могут быть использованы: ПЗС-матрицы (приборы с зарядовой связью), КМОП (комплементарная логика с транзисторами на металл-оксид-полупроводнике), инфракрасные датчики (IR), термические датчики, пассивные инфракрасные датчики движения (PIR). Для анализа собранных больших данных (bigdata) можно будет использовать NoSQL-базы данных или вычисления в облаке (платформы: Hadoop, Spark, Apache Kafka). Обученные сервисы ИИ (например, Philips City Touch, Signify Interact City, Schréder EXEDRA, Cimcon Lighting, а также российские: Smart Light, Svetogor Digi City, Ambiot) помогут перевести управление городским освещением в автоматизированный режим на базе анализа bigdata. Помимо этого, используя информацию о локальных изменениях в жизни города (ремонтных работах, авариях, мероприятиях), системы(например, Smart Grids или Gradient Boosting) смогут прогнозировать количество требуемой энергии [4]. Такой сервис позволит оптимизировать расход электроэнергии, ставший актуальным в последние десятилетия на фоне учащающихся проблем с экологией на планете. Также сервис повысит уровень безопасности и комфорта передвижения по ночным улицам.

Возможный принцип действия:

Установленные по городу датчики будут собирать информацию и передавать ее на обработку интеллектуальным системам. ИИ будет анализировать скорость и направление движения, количество людей и ситуативные параметры (локальные изменения). В результате анализа ИИ сможет регулировать уровень освещенности на различных участках: включать свет и увеличивать его яркость (в зависимости от времени суток и степени естественной освещенности) там, где в данный момент идут люди, и выключать свет, уменьшать яркость там, где в данный момент людей нет. В процессе разработки технологии можно будет использовать опыт других стран (США, Южная Корея, Сингапур, Япония) и передовых российских проектов, запущенных в Москве. Здесь уже предприняли попытки внедрения схожих систем, проанализировать возникшие проблемы и на основе полученных результатов скорректировать вектор развития сервиса для других городов РФ. Опыт создания инфраструктуры «умного» освещения в Москве показал: наиболее подходящими протоколами для данной задачи являются LoRaWAN и NB-IoT– они являются универсальными, могут стыковаться с большинством сервисов.

Преимущества, которые предоставит внедрение сервиса: энергосбережение (энергозатраты снизятся – освещение будет включаться по необходимости; так, в Москве, в районе Люблино, в результате создания системы «умного» освещения экономия электричества составила около 60%), безопасность (снизятся риски преступлений и ДТП), комфорт (пешеходы будут ощущать безопасность и удобство в темное время суток). Возможные трудности при внедрении сервиса:обработка данных в режиме реального времени будет требовать высокой мощности вычислительных систем, проблемы распознавания людей в неблагоприятных погодных условиях (дождь, снег), высокая стоимость оборудования и установки не позволит/замедлит массовое внедрение системы.

Благодаря адаптивности (система сможет быстро оптимизировать работу без вмешательства человека, не потребуется ручной ввод актуальных данных)подобной системы, интеллектуальное освещение может стать большим и перспективнымшагом и новой тенденцией в экологическом развитии и цифровизации городов.

Литература

1. Геворкян М. Накануне цифрового голоцена // Наука и религия. 2023. С.36-41.
2. Zhenjun Yan, Lifang Zhang, Xinxin Zhou. Intelligent urbanism with artificial intelligence in shaping tomorrow's smart cities: current developments, trends, and future directions // Journal of Cloud Computing. 2023. №179
3. Айсвария Дев Госвами, ЧакрабортиСуддхасатва. Интеллектуальные системы управления в рамках концепции человеко-ориентированного уличного освещения // Светотехника. 2023. №4
4. Sayed A., Yasser Abdel-Hamid, Hesham Ahmed Hefny. Artificial intelligence-based traffic flow prediction: a comprehensive review // Journal of electrical systems and information technology. 2023. №13

УДК 004.94

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ TEKLA STRUCTURES

Саласин М.А.

Научный руководитель: асс. Голубых С.Л.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

maxsob2010@gmail.com, s.l.golubykh@urfu.me

Информационное моделирование зданий и сооружений в настоящее время является важной частью процесса проектирования и строительства [1]. Одной из программ такого подхода является Tekla Structures, которая позволяет не только создавать детализированные трехмерные модели, но и обеспечивает взаимодействие между участниками строительного проекта.

Ключевым инструментом в данном программном комплексе являются пользовательские компоненты, которые позволяют создавать параметризированные объекты внутри модели, а также автоматизировать рутинные задачи моделирования [2]. Такой функционал значительно повышает эффективность проектировщика, а также снижает вероятность ошибок при внесении изменений в модель.

В данной работе рассматривается моделирование шарнирного опирания балки на колонну через опорный столик и торцевую пластину. На рисунке (а) показано соответствующее место примыкания балки к колонне. В описанном случае также возможен процесс проработки данного типа соединения и стандартными инструментами программного комплекса (пластины, подрезки, а также болты), но такой подход потребовал бы более крупных временных и трудовых затрат [3], а также данный процесс необходимо было бы повторить для аналогичного места в модели или при перемещении объектов, что напрямую влияет на ростчисла ошибок и коллизий в информационной модели здания или сооружения. На рисунке (б) изображено диалоговое меню компонента «x_Column_EndPlate», с помощью которого можно настроить объекты в соответствии с необходимыми требованиями (толщина пластин, шаг и количество болтов, необходимые отступы), а также сохранить заданные настройки для последующего использования в аналогичных местах. Результаты разработки соответствующего узла представлены на рисунке (в) и заняли не более 10 минут рабочего времени, тем самымиспользование пользовательских компонентов демонстрирует значительный прирост скорости моделирования и сказывается на качестве выпускаемой документации. Все элементы, полученные в рамках использования компонента содержат необходимую информацию (материал, размеры, наличие отверстий) и подлежат дальнейшему специфицированию в программном комплексе или передачев расчетные комплексы (ЛИРА-САПР, SCAD, IDEAStatica).

а) б) в)

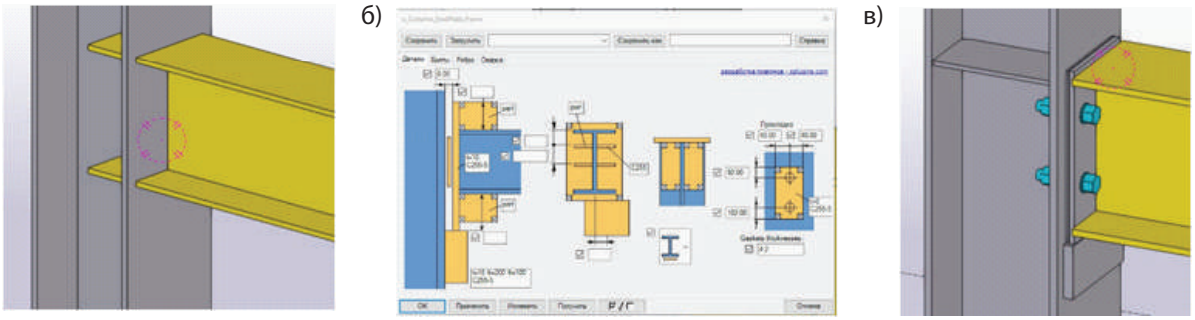


Рисунок. *Использование компонентов в программном комплексе Tekla Structures: а) место примыкания балки к колонне, б) диалоговое меню компонента «x_Column_EndPlate», в) результат использования компонента*

В заключение стоит отметить, что использование пользовательских компонентов обеспечивает быстрый срок выполнения поставленных задач, интеграцию инженерных решений в единую цифровую среду, уменьшение числа ошибок при моделировании узлов соединений конструкций и дальнейшей разработке документации, а также позволяет получать необходимую информацию (ведомости, спецификации, чертежи) непосредственно из информационной модели здания или сооружения без использования сторонних программ или сервисов.

Литература

1. Поручение Президента Российской Федерации В.В. Путина от 19 июля2018 г. № Пр-1235.
2. TeklaStructures 2020. Создание моделей. URL: //https://текла.рф/документация/2020/создание-моделей/.
3. Krishtalevich A. Custom components in Tekla Structures. Bachelor's Thesis, 2011. 6-10 p.

УДК 004.89

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ

Сандовал Балдеррама А. А.

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Мальцева И.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, arturo9966sb@gmail.com, i.n.maltceva@urfu.ru

В современных условиях, характеризующихся сложностями глобального кризиса устойчивого развития, и с учетом преимуществ ускоренной цифровизации в строительной отрасли, сохранение культурного наследия требует пересмотра традиционных подходов к реставрации и управлению историческими зданиями [1]. В ответ на эти вызовы предлагается использование технологии цифрового двойника (ЦД) в качестве системы для мониторинга и оптимизации энергетической эффективности памятников архитектуры. Данная система динамически интегрирует киберфизические характеристики, сочетая цифровые инструменты, такие как информационное моделирование зданий (BIM), сети датчиков Интернета вещей (IoT) для мониторинга физических параметров, искусственный интеллект и геоинформационные системы. Такой подход позволяет создать для исторических зданий операционную модель, объединяющую гетерогенные данные, включая данные лазерного сканирования, термографию, метеорологические потоки и историческую документацию, с физическими моделями теплопередачи и микроклимата [2, 3]. Это создает возможность внедрения новых устойчивых технологий при сохранении историко-архитектурных характеристик объектов [4].

Методология внедрения цифрового двойника для исторических зданий следует структурированному четырехэтапному процессу. На первом этапе разрабатывается фиксация текущего состояния объекта с помощью технологии сканирования и его последующий перенос в BIM-модель с использованием неразрушающих методов (лазерное сканирование, фотограмметрия) [2]. Далее подключается процесс интеграции, внедряется физическая модель (теплопередача, аэродинамика, микроклимат), адаптированную к историческим материалам, и развертываем сеть датчиков IoT с минимальным вмешательством в исторические конструкции для мониторинга температуры, влажности и энергопотребления [5]. На третьем этапе, процессе валидации, сопоставляются данные моделирования с реальными показаниями для калибровки параметров, таких как теплопроводность материалов [6]. На завершающем этапе оптимизируется моделирование планируемых мероприятий (например, замена оконных блоков или модернизация систем вентиляции) для оценки их энергетического и реставрационного воздействия до физической реализации [4, 5].

К основным проблемам, которые возникают в этом процессе, можно отнести высокие первоначальные затраты на оцифровку, потребность в междисциплинарных специалистах и нормативно-правовые барьеры. Однако преимущества значительны: прогнозное управление позволяет заблаговременно выявлять проблемы (тепловые мостики или возможную конденсацию влаги в толще ограждения); прозрачность при работе на одной платформе для всех участников (архитекторов, инженеров, собственников ОКН); постоянный цифровой архив, обеспечивающий доступ к документации для будущих поколений и способствующий достижению целей устойчивого развития путем сохранения исторического архитектурного наследия [4].

Цифровой двойник утверждается в качестве преобразующего инструментадля сохранения объектов ОКН – памятников архитектуры. Превращая исторические здания в динамические и самооптимизирующиеся системы, цифровой двойник гарантирует не только их консервацию, но и адаптацию к климатическим вызовам XXI века. Успешная реализация технологии цифрового двойника, как инструмента мониторинга энергоэффективности исторических зданий, требует междисциплинарного сотрудничества и инвестиций, однако ее вклад в устойчивое развитиеи сохранение архитектурного наследия является весьма значительным.

Литература

1. Чекалин А.П. Инновационные подходы к управлению проектами в устойчивой энергетике // Universum: технические науки: электрон. науч. журн. 2025. 4(133). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/19915
2. Покусаев О.Н., Куприяновский В.П., Климов А.А. Образование, как способ создания навыков в экономике знаний на примере технологий BIM в эпоху цифровых близнецов и цифровой педагогики (EDTECH) // International Journal of Open Information Technologies 2021. Т. 9. №6. С. 78–102.
3. Борисова Л.А., Оздеаджиев М. М. Основные тренды и проблемы инновационного развития строительной отрасли // УЭПС. 2022. №4. С. 10-19. DOI: 10.244112/2412-2025-2022-4-10-19.
4. Тастанбеков Р. Применение BIM-технологий в проектировании реставрации и реконструкции памятников архитектуры // Экономика и социум. 2025. №5(132). С. 1506–1511.
5. Сукманова Т.В., Белов Н.С. Цифровой двойник как инструмент моделирования и оптимизации сложных природных и технических систем // Вестник Балтийского фед. ун-та им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. № 1. С. 40–57.

УДК 72.01; 004.9

BIM И ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН В СОЗДАНИИ ГОСТЕВЫХ МАРШРУТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Семенова В.А. [1,2]

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Мальцева И.Н. [2]

[1] ООО «Лоо Архитект», Екатеринбург, Россия

[2] Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, vareiiika@mail.ru, i.n.maltceva@urfu.ru

С ростом темпов и объемов промышленного производства, а также с увеличением количества крупных заказов, размещаемых на предприятиях в России, все больше компаний проявляют интерес к организации гостевых маршрутов непосредственно по территории своих производственных комплексов. Потребность в разработке таких маршрутов часто возникает внезапно, в рамках конкретной ситуации, при этом сроки их реализации строго ограничены. В связи с этим особую актуальность приобретает поиск эффективных инструментов для оперативного решения подобных проектных задач [1].

В рамках исследования потенциала применения современных технологий проводится эксперимент с использованием генеративных нейросетей. Исследование осуществляется на базе проектной компании LAW Architect и направлено на оценку возможностей искусственного интеллекта в решении нестандартных задач проектирования гостевых маршрутов.

Для оптимизации процесса разработки эскизного дизайн-проекта гостевого маршрута предлагается поэтапный подход с применением генеративных нейросетей Stable Diffusion и Midjourney. Первый этап – подготовительный (форэскизный) этап проектирования [2]. На этом этапе осуществляется поиск идей и генерация концепций. В работе использовались как методы генеративного проектирования, так и традиционные техники: создание коллажей и фотомонтаж. Применение нейросетей в стандартном рабочем процессе позволило значительно увеличить количество генерируемых вариантов, достигая скорости, ранее недостижимой при использовании других инструментов [3]. Следующий этап – эскизное проектирование. На этом этапе особое внимание уделяется соблюдению масштаба, точным габаритам существующих и проектируемых элементов, а также привязке к конкретным параметрам. В процессе работы было успешно интегрировано BIM-проектирование с возможностями генеративного проектирования на основе геометрии из информационной модели (рис. 1). Это позволило получить фотореалистичные изображения (рис. 2) с учетом параметров из информационной модели в более короткие сроки по сравнению с традиционным рендерингом. Для оптимизации времени на составление эффективных генеративных запросов (промтов) был создан специальный реестр с приложением референсов, что значительно упростило процесс работы с нейросетями. Третий этап – рабочий проект выполнялся на основе разработанной на предыдущем этапе BIM-модели.

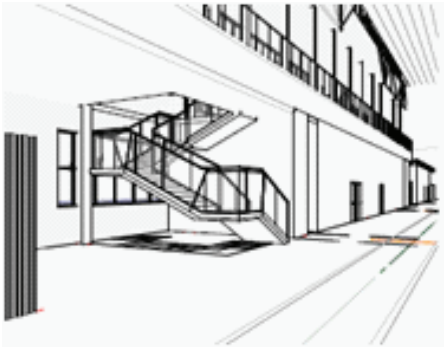


Рис. 1. *Геометрия из информационной модели*

Рис.2. *Фотореалистичное изображение*

Интеграция BIM-технологий с генеративным дизайном позволила эффективно применять нейросети не только на начальных этапах форэскизного проектирования, но и значительно ускорить процесс создания фотореалистичной визуализации в рамках эскизного проектирования. При этом обеспечивается точная привязка к заданным параметрам и габаритным размерам объекта.

Литература

1. Акшов Э. А., Терехова А. К. Генеративные нейросети в архитектурной практике: инструменты и сценарии применения // AMIT. 2025. №2 (71). С.362–374.
2. Львова И. А., Бахлова Н. А. Скетчинг как современное средство проектирования // Проблемы современного педагогического образования. 2020. №68 (3). С.188–191.
3. Jaruga-Rozdolska A. Artificial intelligence as part of future practices in the architect's work: MidJourney generative tool as part of a process of creating an architectural form //Architectus. 2022. № 3(71). С. 93–103.

УДК 72.01; 72.06

ВОПРОСЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ НА АРХИТЕКТУРНЫЕ ПРОЕКТЫ, СОЗДАННЫЕ В СОАВТОРСТВЕ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Семкив Е.Г.

Научный руководитель: м.н.с., ст. преп. Дар В.В.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, semkivekaterina@mail.ru

В течение последнего десятилетия стремительное развитие искусственного интеллекта оказывает существенное влияние на процесс создания объектов архитектуры. Активное использование нейросетей ставит под сомнение существующие понятия авторства. В данной работе рассмотрена проблема применения традиционных критериев интеллектуальной собственности к результатам работы человека и алгоритма, выявлены риски для архитекторов и предложены варианты минимизации данных рисков.

Основная проблема заключается в возможности охраны авторства объектов архитектуры [1]. Исходя из позиции Ведомства по интеллектуальной собственности Великобритании, мировая практика работает по принципу «автор-человек» [2]. Акцент на творческом характере создания произведения делает невозможным в России охрану проектов, созданных ИИ, в связи, с чем может встать вопрос об изменении установленных законом критериев [1,3]. Существует несколько моделей взаимодействия с ИИ и распределения обязанностей. В зависимости от модели можно представить определенную степень правовой охраны:

– ИИ как инструмент визуализации. Архитектор прописывает концепцию, ИИ создает ее изображение. Права останутся у архитектора, как у автора идеи. Примерами могут служить русское приложение «Шедеврум», сервисы на основе ИИ «Midjourney» и «DALL-E 2» [4].

– Соавторство человека и ИИ. Архитектор определяет параметры, алгоритм генерирует варианты, один из которых выбирает архитектор и дополняет, совершенствует, создавая завершенный готовый проект. Правовую собственность определяют доказательства творческой доработки.К примеру, Google's Bay View Campus был разработан с использованием ИИ для создания инновационного рабочего пространства. Проект разработан архитекторами из BIG и Heatherwick Studio. ИИ использовался для анализа климатических данных и данных о потреблении энергии, чтобы оптимизировать дизайн здания [5].

– Автономное проектирование. ИИ самостоятельно проектирует согласно техническому заданию. Автономное проектирование будет отнесено к общественному достоянию или, согласно лицензионным соглашениям, принадлежать разработчику ИИ.

При работе с нейросетью возможно столкнуться с определенными правовыми рисками. Риск отказа в регистрации: «Роспатент» может отказать в регистрации прав на проект, если будет установлено доминирующее участие алгоритма. Риск нарушения прав третьих лиц: ИИ, обученный на множестве изображений, может воспроизводить элементы существующих проектов, что приведет к обвинению в плагиате. Неясность лицензионных соглашений: права на контент определяются правилами сервиса (Midjourney), которые передают права пользователю с ограничениями или оставляют у разработчика [6].

Таким образом, в отсутствие четких правовых норм, архитекторам необходимо принимать меры для защиты своих интересов: документировать творческий процесс, сохранять все коммуникации с ИИ, файлы с последующей доработкой проекта, обеспечивать значительный творческий вклад, активно адаптировать результат, делая его результатом личного труда, проводить аудит лицензионных соглашений используемых AI-сервисов [3,5].

Использование нейросети при подготовке архитектурных проектов требует точного правового урегулирования. И перспективным направлением является разработка правового режима для общих с ИИ проектов, который учитывал бы интересы всех участников процесса и стимулировал инновации в архитектурном проектировании.

Литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 N 230-ФЗ (ред. от 24.07.2024). – С. 1259 «Объекты авторских прав».
2. Intellectual Property Office: service availability and issues. (Решение Ведомства по интеллектуальной собственности Великобритании от 21.12.2023 по заявке на регистрацию авторского права на изображение, созданное ИИ). URL: https://www.gov.uk/intellectual-property-an-overview
3. Калятин В.О. Право и искусственный интеллект. М.: Статут, 2021. 384 с.
4. Акшов Э.А. Использование вычислительного проектирования и искусственного интеллекта при моделировании архитектурных объектов // ArchitectureandModernInformationTechnologies. 2023. №2(63). С. 298-315.
5. Касьянов Н.В. Архитектура в контексте развития искусственного интеллекта // Современная архитектура мира. 2020. №10. С. 23-48. DOI:10.25995/NIITIAG.2020.15.2.002
6. Лицензионное соглашение Midjourney: Terms of Service. URL: https://docs.midjourney.com/docs/terms-of-service.

УДК 004.8:687.016

ПРОБЛЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ ЗАПРОСОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ

Соперникова М.М.

Научный руководитель: к. филол. наук, доц. Кондакова Ю.В.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, marinasop84@gmail.com, jkondakova@yandex.ru

Использование искусственного интеллекта (ИИ) в проектировании коллекции одежды открывает новые возможности для визуализации идей, однако выявляет ряд проблем, связанных с корректностью формулировки запросов. Современные генеративные нейросети представляют широкие возможности для экспериментов со стилем, цветом и композицией. Однако при их использовании нередко возникает проблема некорректной интерпретации запросов, что подчеркивает значимость развития навыков промпт-инжиниринга [1]. От точности и детализации зависит соответствие изображений ожиданиям дизайнера. В контексте индустрии моды использование генеративных нейросетей приобретает прикладной характер, позволяя адаптировать их потенциал к задачам проектирования коллекций одежды.

В 2025 году на базе Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина среди студентов был проведен первый всероссийский конкурс «Метавселенная моды Косыгина», посвященный виртуальной моде и дизайну. В рамках этого конкурса была представлена работа М.М. Соперниковой «Мемфис в движении», которая представляла собой коллекцию из пяти моделей, созданная с помощью чат-бота ИИ ChatGPT и приложения для цифрового рисования Procreate.

На основе практического опыта создания коллекции одежды выявлены проблемы по двум основным направлениям:

1. Некорректное отображение моделей: нарушение пропорций тела и несоответствие представленного на изображении человека стандартам фэшн-индустрии.

2. Ошибки в изображении одежды: искажение цвета, спонтанное изменение или утрата деталей конструкции и текстуры тканей [2].

Причинами указанных проблем являются неполнота описания в промпте, неоднозначность терминов, а также ограничение самой модели, включая предвзятости обучающих данных. Из практики можно выделить ряд рекомендаций: необходимо указывать пропорции модели и рост, детализировать материалы и оттенки одежды, фиксировать условия освещения и фон, использовать единый шаблон промпта для серии изображений. Дополнительно рекомендуется использовать поэтапное изменение и совершенствование формулировки промпта с учетом анализа полученных результатов и применение визуальных референсов, что существенно повышает качество результата (см. рисунок).

Рисунок. *Пример с ошибками в составлении промпта (слева) и пример с уточненным промптом (справа)*

Литература

1. Алексеева Л. Г., Алексеев П. С. Язык промптов, или особенности формулирования запросов к генеративным нейросетям для создания изображений // Verba. Северо-западный лингвистический журнал. 2024. №3(13). С. 50-61.
2. Шевченко М. Нейросети в дизайне одежды. Полезные инструменты, делающие вашу работу более быстрой и качественной. URL.: https://fashionbuzz.media/articles/digital/nejroseti-v-dizajne-odezhdy?utm_source=chatgpt.com

УДК 72.021 : 004.9

КУРС ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМБИНАТОРИКИ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ ПРИ ОБУЧЕНИИ АРХИТЕКТОРОВ

Старкова В.Е.

Научный руководитель: м.н.с., ст. преп. Дар В.В.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, Екатеринбург, Россия, star.valentine.arch@gmail.com

Студенты-архитекторы на раннем этапе обучения в рамках дисциплины «Архитектурное проектирование» начинают работать над созданием архитектурного объекта с подбора комбинаций взаиморасположения плоскостных геометрических фигур, образующих план или фасад здания. Впоследствии, соединяя полученные изображения в единую пространственную форму, студенты зачастую испытывают трудности с выразительностью силуэта композиции и гармоничностью сочетаний объемов.

В настоящее время есть большой спектр возможностей работы в 3D-пространстве. Объемно-пространственное моделирование в цифровой среде позволяет работать над композицией не только простыми геометрическими фигурами на плоскости, но и непосредственно в объеме. Это дает возможность на начальных этапах формообразования вести параллельную работу над планом, фасадом и перспективным изображением. Внося корректировки в виртуальную 3D-модель, студент сразу же имеет возможность проследить изменение композиции на всех проекциях формы.

Практический курс по объемно-пространственной комбинаторике в цифровом пространстве может стать эффективным инструментом для развития творческих способностей студентов, позволяя им исследовать множество вариантов взаиморасположения объемов за короткий временной промежуток. Данный курс привносит в процесс обучения динамику и активизирует творческий потенциал обучающихся [1, 2]. Кроме того, дисциплина содействует изучению основ архитектурного проектирования и формирует композиционное мышление, отвечающее современным реалиям проектного процесса.

В рамках данного практического курса целесообразно применять метод формальной комбинаторики, то есть оперирование приемами комбинирования, такими как перестановка, врезка, пронизывание, вставка, наложение, группировка.

Одним из упражнений курса может стать создание нескольких вариантов объемно-пространственной композиции из заданного набора простейших геометрических фигур. Целью задания является изменение параметров фигур и их взаиморасположения в режиме 3D-вида (см. рисунок). После создания заданного количества вариантов предлагается выбрать наиболее выразительную композицию в процессе обсуждения с преподавателем.

Даже не решая конкретных проектных задач, курс по объемно-пространственной комбинаторике развивает способность видеть и анализировать взаимосвязь объемов и пустот, находя баланс между ними. Понимание того, как выглядит объект с разных видовых точек, дает возможность студентам прочувствовать, как малейшие изменения формы влияют на восприятие объекта человеком.

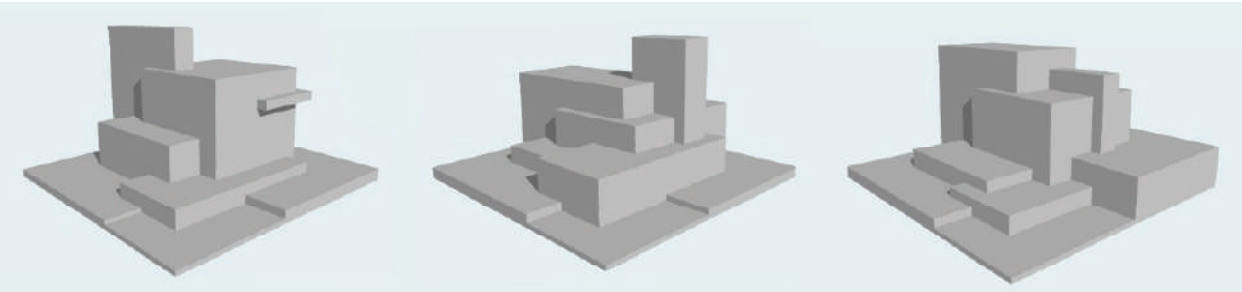


Рисунок. *Варианты объемно-пространственных композиций. Работы автора*

Литература

1. Барчугова Е.В., Рочегова Н.А., Степанов Г.С., Романюк К.Е., Чурсина Л.В., Брежнева Д.В. Методические указания по дисциплине «Компьютерный композиционно-комбинаторный курс 1». М.: МАРХИ, 2015. 7 с.
2. Ромашкова О.В., Салитова Ф.Ш. Комбинаторика в 3D-моделировании как средство творческого развития обучающихся по направлению подготовки дизайн // Мир науки, культуры, образования. 2019. Вып. № 2 (75).

УДК 624.07

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ СТАЛЬНОГО КАРКАСА С БОЛТОВЫМИ ФЛАНЦЕВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ В УСЛОВИЯХ МАЛОЦИКЛИЧЕСКИХ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS

Сунь Гофэн

Научный руководитель: д-р. пед. наук, канд.тех.наук Миронова Л.И.

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

Проведенное исследование посвящено изучению работы стальных каркасов с болтовыми фланцевыми соединениями (ФС) при развитии пластической деформации с учетом геометрической линейности и нелинейности материаловв условиях малоциклических знакопеременных нагрузок (МцЗН). Цель исследования – разработка расчетной методики для проектирования и прогнозирования стальных каркасов с ФС в условиях МцЗН в качестве теоретической основы для развития расчетов конструкции с помощью искусственного интеллекта. Предмет исследования – механическая модель ФС и численная модель стальных каркасов.

Зависимость между моментом и углом поворотом соединения (M-θ) принята для выражения жесткости на разных деформационных стадиях ФС, т.е. показана деформационная способность соединения [1]. В Екрокоде-3 [2] представлен компонентный метод (КМ) для определения несущей способности и изгибной жесткости ФС.

Кривая этой зависимости имеет стадию упругой деформации, стадию пластической деформации и стадию упрочения стали [3]. Оформление зависимости M-θ стадии упругой деформации выполнено с помощью компонентного метода, а оформление зависимости M-θ других двух стадий выполнено с помощью «The Continuous Strength Method», который включен в готовящуюся часть 1–14 Еврокода 3 [4].Численный расчет стальных каркасов выполнен в программном комплексе ANSYS. На рисунке (а) показано напряженно-деформированное состояние (НДС) балки с ФС. На рисунке (б) показана зависимость M-θ, полученная по данным эксперимента в работе [5], на основании результатов численных расчетом и с помощью разработанной методики (РМ). Среднее значение отношения момента эксперимента к моменту численных расчетов составляет 1.05. Среднее значение отношения момента эксперимента к моменту РМ составляет 1.00.

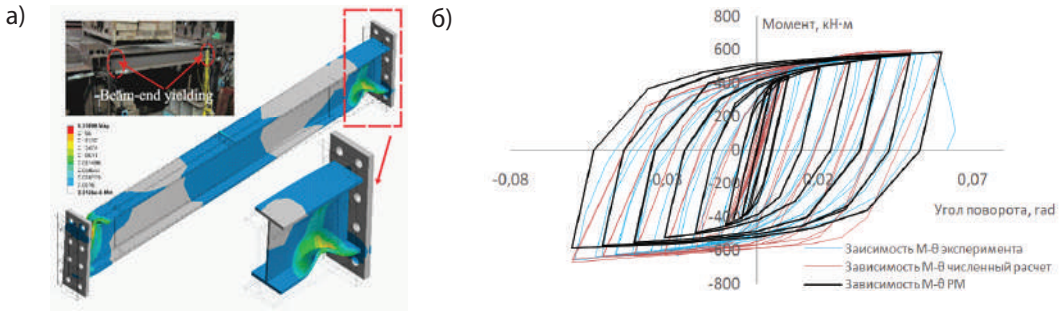


Рисунок. *Результат исследования (а) НДС балки с ФС; (б) Зависимость M-θ. Сост. Г. Сунь*

По результатам исследования можно сделать вывод, что разработанная методика и численная модель обладают высокой точностью и могут использоваться для развития методики расчета конструкции с применением цифровой технологии искусственный интеллект.

Литература

1. Silva L. S., Tankova T. Large displacement model for the nonlinear behaviour of the face plate component // Journal of Constructional Steel Research. 2024. №218. С. 108776.
2. EN 1993-1-8 (2005) (English): Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints. 2025. 52с.
3. Сунь Г., Миронова Л. И., Лю Ч. Изгибная жесткость болтовых фланцевых соединений балки с колонной // Строительство и реконструкция. 2025. №1(117). С. 26-39.
4. DINEN 1993-1-14:2023: Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-14: Проектирование с использованием анализа методом конечных элементов. 62 с.
5. Lu S., Wang Z., Pan J., Wang P. The Seismic Performance Analysis of Semi-rigid Spatial Steel Frames Based on Moment-Rotation Curves of End-plate Connection // Structures. 2022.Т.36. С. 1032-1049.

УДК 72.025.4; 711.4; 004.9; 519.816

ОКН В ПРОЕКТАХ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ: ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ РЕСТАВРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Топорова В.А.

Научный руководитель: канд. архитектуры, доц. Фёдорова М.С.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Россия, valerie.elle@yandex.ru

Современная градостроительная политика все чаще сталкивается с противоречием между задачами развития городской среды и территорий и необходимостью сохранения культурного наследия. Объекты культурного наследия (ОКН) нередко оказываются исключенными из логики проектирования, особенно в условиях реализации механизмов комплексного развития территорий (КРТ) [1]. Реставрация воспринимается как обособленная инициатива вне связи с пространственными и экономическими эффектами, которые она потенциально формирует. Это ограничивает возможность системного включения ОКН в процессы устойчивого развития.

Цель исследования – представить подход и метод оценки влияния реставрации (и приспособления) ОКН на пространственную, социальную и экономическую результативность КРТ. Подход опирается на цифровые данные и инструменты (BIM, ГИС, цифровые паспорта), а метод – на мультикритериальной интеграции нормированных индикаторов с учетом весов метод анализа иерархий (AHP) и расчетом интегрального индекса [2]. Три блока оценки: 1) пространственный; 2) социальный; 3) экономический. Методика применения включает: 1) формирование набора индикаторов по трем блокам; 2) нормирование; 3) определение весов (AHP, экспертная панель); 4) интеграцию показателей в интегральный индекс; 5) сравнение двух сценариев («с реставрацией» и «без реставрации») по дельте индекса [2].

В исторических районах Нижнего Новгорода реставрация усадебных домов с адаптацией под культурные функции позволила укрепить локальную идентичность, увеличить плотность маршрутов и повысить деловую активность, чего не наблюдается в сценариях без реставрации [5]. Использование цифрового моделирования и HBIM облегчает визуализацию трансформаций и прослеживаемость расчетов, повышая прозрачность принятия решений [3; 4]. Предложенные подход и метод могут применяться девелоперами, органами градостроительного регулирования и экспертными группами как инструмент выбора приоритетов и оценки рисков работы с ОКН в логике КРТ. Структура подхода представлена на рисунке.

Рисунок. *Структура подхода*

Литература

1. Быстрова Т. Ю., Мазаев Г. В. Охрана объектов градостроительного регулирования в контексте развития городов: к постановке проблемы // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2024. № 1. С. 10–15. DOI: 10.25628/UNIIP.2024.60.1.001.
2. Della Spina L. Adaptive Sustainable Reuse for Cultural Heritage: A Multiple Criteria Decision Aiding Approach Supporting Urban Development Processes // Sustainability. 2020. Vol. 12, No. 4. Art. 1363. DOI: 10.3390/su12041363.
3. Федотов А. А., Баденко В. Л., Праздникова Т. В., Ядыкин В. К. Информационное моделирование для сохранения культурного наследия: портик здания Нового Эрмитажа и скульптуры атлантов. Ч. 2. Методы и алгоритмы // Информатика, телекоммуникации и управление. 2020. Т. 13. № 4. С. 7–20. DOI: 10.18721/JCSTCS.13401.
4. Zhang J., Zhang L., Zhao W., Lyu H., et al. HBIM for the protection and management: A case study of Chinese timber architectural heritage // npj Heritage Science. 2025. Vol. 13. DOI: 10.1038/s40494-025-01926-1.
5. Хавин Д. В., Горбунов С. В., Беккер П. Р. Лучшие практики сохранения и развития исторической недвижимости на примере Нижнего Новгорода // Журнал прикладных исследований. 2022. Т. 11. № 9. DOI: 10.47576/2712-7516_2022_11_9_748.

УДК 69.05, 004.94

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ИНФРАСТРУКТУРА ДЛЯ ЖИЗНИ»

Туливетер К.С., Курзенева Я. А., Кубина Е. А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

kseniatuliveter@yandex.ru, iana.kurzieniova@mail.ru, kubina.ekaterina@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования, направленного на разработку практических подходов к внедрению цифровых двойников (ЦД) объектов капитального строительства. Научная новизна заключается в авторской методике балльной оценки факторов внедрения на основе SWOT-анализа, адаптированной для задач национального проекта «Инфраструктура для жизни», и в предложении модели взаимодействия стейкхолдеров (заинтересованных в проекте физических и юридических лиц) для преодоления ключевых барьеров.

Цифровизация строительной отрасли является необходимым условием выполнения амбициозных целей национального проекта «Инфраструктура для жизни». Цифровой двойник выступает ключевым инструментом, обеспечивающим сквозное управление жизненным циклом объекта и устранение информационного разрыва между его этапами [1]. В ходе исследования был проведен комплексный анализ проблем внедрения ЦД. Основным результатом стала разработанная авторами методика балльной оценки факторов в рамках SWOT-анализа, позволившая количественно определить степень влияния ключевых параметров на отрасль (см. таблицу).

Таблица. SWOT-анализ процесса внедрения цифрового двойника (фрагмент)

Сильные стороны	Слабые стороны
Снижение сроков строительства [8 баллов] Сквозное управление жизненным циклом [7 баллов]	Высокие первоначальные инвестиции [7 баллов] Сложность интеграции [8 баллов]
Возможности	Угрозы
Поддержка на государственном уровне [7 баллов] Рост спроса на «умные» и экологичные здания (борьба за рыночное преимущество) [5 баллов]	Киберугрозы [4 балла] Экономическая нестабильность [6 баллов]

Анализ выявил, что, несмотря на высокий потенциал ЦД (сильные стороны и возможности), процесс внедрения критически тормозят высокие затраты и организационная сопротивляемость.

Для подтверждения актуальности темы исследования на практике был проведен анализ успешных реальных кейсов, который подтвердил высокую эффективность цифровых двойников в достижении целей национального проекта. На примере создания цифрового двойника в Казани [1] была продемонстрирована возможность мониторинга состояния городской среды в реальном времени и оптимизации процессов благоустройства. Опыт Сингапура (проект с 2014 года) [2] показал эффективность ЦД для моделирования сценариев развития городской инфраструктуры, снижения затрат на топографическую съемку на 82,8% и сокращения ее сроков с 24 до 8 месяцев. Проект «Золотой квартал» демонстрирует актуальность цифрового двойника, который объединяет более пяти специализированных моделей (проектная, математическая, VR, исполнительная и др.), обеспечивая сквозное управление данными на всех этапах — от концепции до будущей эксплуатации, что кратно повышает эффективность управления объектом [3].

На основе этого анализа предложена модель взаимодействия стейкхолдеров, включающая:

1. Образовательный компонент: интеграция модулей по управлению ЖЦ на основе ЦД в программы вузов (на примере УрФУ) и программы повышения квалификации для специалистов.
2. Экономический компонент: механизм государственно-частного партнерства для софинансирования пилотных проектов ЦД в рамках нацпроекта.

Доказано, что предлагаемый комплексный подход, сочетающий методику приоритизации барьеров и модель взаимодействия стейкхолдеров, позволяет целенаправленно преодолеть ключевые ограничения и ускорить интеграцию цифровых двойников в строительную практику для достижения целей национального проекта «Инфраструктура для жизни».

Литература

1. Ильсур Метшин: «Мы продолжаем расширять функционал Казани как умного города» // Официальный портал органов местного самоуправления города Казани. 2025. URL: https://kzn.ru/meriya/press-tsentr/novosti/ilsur-metshin-my-prodolzhaem-rasshiryat-funktsional-kazani-kak-umnogo-goroda/.
2. Абрамов В. И., Андреев В. Д. Измерение информационного общества: сравнительный анализ цифровых двойников регионов // Информационное общество. 2023. № 4. С. 106–107. URL: http://infosoc.iis.ru/issue/view/57/70
3. Инновационный подход Rariteco использует возможности комплексного цифрового моделирования в проекте клубного дома Quartier d'Or // Ведомости.2025. URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/08/19/innovatsionnii-podhod-rariteco-ispolzuet-vozmozhnosti-kompleksnogo-tsifrovogo-modelirovaniya-v-proekte-klubnogo-doma-quartier-dor-erid-2VfnxwiufcC.

УДК 338.22

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ЕКАТЕРИНБУРГА

Чудиновских Ю.П.

Научные руководители: ст. преп. Титаренко Н.В., м.н.с., ст. преп. Дар В.В.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С.Алфёрова, Екатеринбург, Россия, jul900200@mail.ru

В условиях ограниченности земельных ресурсов эффективное использование городских территорий становится ключевым фактором устойчивого развития любого города. Оптимизация градостроительных решений, привлечение инвестиций и повышение качества городской среды напрямую зависят от способности городских властей и девелоперов оценивать потенциал земельных участков. В работе «Экономика градостроительства: оценка экономической эффективности реализации мероприятий градостроительного развития территории», разработанной Единым институтом пространственного планирования РФ, представлена методика оценки эффективности использования городских территорий. Однако, несмотря на высокую научную ценность, практическое применение данной методики встречается относительно редко. Это обусловлено новизной подхода, а также большим объемом входных данных, что делает расчет трудоемким [1]. Возникает необходимость разработки экономико-математической модели, которая систематизирует процесс оценки.

Суть рассматриваемой методики заключается в интегральной балльной оценке имущественного комплекса правообладателей земельных участков, расположенных на территории проектирования. Общая оценка эффективности осуществляется на основе трех групп критериев: имущественно-правовая устойчивость; градостроительная эффективность; эффективность финансово-хозяйственной деятельности [2].

В результате разработана модель в программе Microsoft Excel, позволяющая автоматизировать процесс сбора, обработки и расчета по всем указанным критериям. Апробация модели была проведена на примере территории, которая предназначена для реализации проекта гостиницы, расположенной на пересечении улиц 8 Марта и Щорса в Екатеринбурге. Расчет произведен без оценки бухгалтерской отчетности в силу отсутствия достаточного количества данных. По результатам расчетов, средневзвешенный показатель эффективности данной территории составил 90,81 баллов из 100. Это свидетельствует о высокой степени эффективного использования данной территории, что подтверждает ее потенциал для успешного девелопмента (см. рисунок).

Группа критериев	Критерии	Максимальный балл критерия	Оценка	Интегральный балл*
Имущественно-правовая устойчивость	Соответствие видов разрешенного использования объектов недвижимости параметрам ПЗЗ	25	1,00	25,00
	Форма собственности на объекты недвижимости	20	1,00	20,00
	Наличие планов развития имущественного комплекса	5	1,00	5,00
Градостроительная эффективность использования имущественного комплекса	Плотность застройки территории	10	0,08	0,81
	Уровень износа объектов капитального строительства	20	0,75	15,00
	Наличие отклонений от предельных параметров ПЗЗ	20	1,00	20,00
го				**90,81**

* Балльная оценка осуществляется путем корректировки максимального балла каждого критерия с помощью весовых коэффициентов. Таким образом, интегральная бальная оценка осуществляется по следующей формуле:

$$Б = \sum_{i=1}^{l} Б_i \times K_i \qquad Б_i = const,$$

где Б – интегральный балл,
i – критерий оценки;
l – число критериев оценки;
$Б_i$ – максимальный балл оценки критерия;
K_i – весовой коэффициент расчетного показателя по критерию.

Рисунок. *Результаты балльной оценки эффективности использования территории, расположенной на пересечении улиц 8 Марта и Щорса в Екатеринбурге*

Таким образом, для получения наиболее достоверной и статистически значимой картины эффективности использования городских территорий, методика должна применяться на значительном количестве кадастровых участков – на уровне микрорайона, района или целого города. Это позволит выявить общие тенденции, проблемные зоны и участки с наибольшим потенциалом развития. Методика применима при наличии необходимой исходной информации: планов БТИ и подробной бухгалтерской отчетности компании-правообладателя. В случае отсутствия финансовой отчетности, возможна частичная оценка, фокусирующаяся исключительно на градостроительных показателях территории. Дальнейшие шаги в развитии данного направления исследования включают разработку специализированного программного обеспечения, которое позволит полностью автоматизировать расчеты, создавать тепловые карты территории, а также повысить ее пользовательскую привлекательность и доступность для широкого круга специалистов.

Литература

1. Ершова С. А., Шишелова С. А., Орловская Т. Н. Экономические и правовые аспекты оценки эффективности градостроительных преобразований территории //Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. №. 9. С. 1308-1320.
2. Саттарова Д.И., Кикава Н.П., Лазарев А.С. Экономика градостроительства: оценка экономической эффективности реализации мероприятий градостроительного развития территории. М.: ФАУ «Единый институт пространственного планирования РФ»,2023. 170 с.

УДК 004.946

SPACE-МОДЕЛЬ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОЙ СРЕДЫ ПРОЖИВАНИЯ ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ

Чэнь Юйсинь

Научный руководитель: канд.тех.наук, доц. Мальцева И.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия-Китай

1296326584@qq.com, i.n.maltceva@urfu.ru

В условиях глобального старения населения и стремительного развития научно-технического прогресса вопрос динамической оптимизации специализированных учреждений для пожилых людей с помощью технологий умного дома приобретает особую актуальность. В данных тезисах основное внимание уделяется расширению прав и возможностей ухода за пожилыми людьми с включением в проекты технологий умного дома. Данная проблематика требует комплексного научного осмысления и практического решения. На основе систематического анализа научных публикаций и исследовательских работ за период 2000–2024 годы в статьерассматриваются эволюция научных подходов и технические аспекты интеграции систем умного дома в инфраструктуру учреждений для пожилых людей. Исследование выявило три структурные проблемы в современных системах умного ухода за пожилыми людьми. Во-первых, несовместимость протоколов взаимодействия между системами умного дома и здания, приводящая к фрагментации данных и замедлению реагирования. Вторая проблема связана с недостаточной интеграцией между системами мониторинга и исполнения, что приводит к задержке в реализации механизмов вмешательства. В-третьих, кратковременные циклы тестирования систем и отсутствие долгосрочной адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды. Для решения этих проблем в данной статье предлагается концептуальная модель SPACE, включающая пять взаимосвязанных компонентов: восприятие (*sensing*), обработка (*processing*), адаптация (*adaptation*), сотрудничество (*collaboration*) , оценка (*evaluation*).

В этой структуре наглядно демонстрируется механизм замкнутого цикла интеграции, охватывающий весь процесс от мультимодального восприятия до адаптации к окружающей среде. Сбор информации осуществляется в режиме реального времени посредством многосенсорного зондирования источников, включая физиологические, поведенческие и экологические параметры. Обработка данных и оценка рисков для здоровья реализуются с помощью искусственного интеллекта и периферийных вычислений. На этой основе формируется адаптивная система, обеспечивающая активное вмешательство и оптимизацию состояния здоровья пожилых людей [1]. В то же время, данная структура способствует междисциплинарному и кроссплатформенному сотрудничеству, объединяя медицинские, архитектурные и социальные системы. В конечном итоге, благодаря динамическому механизму оценки обеспечивается непрерывная оптимизация и обратная связь внутри системы. Результаты исследований показывают, что структура SPACE не только обеспечивает системный подход к глубокой интеграции умных домов и учреждений по уходу за пожилыми людьми, но и предоставляет теоретическую основу и практическое руководство для трансформации умного ухода за пожилыми людьми из «фрагментированной технологии» в «целостную замкнутую систему» [2].

В данных тезисах утверждается, что будущее развитие интеллектуальных систем ухода за пожилыми людьми должно базироваться на техническом уровне, это подразумевает интеграцию сенсорных технологий, обработку данных и организацию пространства. Институциональный аспект включает стандартизацию процессов и обеспечение политической поддержки. Социальная сфера применения предполагает активное вовлечение пользователей и гарантированный равный доступ к услугам. Внедрение концепции SPACE позволит трансформировать интеллектуальные дома в ключевой инструмент преобразования системы ухода за пожилыми людьми. Вместо пассивного наблюдения система будет обеспечивать активное медицинское вмешательство, что создаст инновационную модель устойчивого развития для стареющего общества.

Литература

1. Tannou T. et al. Effectiveness of smart living environments to support older adults to age in place in their community: an umbrella review protocol // BMJ open. 2022. Т. 12. №. 1. С.
2. Tian Y. J. et al. Benefits and barriers associated with the use of smart home health technologies in the care of older persons: a systematic review // BMC geriatrics. 2024. Т. 24. №. 1. С. 152

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА АУДИОМОДУЛЯ НА БАЗЕ STM32: ЗАПИСЬ И РАСПОЗНАВАНИЕ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АССИСТЕНТОМ В СИСТЕМЕ УМНОГО ДОМА

Якупов Н.М.

Научный руководитель: д-р тех. наук, доц. Иванов Д.А.

Казанский государственный энергетический университет, Казань, Республика Татарстан

janijaz@yandex.ru

Для реализации современных систем умного дома все более востребованы устройства, способные воспринимать голосовые команды пользователя и мгновенно реагировать на них [1]. Для решения данной проблемы автором был разработан аудиомодуль для записи и распознания голосовых команд. В основе разработанного прототипа лежит микроконтроллер STM32F407VGT6 и цифровой MEMS-микрофон MP45DT02. На изображении (см. рисунок) приводится схема подключения микроконтроллера к микрофону и цифро-аналоговому преобразователю. Для вывода звука, снятого с помощью цифрового микрофона и обработанного микроконтроллером, в тестах используется микросхема маломощного цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) со встроенным усилителем класса D - CS43L22[2].

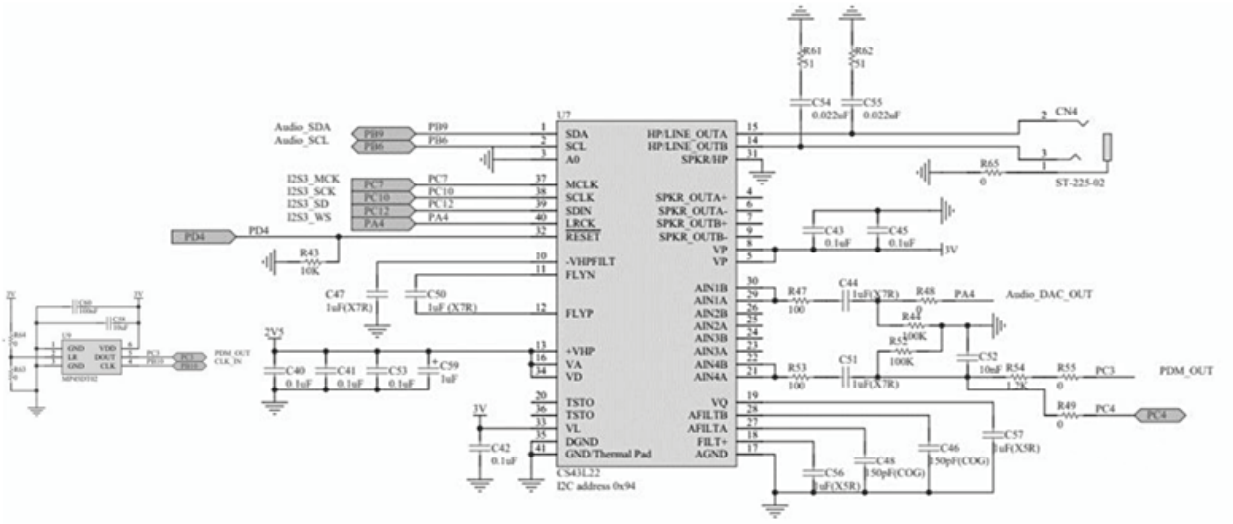


***Рисунок**. Схема подключения ЦАП CS43L22 и микрофона MP45DT02 к микроконтроллеру*

В качестве интерфейса передачи аудио используется I2S порт микроконтроллера, работающий в полудуплексном режиме ведущего устройства [3]. Приемный микрофон выдает сигнал в формате PDM, который преобразуется в PCM с помощью библиотеки PDM2PCM от STMicroelectronics, на каждые 64 бита PDM фильтр генерирует один 16-битный PCMсэмплов. Микроконтроллер STM32F407 в сочетании с цифровым MEMS микрофоном MP45DT02 и DAC CS43L22 способен обеспечить непрерывную запись аудио-сигнала, преобразование PDM в PCM и последующую передачу данных в процессор распознавания [4].

Разработанный прототип аудиомодуля на базе микроконтроллера STM32F407VGT6, цифрового MEMS-микрофона MP45DT02 и цифро-аналогового преобразователя CS43L22 демонстрирует эффективное решение для записи и обработки голосовых команд в системах умного дома [5]. Таким образом, представленный подход подтверждает практическую применимость в области современных умных домов.

Литература

1. Долотовский А.И, Шавров А.Ю. Проектирование автоматизированной системы управления «Умное кафе»// Дни студенческой науки. 2021. С. 174-179.
2. Крапивенко А. В. Технологии мультимедиа и восприятие ощущений: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. С. 271.
3. Кузеев Д.Р., Якупов Н.М., Галиева Т.Г. Разработка схемы для платы модуля цифровой индикации // Материалы Международной молодежной научно-практической конференции, посвященной 55-летию КГЭУ. Казань, 2024. С. 518 – 521.
4. Михайлов, С. А., Лебедев, Д. И. Семейство микроконтроллеров STM32. Программирование и применение: учебное пособие. Волгоград: ВолгГТУ, 2015. С. 36 58.
5. Якупов Н.М. Проектирование схемы модуля-приемника для мониторинга частичных разрядов //XXVIII Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика. Казань, 2024. С. 225-228.

УДК 681.326

РАЗРАБОТКА ДВУХПОЗИЦИОННОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ УМНОГО ДОМА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32

Якупов Н.М.

Научный руководитель: д-р тех. наук, доц. Иванов Д.А.

Казанский государственный энергетический университет, Казань, Республика Татарстан

janijaz@yandex.ru

Системы умного дома требуют интеграции различных устройств для автоматизации управления окружающей средой, включая поддержание комфортной температуры [1]. В рамках разработки двухпозиционного терморегулятора для системы умного дома на базе микроконтроллера STM32F103C8T6 ключевым этапом является интеграция трех основных компонентов: температурного датчика LM60CIZ, аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллера и исполнительного устройства управления охлаждением [2].

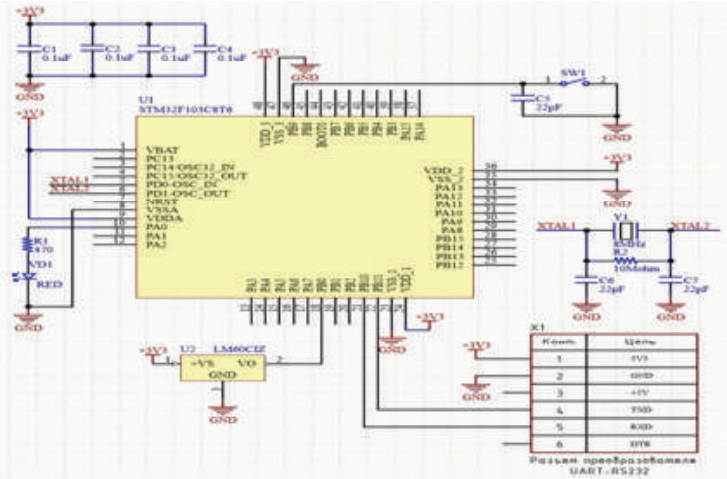


Рисунок. *Схема двухпозиционного терморегулятора на базе микроконтроллера STM32*

На представленной схеме (см. рисунок) изображено устройство двухпозиционного терморегулятора на базе микроконтроллера STM32F103C8T6 [3]. Температурный датчик LM60CIZ (U2) подключен к аналоговому входу микроконтроллера, обеспечивая преобразование температуры в аналоговое напряжение.

Микроконтроллер STM32F103C8T6 управляет работой устройства, используя внутренний АЦП для преобразования аналогового сигнала с датчика в цифровой код [4]. Для связи с внешними устройствами предусмотрен RS232, он передает информацию о показателях температуры через преобразователь UART[5].

Разработанное устройство двухпозиционного терморегулятора на базе микроконтроллера STM32F103C8T6 успешно интегрирует температурный датчик LM60CIZ и исполнительное устройство управления охлаждением, обеспечивая эффективный контроль температуры в системе умного дома. Применение внутреннего АЦП и стабильного тактового генератора гарантирует точность и надежность работы устройства. В отличие от альтернативных устройств на базе STM32, предложенная разработка ориентирована на оптимизацию для условий применения в системах умного дома. В частности, была проведена работа по оптимизации энергопотребления устройства путем использования энергосберегающих режимов микроконтроллера, что позволяет увеличить срок службы батареи в беспроводных решениях.

Литература

1. Долотовский А.И, Шавров А.Ю. Проектирование автоматизированной системы управления «Умное кафе»// Дни студенческой науки, 2021. С. 174-179.
2. Якупо Н.М. Устройство индикации температурных датчиков // Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: матер. Междунар. молодеж. науч. конф. Казань, 2023. Т. 1. С. 389–391.
3. Кузнецов А. С., Плотников В. Р. Разработка блок-схемы для автоматизированного управления свойствами вакуумной теплоизоляции с использованием системы «Умный дом» // Город XXI века, мировые тренды и региональные особенности. М., 2025. С. 667–674.
4. Михайлов С. А., Лебедев Д. И. Семейство микроконтроллеров STM32. Программирование и применение: учебное пособие. Волгоград: ВолгГТУ, 2015. С. 36–58.
5. Калимуллин Р. И., Шкурпит С.Д. Программирование блока светодиодной индикации термометра на микроконтроллере Atmega328 // Наука молодых – наука будущего: сб. ст. VII Междунар. науч. практ. конф. Петрозаводск, 2023. С. 24–28.

УДК 004.384

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВРЕМЕНЕМ В АВТОМАТИКЕ УМНОГО ДОМА

Якупов Н.М.

Научный руководитель: д-р тех. наук, доц. Иванов Д.А.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Республика Татарстан

janijaz@yandex.ru

Автоматизация умного дома становится более востребованной для повышения энергоэффективности. Разработка устройства для управления временем позволяет оптимизировать работу бытовых систем, обеспечивая их включение и выключение в заданные интервалы [1].

В прототипе разработанного устройства для отображения и контроля времени использовался семисегментный индикатор модели 3621BS, который позволяет визуализировать цифровую информацию в удобном и наглядном формате [2]. Для управления индикатором применяется микроконтроллер STM32, подключение 3621BS к STM32 позволяет реализовать эффективное и экономичное отображение времени с возможностью динамического обновления данных, что является ключевым элементом в системе управления. Управление индикаторами в разработке устройства основывается на принципе динамической индикации [3].

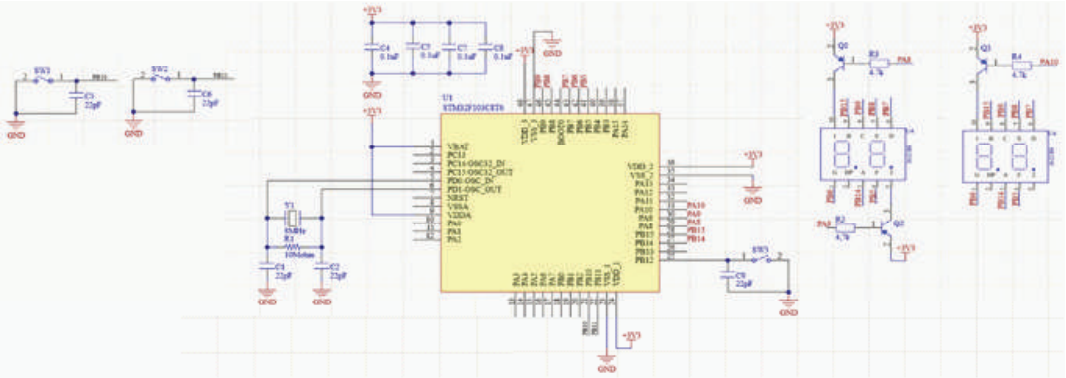


Рисунок. *Схема разработанного устройства для управления временем*

Кварцевый резонатор Y1 с элементами R1, C1 и C2 (см. рисунок) формирует стабильный тактовый сигнал 8 МГц, который подается на микроконтроллер для корректной работы внутреннего процессора и периферии. Выводы микроконтроллера PA8-PA10, PB11-PB15 подключены к сегментам индикаторов. Управление разрядами реализовано через транзисторы Q1-Q3[4]. Микроконтроллер последовательно активирует каждый транзистор, тем самым подает на сегменты соответствующие цифры.

Кнопки SW1-SW3 (см. рисунок), подключенные к выводам PB10, PB11 и PA0 соответственно, используются для взаимодействия пользователя с устройством – например, для установки или корректировки времени, в свою очередь конденсаторы C3, C6 и C9 обеспечивают подавление дребезга контактов кнопок [5].

В отличие от существующих решений для отображения времени, данная разработка представляет собой комплексное устройство, интегрированное в систему автоматизации умного дома. Новизна заключается в оптимизированной реализации динамической индикации на микроконтроллере STM32, что обеспечивает эффективное и экономичное отображение времени с возможностью динамического обновления данных.

Литература

1. Кругман А.Г., Меримкин Г.Ю. Разработка системы управления умным домом, микроконтроллер ESP32, разработка мобильных приложений // Новые информационные технологии в научных исследованиях. Рязань, 2022. Т. 1. С. 260–261.
2. Кузеев Д.Р., Якупов Н.М., Галиева Т.Г. Разработка схемы для платы модуля цифровой индикации // Материалы Международной молодежной научно-практической конференции, посвященной 55-летию КГЭУ. Казань, 2024. С. 518–521.
3. Кузнецов А. С., Плотников В. Р. Разработка блок-схемы для автоматизированного управления свойствами вакуумной теплоизоляции с использованием системы «Умный дом» // Город XXI века, мировые тренды и региональные особенности. М., 2025. С. 667–674.
4. Якупов Н.М. Проектирование схемы модуля-приемника для мониторинга частичных разрядов //XXVIII Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика, Казань, 2024. С. 225–228.
5. Васильев С.В. Программное устройство обработки аудио сигнала // Международный студенческий научный вестник, 2022. № 6. С. 14–54.

УДК 72.01

ОЗЕЛЕНЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ РОССИИ И КИТАЯ

Ян Кайсюань

Научный руководитель: канд. архитектуры, доц. Федорова М.С.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, 1193786823@qq.com

В условиях ускоренной урбанизации и экологических вызовов, зафиксированных статистикой Национального бюро Китая [1], необходим переход от декоративного восприятия зеленых насаждений к пониманию их как жизненно важной системы города. Результаты показывают, что Китай акцентирует внимание на масштабных государственных инициативах и технологической интеграции, в то время как Россия развивает модели, адаптированные к холодному климату и социальному участию. Технологически Китай продвигается в области IoT-мониторинга и интеграционных систем (см. табл.), а Россия обладает преимуществами в эксплуатации зимних насаждений. В России развитие архитектурного озеленения органично связано с особенностями климата и социальными преобразованиями, что проявляется в двух направлениях – имитация природных экосистем и развитие сообществ [2]. С учетом требований разных стран, в Китае архитектурное озеленение соответствует государственным стратегиям, таким как «Построение экологической цивилизации», «Прекрасный Китай», «Качественное развитие» и «Обновление городов». В России, учитывая обширную территорию и суровый климат, архитектурное озеленение способствует улучшению условий проживания в отдельных регионах с холодным климатом или высокой плотностью застройки.

Таблица. Связь между комплексным планом по энергосбережению и сокращению выбросов в Китае [3] и архитектурным озеленением

Классификации проектов	Требования, связанные с архитектурным озеленением
Городская зеленая энергоэффективная реконструкция	Всестороннее продвижение зеленого планирования, строительства и эксплуатации. Развитие зданий с ультранизким энергопотреблением, энергосберегающая реконструкция существующих зданий, интеграция фотоэлектрических систем в здания
Повышение энергоэффективности и экологической безопасности парков	Оптимизация энергетических систем, создание «зеленых островов»
Сокращение энергопотребления и выбросов в транспортной сфере	Продвижение транспортных средств на новых источниках энергии, развитие инфраструктуры для зарядки, замены батарей и заправки водородом
Сокращение выбросов в сельском хозяйстве и сельских районах	Энергоэффективная реконструкция сельских жилых домов, развитие энергоэффективных сельскохозяйственных теплиц

На основе сравнительного анализа обоснованной является концепция трехмерной интеграции «архитектура – зеленая среда – водный цикл», направленная на повышение экологической и социальной устойчивости через системы сохранения и повторного применения воды. Как отмечают исследователи Чжоу Тейцзюнь и др. [4], архитектурное озеленение становится ключевым элементом формирования «зеленых» и экологичных городов, что подтверждает актуальность предложенного подхода. При создании трехмерных городских экосистем использование экологического мышления обладает значительным потенциалом. Озеленение зданий, включая вертикальное озеленение и озелененные крыши, играет важную роль в устойчивом развитии. Оно способствует смягчению последствий изменения климата, снижению выбросов углерода и эффекта теплового острова, повышает биоразнообразие в городах, увеличивает площадь озелененных территорий и улучшает микроклимат.

Литература

1. National Bureau of Statistics of China / Национальное бюро статистики Китая. URL: https://www.stats.gov.cn/english/
2. A-site.cn: информационный портал. URL:https://www.a-site.cn/article/1571859.html
3. Официальный веб-сайт Правительства Китайской Народной Республики. Распоряжение. URL: https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/24/content_5670202.htm
4. Zhou T.J., Wang D.C., Xiong J.W. Form, Function and Cognition: The Role of Architectural Greening in Green Buildings and Ecological Cities // Science in China: Technological Sciences. 2015. Vol. 45, № 9. P. 951–963.

Научное издание

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Материалы VIII Международной научно-практической конференции

13–14 ноября 2025 г.

Научный редактор Г. Б. Захарова
Редакторы И. Ш. Орлова, Е. А. Земова
Верстка и дизайн обложки У. Б. Гицарева

Издательство УрГАХУ «Архитектон»
Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 23

Подписано в печать 5.11.2025
Формат 60x84/8. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. п. л. 11,8. Гарнитура Myriad Pro.
Тираж экз. Заказ №