



ИЦТМС

Институт
цифровых технологий
и моделирования
в строительстве

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник докладов научно-технической конференции
по итогам научно-исследовательских работ студентов
института цифровых технологий
и моделирования в строительстве (ИЦТМС)
НИУ МГСУ
(г. Москва, 28 февраля – 4 марта 2022 г.)

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

ISBN 978-5-7264-2998-4

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2022

УДК 378+33+69
ББК 74.58+65+38
Д54

Д54 **Дни студенческой науки** [Электронный ресурс] : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института цифровых технологий и моделирования в строительстве (ИЦТМС) НИУ МГСУ (г. Москва, 28 февраля – 4 марта 2022 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт цифровых технологий и моделирования в строительстве. — Электрон. дан. и прогр. (12,4 Мб). — Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2022. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-2998-4

В сборнике представлены доклады участников научно-технической конференции, проходившей 28 февраля – 4 марта 2022 года в университете по итогам научно-исследовательских работ студентов НИУ МГСУ, под руководством преподавателей института цифровых технологий и моделирования в строительстве НИУ МГСУ за 2021/2022 учебный год.

Для обучающихся по всем направлениям подготовки, а также для всех читателей, интересующихся современными тенденциями в студенческой науке строительного вуза.

Научное электронное издание

*Доклады публикуются в авторской редакции.
Авторы опубликованных докладов несут ответственность
за достоверность приведенных в них сведений.*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

Ответственный за выпуск *Н.А. Гаряев*

Институт цифровых технологий и моделирования в строительстве
(ИЦТМС НИУ МГСУ)
Сайт: www.mgsu.ru <https://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/ICTMS/>
Тел./факс: +7 (499) 183-46-74
E-mail: ictms@mgsu.ru

Для создания электронного издания использовано:
Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 22.03.2022. Объем данных 12,4 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет».
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.
Тел.: (495) 287-49-14, вн. 14-23, (499) 183-91-90, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ..... 11

<i>Аксенов Г.А., студент 4 курса 201 группы ИЦТМС</i>	12
Обследование конструкций и анализ результатов	12
<i>Асанова Адинай Турарбековна, студентка 1 курса 57 группы ИСА</i>	15
Применение математического анализа, теории вероятности и аналитической геометрии в архитектуре	15
<i>Баумертова Анастасия Олеговна, студентка 1 курса 42 группы ИСА</i>	19
Применение математических методов решения задач в градостроительстве	19
<i>Богданов Владислав Игоревич, Богданов Максим Андреевич, студенты 1 курса группы ИИЭСМ</i>	24
Графики функций, линий и поверхностей	24
<i>Гаджиева Полина Эмильевна, студентка 1 курса 43 группы ИСА</i>	27
<i>Матюхова Дарья Сергеевна, студентка 1 курса 43 группы ИСА</i>	27
Золотое сечение в градостроительстве	27
<i>Егоров Валерий Александрович студент 2 курса 101 группы ИЦТМС</i>	32
Теорема Шаудера и ее приложение для нилейных ОДУ	32
<i>Журавлёва Дарья Александровна, студентка 3 курса 13 группы ИСА</i>	35
Точные решения системы Карлемана	35
<i>Касяненко Дарья Ивановна, студентка 4 курса 201 группы ИЦТМС</i>	39
Применение методов математической статистики для анализа данных строительства объектов социально-культурного назначения Российской федерации	39
<i>Ли Антон Геннадьевич студент 2 курса 101 группы ИЦТМС</i>	44
Задача о минимуме функционала в пространстве функций с квадратично суммируемыми производными	44
<i>Липатов Данила Вячеславович, студент 2 курса 101 группы ИЦТМС</i>	46
Обобщение решение линеаризованной задачи Хеле-шоу для несжимаемой жидкости	46
<i>Моторина Маргарита Сергеевна, студентка 4 курса 201 группы ИЦТМС</i>	49
Математическое моделирование процессов водоочистки на биофильтрах	49
<i>Щёголева Елена Андреевна, студентка 1 курса 56 группы ИСА</i>	53
Математические методы в архитектурном проектировании	53

СЕКЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ..... 56

<i>Кайтуев Кайту Заурович, студент 1 курса 5 группы факультета ИСА</i>	57
Применение 3D графики при разработке чертежей автомобильной стоянки.	57
<i>Хмельёва Карина Алексеевна, студентка 1 курса 5 группы ИСА</i>	60
Проектирование конструктивных элементов железнодорожного моста с использованием графического пакета Autocad.	60
<i>Аликина Алёна Дмитриевна, студентка 1 курса 71 группы ИСА</i>	63
Геометрический анализ форм живой природы	63
<i>Головина Алиса Андреевна, студентка 1 курса 71 группы ИСА</i>	66
Треугольник Рёло: свойства и применение	66

<i>Розова Алина Петровна, студентка 1 курса 71 группы ИСА</i>	70
Межкомнатные перегородки и их особенности	70
<i>Фальковская Екатерина Дмитриевна, студентка 1 курса 71 группы ИСА</i>	73
Мостовые конструкции	73
<i>Шульга София Денисовна-студентка 1 курса 71 группы ИСА</i>	77
Невозможные фигуры: треугольник Пенроуза	77
<i>Лопатина Виктория Александровна, студентка 1 курса 11 группы ИЭУКСН</i>	82
Геометрическая составляющая в картинах Казимира Малевича	82
<i>Мигальчинский Никита Михайлович, студент 1 курса 2 группы ИЦТМС Колдин</i>	
<i>Тимур Эдуардович, студент 1 курса 2 группы ИЦТМС</i>	85
Геометрия египетских пирамид	85
<i>Беззубков Леонид Вадимович, студент 1 курса 14 группы ИСА</i>	88
Геометрические идеи и их воплощение в современной архитектуре	88
<i>Бубнов Данила Владимирович, студент 2 курса 9 группы ИГЭС</i>	92
<i>Волнушкина Ксения Алексеевна, студентка 2 курса 9 группы ИГЭС</i>	92
Традиции и современные тенденции в японской архитектуре	92
<i>Лаврентьев Тимур Андреевич, студент 2 курса 63 группы ИСА</i>	96
Связи начертательной геометрии с проективной, аналитической и дифференциальными геометриями	96
<i>Суриков Тихон Сергеевич, студент 1 курса 13 группы ИСА</i>	100
Золотое сечение в архитектуре	100
<i>Мингалимова Валерия Ринатовна, студентка 1 курса 61 группы ИСА</i>	104
Применение поверхности переноса для образования составных оболочек	104
<i>Наумов Кирилл Денисович, студент 1 курса 61 группы ИСА</i>	108
Использование тороидальных поверхностей для конструирования оболочек-покрытий	108
<i>Зайцев Иван Евгеньевич, студент 1 курса 3 группы ИЦТМС</i>	112
Геометрическая структура зрительного аппарата	112
<i>Саунин Даниил Русланович, студент 1 курса 8 группы ИСА</i>	116
Моделирование односторонней поверхности	116
<i>Деделева Лада Ярославовна, студентка 1 курса 9 группы ИСА</i>	119
<i>Енишкева Элина Ахатовна, студентка 1 курса 9 группы ИСА</i>	119
Геометрия природы – источник вдохновения Антонио Гауди	119
<i>Кононова Валерия Михайловна, студентка 1 курса 41 группы ИСА</i>	123
Геометрические доминанты городской застройки	123
<i>Ильина Елизавета Евгеньевна, студентка 2 курса 14 группы ИГЭС</i>	127
Геометрические формы архитектуры эпохи возрождения	127
<i>Липина Арина Брониславовна, студентка 2 курса 13 группы ИГЭС</i>	130
<i>Бацан София Романовна, студентка 2 курса 13 группы ИГЭС</i>	130
Поверхности второго порядка в сооружениях советского модернизма	130
<i>Сидорова Алиса Игоревна, студентка 2 курса 13 группы ИГЭС,</i>	133
<i>Качкина Ирина Андреевна, студентка 2 курса 13 группы ИГЭС</i>	133
Особенности строительства в сейсмически активных районах	133
<i>Алиханова Зуруд Рамазановна, студентка 1 курса 52 группы ИСА</i>	137
Особенности применения винтовых поверхностей в архитектуре	137
<i>Осадчая Инна Вячеславовна, студентка 1 курса 51 группы ИСА,</i>	141
<i>Компаниец Наталья Александровна, студентка 1 курса 51 группы ИСА,</i>	141

<i>Коноплева Валерия Андреевна, студентка 1 курса 51 группы ИСА</i>	141
Перспективные иллюзии и их использование	141
<i>Щетинин Никита Сергеевич, студент 1 курса 52 группы ИСА</i>	145
Геометрия пространства в современных винодельнях	145
<i>Бородин Дмитрий Вячеславович, студент 1 курса 55 группы ИСА</i>	149
Построение криволинейных объектов в перспективе методом «архитектора»	149
СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКИ И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ.....	154
<i>Астахов Максим Денисович, студент 3 курса 6 группы ИЦТМС</i>	155
Автоматизация вычислений сложных интегралов	155
<i>Биро Илья Олегович, студент 4 курса 101 группы ИЦТМС.</i>	158
Сегментация местности с помощью сверточной нейронной сети для предоставления инфографики застройки	158
<i>Стурник Павел Эдуардович, студент 4 курса 201 группы ИЦТМС</i>	162
Решение красовой задачи о поперечном изгибе балки методом конечных разностей	162
<i>Цвира Ярослав Олегович, студент 1 курса 101 группы ИЦТМС</i>	165
Самый быстрый шаблонизатор php	165
<i>Шайдуллина Александра Маратовна, студентка 2 курса 6 группы ИЦТМС</i>	169
О точках перегиба на графиках фильтрации	169
СЕКЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	174
<i>Лоткин Виктор Станиславович, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС</i>	175
Анализ технологий проверки информационных моделей в строительстве	175
<i>Семёнова Кристина Сергеевна, студентка 4 курса 2 группы ИЦТМС</i>	180
Автоматизация подготовки и передачи файлов цифровых информационных моделей для использования в программах выявления коллизий	180
<i>Храмова Арина Сергеевна, студентка 4 курса 2 группы ИЦТМС</i>	186
Автоматизация расстановки перемычек в цифровых информационных моделях строительных объектов	186
<i>Шабалин Михаил Сергеевич, студент 4 курса 2 группы ИЦТМС</i>	191
Автоматизация маркировки стен в проектной документации с применением визуального программирования в среде Dynamo Revit	191
<i>Железнов Егор Максимович, студент 2 курса 4 группы ИЦТМС</i>	197
<i>Кучумов Михаил Андреевич, аспирант 1 курс 15 группы ИЦТМС</i>	197
Проблемаобследования строительных объектов железнодорожной инфраструктуры при динамических воздействиях	197
<i>Коядинович Давид, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС</i>	200
Использование БПЛА для мониторинга хода строительства ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы»	200
<i>Арцибасова Татьяна Сергеевна, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС</i>	205
Координация процессов формирования информационной модели гражданских зданий через Autodesk Revit и Navisworks на основе методов визуального программирования	205
<i>Романов Алексей Геннадьевич, студент 2 курса 8 группы ИЦТМС</i>	210

Анализ средств группировки элементов для разработки модулей в Autodesk Revit	210
Феттер Матвей Гелаевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС	214
Scan-to-BIM: организация процесса для моделей трубопроводных систем	214
Снягина Ксения Александровна, студентка 2 курса 4 группы ИЦТМС	219
Применение AR-технологии в индивидуальном строительстве	219
Андреев Иван Андреевич, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС	225
Проведение водоснабжения в жилые и производственные здания и сооружения	225
Плаксына Екатерина Николаевна, студентка 3 курса 4 группы ИЦТМС	230
Формирование заявок на транспортные средства строительной компании с применением инструментов облачных технологий и искусственного интеллекта	230
Степанова Анастасия, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС	235
Алгоритм создания параметрических зависимостей сложных объектов в Dynamo	235
Ягодарова Дарья Романовна, студентка 4 курса 1 группы ИЦТМС,	242
Кузьмич Максим Олегович, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС,	242
Кришталь Камилла Геннадьевна, студентка 4 курса 1 группы ИЦТМС	242
Перспективы и особенности применения технологии 3D печати для возведения малоэтажных зданий	242
Железнова Анжела Оливеровна, студентка 2 курса 4 группы ИЦТМС	246
Реализация VR-технологий на основе возможностей Autodesk Revit и A360 Rendering	246
Эль-Мавед Ахмад, студент магистратуры 2 курса 14 группы ИЦТМС	250
Автоматизация оценки степени использования интеллектуальных систем управления умным городом (на примере город Эль-Айн, ОАЭ)	250
Ильичев Даниил Сергеевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС	255
Крутий Михаил Валерьевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС	255
Автоматизация процессов проектирования конструктивных элементов за счет применения различных шаблонов в Revit	255
Григорян Марина Артуровна, студентка 3 курса 4 группы ИЦТМС	260
Китаина Дарья Дмитриевна, студентка 3 курса 6 группы ИЦТМС	260
Автоматизация управления складом на основе применения имитационного моделирования	260
Курушкина Ксения Сергеевна, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС	266
Автоматизация расчета инсоляции в системах информационного моделирования	266
Скворцова Татьяна Михайловна, студентка магистратуры 1 курса 13 группы ИЦТМС	272
Анализ классификатора строительной информации	272
Бармин Артём Николаевич, студент 3 курса 6 группы ИЦТМС	275
Сравнительный анализ гра платформ роботизации рутинных задач в строительстве	275
Карямина Диана Владимировна, студентка 2 курса 1 группы ИЦТМС	280
Влияние аддитивного производства на строительные технологии и сохранение окружающей среды	280
Голованов Андрей Александрович, студент 3 курса 5 группы ИЦТМС	285

Выбор форматов архивации для эффективного хранения строительной документации в цифровой форме	285
<i>Головенко Арина Игоревна, студентка магистратуры 2 курса 3 группы ИЦТМС</i>	289
Цифровизация нормативной информации строительной отрасли для создания вопросно-ответных систем (на примере СП 62.13330.2011* газораспределительные системы)	289
<i>Шабанова Анастасия Александровна, студентка магистратуры 1 курса 14 группы ИЦТМС</i>	293
Применение параметрического моделирования при армировании строительных конструкций	293
<i>Лисовцова Ольга Ивановна, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС</i>	298
Использование классификаторов в процессе информационного моделирования объекта капитального строительства	298
<i>Зорина Дина Сергеевна, студентка магистратуры 1 курса 13 группы ИЦТМС, 303</i>	303
<i>Чапльгин Евгений Юрьевич, студент магистратуры 1 курса 13 группы ИЦТМС</i>	303
Возможности реализации сводной цифровой информационной модели в разных размерностях (3D-8D)	303
<i>Сбродов Дмитрий Владимирович, студент 3 курса 4 группы ИЦТМС</i>	308
Автоматизация управления в строительстве на основе облачных решений 1С.	308
<i>Кузнецов Сергей Владимирович, студент магистратуры 1 курса 13 группы ИЦТМС</i>	313
Автоматизация процесса проверки параметров информационной модели	313
<i>Орлов Михаил Алексеевич, Нечаев Кирилл Александрович, студенты 4 курса 3 группы ИЦТМС</i>	317
Применение генераторов псевдослучайных чисел в цифровой трансформации строительной отрасли	317
<i>Осташев Роман Витальевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС</i>	322
Архитектурная выразительность стальных конструкций	322
<i>Шологин Сергей Андреевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС</i>	326
Применение технологии Blockchain в строительной отрасли	326
<i>Михайлюк Дмитрий Максимович, студент магистратуры 2 курса 4 группы ИЦТМС</i>	330
Применение технологии Blockchain в управлении цепочками поставок в строительстве	330
<i>Саввина Кира Владимировна, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС</i>	335
Применение языка визуального программирования Grasshopper для моделирования сложной геометрии в Autodesk Revit	335
<i>Сазарь Евгения Вадимовна, студентка 3 курса 3 группы ИЦТМС</i>	339
Обеспечение безопасности хранения данных в автоматизированных системах организаций строительной отрасли	339
<i>Григорян Марина Артуровна, студентка 3 курса 4 группы ИЦТМС</i>	346

Китаина Дарья Дмитриевна, студентка 3 курса 6 группы ИЦТМС	346
Сравнительный анализ программ имитационного моделирования при решении логистических задач	346
Морозов Максим Сергеевич, студент 4 группы 3 курса ИЦТМС	352
Моделирование и оптимизация организационной структуры подрядной организации с использованием средств Business Studio	352
Алиминев Константин Олегович, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС	356
Возможность автоматизации построения строительного генерального плана	356
Ситнова Анастасия Сергеевна, студентка 4 курса 2 группы ИЦТМС	361
Автоматизация проектирования облицовки фасада с использованием средств визуального программирования	361
Потапова Анастасия Эдуардовна, студентка магистратуры 2 курса 4 группы ИЦТМС	366
Средства автоматизации процессного подхода	366
Чилингарян Марк Арменович, студент 2 курса магистратуры 13 группы ИЦТМС	370
Цифровые инструменты в строительстве для принятия решений на примере чат-бота	370
Давыдкин Павел Павлович, студент магистратуры 1 курса 14 группы ИЦТМС	374
Обеспечение информационной безопасности данных при реализации инвестиционно-строительных проектов с использованием технологий информационного моделирования	374
Ахмед Раафат Али Ахмед, студент ИЦТМСм-II-13	378
Анализ методик организации проектирования аэропортов на базе информационного моделирования	378
Зозуля Ольга Андреевна, студентка 4 курса 4 группы ИЦТМС	382
Применение теории систем массового обслуживания для решения задачи управления производственно-технологической комплектации в крупной строительной компании	382
Бородкин Кирилл Юрьевич, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС	388
Автоматизация выбора площадки строительства многоэтажного жилого дома на плане городской застройки	388
Мусатов Владимир Михайлович, студент магистратуры 13 группы 1 курса ИЦТМС	391
Методы контроля за выполнением СМР с использованием роботизированных средств измерений, БПЛА и строительной BIM-модели	391
Родюшкин Илья Владимирович, студент магистратуры 2 курса 3 группы ИЦТМС	396
Основы программирования базы данных для автоматизации выбора комплекта машин для гидромеханизации грунтовых работ.	396
Фадин Дмитрий Александрович, студент магистратуры 2 курса 14 группы ИЦТМС	404
Разработка алгоритма автоматизированного создания спецификаций в ПО BENTLEY при формировании проектной документации	404
Шаровская Яна Вадимовна, студентка 4 курса 2 группы ИЦТМС	409
Разработка автоматизированной системы мониторинга хода строительства с применением беспилотного летательного аппарата	409

<i>Алешин Артем Александрович, студент 2 курса 1 группы ИЦТМС</i>	414
ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ 3D ПЕЧАТИ В ВУЗАХ РОССИИ	414
СЕКЦИЯ НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	417
<i>Азаров Артур Александрович, аспирант 2 года обучения 01 группы ИФО.</i>	418
О соответствии теоретических моделей поперечных колебаний стержня экспериментальным данным	418
<i>Гурова Анастасия Алексеевна, студентка 1 курса магистратуры 315 группы ИЦТМС</i>	422
Исследование влияния структуры армирования на сдвиговые характеристики волокнистых композитов	422
<i>Лохова Екатерина Михайловна, аспирантка 1 курса 11 группы ИСА</i>	427
Несущая способность железобетонных и стальных элементов при циклических нагрузках	427
<i>Саиян Сергей Гургенович, аспирант 1 курса 11 группы ИСА</i>	432
Численное моделирование ветровых нагрузок и воздействий на уникальные здания и сооружения. Современное состояние, проблемы и перспективы	432
<i>Синякин Даниил Сергеевич, студент 1 курса 1 группы ИЦТМС</i>	436
Разработка программы обработки ветрового воздействия на основе спектральных характеристик	436

СЕКЦИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

*Аксенов Г.А., студент 4 курса 201 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Л.Ю. Фриштер, проф., доктор тех. Наук,
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ОБСЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Любое сооружение должно удовлетворять современным строительным нормам и правилам на всех этапах своей жизнедеятельности. Особенно это касается важных объектов энергетики и производства, а также старинных памятников архитектуры, построенных до появления современных СП и ГОСТов.

Целью данной работы является изучение основных этапов обследования конструкций, а также существующих методов анализа полученных результатов, позволяющих принять оптимальное решение касательно устранения возможных дефектов.

Основные этапы обследования конструкций:

1. Сбор исходно-разрешительной документации

Этот этап включает в себя сбор всех имеющихся документов и информации о рассматриваемой конструкции, включая информацию о предыдущих обследованиях

2. Визуальное обследование

На этом этапе проводится визуальный осмотр конструкции, проведение замеров и фото-фиксация.

3. Инструментальное обследование

После визуального осмотра, при обнаружении внешних дефектов проводится обследование конструкции при помощи специальных приборов неразрушающего контроля

4. Анализ результатов обследования, подготовка тех. Заключение

На этом этапе проводятся необходимые расчеты, подготавливаются (при необходимости) рекомендации по устранению выявленных дефектов, составляется подробный документ с полной информацией обо всех этапах обследования.

В рамках данной работы были проанализированы результаты обследования стропильной фермы крыши объекта культурного наследия федерального значения «Покровские казармы, 1798 г.» в расчетном комплексе ЛИРА-САПР, а также ручной подсчет для проверки работы расчетного комплекса.

В ходе визуального и инструментального обследования конструкции не было выявлено явных дефектов, поэтому достаточно провести расчеты на соответствие актуальным законодательным требованиям.

Рассматривается стальная плоская треугольная ферма из парных уголков, составленных тавром. Длина фермы $L=17330$ мм, высота $H=3617$ мм.

Сечения элементов фермы:

Пояса – 120x12

Раскосы – 100x10, 100x12 и 60x6

Стойки – 60x6

Предполагаемая марка стали - С38/23 по ГОСТ 19903-74

Расчетная марка стали – С345 по ГОСТ 27772-2015.

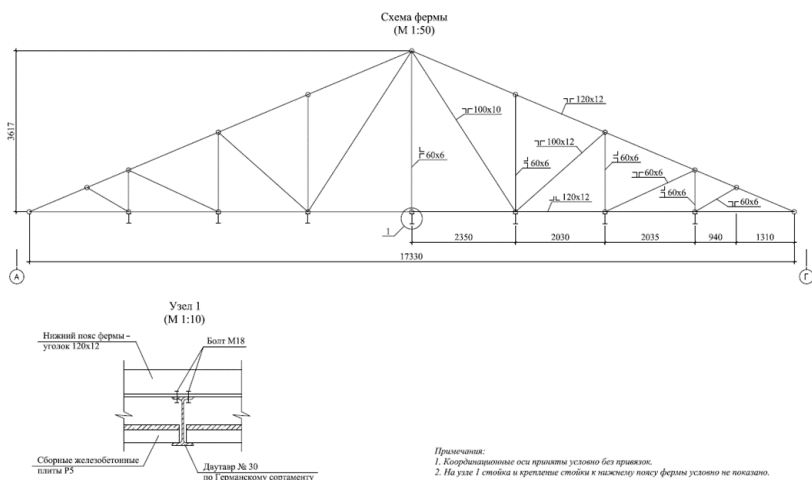
Для расчетов использовался программный комплекс «ЛИРА-САПР 2016», реализующий метод конечных элементов.

Расчетная схема принимается с идеальными шарнирами в узлах, опоры – шарнирно-неподвижная и шарнирно-подвижная.

Расчеты выполнены по **первой группе предельных состояний** (прочность и устойчивость) и на **перемещение (прогибы) по вертикальной оси** в соответствии с действующими строительными нормами и правилами:

1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»
2. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»

Расчёты по второй группе предельных состояний (прогибы) не требуются, т.к. в фермах не предполагаются прогибы стержней из-за шарниров в узлах.



По результатам расчетов по 1 группе ПС максимальный % использования элементов фермы – **56,6%**, прочность и устойчивость обеспечена.

По результатам расчётов на перемещения (прогибы) максимальное перемещение составляет **38мм**. Предельные перемещения по СП20.13330.2016 для представленной фермы составляют $[\Delta] = L/250 = 17330/250 = \mathbf{69,32мм}$, жесткость фермы обеспечена.

Ручной расчёт фермы имеет расхождение с расчетным комплексом $\approx 7\%$. С учётом большого запаса прочности по результатам расчётов, они могут быть применены на практике.

Вывод: рассматриваемая конструкция удовлетворяет требованиям актуальных нормативных документов и не требует рекомендаций по устранению дефектов.

Библиографический список

1. *В.В. Доркин, М.П. Рябцева* Металлические конструкции //ИНФРА-М, 2021г. С.216-219
2. *Туснин А.Р., Туснина О.А.* Проектирование и расчёт металлических конструкций //НИУ МГСУ, 2020г. [Электронный ресурс] URL: https://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/Metall_i_der_konstr/teaching-materials/ (дата обращения: 25.02.2022)
3. *Абашева Л.П., Зуева И.И.* Проектирование и расчет стальных ферм покрытий из парных уголков //Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2008. - 46 с. [Электронный ресурс] URL: https://www.studmed.ru/abasheva-l-p-zueva-i-i-proektirovanie-i-raschet-stalnyh-ferm-pokrytiy-iz-parnyh-ugolkov_77a13172279.html (дата обращения: 25.02.2022)
4. *Вардадян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А.* Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности //Издательство ассоциации строительных ВУЗов 1995г.
5. *Анохин Н.Н.* Строительная механика в примерах и задачах часть II: Статически неопределимые системы //Издательство ассоциации строительных ВУЗов 2007г.

*Асанова Адинай Турарбековна, студентка 1 курса 57 группы ИСА
 Скуртул Катерина Николаевна, студентка 1 курса 57 группы ИСА
 Научный руководитель
 Мавзовин В. С. – канд. тех.наук ст.препод.*

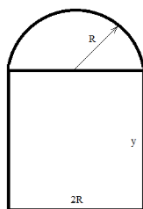
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА, ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ В АРХИТЕКТУРЕ

В данной статье представлено применение различных разделов математики в архитектурном проектировании. Математика помогает сконструировать не только эстетичные, но в то же время практичные сооружения. Тема статьи раскрывается посредством решения конкретных задач.

Использование математического анализа в архитектуре

Математический анализ широко используется для выявления оптимальных форм в пространстве, в частности для вычисления наиболее подходящей площади в заданных условиях.

Рассмотрим на этом конкретном примере.



Допустим, стоит задача определить радиус полукруга арочного окна, при котором оно имеет наибольшую площадь. Известен периметр окна.

Очевидно, что диаметр окружности равен сторон прямоугольника, обозначим за $2R$. А другую сторону за y .

$$P = 2R + \pi R + 2y \quad (1)$$

Тогда y будет равен:

$$y = \frac{1}{2}(P - (\pi + 2)R) \quad (2)$$

Площадь окна составит:

$$S = \frac{\pi R^2}{2} + 2Ry = \frac{\pi R^2}{2} + 2 \cdot \frac{1}{2}(P - (\pi + 2) \cdot R) = \frac{\pi R^2}{2} + PR - \pi R^2 - 2R^2 = PR - \frac{\pi R^2}{2} - 2R^2 \quad (3)$$

Выражение, которое мы получили, является функцией $S(R)$. Исследуем функцию на экстремум. Сперва найдем производную:

$$S'(R) = \left(PR - \frac{\pi R^2}{2} - 2R^2 \right)' = P - \pi R - 4R = P - (\pi + 4)R \quad (4)$$

Определим нули функции $S'(R)$.

$$P - (\pi + 4)R = 0, \Rightarrow R = \frac{P}{\pi + 4} \quad (5)$$

Найдем вторую производную:

$$S''(R) = -(\pi + 4) < 0 \quad (6)$$

Производная отрицательна, значит наибольшая площадь равна:

$$S_{max} = PR - \frac{\pi R^2}{2} - 2R^2 = P \left(\frac{P}{\pi+4} \right) - \left(\frac{\pi}{2} + 2 \right) \left(\frac{P}{\pi+4} \right)^2 = \frac{P^2}{2(\pi+4)} \quad (7)$$

Математический анализ помогает решать некоторые задачи на начальных этапах строительства.

Использование теории вероятности

Теория вероятности в архитектуре применяется для оценки срока службы строений и материалов, по каким законам увеличивается износ зданий, для расчета влияния климатических, сейсмических и гидрогеологических условий на устойчивость и долговечность архитектурных построек.

Из-за непредвиденного поведения внешних факторов и свойств используемых материалов, решение задач сводится к расчету рисков.

Предельное состояние постройки трактуется как случайное событие, которое определяется при помощи теории вероятности. Причиной такого состояния является превышение допустимого значения упругости в какой-либо части сооружения.

Рассмотрим это на примере.

Допустим, событие А – разрушение здания в сейсмическом районе.

$p = 0,1$ – вероятность его разрушения в 1 год. Тогда $q = 1 - p$ – вероятность сохранения здания в 1 год. Тогда

$$P_n(A) = 1 - 0,9^n$$

– вероятность разрушения здания в течение n лет.

Соответственно по формуле:

$P_5(A) = 1 - 0,9^5 = 1 - 0,59049 = 0,40951$ – вероятность разрушения в течение 5 лет

$P_{10}(A) = 1 - 0,9^{10} = 0,651$ – вероятность разрушения в течение 10 лет

И так далее.

Использование аналитической геометрии

Аналитическая геометрия напрямую связана с архитектурой, т.к. изучает пространственные структуры и отношения между ними. Каждая форма представляет собой множество кривых, подчиненные определенной закономерности. Эту закономерность можно описать аналитически и в точности отобразить на чертеже. Преимущества данного способа проектирования заключаются в рациональности, целостности и структурной четкости, в легкости возведения. Рассмотрим пример использования поверхности, основанной на однополостном гиперболоиде – музей «Сумайя» в Мексике, Мехико. Архитектор – Фернандо Ромеро.



Конструкция однополостного гиперболоида отличается тем, что это дважды линейчатая поверхность, через любую точку которой можно провести две пересекающиеся прямые, принадлежащие поверхности. В строительстве роль этих прямых играют прямые балки, которые образуют устойчивую и жесткую конструкцию

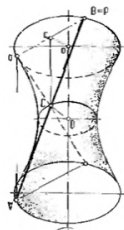


Рис.1.

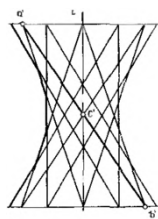


Рис. 2.

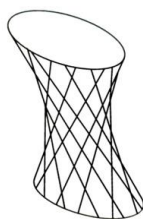


Рис. 2а.

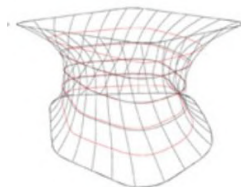


Рис. 3

На рис. 1 изображен однополостный гиперболоид, который описывается по формуле:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

Центральная ось вращения не обязательно должна быть перпендикулярна поверхности основания гиперболоида, что раскрывает новые возможности в проектировании (рис. 2, рис. 2а). Рисунок 3 представляет собой графическую иллюстрацию музея «Сумайя» в виде адаптированной формы гиперболоида.

Благодаря кривым поверхностям любая постройка является гармоничным дополнением окружающего пространства, а такие здания обладают устойчивостью и прочностью.

Вывод: Математический анализ позволяет рационально использовать архитектурные материалы и разумно преобразовывать пространство.

С помощью теории вероятности возможно определить износостойкость сооружения под влиянием различных факторов. Аналитическая геометрия открывает широкие возможности для оригинальных архитектурных решений.

Библиографический список

1. *Короев Ю. И.* Начертательная геометрия// Под ред. Ауоров В. В., Кудрявцев А. П., Степанов А. В. 2 изд. перераб. и доп. – 2007. – С. 66-74
2. *Ильин В. А., Позняк Э. Г.* Аналитическая геометрия// 7-е изд., стер. – 2009. – С. 198-202

3. *Письменный Д. Т.* Конспект лекций по высшей математике// 11-е изд. – 2011. – С. 155-157
4. *Шереметевский В. П.* Очерки по истории математики//Под ред. А. П. Юшкевича – 2010. – С. 37-45
5. *Тюрин Ю. Н.* Теория вероятностей и статистика//2008. – С. 133-146
6. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-teorii-veroyatnosti-i-matematicheskoy-statistiki-v-stroitelstve/viewer> (дата обращения: 19.02.2022)
7. [Электронный ресурс] URL: <https://calcsbox.com/post/geometricheskie-zadachi-na-optimizaciu.htm> (дата обращения: 19.02.2022)
8. [Электронный ресурс] URL: <https://e-koncept.ru/2015/65340.htm> (дата обращения: 19.02.2022)

Баумертова Анастасия Олеговна, студентка 1 курса 42 группы ИСА
Научный руководитель –
Мавзовин В.С., доцент кафедры «Прикладная математика», к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

В конце XX в. – начале XXI в. научно-технический прогресс достиг пика своего развития, его непосредственным результатом являются инновации и нововведения во всех областях науки и техники. Математика так же не осталась в стороне, развитие самой науки и её приложений оказалось колоссальным. Параллельно с бурным процессом расширения областей математической науки, так же происходит математизация других сфер научной деятельности человека. Математические методы, как при решении задач, так и при разнообразных видах исследований активно проникают в различные сферы человеческой жизнедеятельности и позволяют представить вопросы, возникающие в процессе познания, в виде задачи, определить ее данные и неизвестные, сформировать подходящий алгоритм решения и получить на его основании определенные логические выводы.

Одним из самых значимых методов, используемых в математизации, является метод математического моделирования.

Математическое моделирование – это метод исследования и объяснения явлений, процессов и систем (объектов-оригиналов) на основе создания новых объектов – математических моделей. Это эффективный метод решения и анализа задач, позволяющий объединять разобщенные элементы в системы с логически обоснованными взаимосвязями [1].

В градостроительстве данный метод применяется для решения различных задач.

Алгоритм создания математической модели [2] для любой из поставленных задач можно представить следующим образом:

- выделение полезных для исследователя черт рассматриваемого объекта или явления;
- выявление предмета дальнейшего исследования путем определения необходимых характеристик рассматриваемого процесса;
- выявление важных аспектов между этими параметрами;
- поиск правильного математического аппарата, который должен описывать взаимосвязи между исследуемыми объектами (явлениями);
- применение полученного математического аппарата.

Примером составления математической модели в градостроительной деятельности может послужить расчет средней скорости пешеходного потока.

Данный вид работы применяется для улучшения пешеходных коммуникаций, которые в свою очередь напрямую влияют на качество городской среды рассматриваемой территории.

Под руководством профессора В.В. Холщевникова была разработана математическая модель, выражающая скорость движения пешеходного потока по любому виду пути и с любым эмоциональным состоянием [3]. Для установления закономерностей между скоростью и плотностью пешеходного потока, а также влиянием на эти параметры эмоционального состояния людей В.В. Холщевниковым были применены новые методологические принципы, основанные на психофизиологической теории функциональных систем, теории игр и теории крайних членов выборки [4].

Данная математическая модель, описывающая зависимость между исходными данными и искомыми величинами, выражена следующей формулой:

(1)

где,

- скорость движения людского потока по j – му виду пути;
- значение плотности людского потока на i – том участке;
- скорость свободного движения людей по j – му виду пути;
- плотность людского потока на j –м виде пути, при достижении которого она начинает оказывать влияние на скорость движения людей;
- безразмерный коэффициент, отражающий степень влияния плотности людского потока на его скорость.

При исследовании градостроительных систем и разработке проектов зачастую необходимо разрабатывать различные чертежи и схемы, для составления которых применяют ещё один не менее известный в математике метод – *графический*. Наиболее ярким представлением его использования является составление схематических представлений планировочной структуры города. В градостроительстве выделяют два основных типа композиционного построения городского плана: регулярная и нерегулярная композиции. Применяв к данным типам структур графический метод, можно выделить две принципиальные модели регулярной композиции построения плана города: круг и прямоугольник, которые соответствуют нескольким типам планировочных структур города. Например, круг визуализирует радиально-кольцевую и всерную планировки, а прямоугольник – линейную и прямоугольную системы организации улиц в городах (рис.1). Таким образом, представляя любой план города как определенного вида схему и рассматривая её

геометрические основы, вполне можно сделать множество выводов об истории города, его проблемах и перспективах развития в будущем.

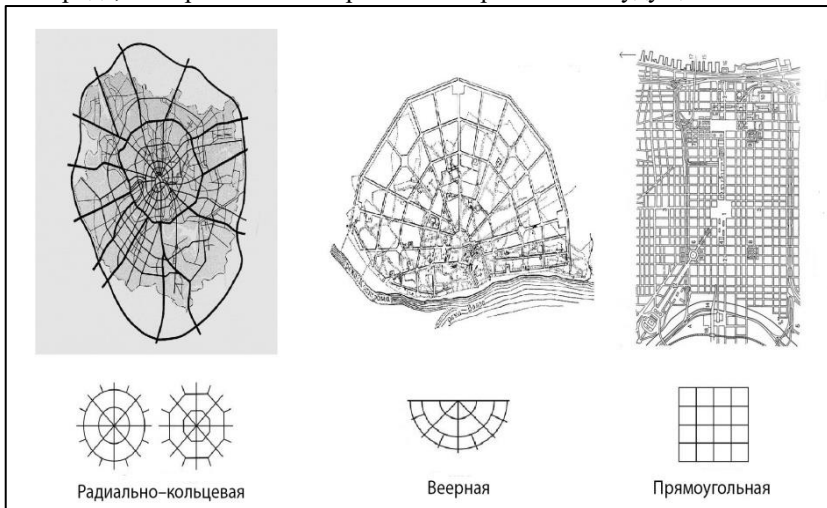


Рис.1. Соотношение планов городов со схемами их планировочной структуры.

В процессе создания архитектурного образа специалисты в области ландшафтной архитектуры и градостроительства обращают огромное внимание на выполнение геодезических работ. Рациональное использование естественных форм рельефа, равно как и их искусственное изменение при осуществлении замыслов градостроителя невозможны без хорошего знания основ инженерной геодезии. В основе решения всех задач геодезии лежит установление различных систем координат и создание опорных геодезических сетей [5]. Так правильное выполнение поставленных в геодезическом исследовании задач напрямую зависит от умения правильно применить *метод координат*, наиболее часто используемый в одном из разделов математики, истоками которого считаются работы П. Ферма (1636 г.) и Р. Декарта (1637 г.).

Метод координат, прежде всего, заключается в выборе соответствующей системы координат. В геодезии в том или ином виде используются следующие из них: декартова система прямоугольных координат на плоскости и в пространстве, полярная система координат, а также сферическая и цилиндрическая системы координат. Многие задачи высшей геодезии заключаются в преобразовании координат из одной системы координат в другую. Одним из самых простых подобных преобразований является переход из одной системы плоских прямоугольных координат в другую, который в свою очередь разделяется ещё на три отдельных случая: изменение положения начала координат с параллельным переносом осей, разворот осей под

некотором углом не изменяя при этом положение их начала и последний случай, соединяющий в себя два первых. Для наглядного представления применения метода координат в геодезии, как неотъемлемой части градостроительной деятельности, рассмотрим первый случай, выполнив все преобразования в векторной форме (рис. 2).

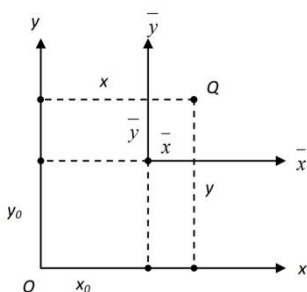


Рис. 2. Параллельный перенос осей координат изначальной системы координат.

При одинаковых единицах масштаба по осям обеих систем, можно аналитически представить [6]:

$$(2)$$

где, \vec{r} - вектор исходной СК;

\vec{r}' - вектор преобразуемой СК;

\vec{r}_0 - вектор смещений начала второй СК относительно первой;

Таким образом, очевидна необходимость применения математических методов в градостроительстве. Так как они способны упорядочить и классифицировать элементы исследуемого объекта, выявить и проанализировать их взаимосвязи, а также упростить решения градостроительных задач.

Библиографический список

1. Математические методы в архитектурной теории: монография / Е. Ю. Витюк ; отв. ред. Л. П. Холодова. – Екатеринбург: Архитектон, 2012. – 112 с. : ил. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24431232> (дата обращения 21.02.2022)
2. Рыбалов А.Н. Математизация науки и ее возможности. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-88687.html> (дата обращения 21.02.22)
3. Козлов П. И. Определение уровня обслуживания пешеходов в пространстве внеуличных коммуникационных элементов пересадочных узлов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.23.22 / Козлов Павел Игоревич; [Место защиты: ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет]. - Москва, 2019. - 23 с.

4. *Холщевников В.В.* Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов: диссертация доктора технических наук: 05.23.10 / Холщевников Валерий Васильевич — М.: 1983 — 486 с.

5. *Клепко В.Л.* Системы координат в геодезии [Текст] : научная монография / В. Л. Клепко, А. В. Александров ; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Уральский гос. горный ун-т". - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. - 114 с.

6. *Телеганов, Н.А.* Метод и системы координат в геодезии [Текст] : учеб. пособие / Н.А. Телеганов, Г.Н. Тетерин. – Новосибирск: СГГА. – 2008. – 143 с.

Богданов Владислав Игоревич, Богданов Максим Андреевич, студенты 1 курса 30 группы ИИЭСМ

Научный руководитель –

Бобылева Т.Н., доцент кафедры ВМ, к.ф.-м.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ГРАФИКИ ФУНКЦИЙ, ЛИНИЙ И ПОВЕРХНОСТЕЙ

Функция — это такое соответствие между элементами двух множеств, что каждому элементу одного множества ставится в соответствие некоторый элемент из другого множества. Задать функцию значит задать закон, в соответствии с которым по значению независимой переменной можно найти соответствующее значение функции. Функцию можно задать табличным, графическим, аналитическим способами. График функции $y = f(x)$ — это множество точек плоскости $(x; y)$, где x — это *аргумент*, а y — *значение функции*, которое соответствует данному аргументу [1,2]. Асимптота кривой – это такая прямая, что расстояние от точки кривой до этой прямой стремится к нулю, когда точка по этой кривой удаляется от начала координат. Термин возник у Аполлония Пергского, правда, асимптоты гиперболы изучал еще Архимед.

Функция Вейерштрасса – это непрерывная функция, которая нигде не имеет производной. Функция Вейерштрасса задается на всей действительной прямой одним аналитическим выражением [2].

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos(b^n \pi x), \quad 0 < a < 1, b > 0, ab > 1 + 1,5\pi, b - \text{нечетное число.}$$

Пример линии на плоскости - декартов лист [3] — это алгебраическая кривая третьего порядка, удовлетворяющая уравнению в прямоугольной системе $x^3 + y^3 = 3axy, a > 0$ (Рис.1.). В полярной системе координат

$$r = \frac{3a \sin 2\varphi}{2(\sin^3 \varphi + \cos^3 \varphi)}. \quad \text{Эту линию можно задать и параметрически:}$$

$$x = \frac{3at}{1+t^3}, y = \frac{3at^2}{1+t^3}, t \neq -1. \quad \text{Декартов лист имеет наклонную асимптоту}$$

$x + y + a = 0$, уравнение которой получается по известной формуле математического анализа. Когда выбирают траекторию движения обрабатывающего инструмента при высокоскоростном фрезеровании (HSM) используют линии типа «петля», с помощью которых можно выполнять сопряжения. Здесь часто применяется траектория в форме декартового листа (Рис.1).

Код программы в пакете Wolfram Mathematica (используется уравнение кривой в полярной системе координат):

```
PolarPlot[3Sin[2t]/((Sin[t]^3+(Cos[t])^3),{t,-Pi,Pi}, PlotStyle-
>{Directive[Thick,Orange]},AspectRatio->4/4,PlotRange->{{-3.5,4},{- 3.5,4}},
PlotStyle->{{Dashed,Black}},PlotStyle->Dashed, AxesLabel->{{\p{ x
}},{\p{ y } }},AxesStyle->Arrowheads[{{0,0.03}},Ticks->None]
```

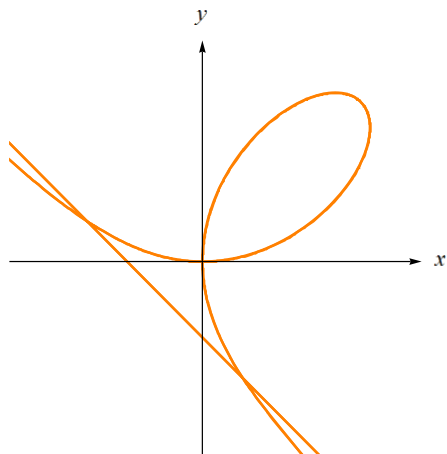


Рис.1. Декартов лист и его наклонная асимптота

С помощью компьютерной программы Wolfram Mathematica можно построить поверхность [4,5], например, однополосный гиперболоид $x^2 + y^2 - z^2 = 1$ (Рис.2): `Plot3D[{{Sqrt[x^2 + y^2 - 1.]}, {-Sqrt[x^2 + y^2 - 1.]}, {x, -3, 3}, {y, -3, 3}, RegionFunction -> Function[{x, y, z}, x^2 + y^2 < 9.], PlotStyle -> {Lighter[Red, 1], Lighter[Red, 1]}, Boxed -> False, Axes -> False]`

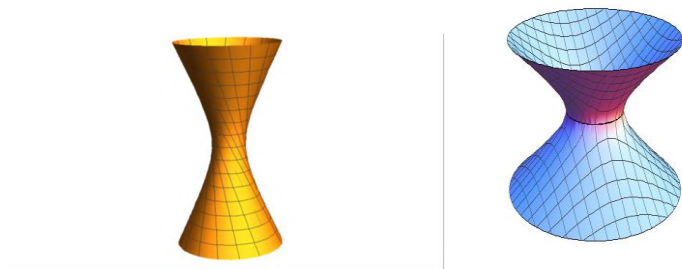


Рис.2. Однополосный гиперболоид

С использованием такого гиперболоида были построены многие сооружения. Одним из них является Шуховская башня. Построена в 1919—1922 годах по проекту архитектора и изобретателя Владимира Шухова. (Рис.3).



Рис.3. Шуховская башня

Еще на основе теории поверхностей были построены такие здания, как Башня Эволюции (Рис. 4), Небоскреб Мэри-Экс (Рис.5).



Рис.4. Башня Эволюции



Рис.5. Небоскреб Мэри-Экс

Таким образом, можно сказать, что существует множество интересных графиков функций, линий и поверхностей, которые широко используются в архитектурных сооружениях.

Библиографический список

1. *Виленкин Н.Я.* Функции в природе и технике. М.: Просвещение, 1985. 208с.
2. *Выгодский М.Я.* Справочник по высшей математике. М.: Наука, 1977. 872с.
3. *Смогоржевский А. С., Столова Е. С.* Справочник по теории плоских кривых третьего порядка. М.: Физматлит, 1961. 264 с.
4. *Кривошапко С.Н., Иванов Б.В., Халаби С.М.* Аналитические поверхности.
5. Материалы по геометрии 500 поверхностей и информация к расчету на прочность тонких оболочек. М.: Наука, 2006. 544 с.
6. *Четверухин Н.Ф.* Методы геометрических построений. М.: Учпедгиз, 1952. 147 с.

Гаджиева Полина Эмильевна, студентка 1 курса 43 группы ИСА
Матюхова Дарья Сергеевна, студентка 1 курса 43 группы ИСА
Научный руководитель –
Мавзовин В.С., доцент кафедры высшей математики, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государствен-
ный строительный университет»

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

Почему людей так привлекают древние здания и сооружения? Почему глядя на них, они испытывают умиротворение и гармонию? Ответить на эти вопросы не так сложно. Все эти древние строения построены на основе золотого сечения. Однако и в настоящее время правило математической пропорции используется в градостроительстве.

Целью данного исследования является выяснить, какое значение имеет принцип золотого сечения для градостроительства.

Для того, чтобы выяснить, какие необычные черты есть у золотого сечения, необходимо разобраться, что это вообще такое. Почему его называют «божественной гармонией чисел»? Золотое сечение – это правило общей пропорции, создающей универсальную композицию. Ученые называют её формулой божественной гармонии или асимметричной симметрией. Общее определение правила золотого сечения гласит, что меньшая величина относится к большей, как большая к целому. Было рассчитано приблизительное число, равное 1,6180339887, являющееся коэффициентом золотого сечения. В процентном соотношении в одном целом меньшая величина занимает 38%, а большая – 62%.

Из истории нам известно, что принцип золотого сечения пришел к нам со времен Древней Греции (рис. 1). Эвклид был первым человеком, который выразил гармонию через законы математики. Так за 300 лет до н. э. античным ученым был написан труд «Начала», посвященный геометрическим построениям и теории чисел [1].

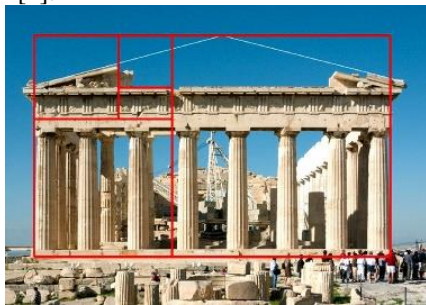


Рис. 1. Идеальная пропорция золотого сечения в памятниках Древней Греции

В нем он впервые описал способ построения правильного пятиугольника с использованием пропорций (соотношения частей и целого). Он выработал следующую формулировку правила: отрезок можно разделить на две части так, чтобы меньший отрезок относился к большему, как больший к целому. Такая пропорция всегда одинакова, и составляет 1,618.

Но допускается теория о том, что греки подсмотрели этот принцип у египтян, ведь проанализировав архитектуру Египта того времени, можно чётко проследить соблюдение математической гармонии (рис.2).

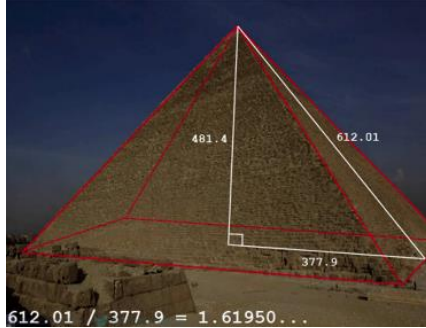


Рис.2. Идеальная пропорция золотого сечения в пирамиде

Как же определить число золотого сечения? С астрономом из Италии Фибоначчи связывают пропорцию, так как он вывел ряд чисел, в котором значение каждого последующего равно сумме двух предыдущих. В 21 веке эта закономерность известна как ряд Фибоначчи [2]:

- 0, 1, 1 (0+1), 2 (1+1), 3 (1+2), 5 (2+3), 8 (3+5), 13 (5+8), 21 (8+13), 34 (13+21), 55 (21+34), 89 (34+55) и далее до бесконечности;
- если поделить последующее число на предыдущее, то получится коэффициент ЗС.

Эту формулу используют для расчета пропорций золотого сечения в разных областях, на практике чаще всего применяют округленные значения 0,62 и 0,38.

Формула Бине выражает в явном виде значение F_n как функцию от n :

$$F_n = \frac{\left(\frac{1 + \sqrt{5}}{2}\right)^n - \left(\frac{1 - \sqrt{5}}{2}\right)^n}{\sqrt{5}} = \frac{\varphi^n - (-\varphi)^{-n}}{\varphi - (-\varphi)^{-1}} = \frac{\varphi^n - (-\varphi)^{-n}}{2\varphi - 1}$$

Где, $\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ – золотое сечение и φ и $(-\varphi)^{-1} = 1 - \varphi$ являются корнями характеристического уравнения $\chi^2 - \chi - 1 = 0$. Подобная формула существует для любой линейной рекуррентной последовательности, какой служит и последовательность Фибоначчи.

Уравнение $\chi^2 - \chi - 1 = 0$ задает следующие свойства ЗС [3]:

Его корни: $x_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$

Отсюда можно получить соотношения:

1. $\varphi^2 - \varphi = 1$

2. φ можно представить через тригонометрические функции:

$$\varphi = 2 \cos\left(\frac{\pi}{5}\right) = 2 \cos(36^\circ) \quad (\cos 36^\circ = 0,8090 \dots)$$

$$\varphi = 2 \sin\left(\frac{3\pi}{10}\right) = 2 \sin 54^\circ \quad (\sin 54^\circ = 0,8090 \dots)$$

3. еще два представления числа φ :

$$\varphi = \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \dots}}}}$$

$$\varphi = 1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}$$

В цепной дроби содержатся отношения последовательных чисел Фибоначчи $\frac{F_{n+1}}{F_n}$. Таким образом: $\varphi = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F_{n+1}}{F_n}$ [4]

Знакомство с золотым сечением на практике начинается с деления отрезка прямой в золотой пропорции, используя циркуль и линейку. Из точки В восставляется перпендикуляр, равный половине АВ. Полученная точка С соединяется линией с точкой А. На полученной линии откладывается отрезок ВС, заканчивающийся точкой D. Отрезок AD переносится на прямую АВ. Полученная при этом точка E делит отрезок АВ в соотношении золотой пропорции (рис.3) [5].

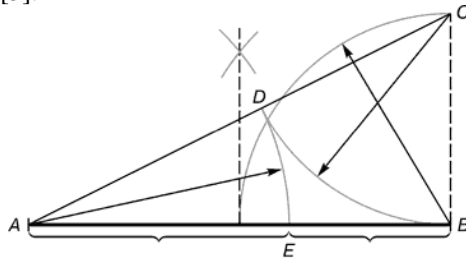


Рис.3. Деление отрезка прямой по золотому сечению. $BC = 1/2 AB$; $CD = BC$

В градостроительной практике прошлого века можно встретить немало примеров использования принципов ЗС при постройке зданий. Так здание МГУ является одним из ярчайших примеров. Некогда это было самое высокое строение, состоящее из пяти композиционных групп, которые венчает центральная башня. Там отчетливо можно проследить прямоугольный треугольник, чья гипотенуза захватывает пристройки и проходит через угол здания [6].

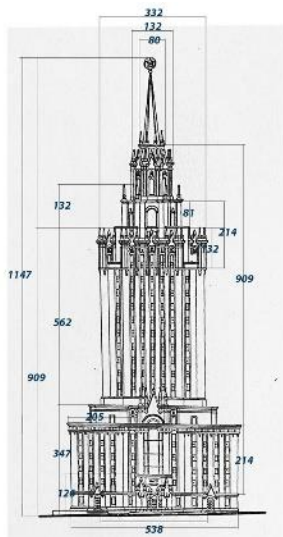


Рис.4. Здание МГУ

В современной градостроительной практике принцип божественной гармонии тоже используется. Так в основе планировочного решения сада «Геометрия природы» лежит золотая пропорция, что напоминает об устройстве Вселенной, где нет важного и неважного, а некоторые элементы повторяются на микро- и макроуровне. Радиус каждого из островов соотносится с предыдущим в пропорции золотого сечения. Все вместе они расположены по спирали Фибоначчи, которая закручивается в том месте, где находится ива (рис.5) [7].



Рис.5. Сад «Геометрия природы»

В процессе работы мы пришли к тому, что золотое сечение имеет важную практическую направленность. Благодаря ученым-математикам божественная гармония чисел позволяет решать важные градостроительные задачи. Так с ее помощью здания могут строиться на века, ЗС помогает создавать архитектурную доминанту города, которая несет в себе не только эстетическое значение, но и экономическое.

Библиографический список:

1. *Аракелян Г.* Математика и История золотого сечения. – М.: Логос, 2014. – 404 с.
2. *Южанников А.Ю., Южанникова М.А.* Ряд предпочтительных чисел и золотое сечение / Качество науки - качество жизни. 2012. № 2. С. 39-41.
3. *Мелешко С.В., Беляева Е.Д., Куксова Е.В.* Золотое сечение в математике и других областях / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 6. С. 78-79.
4. *Галлямова А.Р., Павленко Е.Д., Шаяхметов А.Р.* Золотое сечение в строительстве и технике / Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института фундаментального образования НИУ МГСУ за 2019–2020 учебный год
5. *Шкруднев Ф.Д.* Золотое сечение. 2013 г. 49 с.
6. [Электронный ресурс] URL: <https://homi.us.ru/zolotoe-sechenie-v-arhitecture.html> (дата обращения: 19.02.2022)
7. [Электронный ресурс] URL: <https://houses.ru/homegarden-magazine/articles/garden-projects/12889/> (дата обращения: 19.02.2022)

Егоров Валерий Александрович студент 2 курса 101 группы ИЦТМС
 Научный руководитель
Мейрманов А. М., проф. каф. «Высшей математики», доктор физико-математических наук, профессор;
 ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

ТЕОРЕМА ШАУДЕРА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ НИЛЕНЕЙНЫХ ОДУ

Постановка задачи

Рассматривается краевая задача об определении классического решения $u(x)$, $u \in C^2(\Omega) \cap C^1(\overline{\Omega})$ дифференциального уравнения

$$-u'' + a(v)u = f(x).$$

В области Ω удовлетворяющее краевому условию

$$u(0) = u(1) = 0$$

Теорема

Пусть оператор A отображает замкнутое ограниченное выпуклое множество Банахова пространства в себя. Тогда, если A вполне непрерывен на этом множестве, то он имеет в нем неподвижную точку.

Метод решения

Априорные оценки

$$-u'' + a(v)u = f(x) \text{ (умножаем на } u \text{ и интегрируем)}$$

$$0 < (a_0)^{-1} \leq a \leq a_0$$

$$-\int_0^1 u'' u \, dx = -\int_0^1 \frac{d}{dx} (u' u) \, dx + \int_0^1 (u')^2 \, dx$$

$$(1) \quad \int_0^1 (u')^2 \, dx + \int_0^1 a(u) u^2 \, dx = \int_0^1 f u \, dx$$

$$(2) \quad u^2(x) = 2 \int_0^x (u' u)(s) \, ds$$

Неравенство Гёльдера

$$(1) \quad \int_0^1 (u')^2 \, dx + \int_0^1 a(u) u^2 \, dx = \int_0^1 f u \, dx \leq (\int_0^1 f^2 \, dx)^{1/2} (\int_0^1 u^2 \, dx)^{1/2}$$

$$(2) \quad u^2(x) = 2 \int_0^x (u'u(s) ds) \leq 2 \left(\int u^2 dx \right)^{1/2} \left(\int ux^2 dx \right)^{1/2}$$

Интегрируем и сокращаем

$$\int u^2 dx \leq 4 \int ux^2 dx$$

(1) $\int a(u)^2 dx$ - не отрицательно

априорная оценка

$$\int (ux)^2 dx \leq \int 2 dx$$

$$\int u^2 dx \leq 4 \int f^2 dx^2$$

принцип максимума

$$-u'u' + a(v)u = f(x).$$

$$0 < (a_0)^{-1} \leq a \leq a_0$$

2 производная не отрицательная значит $au \leq f$

$$-fa_0 \leq u \leq f/a_0$$

Определяем множество M

$$M = \{v: |v| \leq M_0\} \text{ первая оценка}$$

a ограничена и ограничена f считаем ограниченной

Тогда

$|u'u'| \leq CM_0$ функция и вторая, первая производная ограничены и непрерывны

Оператор переводит множество M в себя и все производные ограничены значит этот оператор всякое ограниченное множество переводит в компактное и по теореме Арцела-Асколе этот оператор вполне непрерывен.

Так как он переводит множество в себя и переводит множество в себя тогда по теореме Шаудера найдется хотя бы одна непрерывная точка, что определяет решение исходного нелинейного уравнения.

Библиографический список

1. Михлин С. Г. "Вариационные методы в математической физике Москва, Наука, 1970.

2. *Ладыженская О. А., Солонников В. А., Уральцева Н. Н.*, Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа, М., Наука, 1967.
3. *Гилбарг Д., Трудингер Н.*, Эллиптические уравнения с частными производными второго порядка, М., Наука, главная редакция физико – математической литературы, 1989.
4. *Ладыженская О. А., Уральцева Н. Н.*, Линейные и квазилинейные уравнения эллиптического типа, М., Наука, 1973.
5. *Ладыженская О. А.*, Краевые задачи математической физики, Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1973.
6. *Смирнов В. И.* Курс высшей математики, Т.4. Ч.1: Изд-во "Наука". 1974.

ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ КАРЛЕМАНА

Рассмотрим систему Карлемана

$$\begin{aligned} \partial_t u + \partial_x u &= \frac{1}{\varepsilon}(w^2 - u^2), \quad x \in \mathbb{R}, t > 0, \\ \partial_t w - \partial_x w &= -\frac{1}{\varepsilon}(w^2 - u^2). \end{aligned} \quad (1)$$

Сделаем следующую замену переменных

$$u = U(x - ct), \quad w = W(x - ct),$$

Тогда

$$\begin{aligned} U'(1 - c) &= \frac{1}{\varepsilon}(W^2 - U^2), \\ -W'(1 + c) &= -\frac{1}{\varepsilon}(W^2 - U^2). \end{aligned} \quad (2)$$

Применяем расширенный функциональный \tanh - метод для системы Карлемана. Ищем решение в виде

$$U(\xi) = S(Y) = \sum_{m=0}^M a_m Y^m + \sum_{l=1}^L b_l Y^{-l}, \quad (3)$$

$$W(\xi) = \bar{S}(Y) = \sum_{p=0}^P c_p Y^p + \sum_{d=1}^D f_d Y^{-d}, \quad (4)$$

где $Y = \tanh(\mu\xi)$, M, L, N, D – неотрицательные целые числа.

Подставляя (3)-(4) в (2) и балансируя между наивысшими, наименьшими степенями Y , получим

$$\begin{aligned} 2 + M - 1 &= 2P = 2M, \\ 2 + P - 1 &= 2P = 2M, \end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned} -L - 1 &= -2D = -2L, \\ -D - 1 &= -2D = -2L, \end{aligned}$$

Отсюда $M = P = N = D = 1$.

Таким образом, решение будем искать в форме

$$\begin{aligned} U(\xi) = S(Y) &= a_0 + a_1 Y + b_1 Y^{-1}, \\ W(\xi) = \bar{S}(Y) &= c_0 + c_1 Y + f_1 Y^{-1} \end{aligned} \quad (5)$$

Подставляя (5) в (2) и учитывая, что

$$\frac{dU}{d\xi} = (1 - Y^2) \frac{dS}{dY}$$

имеем

$$\begin{aligned}\mu(1-c)(1-Y^2)\frac{dS}{dY} &= \frac{1}{\varepsilon}(\bar{S}^2 - S^2), \\ -\mu(1+c)(1-Y^2)\frac{d\bar{S}}{dY} &= -\frac{1}{\varepsilon}(\bar{S}^2 - S^2).\end{aligned}$$

Собирая коэффициенты при одинаковых степенях Y , получим

$$\begin{aligned}-\mu a_1 + \mu c a_1 + \frac{a_1^2}{\varepsilon} - \frac{c_1^2}{\varepsilon} &= 0, \\ 2a_0 a_1 - 2c_0 c_1 &= 0, \\ 2a_0 b_1 - 2c_0 f_1 &= 0, \\ -\mu b_1 + \mu c b_1 + \frac{b_1^2}{\varepsilon} - \frac{f_1^2}{\varepsilon} &= 0, \\ \frac{a_0^2}{\varepsilon} - \frac{c_0^2}{\varepsilon} + \frac{2a_1 b_1}{\varepsilon} - \frac{2c_1 f_1}{\varepsilon} + \mu a_1 + \mu b_1 - \mu c a_1 - \mu c b_1 &= 0,\end{aligned}\tag{7}$$

и

$$\begin{aligned}\mu c_1 + \mu c c_1 - \frac{a_1^2}{\varepsilon} + \frac{c_1^2}{\varepsilon} &= 0, \\ -2a_0 a_1 + 2c_0 c_1 &= 0, \\ -2a_0 b_1 + 2c_0 f_1 &= 0, \\ \mu f_1 + \mu c f_1 - \frac{b_1^2}{\varepsilon} + \frac{f_1^2}{\varepsilon} &= 0, \\ -\frac{a_0^2}{\varepsilon} + \frac{c_0^2}{\varepsilon} - \frac{2a_1 b_1}{\varepsilon} + \frac{2c_1 f_1}{\varepsilon} - \mu c_1 - \mu f_1 - \mu c c_1 - \mu c f_1 &= 0.\end{aligned}\tag{8}$$

Решая системы (7)-(8), получим решения:

Случай 1.

$$\begin{aligned}c_0 &= -\frac{(1+c)f_1}{c-1}, a_0 = f_1, a_1 = 0, \\ b_1 &= -\frac{(1+c)f_1}{c-1}, c_1 = 0, \mu = \frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}.\end{aligned}$$

Случай 2.

$$\begin{aligned}c_0 &= \frac{(1+c)f_1}{c-1}, a_0 = -f_1, a_1 = 0, \\ b_1 &= -\frac{(1+c)f_1}{c-1}, c_1 = 0, \mu = \frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}.\end{aligned}$$

Случай 3.

$$\begin{aligned}c_0 &= \frac{2(c+1)\sqrt{f_1^2}}{c-1}, a_0 = -2\sqrt{f_1^2}, a_1 = -\frac{(c+1)f_1}{c-1}, \\ b_1 &= -\frac{(c+1)f_1}{c-1}, c_1 = f_1, \mu = \frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}.\end{aligned}$$

Случай 4.

$$c_0 = -\frac{2(c+1)\sqrt{f_1^2}}{c-1}, a_0 = 2\sqrt{f_1^2}, a_1 = -\frac{(c+1)f_1}{c-1},$$

$$b_1 = -\frac{(c+1)f_1}{c-1}, c_1 = f_1, \mu = \frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}.$$

Для случая 1 мы имеем

$$u(x, t) = f_1 - \frac{(1+c)f_1}{c-1} \coth\left(\frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}(x-ct)\right),$$

$$w(x, t) = -\frac{(1+c)f_1}{c-1} + f_1 \coth\left(\frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}(x-ct)\right).$$

Для случая 3 мы имеем

$$u(x, t) = -2\sqrt{f_1^2} - \frac{(c+1)f_1}{c-1} \tanh\left(\frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}(x-ct)\right)$$

$$- \frac{(c+1)f_1}{c-1} \coth\left(\frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}(x-ct)\right),$$

$$w(x, t) = \frac{2(c+1)\sqrt{f_1^2}}{c-1} + f_1 \tanh\left(\frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}(x-ct)\right)$$

$$+ f_1 \coth\left(\frac{4cf_1}{(c-1)^2(1+c)\varepsilon}(x-ct)\right).$$

Библиографический список

1. S. K. Godunov, U. M. Sultangazin: On discrete models of the kinetic Boltzmann equation. Russian Math. Surveys 26 (1971), 1–56.
2. S. A. Dukhnovsky: New exact solutions for the time fractional Broadwell system. Advanced Studies: Euro-Tbilisi Mathematical Journal, Vol. 15(1) (2022), pp. 53-66.
3. O. Lindblom, N. Euler: Solutions of discrete-velocity Boltzmann equations via Bateman and Riccati equations, Theoret. and Math. Phys. 131 (2002), 595–608.
4. S. Dukhnovsky: On solutions of the kinetic McKean system. Bul. Acad. S,tiint,e Repub. Mold. Mat. 94 (2020), 3–11.
5. S. A. Dukhnovsky: The tanh-function method and the (G 0 /G)-expansion method for the kinetic McKean system. Differential Equations and Control Processes. (2021), 87–100.
6. O. V. Ilyin: Existence and stability analysis for the Carleman kinetic system. Comput. Math. Math. Phys. 47 (2007), 1990–2001.
7. W. Zhang: The Extended Tanh method and the Exp–function method to solve a kind of nonlinear heat equation. Math. Probl. Eng. 2010 (2010), 1–12.
8. V. S. Kumar, H. Rezazadeh, M. Eslami et al.: Jacobi Elliptic Function Expansion Method for Solving KdV Equation with Conformable Derivative and Dual–Power Law Nonlinearity. Int. J. Appl. Comput. Math. 5 (2019).

9. *O. A. Vasil'eva, S. A. Dukhnovskii and E. V. Radkevich*: On the nature of local equilibrium in the Carleman and Godunov–Sultangazin equations. *J. Math. Sci.* 235 (2018), 393–453.
10. *O. V. Ilyin*: Symmetries, the current function, and exact solutions for Broadwell's two-dimensional stationary kinetic model. *Theoret. and Math. Phys.* 179 (3) (2014), 679–688.

*Касяненко Дарья Ивановна, студентка 4 курса 201 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Титова Т.Н., доцент кафедры высшей математики, к. ф.-м. н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО НАЗНАЧЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Строительство объектов социально-культурного назначения является неотъемлемой частью культурного развития и отдыха, повышения качества жизни населения Российской Федерации. Однако, в последние годы наблюдаются неутешительные тенденции – строительство таких объектов значительно снизилось. Подобные выводы можно сделать, находясь ещё на стадии поиска исследуемых данных по следующим объектам: библиотеки, театры, киноконцертные залы, различные оздоровительные организации для всех групп населения. Цель научной работы состоит в подтверждении вышеизложенных наблюдений, полученных из жизненного опыта населения страны. Высказывания об уменьшении строительства, реставраций зданий, а также о закрытии организаций социального и культурного значения в регионах отражаются также в бесчисленных статьях журналистов. В них приведены мнения главных экспертов статистики строительной сферы. В данной статье выясняются влияние территориального, временного и других факторов, как одних из возможных ключевых, влияющих на данную проблему.

Главными методами исследования являются дисперсионный и корреляционный анализ.

На основе полученных данных были выбраны два объекта исследования, учреждения клубного типа в городах, а также детские оздоровительные лагеря. Была осуществлена случайная выборка по регионам, включающая в себя также статистику по стране в целом.

Статистические данные по строительству учреждений клубного типа представлены за период с 2018 по 2021 год.

Учреждения культуры клубного типа				
Территориальная единица	2018	2019	2020	2021
Российская Федерация	13994	14657	13518	1974
Центральный федеральный округ	2887	3546	2498	770
Воронежская область	348	248	423	470
Липецкая область	600	1400	200	300
Южный федеральный округ	386	767	700	400

Северо-Кавказский федеральный округ	1885	2350	1000	300
Приволжский федеральный округ	5158	4478	5328	420
Республика Татарстан (Татарстан)	2150	1350	1800	300
Пермский край	276	420	300	120
Сибирский федеральный округ	1149	1289	1902	54
Иркутская область	310	419	980	54
Дальневосточный федеральный округ	1148	1470	679	500
Республика Бурятия	280	195	30	200

Рис.1. – Статистические данные учреждений клубного типа.

В качестве метода исследования был выбран дисперсионный двухфакторный анализ. Это метод в математической статистике, который позволяет изучить влияние различных факторов на выходные параметры. Получены следующие результаты:

Двухфакторный дисперсионный анализ						
Источник вариации	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Строки	412246546,69	12,00	34353878,89	12,08	0,00	2,03
Столбцы	36402159,23	3,00	12134053,08	4,27	0,01	2,87
Погрешность	102381619,77	36,00	2843933,88			
Итого	551030325,69	51,00				

Рис.2. – Двухфакторный дисперсионный анализ строительства учреждений клубного типа.

Так как фактическое отношение Фишера для двух факторов больше критического уровня, регион и год постройки оказывают влияние на строительство учреждений клубного типа в городах.

Далее был проведен однофакторный дисперсионный анализ детских оздоровительных лагерей, в качестве фактора была выбрана территориальная характеристика объектов, а также корреляционный анализ.

Это метод позволяет выявить оценку силы связи между случайными величинами, описывающими некоторый реальный процесс.

Статистические данные о строительстве детских оздоровительных лагерей за 2021 год не представлены в открытом доступе, рассматриваемый период - 2018-2020 год.

Строительство детских оздоровительных лагерей в период с 2018 по 2020 г.				Численность детей, пребывающих в лагерях
Территориальная единица	2018	2019	2020	
РФ	979	132	413	4918498
Центральный федеральный округ	100	52	4	770999
Белгородская область	0	52	35	97014
Ярославская область	100	4	92	41327
Южный федеральный округ	28	0	9	1362382
Краснодарский край	28	0	28	1106403
Приволжский федеральный округ	601	0	80	969829
Республика Башкортостан	20	0	20	137546
Республика Татарстан	501	0	80	159561
Саратовская область	80	0	13	41799
Дальневосточный федеральный округ	80	80	218	269523
Республика Саха	80	80	130	22494

Рис.3. – Статистические данные по детским оздоровительным округам.

Проведенный дисперсионный анализ дал следующие результаты:

Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Зн.	F-Кр
Между группами	6120678682992	3	2040226227664	4,32	0,01	2,82
Внутри групп	20774068573404	44	472137922122			
Итого	26894747256397	47				

Рис.4. – Однофакторный дисперсионный анализ.

Так как P - значение между группами меньше 1, критерий Фишера можно считать значимым. Фактическое отношение Фишера больше критического уровня, строительство детских оздоровительных лагерей зависит от территориального признака.

Далее проведен корреляционный анализ. В качестве факторов, влияющих на показатели строительства, были выбраны территориальный признак и численность детей, отдохнувших в детских оздоровительных лагерях.

	Столбец 1	Столбец 2
Столбец 1	1	
Столбец 2	0,735017622	1

Рис.5. – Корреляционный анализ.

Корреляционный коэффициент - $r = 0,735$ является достаточно высоким показателем зависимости одной величины от другой.

Также получили диаграмму и построили полиномиальную линию тренда.

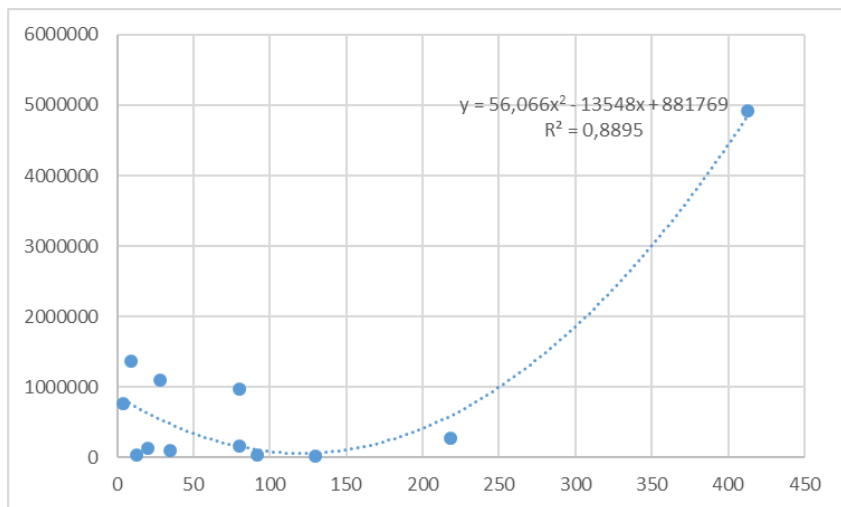


Рис.5. – Линия тренда.

Коэффициент $R_2 = 0,8895$, что говорит о достаточно высокой достоверности линии. На основе полученных результатов можно сделать выводы о том, что на строительство детских лагерей культурного типа не влияет численность детей, пребывающих в лагерях. Прогноз говорит о положительном результате в будущем.

В заключение стоит отметить подтверждение наблюдений населения о снижении строительства социально-культурных организаций и в настоящее время. В результате исследования объектов, учреждений клубного типа и детских оздоровительных лагерей, было выявлено существенное влияние территориального, временного и других факторов. Проведённый статистический анализ, подтверждающий все гипотезы, поставленные в статье, говорит о необходимости принятия мер по устранению проблемы снижения строительства объектов социально-культурного значения.

Библиографический список

1. Юденков В. А. Дисперсионный анализ, - Минск: Бизнесофет, 2013 – 76 с.

2. *Макарова Н. В., Трофимец В. Я.* Статистика в Excel: Учеб пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002 – 368 с.
3. *Вуколов Э.Л.* Основы статистического анализа. Практика по методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel: учебное пособие. – М.: Форум. 2008.-464 с.- (Высшее образование).
4. *Гусев А.Н.* Дисперсионный анализ в экспериментальной психологии: Учеб. пособие для студентов факультетов психологии вузов. - М.: Учеб.-метод. коллектор "Психология", 2000. - 136 с.: табл., схем. - Библиогр.: с. 133.
5. *Яковлев, В. Б.* Статистика. Расчеты в Microsoft Excel : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Б. Яковлев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 353 с. — (Профессиональное образование).

Ли Антон Геннадьевич студент 2 курса 101 группы ИЦТМС

Научный руководитель

Мейрманов А. М., проф. каф. «Высшей математики», доктор физико-математических наук, профессор;

ЗАДАЧА О МИНИМУМЕ ФУНКЦИОНАЛА В ПРОСТРАНСТВЕ ФУНКЦИЙ С КВАДРАТИЧНО СУММИРУЕМЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ

В настоящем докладе исследуется задача об отыскании минимума функционала в пространстве $\mathbb{W}_2^1(\Omega)$, квадратично суммируемых функций в некоторой ограниченной области Ω в \mathbb{R}^2 и равных нулю на гладкой границе $\Gamma = \partial\Omega$ области Ω .

Рассматривается краевая задача об определении классического решения $u(x)$, $\mathbf{u} \in \mathbb{C}^2(\Omega) \cap \mathbb{C}^1(\overline{\Omega})$ дифференциального уравнения

$$-\Delta \mathbf{u} + \mathbf{a}(\mathbf{u})\mathbf{u} = \mathbf{f}(x). \quad (1.1)$$

В области Ω удовлетворяющее краевому условию

$$\mathbf{u}(x) = \mathbf{0}, x = (x_1, x_2) \in \Gamma. \quad (1.2)$$

$a(u)$ и $f(x)$ - заданные функции такие, что

$$\mathbf{a}, \mathbf{f} \in \mathbb{C}(\overline{\Omega}), \mathbf{0} < \mathbf{a}_0 \leq \mathbf{a}(\mathbf{u}) \leq \mathbf{a}_0^{-1}, \text{ и } \mathbf{a}_0 = \text{const} > \mathbf{0}, \quad (2.1)$$

$$\Delta \mathbf{u} = \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial x_2^2} \quad (2.2)$$

Пусть функционал $I(u)$ определен соотношением:

$$I(\mathbf{u}) = \int_{\Omega} (|\nabla \mathbf{u}|^2 + \mathbf{a}\mathbf{u}^2) dx, \quad (3.1)$$

где

$$\nabla \mathbf{u} = \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial x_1}, \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial x_2} \right), |\nabla \mathbf{u}|^2 = \left| \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial x_1} \right|^2 + \left| \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial x_2} \right|^2. \quad (3.2)$$

Теорема:

Существует единственная функция класса $\mathbb{W}_2^1(\Omega)$ на которой достигается точная нижняя граница функционала $I(\mathbf{u})$.

Доказательство теоремы следует из Лемм 1-3.

Схема доказательства:

Лемма 1.

Функционал $I(\mathbf{u})$ непрерывен в $\mathbb{W}_2^1(\Omega)$.

$$|I(\mathbf{u} + \mathbf{h}) - I(\mathbf{u})| \rightarrow \mathbf{0} \quad (\text{функция } \mathbf{h} \rightarrow \mathbf{0}) \quad (4.1)$$

Лемма 2.

Функционал $I(\mathbf{u})$ ограничен снизу и существует минимизирующая последовательность \mathbf{u}_n такая, что точная нижняя граница $I(\mathbf{u})$ есть I^* .

$$I(\mathbf{u}) \geq I_0 > -\infty (I_0 - \text{const}); \quad (5.1)$$

$$\exists \mathbf{u}_n, \inf(I(\mathbf{u}_n)) = I^*. \quad (5.2)$$

Лемма 3.

Минимизирующая последовательность \mathbf{u}_n является сходящейся по метрике пространства $W_2^{\circ 1}(\Omega)$.

$\exists \mathbf{u}^*$ такая, что $\|\mathbf{u}_n - \mathbf{u}^*\| \rightarrow 0$, при $n \rightarrow \infty$ (6.1)

$$\|\mathbf{u}\|^2 = \int_{\Omega} |\nabla \mathbf{u}|^2 dx. \quad (6.2)$$

Таким образом, благодаря этим леммам теорема доказывается.

Библиографический список

1. *Михлин С. Г.* "Вариационные методы в математической физике Москва, Наука, 1970.
2. *Ладыженская О. А., Солонников В. А., Уральцева Н. Н.*, Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа, М., Наука, 1967.
3. *Гилбарг Д., Трудингер Н.*, Эллиптические уравнения с частными производными второго порядка, М., Наука, главная редакция физико – математической литературы, 1989.
4. *Ладыженская О. А., Уральцева Н. Н.*, Линейные и квазилинейные уравнения эллиптического типа, М., Наука, 1973.
5. *Ладыженская О. А.*, Краевые задачи математической физики, Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1973.
6. *Смирнов В. И.* Курс высшей математики, Т.4. Ч.1: Изд-во "Наука". 1974.

Липатов Данила Вячеславович, студент 2 курса 101 группы ИЦТМС

Научный руководитель -

Мейрманов А.М., профессор кафедры «Высшей математики», доктор физико-математических наук, профессор

ОБОБЩЕНИЕ РЕШЕНИЕ ЛИНЕАРИЗОВАННОЙ ЗАДАЧИ ХЕЛЕ-ШОУ ДЛЯ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

1. Введение

Основной идеей исследования является доказательство существования решения задачи Хеле-Шоу, описывающей поведение несжимаемой жидкости в твердом скелете.

Это доказательство поможет явно описывать движение жидкости в грунте, чтобы грамотно проектировать многие сооружения.

2. Постановка точной нелинейной задачи

В данном разделе рассматривается задача Хеле-Шоу – задача с свободными границами, где движущаяся жидкость имеет общую неизвестную границу с неподвижным поровым газом.

Данную задачу можно сформулировать иначе: определить область и давление жидкости (P) с скоростью жидкости (v), которые удовлетворяют $\Omega(t)$ при любых $t > 0$ по закону Дарси для системы фильтрации

$$v = -\frac{k}{\mu} \nabla P, \nabla \cdot v = 0$$

На свободной границе $\Gamma(t)$ нормальная скорость жидкости (v_n) совпадает с нормальной скоростью свободной границы (\mathcal{V}_n)

$$\mathcal{V}_n = v_n, x \in \Gamma(t), t > 0$$

В свою очередь давление жидкости (P) совпадает с постоянным давлением порового газа (P_0)

$$P = P_0, x \in \Gamma(t), t > 0$$

Внизу

$$P = P^* > P_0$$

Задача замыкается начальным условием:

$$r(x_1, 0) = r(x_1)$$

3.1 Рассмотрение упрощенной задачи

Рассмотрим фиксированную область. Для простоты будем считать, что:

$$1 = \frac{k}{\mu}, P_0 = 0, P^* = 1$$

В новых переменных обозначим:

$$t = t, y_1 = x_1, y_2 = P(x, t)$$

Области $\Omega(t)$ соответствует единичный квадрат Q , в котором новая иско-
мая функция:

$$u(y_1, y_2, t) = x_2$$

удовлетворяет в области Q_T следующей начально-краевой задаче:

$$\Psi(u) \equiv \frac{\partial^2 u}{\partial^2 y_1} - \frac{\partial}{\partial y_2} \left(\frac{1+q_1^2}{q_2} \right) = 0, (y_1, y_2, t) \in Q_T,$$

$$\Psi_0(u) \equiv \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1+q_1^2}{q_2} = 0, 0 < y_1 < 1, y_2 = 0$$

$$u(0, y_2, t) = u(1, y_2, t), \frac{\partial u}{\partial y_1}(0, y_2, t) = \frac{\partial u}{\partial y_1}(1, y_2, t), t > 0,$$

$$u(y_1, 1, t) = 1, 0 < y_1 < 1$$

$$u(y_1, 0, 0) = u_0(y_1), 0 < y_1 < 1$$

3.2 Линеаризация упрощенной задачи

Линеаризуем данную задачу вблизи положения $u^0(y_1, y_2, t)$:

$$u(y_1, y_2, t) = u^0(y_1, y_2, t) + \omega(y_1, y_2, t), \text{ где } |\omega(y_1, y_2, t)| \ll 1$$

Пренебрегая малыми слагаемыми порядка $|\omega|^2$ и выше, получим следу-
ющую линейную начально-краевую задачу для новой искомой функции $\omega(y_1, y_2, t)$:

$$\Delta \omega = \sum_{i=1}^2 \frac{\partial^2 \omega}{\partial y_i^2} = 0, (y_1, y_2, t) \in Q_T$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} - \frac{\partial \omega}{\partial y_2} = \varphi_0(y_1, 0, t), 0 < y_1 < 1, y_2 = 0, 0 < t < T$$

$$\omega(y_1, 1, t) = 0$$

$$\omega(y_1, y_2, 0) = 0, 0 < y_1 < 1, 0 < y_2 < 1$$

4. Основной результат

Определение 4.1. Пространством $\mathbb{W}_2^{1,0}(Q_T)$ называется замыкание про-
странства всех бесконечно дифференцируемых функций, определенных в Q_T , в норме

$$\|\omega\| = \left(\iint_{Q_T} (|\omega|^2 + |\nabla \omega|^2 + \left| \frac{\partial \omega}{\partial t} \right|^2) dx dt \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Где } \nabla \omega = \left(\frac{\partial \omega}{\partial y_1}, \frac{\partial \omega}{\partial y_2} \right)$$

Определение 4.2. Функция ω из пространства $\mathbb{W}_2^{1,0}(Q_T)$ называется
обобщенным решением линеаризованной задачи если для всех гладких

функций $\psi(y_1, y_2, t)$ периодических по переменной y_1 и равных нулю при $y_2 = 1$ выполнено интегральное тождество:

$$\iint_{Q_T} (\nabla \omega \cdot \nabla \varphi) dy dt + \int_{S_T^1} \frac{\partial \omega}{\partial t} \psi dy_1 = \int_{S_T^1} \varphi_0 \psi dy_1$$

Теорема 4.1. Пусть $\varphi_0 \in C^0(\overline{S_T^1})$ (непрерывная функция).

Тогда у задачи существует по крайней мере одно обобщенное решение.

Доказательство. метод Галеркина, вывод априорных оценок, слабая компактность в пространстве $\mathbb{L}_2(Q_T)$ ($\mathbb{L}_2(Q_T)$ - полное сепарабельное пространство)

Теорема 4.2. Пусть $\varphi_0 \in C^0(\overline{S_T^1})$ (непрерывная функция).

Тогда у задачи существует единственное обобщенное решение.

Доказательство. (Основная задача)

Библиографический список

1. Вязкие пальцы //Википедия [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вязкие_пальцы
2. Хеле-Шоу поток //Star-wiki [Электронный ресурс] URL: https://star-wiki.ru/wiki/Hele-Shaw_flow
3. Колмогоров А.Н, Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа // [Электронный ресурс] URL: <http://fulviofrisone.com/attachments/article/485/Kolmogorov-Fomin.pdf>
4. Мейрманов А., Антонцев С., Гонсалвес С. Точные оценки классических решений задачи со свободной границей в ячейке Хеле-Шоу, Adv. В Дифф. Уравнения, т. 8, № 10, (2003), стр. 1259-1280.
5. Поток Хеле-Шоу: Исторический обзор // [Электронный ресурс] URL: <https://www.birs.ca/workshops/2007/07w5008/files/vasiliev.pdf>
6. Метод Галёркина //Википедия [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_Галёркина
7. Априорные оценки для разностных уравнений //Mathnet [Электронный ресурс] URL: <http://www.mathnet.ru/links/e52ea18e7188e0a346a9948dd4430509/zvmmf7985.pdf>

*Моторина Маргарита Сергеевна, студентка 4 курса 201 группы ИЦТМС
Научный руководитель –*

*Бобылева Т. Н., доцент кафедры прикладной математики, к.ф.-м.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОДОЧИСТКИ НА БИОФИЛЬТРАХ

Биофильтр – это специальная конструкция, в которой происходит процесс очистки воды по следующей системе: подается вода на верхнее сечение очистительного устройства, после она фильтруется через загрузочный материал, который покрыт биологической пленкой, состоящей из множества микроорганизмов, питающихся вредными примесями.

Данное сооружение состоит из следующих отдельных частей:

- Тело фильтра – загрузочный материал (зачастую такой материал состоит из шлама, гравия, керамзита, пластмасс, активированного угля, и.т.д);
- Водораспределительное устройство, позволяющее обеспечивать равномерное орошение воды на поверхность загрузки;
- Дренажное устройство, которое удаляет профильтрованную воду;
- Воздухораспределительное устройство, обеспечивающее необходимый поток воздуха, которой нужен для окислительного процесса.

Цель нашей работы: составить такую математическую модель,

чтобы показатели уровня отчистки были достигнуты допустимых норм.

Тело фильтра состоит из сжатых полимерных волокон. Эти волокна выглядят как много маленьких стержней, покрытых тонкой био пленкой. Жидкость, стекая по стерженькам попадает на био пленку, тем самым происходит проникновение нежелательных примесей через пленку. Микроорганизмы поглощают вредные примеси, и таким образом на выходе из фильтра получаем очищенную воду. В таком сложном процессе насчитывается несколько миллионов элементов устройства водоочистки. Чтобы промоделировать данный процесс нужно построить модель для одного такого стерженька, из которого состоит тело фильтра.

Данная модель будет состоять из следующих систем:

$$\begin{cases} \dot{C}_\varepsilon = D \cdot \Delta C_\varepsilon + F(t, C_\varepsilon) \\ \left. \frac{\partial C_\varepsilon}{\partial n} \right|_{\Gamma_\varepsilon} = 0, \left. \frac{\partial C_\varepsilon}{\partial n} \right|_{S_\varepsilon} + k_0 C_\varepsilon = -k_1 (M_\varepsilon - k_2 C_\varepsilon) \Big|_{S_\varepsilon}, C_\varepsilon \Big|_{t=0} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

где $C_\varepsilon(\vec{x}, t)$ – концентрация бактерий в биопленке, при $\vec{x} = (r, t)$, r – радиальная переменная, t – время протекания процесса; D – коэффициент пропорциональности; Функция $F(t, C_\varepsilon)$ – моделирует закон Моно, описывающий уничтожение бактерий в биопленке, при увеличении концентрации.

$$\begin{cases} \dot{M}_\varepsilon = \vec{v} \cdot \nabla M_\varepsilon + k_3(C_\varepsilon - k_4 M_\varepsilon) \\ M_\varepsilon|_{\partial S'_\varepsilon} = M_0(\vec{x}), M_\varepsilon|_{t=0} = M_0. \end{cases} \quad (2)$$

при $\nabla M_\varepsilon = \frac{dM_\varepsilon}{dz}$, где $M_\varepsilon(\vec{x}, t)$ – концентрация вредных примесей в воде,

z – переменная по длине стержня.

Система (1) описывает диффузию бактерий в слое биопленки с гибелью бактерий при увеличении их концентрации.

Система (2) описывает перенос примесей, содержание которых мы хотим уменьшить.

Если предположить, что длина одного такого очищающего элемента значительно больше толщины биологически активной пленки, то можно

применить асимптотический метод анализа решений краевых задач. С помощью этого метода размерность пространства независимых переменных уменьшается, и тогда рассматриваемая задача сводится к решению обыкновенного дифференциального уравнения, с единственной переменной по направлению вдоль стержня:

$$\begin{cases} \frac{dM}{dx} = -v^{-1} g \left[M(x), \frac{f(M(x))}{k_1} \right] \\ M_0 = m_0. \end{cases} \quad (3)$$

где f и g – линейные функции вида: $f(x) = ax + b, g(t, u) = ct + du + e$.

Такое уравнение быстро можно решить при помощи любого математического пакета.

Рассмотрим следующий пример расчета. Зададим начальную концентрацию вредных примесей равную 25 мг/л. Необходимо, чтобы концентрации на выходе не превышала значение равное 5 мг/л.

Проведя расчёты в математическом пакете Wolfram Mathematica, мы получим следующие результаты:

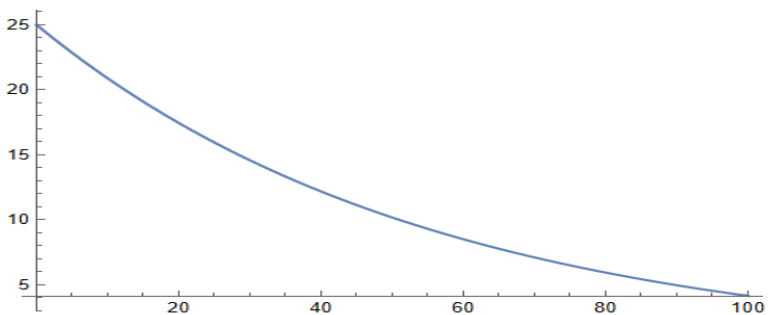


Рис. 1. График зависимости концентрации вредных примесей от длины стержня.

Таблица 1. Значения концентрации в каждой точке стержня.

1	25	18	18.4085	35	13.5549	52	9.98094	69	7.34928	86	5.41146
2	24.5539	19	18.08	36	13.313	53	9.80285	70	7.21814	87	5.3149
3	24.1158	20	17.7575	37	13.0755	54	9.62793	71	7.08934	88	5.22006
4	23.6855	21	17.4406	38	12.8422	55	9.45614	72	6.96284	89	5.12692
5	23.2629	22	17.1294	39	12.613	56	9.28741	73	6.8386	90	5.03543
6	22.8479	23	16.8238	40	12.388	57	9.12169	74	6.71658	91	4.94558
7	22.4402	24	16.5236	41	12.1669	58	8.95893	75	6.59673	92	4.85733
8	22.0398	25	16.2288	42	11.9498	59	8.79908	76	6.47902	93	4.77065
9	21.6466	26	15.9392	43	11.7366	60	8.64207	77	6.36341	94	4.68553
10	21.2603	27	15.6548	44	11.5272	61	8.48787	78	6.24986	95	4.60192
11	20.881	28	15.3755	45	11.3215	62	8.33642	79	6.13834	96	4.5198
12	20.5084	29	15.1011	46	11.1195	63	8.18767	80	6.02881	97	4.43914
13	20.1425	30	14.8317	47	10.9211	64	8.04157	81	5.92123	98	4.35993
14	19.7831	31	14.5671	48	10.7262	65	7.89808	82	5.81558	99	4.28213
15	19.4301	32	14.3071	49	10.5349	66	7.75716	83	5.7118	100	4.20572
16	19.0834	33	14.0519	50	10.3469	67	7.61874	84	5.60988	101	4.13067
17	18.7429	34	13.8011	51	10.1623	68	7.4828	85	5.50978		

Время расчета программы = 0.0990793 сек.

Вывод: Мы получили зависимость $M(x)$, где x – это длина стержня, которую мы разбили на 100 точек и определили значение M в каждой такой

точке. Длина стержня 2 см, поэтому берем шаг 2/100. t_0 – это изначальное количество вредных примесей, которые имеются в воде и это и будет наше первое значение, которое выдает программа, а последнее число – это содержание вредных примесей на выходе из фильтра. Мы видим, что M постепенно уменьшается, а концентрация на выходе равна 4.13 мг/л < 5 мг/л, что соответствует допустимым нормам. Также мы видим, что расчёт такой модели занимает считанные секунды и равен 0,09 сек.

Библиографический список

1. *М.Хенц, П.Армоэс, Й.Ля-Кур-Лянсен, Э.Арван.* Очистка сточных вод. М.: Мир, 1975. 187-240 с.
2. *Кириченко А.Г., Друшляк О.Г.* Повышение эффективности очистки сточных вод от органических и биогенных загрязнений при фильтровании через аэрируемую зернистую загрузку Тр. Ин-та ВНИИ ВОДГЕО «Методы повышения эффективности работы очистных сооружений канализации». 1989. С.112-118. [Электронный ресурс] URL: <https://tekhnosfera.com/razrabotka-i-issledovanie-metoda-glubokoy-ochistki-stochnyh-vod-na-aeriruemyh-filtrah> (дата обращения: 27.02.2022)
3. *Гироль Н.Н., Журба М.Г., Семчук Г.М., Якимчук Б.Н.* Доочистка сточных вод на зернистых фильтрах. Ровно, Специальное издание СПООО «Типография, Левобережная».1998. 92 с.
4. *Вавилин В.А.* Нелинейные модели биологической очистки и процессов самоочищения в реках. М.: Наука, 1983. 159 с.
5. *Хоружий В.П., Хамад Ихаб Ахмад.* Доочистка сточных вод на фильтрах с волокнисто-полистирольной загрузкой. Вістник ОДАБА, Одесса, 2004. Вип.№13. С.210–214.

*Щёголева Елена Андреевна, студентка 1 курса 56 группы ИСА
Научный руководитель
Мавзовин Владимир Святославович*

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

С давних времён математика и архитектура развивались в тесной взаимосвязи. Главной задачей при проектировании жилого помещения была прочность и надёжность конструкций, а без знаний точных расчетов такого добиться было бы невозможно. Именно с Древних времён геометрия относилась к области архитектуры. Люди стремились возводить долговечные здания, поэтому тратили огромные силы на их возведение. Благодаря этому до наших дней сохранились такие архитектурные памятники как Колизей и Парфенон. Прочность зданий обеспечивалось не только материалом, но и конструкцией, которая используется как инструмент при архитектурном проектировании. Надёжность и прочность здания связана с геометрической формой, лежащей в основе. Изучая историю строительства, можно вспомнить, что самым прочным архитектурным объектом являются египетские пирамиды, которые имеют форму правильной четырёхугольной пирамиды. Именно эта геометрическая форма, в основании которой находится большая площадь основания, а по мере увеличения высоты масса объекта уменьшается, что обеспечивает наибольшую устойчивость в условиях тяготения Земли. Также, к примеру, в архитектуре Китая планировка городов подчинена симметрии организации пространства сооружениями и зданиями, где оси было ориентированы по сторонам света, а геометрическая правильность сочеталась с особенностями ландшафта местности. Можно вспомнить Москву с ее кольцевой системой, где рост населения стремительно растёт и происходят скачки в уровне автомобилизации. Важнейшей задачей архитектуры является не только создание красивых объектов, но и практичных, что подтверждает решение проектировать третье кольцо, охватывающее Подмоскowie.

Прежде чем начинать строительство какого-либо объекта архитектор должен понимать поставленную задачу совмещения функциональности, гармонии, красоты, комфортности и долговечности объекта, где мало иметь хорошее воображение и пространственное мышление, нужно ещё пользоваться знаниями математики. Например, для расчета площадь земельного участка нужно воспользоваться формулами расчета площади и единиц измерения.

- При расчете габаритов помещения нужно учитывать среднестатистический рост человека, которые приблизительно равен 175 см. Это нужно для того, чтобы человеку было комфортно находиться во внутреннем

пространстве объекта. В данном случае используется формула вычисления среднего арифметического действия.

- При работе с чертежами архитектор не вычерчивает объект в натуральную величину, а пользуется масштабом, где стандартное соотношение равно 1:100

- При планировке архитектор пользуется аксиомами и теоремами. Например, теорема Фалеса используется, чтобы отложить последовательно равные отрезки

Математические расчёты, построения и измерения- важнейшие и незаменимые методы для архитектора.

Определяя место математических методов в архитектурном проектировании, нужно исследовать точки соприкосновения, а также значения математики для архитектуры. Первым делом сопоставив основные термины такие как «точка», «симметрия», «линия», «пространство». Данные перечисленные термины используются в таких дисциплинах как начертательная геометрия и др.

Например, симметрия-одинаковое расположение равных частей по отношению к оси здания. Для архитектора при проектировании объекта соблюдение симметрии является первым правилом. Архитектурные сооружения в своей большей части симметричны. При наблюдении они кажутся правильными и приятными глазу. Стоит отметить, что не только красота является характерной чертой, но и симметричные объекты обладают высокой устойчивостью. Ярким примером симметрия является Тадж-Махал. Проведя сравнение замечается сходство между математическими и архитектурными терминами как в общенаучных формулировках, так и в разговорных профессиональных. Так же, математика позволяет абстрагироваться от конкретики архитектуры и расширить знания, а также решение поставленной задачи на уровне моделирования.

Для того, чтобы понять место математических методов в архитектурном проектировании, можно составить структуру как «анализ-синтез-оценка». Данные три уровня можно представить как: первый уровень — это обратка необходимых данных и построение объекта, второй уровень- представление процесса проектирования, и третий заключительный уровень- корректировка полученного результата». Помимо этого, при работе и создании некого нового объекта человек подсознательно следует инвариантным законам. Чаще всего это выражается в создании пропорций или же поиске «золотого сечения». Таким образом, математические методы присутствуют в процессах архитектуры как сознательно, так и бессознательно.

Рассмотрев математику в архитектуре, можно сделать вывод, о том, что люди при проектировании зданий уделяют большое внимание математическим расчетам, используемые при строительстве и возведении архитектурных объектов. Все больше значение уделяется геометрии, благодаря ей

города возводятся в величайшие мегаполисы и сооружения имеют различные формы. Все выше сказанное, указывает на то, что архитектура и математика на протяжении веков активно влияли друг на друга и совместно решали поставленные задачи и цели.

Библиографический список

1. *Авдотын Л.Н.* Применение вычислительной техники и моделирования в архитектурном проектировании. – М.: Стройиздат, 1978. – 255 с.
2. *А.В. Волошинов.* Математика и искусство. М.: Просвещение. 2000.
3. *А.В. Иконников.* Художественный язык архитектуры. М: Стройиздат. 1992.
4. Формообразование в архитектуре и ее структурный элемент
5. URL: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1424021124>
6. *Фридман И.* Научные методы в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1983.

**СЕКЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ И
КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Кайтуев Кайту Заурович, студент 1курса 5 группы факультета ИСА
Научный руководитель -
Ваванов Д.А, преподаватель кафедры ИГиКМ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ГРАФИКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЧЕРТЕЖЕЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ СТОЯНКИ.

Современные средства построения компьютерных моделей дают авторам проектов широкие возможности воплощения идей творчества [1]. В этой работе мы посмотрим, как можно применить 3D MAX применительно к инженерной задаче проекта автостоянки в здании.

Вначале начертим схему - контур плана здания, в котором будет размещена будущая автостоянка. Это можно сделать с помощью команды Line в разделе Splines (рис.1).

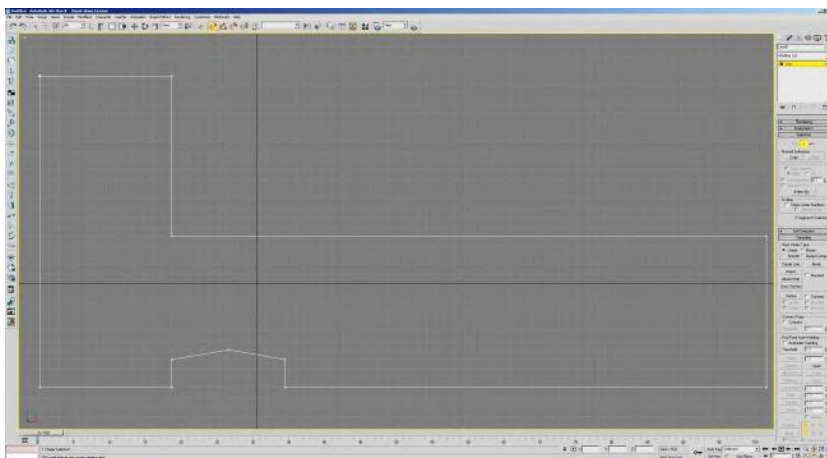


Рис.1. - Контур плана здания.

Затем нужно придать из схемы сформировать план, т.е. придать толщину стенам. Для этого нужно перейти в режим редактирования на уровне целого сплайна, выделить сплайн, выбрать пункт Outline, и указать толщину [2].

На следующем этапе нужно на основе плана получить трехмерный объект. Это можно сделать следующим образом: выделить стену на плане и в списке модификаторов выбрать Extrude и в параметре Amount указать высоту стены, после чего получим трехмерные стены (рис.2).

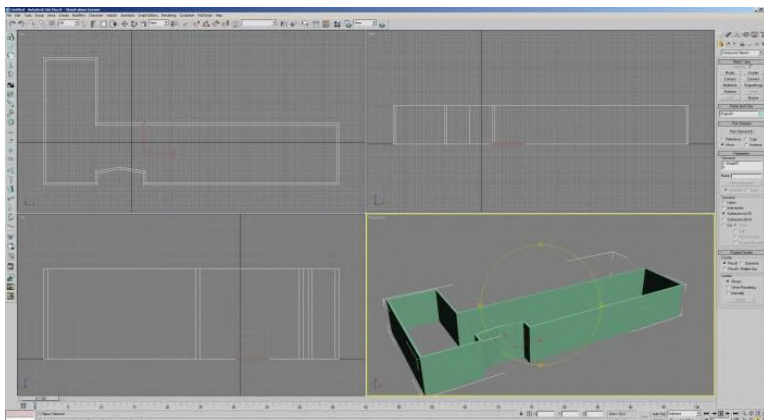


Рис.2. - Трехмерные стены.

Потом нужно будет в стене пробить окна. Для этого вначале сформируем параллелепипед, которыми будем пробивать окно в стенах (рис.3). "Высота" и "ширина" такого параллелепипеда должна соответствовать параметрам будущего окна, а "глубина" должны быть толще стены. Таких параллелепипедов должно быть столько, сколько должно быть окон (можно воспользоваться операцией копирования или командой "массив") [3]. Каждое из окон будет получаться посредством вычитания из стены соответствующего параллелепипеда (это выполняется в разделе создания сложных объектов, а именно, Boolean, и конкретно операцией Substruction) [4].

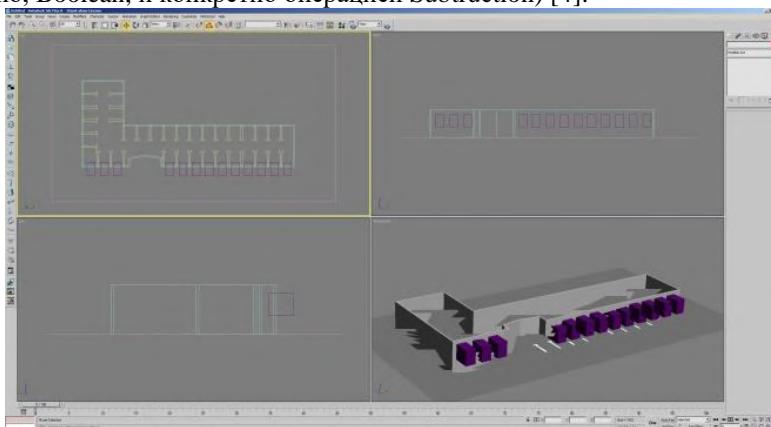


Рис.3. - Разметка и окна.

Затем можно начертить разметку на полу. Сам пол получаем с помощью примитива Plane. Разметку на полу чертим аналогично стенам с помощью

сплайнов, но только параметр экструзии указываем чуть больше нуля (0.1), что вполне достаточно для того, чтобы уровень высоты объектов был примерно на уровне пола, но при этом больше нулевого. Достаточно проработать один элемент, а остальные сделать с помощью копирования, и, если потребуется, поворота на плоскости [5].

Стенам можно придать любой естественный цвет, в нашем случае ограничимся монохромной гаммой. А разметке нужно назначить ярко-белый материал, что достигается высоким значением параметра Self illumination, приближающимся к 1.

Библиографический список

1. *Ольга Миловская.* 3ds Max 2018 и 2019. Дизайн интерьеров и архитектуры. СПб: Изд-во «Питер». 2018. 416 С.
2. *Ваванов Д.А., Степура А.В.* Моделирование поверхности лист Мебиуса. / «Информатика, вычислительная техника и управление». 2021. №12. С. 73-76. Электронное сетевое издание. <http://www.ivtio.sfedu.ru/>
3. *Ваванов Д.А., Иващенко А.В.* Построение компьютерной модели водонапорной башни В. Г. Шухова. / «Инновации и инвестиции». М. 2021. №3. С.286-289.
4. *Ваванов Д.А.* Моделирование купольной части архитектурного объекта в 3D MAX./ Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки» М. 2021. №2. С. 30-34.
5. *Еремеева А.П., Наумянов Д.Э., Крылова О.В., Царева М.В.* Архитектура сквозь призму геометрии. В сборнике: Дни студенческой науки. М: изд. НИУ МГСУ. 2019. С. 772–774.

*Хмельва Карина Алексеевна, студентка 1 курса 5 группы ИСА
Научный руководитель -
Ваванов Д.А., преподаватель кафедры НГиКМ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКОГО ПАКЕТА AUTOCAD.

В данной работе выясним, как можно использовать AUTOCAD, чтобы сделать более быстрым черчение моста: балок, перил и отбойника колёс.

Вычертим балку (рис.1). Сечение балки изображаем с помощью полилинии. Полилинию надо завершить без разрывов, чтобы при последующей работе у нас получилась модель, в виде твердого трехмерного тела, одной крайней балки моста, после чего выбираем из меню «выдавливание» [1].

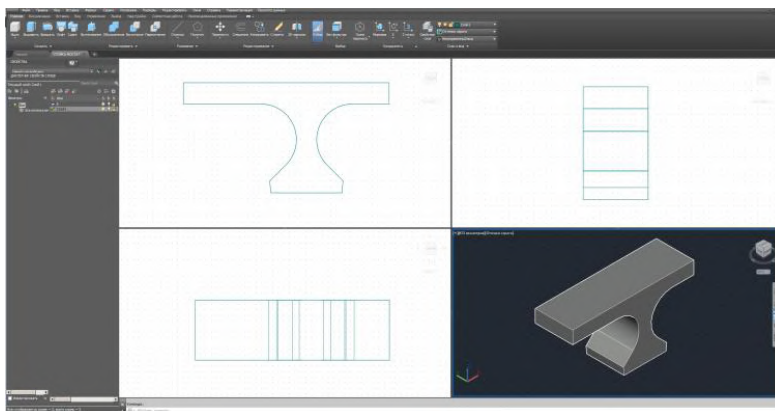


Рис.1. - Построение модели балки

Сделаем балку, которая находится в середине пролёта, тем же способом, что и крайнюю, но сделав ее более симметричной. Для этого вначале скопируем полилинию – контур сечения балки, которая находится у края моста, затем изменим и эту копию, применим к ней команду «выдавить».

Затем изобразим участок из бетона [2]. Это возможно сделать либо выдавив контур, который начертим ранее, либо выбрав в меню «ящик», и сделать параметры параллелепипеда (ящика) соответствующими измерениям балок (рис.2).

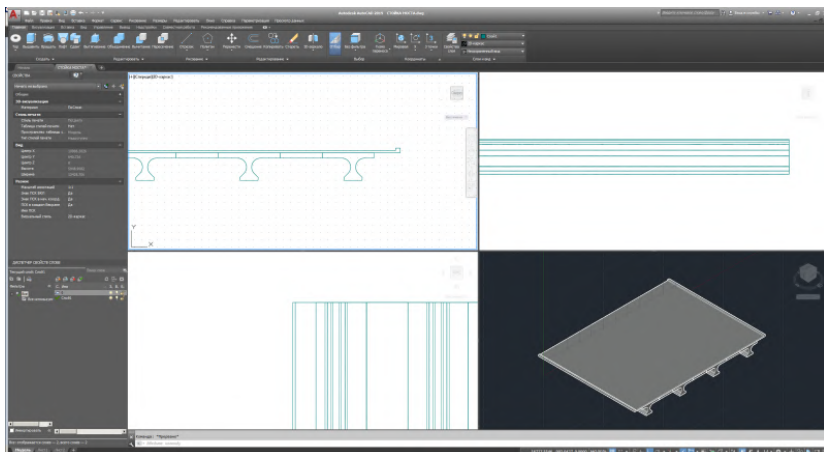


Рис.2. - Балки и монолитный участок

Скопируем один раз пару "балка+ монолитный участок", и еще один раз балку. Затем таким же способом начертим и выдавим дорожную одежду проезжей части (рис.3), два блока, которые ограждают тротуар по краям и два бруса, защищающих от колёс [3].

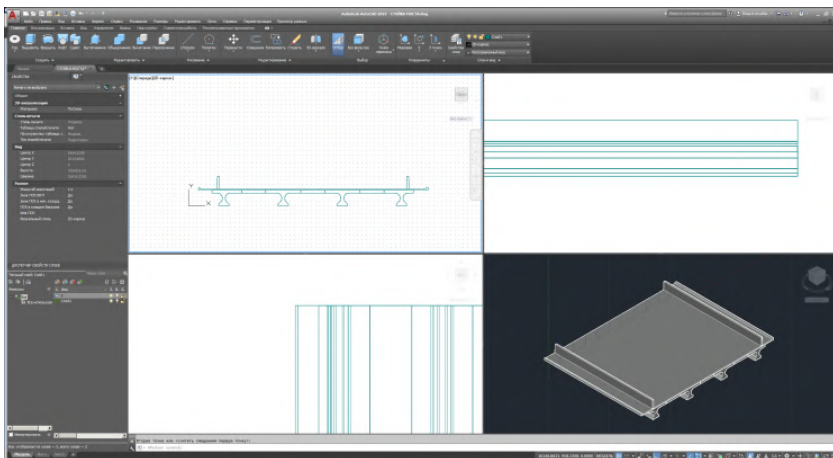


Рис.3. - Дорожная одежда

Начинаем изображать перила, ограждающие мост [4]. Чтобы начертить одно такое ограждение, состоящее из стоек, а также реек, которые лежат вдоль, мы для начала построим один прут этого ограждения с помощью примитива "цилиндр" соответствующих радиуса основания и высоты, а потом

размножим его, выбираем «массив», потом "прямоугольный", и зададим из 1 столбец и 40 строк (рис.4). Сверху положим перила, что можно сделать командой "Ящик", а затем указать, какие будут размеры [5]. Получившееся перильное ограждение скопируем один раз и установим его с противоположной стороны моста.

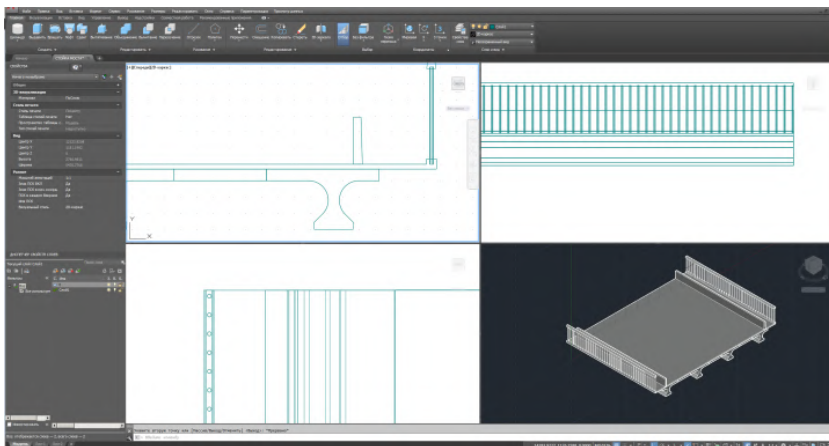


Рис.4. - Проектирование перил

Библиографический список

1. Ефимов П.П. Проектирование мостов. Часть 1. Мостовые железобетонные конструкции с ненапрягаемой арматурой. Омск. 2013. 144 с.
2. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Дядченко Г.С. Современные пешеходные мосты: конструкция, строительство, архитектура. М. 2020. 312 с.
3. Овчинников И.И., Караханян А.Б., Овчинников И.Г., Скачков Ю.П. Современные пешеходные и велосипедные мосты (основные концепции проектирования и примеры). Пенза: ПГУАС. 2018. 140 с.
4. Ваванов Д.А., Иващенко А.В. Построение компьютерной модели водонапорной башни В. Г. Шухова./ «Инновации и инвестиции». М. 2021. №3. С.286-289.
5. Еремеева А.П., Наумянов Д.Э., Крылова О.В., Царева М.В. Архитектура сквозь призму геометрии. В сборнике: Дни студенческой науки. М: изд. НИУ МГСУ. 2019. С. 772–774.

*Аликина Алёна Дмитриевна, студентка 1 курса 71 группы ИСА
Научный руководитель –
Гусакова И.М., старший преподаватель кафедры ИГиКМ,
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФОРМ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

Задумываясь над восприятием человеком красоты, возникает вопрос, существуют ли «формулы красоты»? Почему созданное природой многообразие форм так приятно человеческому глазу? Постараемся найти ответ на эти вопросы.

Внешняя эстетика предмета чаще всего ощущается через его внешнюю форму. Анализируя и читая внешнюю форму в ней, можно найти самые простые формы — это призма, цилиндр, конус, тор, сфера, которые комбинируются в изящные, логичные и завершённые формы.

Природа, обладающая бесчисленным богатством форм, создаёт их по общим законам, что проявляется в закономерности их геометрии. Так, например, принцип сохранения равновесия находит своё выражение в симметрии природных форм [1]. Принцип равномерного распределения усилий в конструкции биоформ реализуется в их работе «по форме» и даёт возможность устанавливать на поверхностях таких форм линии, имеющие естественное происхождение, провисания, давления линии тока и др. в процессе онтогенеза каждая биоформа стремится «повторить себя», что определяет на поверхностях природных форм линии, образованные кинематическим способом.

На примере стебля цикория рассмотрим закономерность расположения отростков относительно самого стебля.

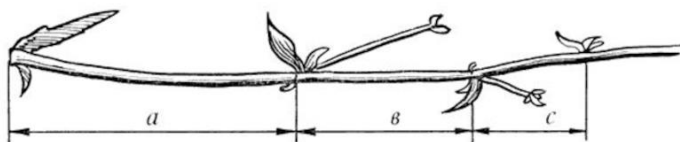


Рис.1. - Стебель цикория

Принимая длину всего стебля (рис.1) за d , можно вывести отношения $\frac{a+b}{a}$ и $\frac{c}{a+b}$. Это отношение равняется $\frac{5}{8}$ [2].

На основе этих «наперёд заданных» условий, под воздействием которых образуется биоформа, можно предопределить, в известной степени, её геометрию [4]. В данном случае можно говорить о геометрии функциональной

ормы. Анализируя процесс формообразования стеблей растений, продемонстрируем геометрический принцип их моделирования (рис. 2). Цикличность развития стебля растения, «повторение себя» на каждом этапе развития [3].

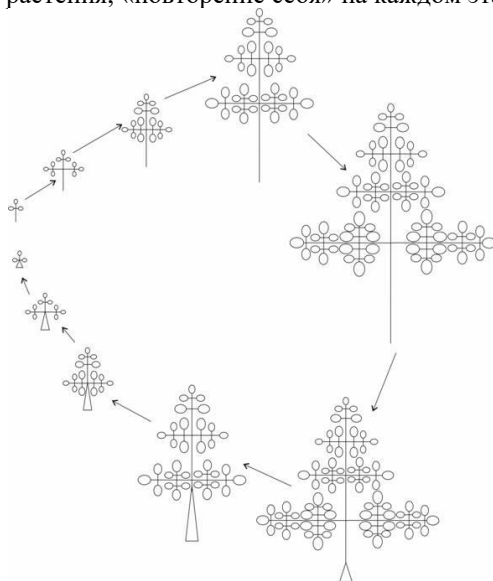


Рис.2. - Схема формообразования листьев и стеблей *C. maculatum* в течение онтогенеза

В качестве второго примера для рассмотрения возьмём многолистное Алоэ (Рис.3). Расположение его листьев напоминает спирали, имеющие общее начало (Рис.4). Дальнейший анализ получаемых спиралей позволяет нам заметить их схожесть со «спиралью Фибоначчи» (рис.5), отношение сторон прямоугольников, используемых для построения этой кривой, равно $\frac{5}{8}$.

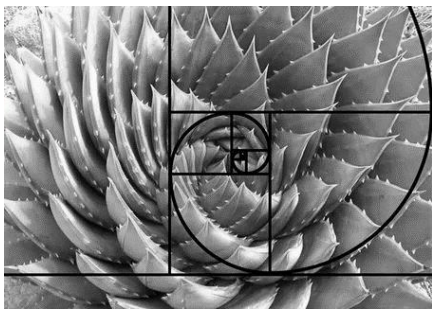
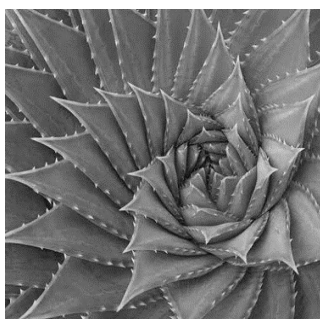


Рис.3. - Многолиственный Алоэ

Рис.4. - Изображение спирали, визуально образованной расположением листьев

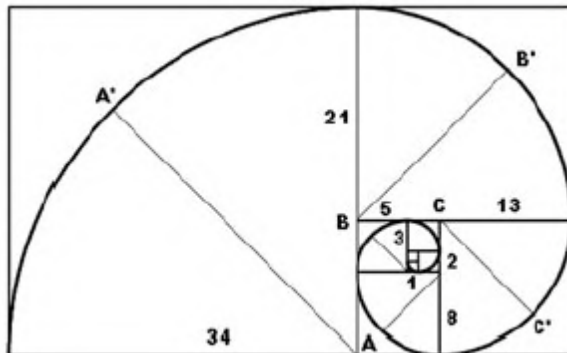


Рис.5. - Спираль Фибоначчи

Подобное отношение мы уже встречали в первом примере. Большинство форм созданных природой, подчиняются законам «золотого сечения» от чего дробь $\frac{5}{8}$, и её представление в виде прямоугольника с таким отношением сторон, является привычным и принимается за «эталон красоты» [5].

Библиографический список

1. Гика М. Эстетика пропорций в природе и искусстве, М., Изд. Всесоюзной Академии архитектуры, 1936.
2. Зигель К. Структура и формам в современной архитектуре. М., «Стройиздат», 1965.
3. Михайленко В.Е., Обухова В.С., Подгорный А.Л. Формообразование оболочек в архитектуре. Киев, «Будівельник», 1972.
4. Лебедев Ю.С. Архитектура и бионика. М., «Стройиздат», 1971.
5. Савелов А.А. Плоские кривые. М., «Физмат», 1960.

*Головина Алиса Андреевна, студентка 1 курса 71 группы ИСА
Научный руководитель –
Гусакова И.М., старший преподаватель кафедры ИГиКМ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ТРЕУГОЛЬНИК РЁЛО: СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Геометрические фигуры стали неотъемлемой частью жизни людей. Они лежат в основе различных деталей, бытовых предметов, техники, зданий и сооружений. Как правило, люди привыкли к «стандартным» фигурам – круг, квадрат, треугольник, прямоугольник, но помимо них существуют не менее значимые и интересные виды. Именно таким является знаменитый треугольник Рёло.

Понятие

Что же это такое? Треугольник Рёло – геометрическая плоская фигура, которая образуется на пересечении трех окружностей равного радиуса. На рисунке он выделен оранжевым цветом (рис. 1).

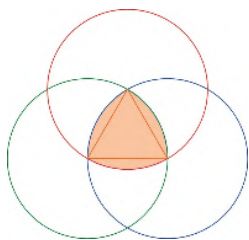


Рис.1. - Треугольник Рёло

Его особенность заключается в том, что, как и круг, треугольник Рёло является фигурой постоянной ширины, способной вращаться внутри квадрата.

Историческая справка

История создания треугольника Рёло вызывает множество вопросов в современном мире. По официальным данным впервые придумал и изучил его немецкий ученый-инженер Франц Рёло в 19 веке. Однако встречается эта фигура в истории гораздо раньше – в работах знаменитого математика Леонардо Эйлера (18 век), а также в рукописях Леонардо Да Винчи (17 век).

Основные свойства

1. Свойство кривых постоянной ширины

Как уже сказано ранее, как и круг, треугольник Рёло – фигура постоянной ширины, если расположить его между двумя параллельными прямыми, то

он будет вращаться, при этом касаясь каждую из них. Аналогично, если поместить эту фигуру в квадрат, то можно также наблюдать вращательные движения.

2. Теорема Барбье

«Все кривые постоянной ширины h имеют одинаковую длину, равную $\pi \cdot h$ » [4].

Из этого следует, что длина окружности треугольника Рёло является и его же периметром, что возможно только в том случае, если ширина окружности и треугольника одинаковая.

3. Оси в треугольнике Рёло проходят через вершины и середины противоположных сторон, что соответствует симметричному треугольнику.

4. Экстремальные свойства

- Площадь треугольника Рёло вычисляется по формуле [1]:

$$S_{\text{Рёло}} = \frac{1}{2} a^2 (\pi - \sqrt{3}),$$

из чего следует, что из всех фигур постоянной ширины площадь треугольника Рёло минимальна.

- Необходимо отметить, что углы при вершине в данной фигуре определяются как углы между крайними прямыми в пучке опорных прямых, проходящих через каждую отдельную вершину фигуры, величина которого не может быть меньше 120° , величина угла в треугольнике Рёло чисто из арифметических соображений не может отличаться от 120° .

Практическое применение

За счет своих необычных свойств и внешнего вида, треугольник Рёло применяется на практике в совершенно разных сферах деятельности.

1. Прежде всего, он используется для сверления квадратных отверстий с помощью «сверла Уаттса».

Так как треугольник Рёло – фигура с постоянной шириной, то, если двигать ее по некоторой траектории, вершины треугольника вычертят почти квадрат (не будет хватать только небольших кусочков по углам). То есть в теории, если сделать сверло в виде этой фигуры, можно просверлить квадратное отверстие, однако на практике нужно еще соблюдать определенную траекторию движения, что может вызвать большую сложность.

Для реализации подобного сверла по сей день используется конструкция, содержащая шаблон в виде квадрата, внутри которого по сложной траектории движется сверло, хвостовик которого выполнен в виде все того же треугольника Рёло (рис.2). Одна из самых распространенных конструкций, использующих данный принцип, это — пазовально-долбежный станок по дереву.

2. Двигатель Ванкеля.

Треугольник Рёло также используется в двигателе Ванкеля: в виде этой фигуры выполнен подвижная часть машины, задача которой отсечь замкнутые объемы, в каждом из которых происходит отдельная часть термодинамического цикла, соответствующего циклу работы двигателя внутреннего сгорания. За счет условного отделения камер, все циклы, происходящие в классическом двигателе, происходят в один цикл, то есть происходят непрерывно, что, в целом дает прирост мощности по сравнению с классическими поршневыми двигателями (рис.3).

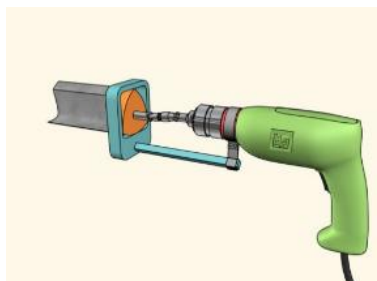


Рис.2. - Сверло Уаттса



Рис.3. - Двигатель Ванкеля

3. Грейферный механизм в кинопроекторах.

Задача грейферного механизма достаточно проста: подавать следующий кадр пленки, имеющий определенную длину, в фокус проектора, с определенным шагом. В таком случае простое движение пленки по длине не подходит, так как требуется четкая фиксация каждого отдельного кадра на некоторое время, что бы человеческий глаз «успел» его зафиксировать (запомнить) и, соответственно, изображение было четким (не смазанным, рис.4).

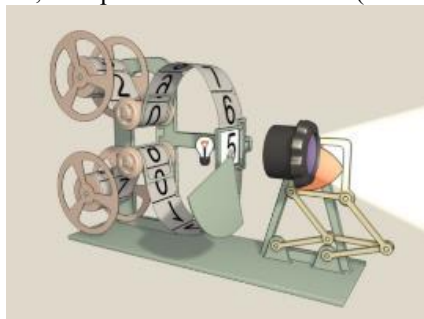


Рис.4. - Грейферный механизм

4. Применение в архитектуре.

В архитектуре фигура похожая на треугольник Рёло встречается как христианский символ триединства божественной сущности, соответственно, довольно часто встречается в готической архитектуре, например в формах проемов готических церквей и соборов (фасад церкви Богородицы в Брюгге и церкви в Аделаиде, см. рисунок 5). При проектировании современных эргономичных и высокоэффективных зданий используются эквипотенциальные (с точки зрения величины солнечной иррадиации) конструкции, сечение которых, например, соответствует треугольнику Рёло («Кёльнский треугольник», музей компании Mercedes-Benz, рис. 6).



Рис.5. – Готическая Архитектура



Рис.6. - Башня
делового центра

Таким образом, треугольник Рёло применяется в различных сферах деятельности, упрощая человеческую жизнь.

Библиографический список

1. Дорофеев, Г.В., Шарыгин, И.Ф., Суворова, С.Б. / Математика. – М.: Просвещение, 1987.
2. Болтянский В.Г., Яглом И.М. / Выпуклые фигуры. М.—Л.: ГТТИ, 1951.
3. Коксетер, С.М., Грейтцер, С.Л. / Новые встречи с геометрией. – М., Наука, 1978.
4. Бронштейн, И.Н., Семендяев, К.А., Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – М.: Просвещение, 1962.
5. Першин И.С., / Треугольник Рёло // Старт в науке. – 2019. – № 5-1.

*Розова Алина Петровна, студентка 1 курса 71 группы ИСА
Научный руководитель –
Гусакова И.М., старший преподаватель кафедры ИГиКМ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

МЕЖКОМНАТНЫЕ ПЕРЕГОРОДКИ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Межкомнатные перегородки — это решение современного человека. Данные конструкции помогают поделить комнату на несколько частей, чаще всего на две, с минимальным бюджетом и без возведения новой стены. Благодаря этому можно отделить рабочую зону от спальни, место отдыха от кухни, гардеробную от коридора и так далее. Это не только важная составляющая «удобства» и «комфорта», но и неотъемлемая часть дизайна. В своей работе я подробнее опишу функции межкомнатных перегородок, представлю их виды, расскажу о необходимых материалах, поясню об ошибках при возведении и разберу главные аспекты перепланировки.

Функции межкомнатных перегородок.

1) Разграничение пространства/комнаты/помещения (С помощью зонирования создаётся «целостная картина» пространства/комнаты/помещения. У каждой зоны существует целевое назначение, для этого и возводятся перегородки, чтобы человеку было комфортно находиться в том или ином пространстве, четко понимать «как» и «что» делать в определенной части дом/офиса/и так далее.)

2) Конструкция обычно очень простая и легко возводимая (Межкомнатные перегородки — это вовсе не несущие стены, нужно помнить, что они не выполняют опорную функцию; поэтому их легко возвести даже человеку без нужного образования. Конечно, есть определенные правила и алгоритмы, но каждый сможет преобразовать свое пространство.)

3) Данные перегородки могут спасти от пожара, затопления. Иногда могут служить звукоизоляцией и даже сохранять определенную температуру воздуха (Ограждение может спасти от попадания огня, воды из одной зоны в другую. Также могут служить защитой это нежелательных звуков, например, отделение зоны отдыха от игровой в детской комнате. Перегородки помогают держать определённую температуру, например, чтобы теплота из душевой зоны не выходила в пространства ухода за собой, где стоят различные космические средства и так далее).

4) Возведение межкомнатных перегородок и все действия с ними не требуют согласования с государственными органами (это еще раз доказывает тот факт, что построить данные конструкции не составляет труда, не нужно решать вопросы с документами.)

Существует множество видов межкомнатных перегородок. Самые пространенные- кладочные, их еще называют стационарными. Они возводятся из кирпича, дерева, газобетона, фанеры и так далее. Для создания неподвижных перегородок необходимо учитывать нагрузку на межэтажное перекрытие (необходимо узнать «особенности» здания, чтобы правильно рассчитать максимальную массу перекрытия, но лучше всего обратиться к специалисту; также стоит отметить, что существуют общие стандарты: в жилом помещении равномерно распределённые по площади временные нагрузки составляют 150 – 200 кгс/м², а в общественных зданиях, в зависимости от особенностей технологического процесса они составляют уже 250 – 500 кгс/м²). Сложность в данных перегородках- в их установке. Перед работой необходимо четко вымерить все углы и предполагаемые размеры самой перегородки, прорезать стяжку в полу(в противном случае перегородка может просесть и образовать трещины) или образовать специальный фундамент, затем закупиться необходимыми средствами (штукатурка, клей, бетонные растворы, сам материал) и приступить к кладке (необходимо армировать железной сеткой или стальными стержнями), постоянно удостоверяться в «ровности» и помнить, что необходимо связать перегородку со стеной за счёт перфорированной полосы, после чего перейти к обработке и декорированию.

Второе место занимают каркасные перегородки (рис.1), их главная особенность-каркас (обычно металлический профиль, иногда его делают «двойным»), чтобы увеличить прочность).



Рис.1 - Межкомнатная перегородка

Для заполнения нише используют стекло, дерево, пластик, гипсокартон. Иногда строители так же, как для кладочных прорезают стяжку, это уже зависит от общей массы перегородки. Чаще всего такие стены возводят для предотвращения нежелательного шума, в них встраивают «шумку», она наделяет перегородку звукоизоляционными свойствами. Помимо бытовых функций, каркасные перегородки отлично вписываются в любой интерьер, все, потому что они выглядят очень стильно, но в тоже время просто.

Третий тип перегородок — это «раздвижные». Их часто приравнивают к раздвижным дверям, но стоит отметить, что межкомнатные перегородки выполняют зонировующую функцию. Самый простой способ перепланировки. Данные межкомнатные перегородки очень легко возвести, поэтому их следует устанавливать после окончания ремонта. Сначала устанавливается каркас (он не такой массивный и прочный как у «каркасных»), после заполняется ниша. Такие перегородки обычно делаются из дерева и стекла (часто стекла тонируют, создают на его поверхности различные узоры).

Существует и четвёртый тип, у него нет определенного названия, но к нему относятся масштабные шкафы и различная мебель, ширмы, полотна ткани, растения. Они не выполняют все функции межкомнатных перегородок, но это достаточно бюджетный вариант, который не требует особых усилий.

Следует поговорить о ликвидации межкомнатных перегородок. Это случается, когда человек хочет изменить что-нибудь в помещении, сделать перепланировку или установить что-то вместо перегородки. Необходимо убедиться, что межкомнатная перегородка по толщине не превышает 15 сантиметров, чтобы случайно не снести несущую стену. После можно смело демонтировать.

Главное в помещении — это комфорт и, конечно, неотъемлемая часть — дизайн. Благодаря межкомнатным перегородкам довольно легко добиться этих факторов, но следует правильно выполнить их установку, лучшим решением будет — позвать специалиста.

Библиографический список

1. Коростелева Т.А., Перепланировка квартиры. Издательство «Гамма Пресс 2000», 2002.
2. Назарова В.И., Современные работы по внутренней и внешней отделке дома. Издательство «РИПОЛ-классик», 2011.
3. Сурикова Г., Современные работы по возведению стен и перегородок, Издательство «РИПОЛ-классик», 2012.
4. Галлозьё Т., Федулло Д., Возведение межкомнатных перегородок, Издательство «Омега», 2007.
5. Нойферт Э., «Строительное проектирование», издательство «Архитектура-С», 2009.

Фальковская Екатерина Дмитриевна, студентка 1 курса 71 группы ИСА
Научный руководитель –
Гусакова И.М., старший преподаватель кафедры ИГиКМ,
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

МОСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Без мостовых конструкций жизнь людей на планете уже невозможно представить, это способы передвижения, которые облегчают путь относительно земли и различных водных структур. За длительное время появилось множество видов мостовых конструкций. Благодаря современным технологиям увеличилось проектирование мостов и методы строительства [1,2].

Рассмотрим на примере Москвы.

Парящий мост в парке Зарядье (рис 1), конструкция выполнена из стекла по периметру бортов, опирается на две опоры, которые в свою очередь упираются в сверхпрочную несущую конструкцию из бетона и металла. Пол выполнен из деревянного покрытия ценных пород. Но функциональность этого моста выполняет смотровую площадку по форме напоминающую подкову.

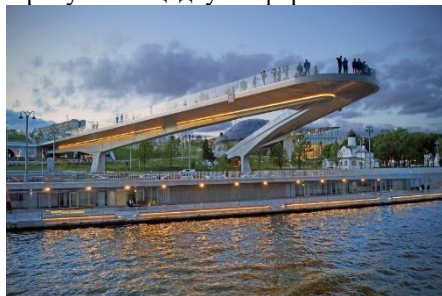


Рис.1. - Парящий мост в парке Зарядье

Живописный мост, который соединяет Серебряный бор и район Крылатское (рис 2). Является самым высоким вантовым мостом в Европе. Конструкция похожа на подвесной вид, где опорой являются висячие пилоны, соединенные натянутым тросом, скрепленные между собой мостовым полотном, но отличие имеется в виде дополнительной конструкции- металлическая опора по центру. Также опорой данному виду мостов служат подпорки из бетона и металла, всаженные в дно реки. У данного моста, также есть смотровая площадка эллипсовидной формы, расположенная в центре арки. Вантовые мосты бывают двух видов-арфовыми и веерными. Данный мост относится к веерным, все ванты закреплены в одной точке, нежели в первом типе, где ванты крепятся через равные промежутки.



Рис.2. - Живописный мост, соединяющий Серебряный бор и район Крылатское

Крылатские мосты — это комплекс стальных однопролетных балочных мостов (рис 3), которые соединяют Нижние Мнёвки и Терехово с Крылатским. Эти мосты относятся к виду балочных, их отличие заключается в особой жесткости и прочности. Пролёты мостов выполнены из металлических ферм. В основе данного моста стоят две коробчатые балки, на которые распределяется основная масса. Балочный мост является самым простым и наименее дорогим в строительстве. Он состоит из горизонтальной балки, через которую проходят два вертикальных столба. Однако балочные мосты удобны только на коротких расстояниях или, когда они не несут большой нагрузки на балки. Строительство начинается с выемки ям для столбов. Вбивание столбов в землю придает конструкции большую прочность. Затем балку устанавливают на место и прикрепляют к столбам [3].



Рис.3. - Крылатские мосты

Голутвинский понтонный мост — это разводной мост (рис 4), построенный на Москве реке, соединяющий город Коломну с селом Сергиевским. Чаще всего данный тип используется для временной переправы, т.к. в основе конструкции расположен плавучий понтон, это полый цилиндр со сварными

торцами, именно они принимают на себя вес моста. Конструкция не надежна из-за высокой доли подтопления и низкой устойчивости тяжелого груза. Чаще всего используют данный вид, если нельзя поставить другие типы конструкции, например, на болотистых местностях, или же нужно в целях аварийной ситуации для временного передвижения.



Рис.4. - Голутвинский понтонный мост

Крымский мост (рис 5) – это мост подвесного типа. В роли основы состоят балки жесткости, соединенные вертикальными связями, также присутствующим элементом выступает пилоны с цепями с пролетным строением. Это интересная подвесная конструкция. Выполнен мост из стали, с использованием гранита в лестничных проходах. Современный подвесной мост — это мост, на котором мост или автомагистраль подвешены к кабелям между башнями. Подвесные мосты строят через широкие преграды, где нельзя установить дополнительные опоры.



Рис.5. - Крымский мост

Мост Богдана Хмельницкого (рис 6) — это тип арочного вида. В основе конструкции лежат консольные сооружения, состоящие из полуарок, создающие интересный эффект обтекаемости. Данный мост является крытым по периметру стеклом. Держится конструкция на железобетонных сваях.

Проезд располагается посередине арки, также существует проезд вверх и по низу арки. Данную конструкцию можно считать одной из самых надежных, так как его можно спроектировать так, чтобы ни одна деталь не выдерживала натяжения. Сила дуги заключается в ее способности распределять нагрузку по ее изгибам до опор. Но сложность, заключается в сборке, арку обычно доставляют на объект в уже собранном виде или же крупными частями, также фундамент нужен массивный, чтобы вес моста распределялся на точки соприкосновения арки и поверхности [4,5].



Рис.6. - Мост Богдана Хмельницкого

Для того, чтобы построить любой тип моста, нужно пройти некоторые этапы – первый (подготовка и расчеты), тут нужно провести замеры, проверить почву на сейсмическую активность и рассмотреть все возможные случаи влияния природы на данную конструкцию. Вторым этапом является само производство расчетов и сбор проектной документации. Третий этап государственная экспертиза, без которой невозможна дальнейшая эксплуатация. Четвертый этап непосредственно авторский надзор.

Библиографический список

1. Овчинников И.И., Дядчинков Г.С., Овчинников И.Г. «Современные пешеходные мосты», Изд.Инфра-Инженерия, 2020.
2. Тони Рутимана. Строить мосты: записки инженера, // Изд. дом Журнал: «Управление проектами и программами» — №1, 2009.
3. Колоколов Н.М., Вейнблат Б.М., «Строительство мостов», Изд. «Транспорт» М. – 1984.
4. Сеськин И.Е. «Архитектура транспортных сооружений», Изд.Самар.гос.акад.путей сообщ. 2004.
5. Рачкова О.Г. «Архитектура транспортных сооружений» Изд. Юрайт, 2019.

*Шульга София Денисовна-студентка 1 курса 71 группы ИСА
Научный руководитель -
Гусакова И.М., старший преподаватель кафедры ИГ и КМ,
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

НЕВОЗМОЖНЫЕ ФИГУРЫ: ТРЕУГОЛЬНИК ПЕНРОУЗА

Невозможная фигура— это фигура, кажущаяся проекцией трехмерного объекта, который в реальности не может быть создан.

Еще в живописи Средневековых художников существовал прообраз невозможных фигур—обратная перспектива. Это происходило и из-за незнания основ перспективы, изучения которой началось лишь в эпоху Возрождения, и, в то же время, большая склонность к такому направлению, как символизм. Например, виселица на картине Питера Брейгеля (рис. 1) [1].



Рис.1. - Питер Брейгель
«Сорока на виселице»

Исследовать невозможные фигуры начали только в XX веке. Их создателями считают Оскара Реутерсварда и Роджера Пенроуза. Реутерсвард в 1934 году нарисовал составленный из кубов треугольник “opus 1”, а несколькими годами позже — “opus 2В” (рис. 2), в котором количество кубов уменьшилось. Сам художник отмечает, что самым ценным в разработке фигур, следует считать не создание самих изображений, а способность понять, что нарисованное парадоксально и противоречит законам евклидовой геометрии [2].

Только во второй четверти XX века появился интерес к данной теме. Основоположниками изучения невозможных фигур считаю Оскара Реутерсварда и Роджера Пенроуза.

В 1934 году Реутерсвард создал изображение, на котором треугольник, был построен из кубов (“opus 1”), а позже сократил количество элементов конструкции (“opus 2В” (рис. 2)). Сам автор считал уникальным не столько разработку композиций, сколько их противоречие основным постулатам евклидовой геометрии.

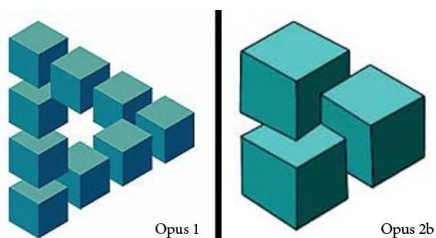


Рис.2. - Треугольники Реутерсварда, составленные из кубов - “opus 1”, “opus 2В”

В 1956 в «Британском журнале психологии» вышла статья математика Роджера Пенроуза, основной темой которой было восприятие трехмерных

объектов, помещённых на плоскости. Даже название журнала ясно дает понять, что главное в них — не противоречивая природа, а их нами восприятие. Обычно требуется некоторое время, чтобы понять, что на изображении все не так просто и однозначно.

Суть создаваемых парадоксов, заключается в том, что мы пытаемся представить их в реальности, когда на самом деле они являются плоскими.

Именно в те года их уникальные свойства вызвали научный интерес. Вдохновившись статьёй, график



Рис.3. - Треугольник Пенроуза

Мауриц Эшер нарисовал несколько изображений, прославивших его, а позже продолжил свои эксперименты с деформацией форм. Появляется имп-арт — направление в искусстве, нацеленное на создание невозможных фигур и иных оптических иллюзий.

Все эти факторы привели к тому, что то, что раньше считалось не более чем недоразумением, стало обособленным художественным методом. В 1980 г. за изучение невозможных фигур взялись многие ученые и художники. Их целью было создание абсолютно нестандартные искажения, используя для это проекции и зрительные ловушки.

Среди них можно выделить Кульпу, играющего в своих работах на эффектах, создаваемых подающими и собственными тенями, Шепарда с его изображениями слонов и бегемотов, противоречащие законам не только анатомии, но и логики, Дель Прете, проделывающего то же с человеческими фигурами, Эрнста и Хамакера, которые создали из деревянных брусков модель, которая под определенным углом создавала видимость невозможной фигуры.

Были выделены три основных, бессознательных указателя, позволяющие отнести фигуру к этой категории: перекрытие и совмещение плоскостей, непрерывность плоскостей, ориентация плоскостей.

Одной из наиболее часто упоминаемых фигур считается треугольник Пенроуза (рис.3). Он состоит из трех прямых лучей квадратного сечения, встречающихся под прямым углом, и не может быть

реализована в трехмерном пространстве, согласно законам евклидовой геометрии. Чтобы доказать это “разберем” трехмерный объект на части (рис.4), из которых должен состоять треугольник. Очевидно, что невозможно соединить все элементы. Казалось бы, невозможные фигуры на то и невозможных, что их существование противоречит всем законам и правилам, но в то же время известно, что чертеж на листе бумаги—это проекция трехмерной фигуры на плоскость. Следовательно, какое бы изображение мы не имели на бумаге, должна существовать и исходная фигура. Причем таких фигур бесконечное множество.

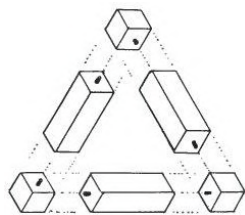


Рис.4.- «Разбитый» треугольник Пенроуза



Рис.5.- Модель Амеса

Яркий пример — скульптура «невозможного треугольника» в Австралии (рис.5): как у треугольника Пенроуза, его углы равны 90 градусам, чего в обычном мире быть не может. Это, так называемая модель Амеса. Ее суть в том, что невозможной фигура виднеется только с одной определенной точки.

Естественно, что прямолинейные действия не помогут при решении подобных задач. Однако на проекциях линии могут совпадать, пересекаться, становиться невидимыми и т. д. Так, возможно взять три различных бруска и совместить следующим образом (рис.6, 7, 8). При смещении угла обзора, становится виден разрыв в конструкции, и эффект невозможности пропадает [3].

Как упоминалось ранее, количество фигур, при проецировании которых получается требуемое изображение, бесконечно, поэтому данный пример является далеко не единственным возможным. Многие занимались этим вопросом и часто приходили к различным нестандартным решениям. Матье Хемакерз спроектировал модель, в которой заменил криволинейные элементы (рис. 9). Иная модель разработана Элбером [4,5]. Но в то



Рис.6. - Модель треугольника Пенроуза в интерьере

же время предстань эти фигуры перед нами в жизни, а не на фото, все уловки в тот же момент стали очевидны. Ведь невозможный объект выглядит таковым только с определенного ракурса, а наши глазами немного удалены друг от друга, поэтому наш мозг объединяет в единое изображение две, пусть и схожих, но не идентичных картинки [6].

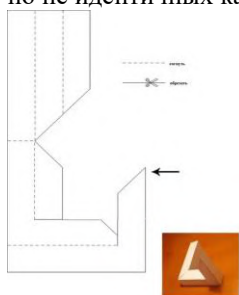


Рис.7. - Развертка

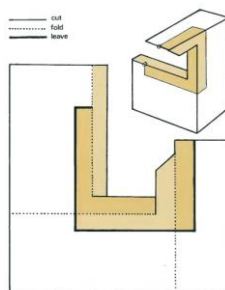


Рис. 8. - Окрашенная развертка

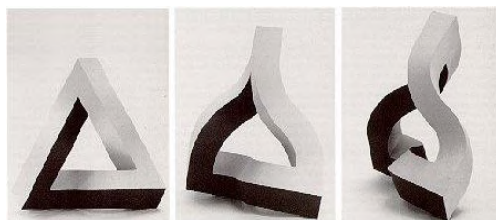


Рис.9. - Модель Матье Хемакерза

Однако это вовсе не подразумевает невозможность увидеть данные фигуры в обычной жизни. Например, можно один глаз, тогда фигура покажется невозможной. По этой причине выставочные комплексы при показе подобных экспонатов используют небольшое отверстие в стене, через которое человек может смотреть на экспозицию только одним глазом. Но и, смотря на мир двумя широко распахнутыми глазами можно стать свидетелем оптической иллюзии. Требуется лишь отойти на достаточно большое расстояние от огромной скульптуры, высота которой будет эквивалентна высоте многоэтажки. В этом случае, глаза будут передавать в мозг два практически идентичных изображения. Благодаря чему, фигура и будет выглядеть невозможной.

Библиографический список

1. Бруно Эрнст Приключения с невозможными фигурам—Taschen—2006—ISBN: 978-3-8228-5410-5
2. Дятлова Е.В. Изучение “невозможных фигур ” в инженерной графике/Дятлова Е.В., Васькина О.О., Богданова Т.В.- Сборник материалов X всероссийской

научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия Молодая"- 2018- С. 74602.1-74602.3

3. Раков Д. Печейкина Ю. Парадоксальный мир невозможных фигур и оптических иллюзий—Ленанд—2017—ISBN 978-5-9710-4368-3

4. Решто Д.В. Моделирование невозможных фигур / Решто Д.В. В сборнике: Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности. Материалы VII Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей. Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой, И.Е. Степановой-2020- С. 382-383.

5. Рутерсвард О. Невозможные фигуры М.: Стройиздат, 1990. с. Научное издание. Перевод со шведского Е.Самуэльсон.

6. Щербинина, Е. А. Невозможные фигуры, особенности их восприятия и применение / Е. А. Щербинина, Д. П. Никифорова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый.—2019.—9 (247).—С.75-83. [URL: <https://moluch.ru/archive/247/33195/> (дата обращения: 13.02.2022)]

*Лопатина Виктория Александровна, студентка 1 курса 11 группы
ИЭУКСН*

Научный руководитель –

Гусарова Е.А., преподаватель кафедры ИГиКМ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В КАРТИНАХ КАЗИМИРА МАЛЕВИЧА

Знаменитый художник и теоретик-абстракционист Казимир Малевич (1879-1935г) очень часто прибегал к использованию геометрических образов. Однако, как художника Малевича далеко не все воспринимали должным образом: его картины воспринимали как какие-то уроки геометрии. Но не все были в курсе того, что он очень много работал и учился, пройдя немалый путь от живописи до супрематизма, создателем которого он сам и является. Каждое его произведение имеет не только определённый смысл, но свою предысторию, волшебство, которое очаровывает, но и особую скрытую энергию, которой пронизаны все его произведения. С детства он тянулся к искусству, к живописи. Мать купила ему набор красок, когда ему было 15 лет и с тех пор юноша не расставался с кистями и палитрой, они стали неотъемлемой частью его жизни.

Все творчество Малевича можно разделить на определённые этапы. Со временем менялись взгляды художника на своё предназначение в живописи, каждый из этапов обуславливался определённым мировоззрением его сознания на тот или иной период времени и взгляд на своё предназначение в живописи. Ключевой, значимой вехой и основополагающим этапом его становления как художника стала выставка «0,10» и иллюстративный материал, который представил художник «Супрематизм живописи». Геометрические образы, сочетающиеся чистыми локальными цветами, которыми они написаны и помещённые в «белую бездну» явились тем самым созданным Малевичем супрематизмом.

Супрематизм со временем стал исключительным течением абстрактного искусства, для этого направления в живописи были свойственны изображения геометрических объектов чистыми цветами, например картины «Автопортрет в двух измерениях» (рис.1) и «Супрематическая композиция» (рис.2), написанные автором в 1915 и 1916 годах.

Слово супрематизм обозначает «доминирование». Художник посчитал, что цвет — это самое главное, по отношению к остальным элементам картины.

Малевич написал книгу «От кубизма и футуризма к супрематизму», в которой он описывает это новый стиль, он объясняет супрематизм в живописи,

как он его понимает. Он пишет, что если раньше художники стремились изображать увиденные вещи, как можно ближе к оригиналу, к его сути, то теперь в век кубизма, суть, предназначение, идея картины теряется и появляется новая живопись, как бы собранная из осколков. Что для новой культуры искусства вещи исчезли, как дым.

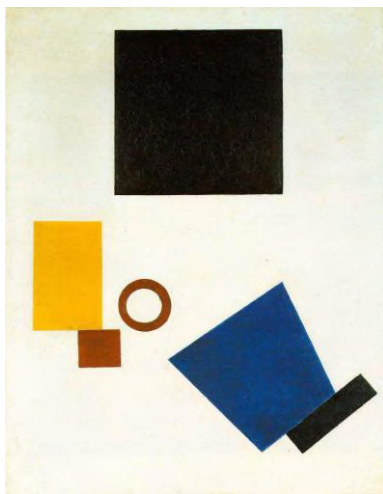


Рис.1. - Автопортрет в двух измерениях, 1915 г.



Рис.2. - Супрематическая композиция, 1916 г.

Самая обсуждаемая и самая известная его картина называется «Чёрный квадрат» (рис.3). Картина вызывает много споров, есть даже мнение, что художник просто пошутил, но скорее всего это не так. Картина является как бы апогеем супрематизма. Художник хотел показать всю лаконичную красоту правильной геометрической фигуры-квадрата выполнив его для полноты восприятия формы в не менее красивом строгом, но в тоже время ёмком чёрном цвете.

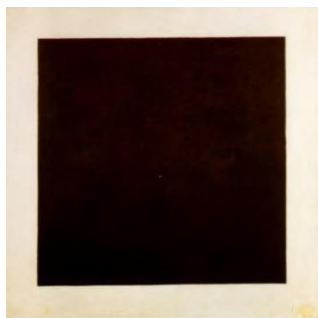


Рис.3. - «Чёрный квадрат» 1915 г.

Еще одним стилем в искусстве живописи, в котором прославились работы Казимира Малевича, был кубофутуризм. В этих произведениях, характерных для футуристов свойственны такие приёмы, как совмещённые точки зрения, чёткие, рельефные цветовые контрасты (рис.4; рис.5) В этом стиле в 1912 году Казимир Малевич написал картину «Точильщик» (рис.4). Данная картина явилась классикой русского кубофутуризма.

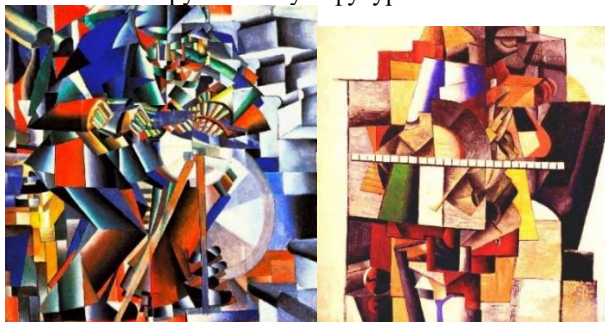


Рис.4. - Точильщик, 1912 г.

Рис.5. - Портрет Матюшина
1913 г.

В заключение можно сказать, что всё творчество художника напрямую связано с геометрическими образами. Можно было бы более подробно разобрать геометрическую составляющую каждой картины, но, к сожалению, предписанный формат оформления статьи не позволяет более подробно и расширенно остановиться на этом вопросе.

Библиографический список

1. Супрематизм. Малевич Казимир Северинович [Электронный ресурс] URL: <http://kazimirmalevich.ru/supr/> (дата обращения:10.02.2022)
2. Супрематизм. Подробное описание экспоната, аудиогид, интересные факты. [Электронный ресурс] URL: <https://artefact.culture.ru/ru/subject/suprematism> (дата обращения:10.02.2022.)
3. Осипов В.И. Супрематизм Малевича. Сборник: Наука - образованию, производству, экономике. Материалы XXIV (71) Региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов. 2019. С. 153-155.
4. Барышева В.Е., Желондиевская Л.В. Уроки Малевича. Дизайн-ревью. 2011. № 3-4. С. 57-61
5. Толстихина Е.М. На пути к супрематизму: сравнительный анализ произведений 1913-1914 годов в творчестве Казимира Малевича. Философия и культура. 2021. № 10. С. 33-42.
6. Гиренок Ф.И. Малевич: От импрессионизма к «Чёрному квадрату».
7. Философия хозяйства. 2017. № 4 (112). С. 265-272.
8. Лукьянов Е.А. Казимир Малевич в СВОМАСЕ И ВХУТЕМАСЕ
9. Искусство и образование. 2007. № 6 (50). С. 10-16.

Мигальчинский Никита Михайлович, студент 1 курса 2 группы ИЦТМС
Колдин Тимур Эдуардович, студент 1 курса 2 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Гусарова Е.А., преподаватель кафедры ИГиМК
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

ГЕОМЕТРИЯ ЕГИПЕТСКИХ ПИРАМИД

Геометрические формы египетских пирамид, их закономерности и зависимости друг от друга частей внутренних и внешних очертаний и размеров в целом, рассмотрим на примере строения крупнейшей и самой известной пирамиды Египта – пирамиды Хеопса (Хуфу), которая была воздвигнута приблизительно в 2600 году до нашей эры. Исследование и изучение геометрических пропорций Знаменитой пирамиды Хеопса в Гизе позволяют приблизиться к пониманию концепции древнеегипетских архитекторов. Она является подходящей моделью для изучения роли геометрии в архитектуре. Тщательность, чёткость, мастерство исполнения пирамиды Хеопса, а также её внушительные размеры дают нам представление о том, каков был уровень мастерства строителей и архитекторов того периода. Боковые грани пирамиды расположены в соответствии со сторонами света, правда позже из-за некоторого смещения северного полюса появилась небольшая погрешность (примерно 5градусов). Основатели заложили в соотношения между элементами ключевые геометрические, математические и физические константы. Вот некоторые из них:

1) Если размер основания пирамиды Хеопса по периметру разделить на удвоенную высоту, то получим приближённо число « π » - $(921,45/2=146,6=3,142)$ и значит длина основания пирамиды по периметру соответствует длине окружности с радиусом равным её высоте.

2) При умножении первоначальной высоты Пирамиды -147м на миллион, то полученное число будет равняться минимальной удалённости от Солнца до земли, то есть 147000000км;

3) Каждая сторона основания пирамиды имеет размер в египетских «локтях» на момент строительства это была основная мера длины в Египте). Эта цифра приравнивается к продолжительности одного года на земле $230\text{м} / 0,63 \text{ е.л.} = 365$;

4) Четыре стороны пирамиды вместе составляют 921,45 метров и соответствует 1/2 минуты широты экватора.

Современные ученые обнаружили закономерность соотношения сторон Египетского треугольника в архитектуре пирамид (прямоугольный треугольник с соотношением сторон 3:4:5.), а также в те времена люди использовали этот геометрический закон при делении территории. «Золотой»

треугольник даёт высокоточный метод, при помощи которого удаётся соблюсти пропорции сторон прямоугольного треугольника «14 / 11». Это соотношение является основным параметром пирамиды Хеопса: $\arctg(14/11)$ – угол наклона боковых граней пирамиды к её основанию. Проанализируем чертёж (рис.1).

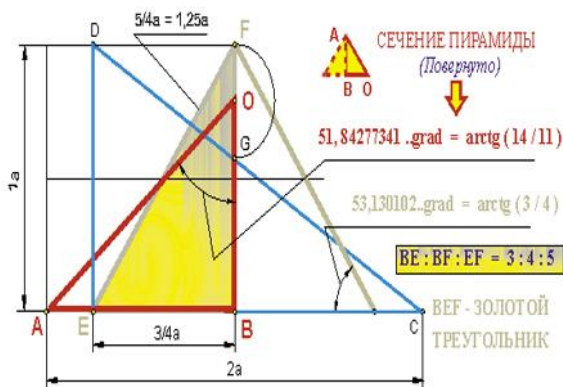


Рис.1. - Закономерность соотношения сторон Египетского треугольника
 $AB = BC = BF = ED = a = 1$; $BE = 0,75a$; $EF = 1,25a$;
 $BE / AB = 0,75 / 1 = 3:4$; $BE / EF = 0,75 / 1,25 = 3:5$; $AB / EF = 1 / 1,25 = 4 : 5$, где 3:4:5 – пропорция золотого сечения Египетского треугольника.

Пропорция «14 / 11» и, следовательно, угол при основании, равный $\arctg(14/11)$, получены со всей точностью. «Золотое сечение» — это пропорция, которая равна 1,618. Также эта пропорция часто встречается в природе, математике (например, ряд Фибоначчи). В пирамиде же это будет отношением между высотой боковой грани и расстоянием от центра основания пирамиды о середины грани основания. Если представить в числах, то получится $612.01/377.9 = 1,61950$ (рис.2).

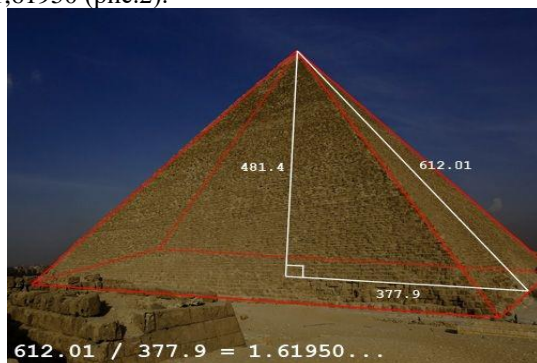


Рис.2. - Пирамида Хеопса

Существует версия того, как строители использовали золотое сечение: с помощью звездных ориентиров и веревок чертили квадрат для закладки фундамента пирамиды. Затем тесёмку протягивали определённым образом, то есть из центральных точек противоположных сторон квадрата в любой его угол. Далее измеряли длину этой тесёмки, делили пополам и вот эта половина её длины и половина стороны квадрата и составляют пропорцию «Золотого сечения», таким образом эта «золотая» середина верёвки пройдёт через вершину пирамиды. В заключение можно сказать, что на примере самой знаменитой пирамиды Египта-пирамиды Хеопса мы вкратце рассмотрели и проанализировали основные принципы геометрических закономерностей, применяемых при построении всех египетских пирамид, разобрались с определяющими базовыми правилами, которыми руководствовались древние египетские зодчие.

Библиографический список

1. Радзюкевич А.В., Марченко Ю.Г. К вопросу о размерах и пропорциях пирамиды Хеопса. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 1 (48). С. 9-22.
2. Трещалин М.Ю. Особенности проектирования граней и основания пирамиды Хеопса. Сборник: Materials digest of the XXXVII International Research and Practice Conference and the III stage of the Championship in philological, historical and sociological sciences. (London, December 05 - December 10, 2012). Chief editor - Pavlov V.V., London, 2013. С. 13-16.
3. Шаталов А.А. Пирамида Хеопса как аллюзивная комбинаторная задача «модульной геометрии». Сборник: Пространства городской цивилизации: идеи, проблемы, концепции. Материалы международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет». 2017. С. 131-134.
4. Сомсиков А.И. Примерный расчёт строительства пирамиды Хеопса. Евразийское Научное Объединение. 2021. № 3-6 (73). С. 494-498.
5. Логвинова И.А., Сафонова К.Р. Египетские пирамиды как туристический объект. Сборник: актуальные проблемы развития туристской индустрии. Материалы международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. Курск, 2021. С. 202-205.

*Беззубков Леонид Вадимович, студент 1 курса 14 группы ИСА
Научный руководитель –
Иващенко А.В., доцент кафедры НГиКМ, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ИДЕИ И ИХ ВОПЛОЩЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Современная архитектура очень многогранна и необычна, и большинство современных проектов так или иначе связаны с геометрическими идеями. Рассмотрим следующие идеи [1]:

- Криволинейные односторонние поверхности на примере листа Мебиуса (международный медиа центр "Феникс", проект библиотеки в Казахстане);
- Невыпуклые многогранники (библиотека в Сиэтле);
- Платоновы тела, в частности, правильный тетраэдр (дворец мира и согласия в Нурсултане архитектора Форстера);
- Однополостной гиперboloид (Шуховская башня);
- Модели ячейки кристаллической решетки (Атомиум).

Криволинейная односторонняя поверхность (рис.1), называемая "Лист Мёбиуса" – это трёхмерная неориентируемая поверхность с одним краем и одной стороной [2].



Рис.1. - Международный медиа центр "Феникс"

Использование этой идеи позволяет развить пространственную логику здания как бы уходом в бесформенность, делая его архитектуру крайне привлекательной.

Первый и один из самых красочных примеров этой идеи – это международный медиа центр "Феникс" в Пекине, построенный в 2007 году [4].

По словам архитектора Шао Вэйпина дизайн здания напоминает ДНК, которая была свёрнута в петлю [3]. Этот центр примечателен тем, что это полностью экспериментальное здание. Архитектура здания

крайне уникальна, ведь использование этой идеи очень затратное по материалам и силам, и не все страны могут позволить себе постройку столь дорогого здания.

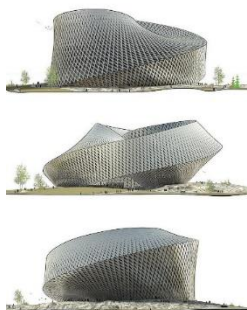


Рис. 2. - Проект библиотеки

В Казахстане будет построена первая библиотека с использованием идеи ленты Мёбиуса, названная в честь Нурсултана Назарбаева, проектировкой занимается архитектурное бюро BIG. Проект вызывает в памяти несколько архетипов – это и круг, и арка, и ротонда, и юрта, и все они угадываются в объёмлющей форме листа Мёбиуса.

Форма сооружения представляет собой сложную комбинацию различных идей и концепций. Посетители и читатели библиотеки перемещаются между этажами по спиральному маршруту, который. В контурах музея можно уловить характерные черты листа Мёбиуса – посетители могут плавно перемещаться из внутреннего пространства во внешнее [5].

Другая идея, которая часто воплощается в современных проектах – идея невыпуклого многогранника. Невыпуклый многогранник – это такой многогранник, у которого найдутся по крайней мере две внутренние точки, для которых соединяющий их отрезок не находится целиком внутри многогранника

Этой идеей воспользовался архитектор Рэм Колхас и в 2004-ом году построил публичную библиотеку в Сиднее (рис. 3).



Рис. 3. - Публичная библиотека в Сиднее



Рис.4. - Дворец мира

Автор этого проекта хотел, чтобы в век современных технологий люди не забывали и о книгах, поэтому стояла сложная задача. Хотя снаружи библиотека имеет необычную форму, идея архитекторов была в том, чтобы именно функции здания определяли его вид [6].

У Колхаса была поставлена цель: преподнести людям, что книги — это современно и не скучно, поэтому он сделал здание столь привлекательной формы.

Платоновы тела – это выпуклые многогранники, грани которых являются одинаковыми правильными многоугольниками, все многогранные углы при

вершинах одинаковы, и эти тела обладают максимальной для многогранников пространственной симметрией [7].

Использование платоновых и архимедовых тел стало довольно популярной геометрической идеей в наше время, и многие архитекторы воплощают её в жизнь. Существует ряд проектов, на ней основанных, которые поражают яркими и запоминающимися образами.

Один из таких проектов – Дворец мира и согласия в Нур-Султане, столице Казахстана — здание в форме правильного тетраэдра спроектировано архитектором Н. Фостером и построено в 2006 году специально для проведения «Конгресса лидеров мировых и традиционных религий».



Рис. 5. - Шуховская телебашня



Рис. 6. - Атомium

Дворец имеет форму правильной трехгранной пирамиды и в нерабочее время является просто памятником архитектуры. Высота здания 62 м., его грани направлены во все стороны света, символизируя дружбу между всеми народами [8].

Одна из визитных карточек Москвы – известная телевизионная башня Шухова, она была построена на основе геометрической идеи применения однополостного гиперboloида [9].

Однополостный гиперboloид вращения обладает одним замечательным свойством – через каждую точку этого гиперboloида проходят две прямые линии, целиком лежащие на нём. Поэтому однополостный гиперboloид как бы соткан из прямых линий. Это придаёт конструкциям на его основе стойкость и повышенную сопротивляемость ветровым нагрузкам.

Следующая геометрическая идея – ячейка кристаллической решетки. Удивительное сооружение, которое показывает всю силу человеческого воображения – это монумент Атомium в Брюсселе. Он был сконструирован к открытию Всемирной выставки 1958 года бельгийским инженером Андре Ватеркейном в качестве символа XX атомного века и мирного использования атомной энергии.

Уникальным этот архитектурный объект является из-за своей формы: эти 9 сфер, соединённые трубами напоминают форму атома. «Атом» стоит на

большом монументе, поддерживаемый тремя опорами, и его также можно использовать как смотровую вышку [10].

Библиографический список:

1. Мария Щерова. Многогранники в архитектуре. Архитектурные формы и стили. FB.ru. [Электронный ресурс] URL:<https://fb.ru/article/247962/mnogogranniki-v-arhitekture-arhitekturnye-formyi-i-stili> (дата обращения 09.02.2022)
2. [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лента_Мёбиуса (дата обращения 09.02.2022)
3. Наталья Леденева. ТОП-10 впечатляющих примеров параметрической архитектуры. ARCHITIME.RU. [Электронный ресурс] URL: https://www.architime.ru/specarch/top_10_parametric_arch/parametrism.htm (дата обращения 09.02.2022)
4. [Электронный ресурс] URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.cfeb3988-6203ad19-ff3e644f-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Phoenix_Center (дата обращения 09.02.2022)
5. Elmeye Iena. Лист Мёбиуса: Грандиозная библиотека для Казахстана. infuture.ru . [Электронный ресурс] URL: <https://infuture.ru/article/2324> . (дата обращения 09.02.2022)
6. [Электронный ресурс] URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.89155e5e-6203b885-37caddc9-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Seattle_Central_Library#Design . (дата обращения 09.02.2022)
7. [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Правильный_многогранник (дата обращения 09.02.2022)
8. [Электронный ресурс] URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/Дворец_мира_и_согласия(дата обращения 09.02.2022)
9. [Электронный ресурс] URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/Шуховская_башня(дата обращения 09.02.2022)
10. [Электронный ресурс] URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/Атомиум>(дата обращения 09.02.2022)

Бубнов Данила Владимирович, студент 2 курса 9 группы ИГЭС
Волнушкина Ксения Алексеевна, студентка 2 курса 9 группы ИГЭС

Научный руководитель –

Иващенко А. В., доцент кафедры ИГиКМ, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

ТРАДИЦИИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЯПОНСКОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Японская архитектура имеет богатую историю. Процесс её развития с давних времён и по сегодняшний день представляет собой индивидуальный путь, отражающий особенности не только менталитета, но и географического положения государства. Эстетика старинных японских построек уходит корнями в Китай, а современные здания – результат переосмысления западных концепций в соответствии с японским ландшафтом, культурой и местными требованиями [1].

Вероятнее всего, при упоминании традиционной японской архитектуры в вашем сознании возникает образ сооружения похожего, например, на Храм Феникса (храм Хоодо) в монастыре Бёдо-ин или Храм Дайго-дзи в Киото [2].



Рис. 1. - Храм Феникса



Рис. 2. - Храм Дайго-дзи

Внутренне пространство традиционных сооружений имело крайне простую форму, а именно – форму прямоугольника. Архитекторы делали акцент на фактуру материалов, выразительность и четкость отдельных деталей. По этой причине многие японские здания выполнены в виде комбинаций прямоугольных частей. Для организации пространства использовались татами – важнейший объект для национального японского дома, который выступал в качестве своеобразного модуля строго определённой формы и являлся мерой площади помещений.

Центральным элементом большинства зданий были пышные крыши, стропильная система которых представляла из себя сложную стоечно-балочную конструкцию, называемую «доу-гун». Однако эстетическая сторона данной части конструкции являлась вторичной. Основной задачей крыш, построенных с помощью изогнутых балок, являлась защита фасада от

тропических продолжительных ливневых дождей. Благодаря такой покато́й форме крыш вода стекала на удалении от ограждающих конструкций здания, а также строение имело большую сейсмоустойчивость.

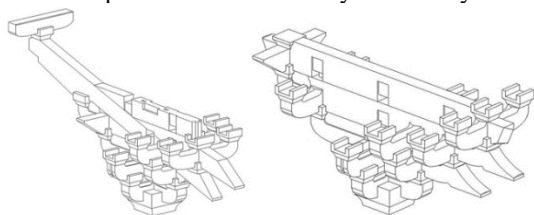


Рис. 3 - Доу-гун



Рис. 4. - Стропильная система

Из-за особенностей географического положения японцам часто приходилось сталкиваться с различными природными катаклизмами. Поэтому древесина была основным материалом, постройки из которой лучше противостояли землетрясениям, а также были более просты в обработке и создании климата внутри помещений.

Традиция строить из дерева пошла из Китая, отсюда же японцы позаимствовали основные черты архитектурного стиля. Главной отличительной особенностью японской архитектуры от китайской была асимметрия. Возникновение этой уникальной черты связано с наличием горной местности, форму которой повторяли сооружения.

Ещё одним важным аспектом является взаимоотношение дома и окружающего пространства, в частности, наличие рукотворного островка природы – японского сада. Японцы не рассматривали внутреннее и внешнее пространство как две отдельные части, скорее одно перетекало в другое. Достигалось это посредством энгавы или, иным словом, более понятным европейскому человеку, веранды, которая служила транзитным пространством на пути из дома в сад. Её роль наглядно отражена в используемых конструктивных материалах: деревянные, грубо обработанные брусья, которые являются промежуточным материалом между мягкими соломенными циновками – татами, застилающими внутреннее пространство дома, и твердыми необработанными камнями в саду. Энгава, как и внутренне пространство дома, имела простую прямоугольную форму.



Рис. 5. - Энгава



Рис. 6. - Энгава

Ряд изменений в японской архитектуре был вызван разрушениями, оставленными после Второй мировой войны [3,4]. Вступив на путь модернизации, японские архитекторы освоили западные технологии и новые материалы, но, в то же время, сохранили свою прежнюю самобытность и продолжили следовать принципам традиционной архитектуры.

Новыми красками заиграла асимметрия. Эта отличительная черта легла в основу современного архитектурного направления метаболизм, основной особенностью которого была идея незавершённости. Здания проектировались так, чтобы в последствии к ним можно было пристроить новые модули, представляющие из себя простые геометрические формы. Концепция непостоянства, сильно закреплённая в традиционной японской архитектуре и философии, есть ключевая часть метаболизма. Отсутствие симметрии позволяет каждый раз видеть что-то новое и проникаться идеей архитектора при взгляде на сооружение с разных ракурсов.

Киёнори Кикутакэ, один из основоположников нового направления, писал: «Для меня в понятии „метаболизм“ самым важным была возможность перестройки сооружения и замены его составляющих в соответствии с требованиями, которые предъявляет наш быстроизменяющийся мир».

Выразительным примером данного направления является башня-капсула Накагин архитектора Кисё Курокава в Токио, состоящая из множества прямоугольников с окнами в виде круга [5]. Капсулы могут заменяться, а также объединяться с целью создания большего пространства.

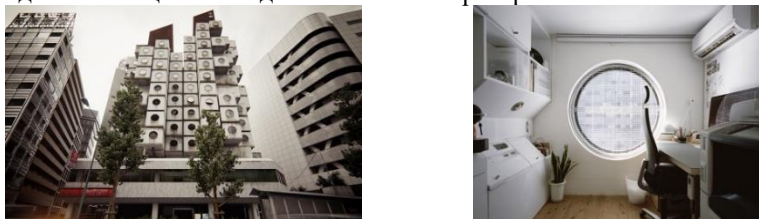


Рис. 7. - Башня капсула Накагин вид снаружи и изнутри

Ещё один необычный проект – информационный центр архитектора Кензо Танге «Сидзуока», состоящий из колонны-сердечника диаметром 7,7 метра и модулей, нанизанных на эту колонну.

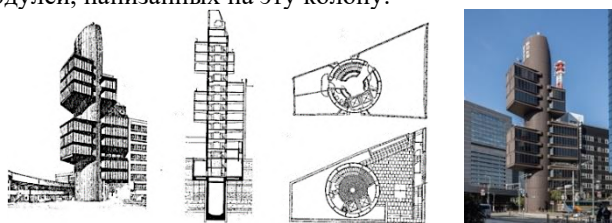


Рис. 8. - Сидзуока

Стеклянная школа в Канагаве и детский сад "Фудзияма" в городе Татикава наглядно иллюстрируют принцип единства с природой и связь внутреннего пространства с внешним, обеспечивающиеся благодаря использованию стекла в сооружениях.



Рис. 9. - Стеклянная школа



Рис. 10. - Детский сад «Фудзияма»



Важной частью современного архитектурного строительства Японии является сейсмостойчивость сооружений, достигаемая различными методами и передовыми технологиями.

Японцы по сей день остаются верны традиционным архитектурным принципам: простоте форм, практичности и безопасности, а также единству с природой, которые были заложены много веков назад. Дополняя эти основы современными требованиями и возможностями общества, они создают единую природно-антропогенную среду.

Библиографический список

1. Огюст Шуази. Всеобщая история архитектуры. От доисторической эпохи до романской архитектуры. / О. Шуази; пер. с франц. Н.С. Курдюкова – Москва : Издательство АСТ, 2019. – 512 с. – (Всеобщая история).
2. Танге Кендзо. Архитектура Японии: Традиция и современность: Сборник статей : Пер. с англ. / Кендзо Танге ; Под ред., А. Иконникова. – Москва. Прогресс, 1976. - 239 с.
3. Денике Б.П. Япония. Под общей редакцией И. Маца. Издательство Всесоюзной Академии архитектуры, 1935. – 103 с.
4. Коновалова Н. Современная архитектура Японии. Традиции восприятия пространства. Издательство Нестор-История, 2017. – 256 с.
5. Автор: darruss. Жизнь в капсулах: как в Японии попытались изобрести новую архитектуру. (от 28 ноября 2018) [Электронный ресурс] URL: [https://realt.onliner.by/2018/11/28/metabolism] (дата обращения: 04.01.2022)

Лаврентьев Тимур Андреевич, студент 2 курса 63 группы ИСА

Научный руководитель –

Иващенко А. В., доцент кафедры ИГиКМ, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский Государственный Строительный Университет»

СВЯЗИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ С ПРОЕКТИВНОЙ, АНАЛИТИЧЕСКОЙ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ ГЕОМЕТРИЯМИ

Геометрия – наука, которая изучает фигуры в пространстве и законы их соотношений. Изначально этот раздел математики изучал простейшие формы на плоскости и в пространстве. Благодаря геометрии люди научились высчитывать площади и объёмы базовых фигур.

Классификация геометрии

Феликс Клейн – немецкий математик, внёс огромный вклад в развитие геометрии. Он был первым, кто предложил конкретное разделение данного раздела математики на различные разделы. В 1872 году Клейн становится профессором Эрлангенского университета. Именно в этот год он предложил свою классификацию геометрии. Такую классификацию Феликс Клейн предложил в своём выступлении 1872-го года "Сравнительное рассмотрение новых геометрических исследований" (его также называют "Эрлангенской программой"), когда ему было 23 года. Этим выступлением он привлёк к себе внимание математиков всей Европы, потому что открыл новые возможности изучения геометрии.

Рассмотрим часть этой классификации.

Евклидова геометрия. Геометрия была создана древнегреческим математиком Евклидом [4]. Она изучает свойства фигур, которые сохраняются при движении без деформации. Евклидова геометрия основана на 5 основных аксиомах: от всякой точки до всякой точки можно провести прямую; ограниченную прямую можно непрерывно продолжать по прямой; из любого центра можно описать круг с любым радиусом; все прямые углы равны между собой; если прямая, пересекающая две прямые, образует внутренние односторонние углы, меньшие двух прямых, то, продолженные неограниченно, эти две прямые встретятся с той стороны, где углы меньше двух прямых. Евклидову геометрию подразделяют на планиметрию и стереометрию. Планиметрия – раздел евклидовой геометрии, изучающий двумерные фигуры, которые можно расположить в пределах одной плоскости. Планиметрия изучает точку, прямую, параллелограмм, трапецию, окружность, треугольник и многоугольник. Стереометрия – раздел евклидовой геометрии, который изучает фигуры в пространстве. Основные объекты, которые изучает стереометрия: точки, прямые, плоскости и замкнутые пространственные фигуры (куб, пирамида, параллелепипед, шар, конус). Аффинная геометрия является

частью евклидовой геометрии, и изучает свойства фигур, сохраняющиеся при параллельной проекции. Некоторые теоремы аффинной геометрии целиком и полностью относятся к евклидовой. Основоположителем аналитической геометрии как самостоятельной науки можно считать Р.Декарта. В 1637 году Декарт предложил координатный метод определения точки в пространстве. Впоследствии это решение сыграет ключевую роль в развитии аналитической и дифференциальной геометрии. Благодаря этому открытию стало возможным исследование геометрических свойств кривых и тел с точки зрения алгебры, то есть через анализ кривой в некоторой системе координат. В основе аналитической геометрии на плоскости лежит декартова система координат, которая состоит из двух взаимно перпендикулярных прямых – оси X и Y , точка пересечения которых называется началом координат. В данном разделе все свойства геометрических фигур изучаются аналитическими методами – для многих геометрических объектов (но не для всех) существуют аналитическое выражение. Кроме того, за счёт своей универсальности аналитическая геометрия является основой и для других разделов геометрии [3, 5]. Алгебраическая геометрия – раздел математики, который включает в себя и алгебру, и геометрию. Основной объект изучения этой геометрии – алгебраические многообразия, т.е. геометрические объекты, которые заданы множеством решений систем алгебраических уравнений. К ним относятся кривые и поверхности, а также многообразия более высоких размерностей. Алгебраическая геометрия изучает свойства кривых и поверхностей алгебраическими методами, но, в отличие от аналитической, рассматривает только такие кривые и поверхности, которые задаются полиномиальными уравнениями. Дифференциальная геометрия – раздел математики, изучающий геометрические объекты методами математического анализа (в особенности, методами дифференциального исчисления). В дифференциальной геометрии изучаются кривизна, кручение кривой, рассматриваются инвариантные характеристики кривых и поверхностей. Эта геометрия исследует свойства геометрических фигур, которые сохраняются у объектов вне зависимости от их размеров. Создатель дифференциальной геометрии как самостоятельной науки – К.Ф. Гаусс. Проективная геометрия – раздел геометрии, изучающий свойства фигур, которые сохраняются при проективных преобразованиях. Отличительная особенность этой геометрии – принцип двойственности. Проективная геометрия изучает конические сечения, но, при этом, не имеет дела с кругами или углами, так как круги и углы не сохраняются при проективных преобразованиях. Так, например, эллипс, парабола и гипербола в проективной плоскости неразличимы, в то время как на евклидовой плоскости они обладают существенно различными свойствами. Создатель проективной геометрии как целостной науки – Виктор Понселе. Значение проективной геометрии столь велико, что математик Кэли считал, что «проективная геометрия - вся геометрия». Существует множество других геометрий,

которые не имеют явных связей с начертательной, однако возможно найти опосредованные связи (топология, теория групп, неевклидова геометрия, теория симметрий и др.).

Начертательная геометрия – самостоятельная инженерная дисциплина, которая изучает трёхмерные объекты, проецируя их на три совмещённые ортогональные плоскости [1]. В основе этой геометрии лежит метод проекций (что связывает ее с проективной геометрией). Такой способ использует две или более проекций, в результате чего трёхмерный объект изображается на плоскости. Создатель начертательной геометрии Г. Монж. Любой объект, изучаемый в одной из геометрий, характеризуется каким-то особым образом, не изучаемый другими геометриями, и поэтому в разных геометриях можно увидеть совершенно различную классификацию геометрических объектов. Так, например, с точки зрения топологии все выпуклые многогранники неразличимы, потому что непрерывной деформацией могут быть преобразованы в сферу, в то время как с точки зрения теории групп тетраэдр и куб различны, а куб и октаэдр неразличимы, потому что представляют одну и ту же группу симметрии. С точки зрения проективной и начертательной геометрии куб и октаэдр существенно различны, потому что имеют различные проекции. С другой стороны, с точки зрения евклидовой геометрии различными являются разные виды треугольников (равносторонние, прямоугольные или разносторонние), а с точки зрения проективной они неразличимы. С точки зрения алгебраической геометрии точка и прямая являются алгебраическими многообразиями, а отрезок или луч – нет, поэтому эллипс, отрезок или окружность в начертательной геометрии могут быть сгруппированы под общим названием проекции окружности, а в алгебраической геометрии их нельзя объединять. Начертательная геометрия входит в обязательную программу изучения всех технических и архитектурно-строительных вузов России [2]. Начертательная геометрия тесно связана не только с евклидовой, но и с аналитической, и с проективной, и с дифференциальной геометриями. Например, теория теней и перспектива использует некоторые принципы проективной геометрии. Построение очерков криволинейных поверхностей требует знания некоторых понятий из дифференциальной геометрии (кривизна, кручение). Аналитическая геометрия тоже используется, (например, замена плоскостей проекций соответствует замене базиса в линейных пространствах).

Библиографический список

1. Гордон В.О. Курс начертательной геометрии, М., 1971г.
2. Потышко А.В., Крушевская Д.П. Справочник по инженерной графике, 1976 г.
3. Канатников А. Н., Крищенко А. П. Аналитическая геометрия, Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002 г.

4. *Юшкевич А.П.* История математики. С древнейших времен до начала Нового времени. М., "Наука", 1970 г.

5. *Бортаковский А. С., Пантелеев А. В.* Аналитическая геометрия в примерах и задачах. М., "Высшая школа", 2005 г.

*Суриков Тихон Сергеевич, студент 1 курса 13 группы ИСА
Научный руководитель –
Иващенко А.В., доцент кафедры НГиГ, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ

Идея золотого сечения зародилась ещё в древние времена. Основателем считается древнегреческий математик и мыслитель Пифагор, хотя иные источники указывают на тот факт, что египтяне первыми установили данный факт. Об этом нам свидетельствует признаки использования золотого сечения в архитектуре древности. Мы можем видеть в пирамидах Хеопса ортогональный треугольник, у которого один катет представляется высотой пирамиды, а второй – половиной длины основания (рис. 1). Если взять отношение гипотенузы к меньшему катету, то выходит округленное значение 1,62 [1].

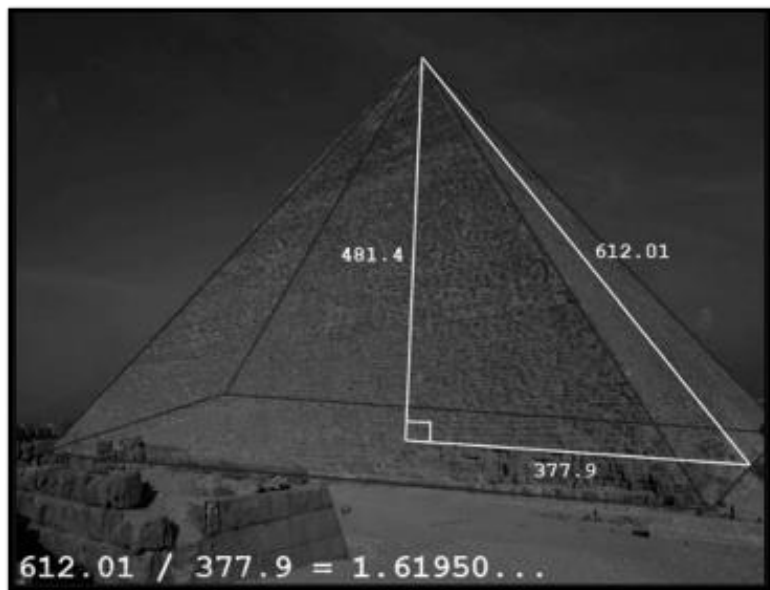


Рис. 1. - «Золотой треугольник» в пирамиде Хеопса

Прежде чем проанализировать идею золотого сечения и применения данной математической конструкции в архитектуре, нужно для начала дать вывод формулы математически. Золотое сечение – это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, что отношение всего отрезка к наибольшей

величине равно отношению наибольшей величины к наименьшей. Затем был рассчитан показатель золотого сечения (золотое число), равный примерно $1,6180339887$ ($\Phi = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$). Обратное число: $\varphi = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$, равное приблизительно $0,61803$. Отсюда выходит связь: $\varphi = \Phi - 1$. На практике же чаще всего применяют округленные значения $0,62$ и $0,38$ [2].

Золотое сечение во многом связано с числовой последовательностью Фибоначчи ($0,1,1,2,3,5,8,13,21\dots$): отношение двух последовательных членов данного ряда при удалении от начала ряда стремится к отношению золотого сечения. Иными словами, если какой-нибудь член последовательности Фибоначчи поделить на предшествующий ему (например, 21 на 13), то итогом будет величина, приблизительно равная ранее известному 1.61803398875 . Причем через раз оно будет то превышать показатель золотого сечения, то не достигать. Если построить прямоугольник, у которого соотношения сторон приближается к пропорции золотого сечения, он будет восприниматься предельно гармонично.

Исключительность золотого сечения состоит в том, что оно дает отношение неравных частей целого между собой то же, что и отношение их к целому. Из этого выходят и другие свойства этой пропорции: в то время как обыкновенная геометрическая пропорция дает равенство двух отношений только при двух или трех определенных значениях частей, золотое сечение определяет постоянное соотношение между целым и его частями [3].

Любое архитектурное здание возможно считать художественным произведением, если оно вызывает впечатление гармоничности и пропорциональности, которые достигаются строгим соотношением отдельных частей целого. Основанием каждого сооружения архитектуры представляется ясность, целесообразность и простота в согласовании с материалом и конструкциями, с назначением здания и внутренним содержанием [4].

Золотое сечение можно видеть в памятнике барокко – Смольном соборе в Санкт-Петербурге - при расчете основных частей собора в соответствии с золотой пропорциональностью мы удивляемся числам (рис. 2).

Производя расчеты ключевых масс собора, надлежит указать, что отрыва от общей схемы золотого сечения в его пропорциях не замечается. Главные архитектурные его части как по высоте, так и по горизонталям пропорционально связаны с общей высотой собора. Кроме этих отношений, имеется ряд отдельных отношений отдельных архитектурных частей, между собой пропорционально согласованных, но не внедренных в схему пропорциональности основных масс архитектурного сооружения. Как в этом, так и в прочих зданиях, пропорционально рассчитанных, получается изучить внешнее в их отношении золотое сечение, без противоречия с их композицией и стилем эпохи [5].

Пропорциональность в архитектуре определяется не только взаимным соотношением частей между собой, но также общим стилем, к которому

относят архитектурное произведение. Проведенный анализ архитектурных объектов прошлых веков подтверждает особое значение пропорции золотого сечения, а также подсознательно воспринимаемую зрителем согласованность их пропорций.

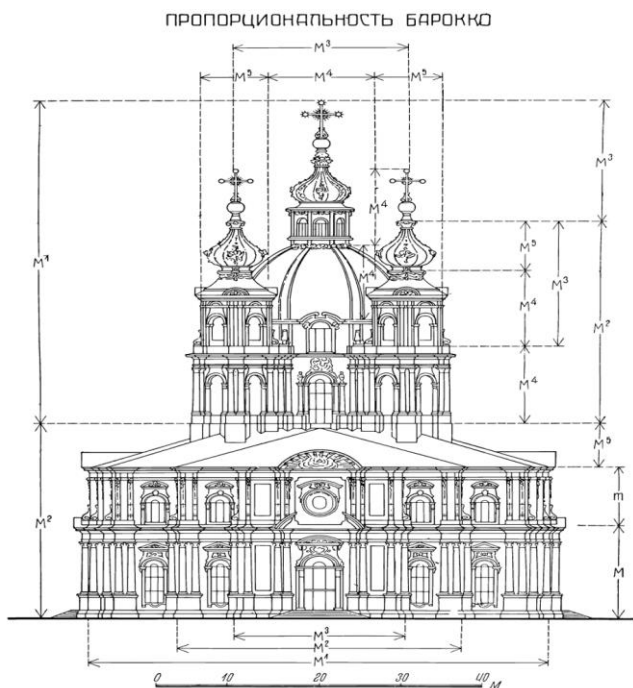


Рис. 2. - Золотое сечение высот Смольного собора

Что касается зданий нынешней архитектуры, то остановимся на примере Исаакиевского собора. При расчете ширины и делении его на коэффициент золотого сечения мы находим, что основная часть сооружения представляет собой золотой прямоугольник, большая сторона которого равна ширине собора, а ширина - величине, полученной делением. Высота купола при пропорциональном делении его частей также приблизительно выдает показатель золотого сечения (рис. 3). Эти факторы дают гармоничное восприятие собора, являющегося достоянием архитектуры нашей страны. Помимо Исаакиевского собора во многих зданиях современной архитектуры прослеживается использование принципа золотого сечения при проектировании.

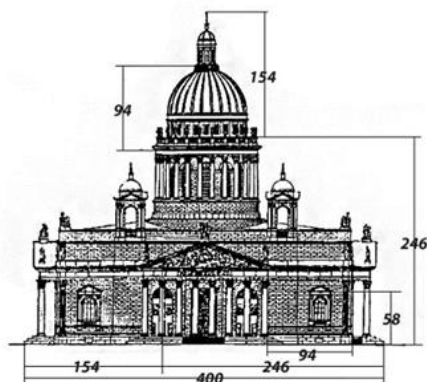


Рис. 3. - Пропорциональность Исаакиевского собора

На основе вывода золотого сечения состоит строительство зданий архитектуры древних времен, а также проектирования современных сооружений. Золотое сечение – это абсолютно уникальное математическое выражение, которое дало толчок в развитии строительства мировой цивилизации. Благодаря этой пропорциональности развитие архитектуры и в целом строительства не стоит на месте и будет продолжать развиваться в будущем в правильном направлении. Стоит отметить, что гармоничность и красота зданий архитектуры во многом зависит от соблюдения пропорциональности, поэтому золотое сечение так широко распространено в мировой архитектуре.

Библиографический список

1. *Шевелев И.Ш.* Принцип пропорции. – М.: Стройиздат, 1986 [Электронный ресурс] URL: http://books.totalarch.com/principle_of_proportion (дата обращения: 26.11.2021).
2. *Стахов А.П.* Золотое сечение, священная геометрия и математика гармонии // Метафизика. Век XXI: сборник. – М.: БИНОМ, 2006, с.213-300 [Электронный ресурс] URL: https://www.peacefromharmony.org/docs/7-26_Stakhov_Math_of_Harmony_RU.pdf (дата обращения: 13.11.2021).
3. *Васютинский Н.А.* Золотая пропорция. – М.: Мол. Гвардия, 1990 [Электронный ресурс] URL: https://stav-geo.ru/ld/25/2539_Vasyutinskiy_Zo.pdf (дата обращения: 13.11.2021).
4. *Иконников А.В.* Художественный язык архитектуры. – М.: Искусство, 1985. [Электронный ресурс] URL: <https://djvu.online/file/7hsRgRWp6o4JK> (дата обращения: 03.12.2021).
5. *Гримм Г.Д.* Пропорциональность в архитектуре, 1935. [Электронный ресурс] URL: https://imwerden.de/pdf/grimm_proportsionalnost_v_arkhitekture_1935 (дата обращения: 13.11.2021).

Мингалимова Валерия Ринатовна, студентка 1 курса 61 группы ИСА

Научные руководители –

Крылова О.В., старший преподаватель кафедры ИГиКМ,

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»,

Царева М.В., старший преподаватель кафедры ИГиКМ,

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕНОСА ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ СОСТАВНЫХ ОБОЛОЧЕК

Современный уровень развития строительных технологий позволяет реализовать самые смелые фантазии архитекторов и проектировщиков, например, использовать в качестве модели оболочки здания необычные и, банально выражаясь, «красивые» поверхности, в том числе поверхности переноса. Под этим необходимо понимать поверхности, которые образуются последовательным переносом геометрических мест точек, соответствующих некой выпуклой математической функции, параллельно образующим, являющимися результирующими некоторой другой функции.

Рассмотрим образование поверхности переноса, у которой, в качестве направляющих и образующих – кривые 2-го порядка [1, 2]. Две направляющие расположены в вертикальных плоскостях и составляют с осью X одинаковые углы α . Образующая перемещается параллельно плоскости YOZ , имея две точки контакта с направляющими.

Такой вид образования поверхности переноса дает возможность выбора вариантов при компоновке составных поверхностей. В зависимости от параметров образующей и направляющей можно находить оптимальный покрываемый объем или площадь поверхности оболочки в зависимости от различных критериев.

Приведем пример образования поверхностей этого типа. Пусть направляющая и образующая – окружности (рис. 1). Тогда согласно определению:

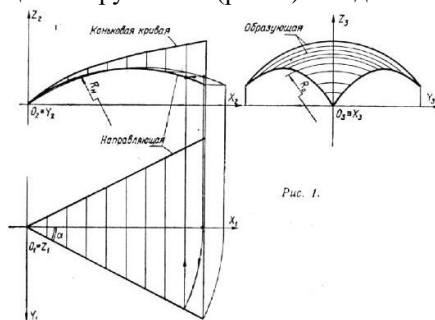


Рис.1. – Пример образования поверхности переноса

«Уравнение направляющей окружности в плоскости XOZ

$$(x - a_H)^2 + (z - b_H)^2 = R_H^2, \quad (1)$$

где a_H —расстояние от центра направляющей окружности до плоскости YOZ ;

b_H —расстояние от центра направляющей окружности до плоскости XOZ ;
 R_H —радиус направляющей окружности» [6,7].

Направляющая в данном случае расположена в вертикальной плоскости и составляет с плоскостью XOZ угол α . Ее уравнение

$$z_H = \sqrt{R_H^2 - \frac{(x - a_H)^2}{\cos^2 \alpha}} - b_H. \quad (2)$$

Уравнение образующей окружности, расположенной в плоскости ZOY , с учетом смещения центра

$$= \sqrt{R_0^2 - y^2} - \sqrt{R_0^2 - x^2 \tan^2 \alpha}, \quad (3)$$

где R_0 — радиус образующей окружности.

Уравнение поверхности представляет собой сумму значений z_H и z_0

$$z_{\Pi} = \sqrt{R_H^2 - \frac{(x - a_H)^2}{\cos^2 \alpha}} - b_H + \sqrt{R_0^2 - y^2} - \sqrt{R_0^2 - x^2 \tan^2 \alpha}. \quad (4)$$

Уравнение коньковой линии получаем из (4), подставляя $y = 0$.

$$z_K = \sqrt{R_H^2 - \frac{(x - a_H)^2}{\cos^2 \alpha}} - b_H + R_0 - \sqrt{R_0^2 - x^2 \tan^2 \alpha}. \quad (5)$$

Аналогичным образом получены аналитические выражения поверхностей и коньковых кривых, у которых направляющими и образующими являются другие коники (эллипс, парабола, гипербола).

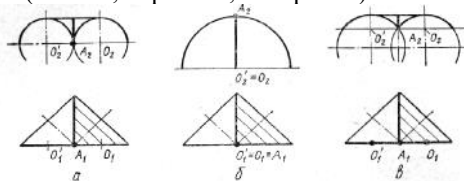


Рис.2. – Пример составной поверхности

На рис. 2 приведен пример составной поверхности из двух кусков рассматриваемого типа, где A – точка контакта направляющей с осью z : точка контакта лежит на уровне центров направляющих окружностей $O'A = OA = R$ (рис. 2, а); точка контакта и центры направляющих окружностей лежат на оси z , т. е. $O'A = OA = O$ (рис. 2, б): общий случай, когда $O < O'A = OA < R$ (рис. 2, в).

Изменяя угол между направляющими в пределах $45^\circ \geq \alpha > 0$, получаем различные отсеки поверхностей, из которых можно компоновать покрытия над различными планами (рис. 3).

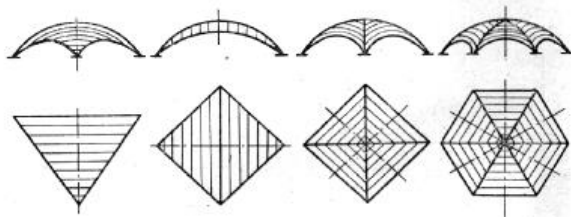


Рис.3. – Отсеки поверхностей

Рисунки 4, 5 демонстрируют построенные сооружения, как яркие примеры применения поверхности переноса. Хорошо видна основа - железобетонные ребра.



Рис.4. - Павильон, построенный в 1959г. для ярмарки в г. Брно (Чехия)



Рис.5. - Купола, перекрывающие торговые площади рынка в Лейпциге (построен в 1929 г.)

Характерным примером является план и разрез несущих конструкций перекрытия рынка в г. Лейпциге (рис.6).

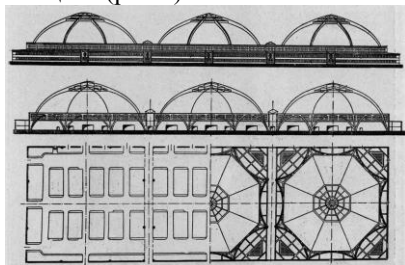


Рис.6. – Рынок в г. Лейпциге (план, разрез)

Библиографический список

1. Михайленко В.Е., Корниенко Л.В. Поверхности переноса, образованные кривыми второго порядка. Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура, № 8. Новосибирск, 1970.
2. Михайленко В.Е., Корниенко Л.В., Дехтярь А.С., Щербенко Э.А. Образование и исследование одного вида поверхностей переноса для оболочек-покрытий. Сб. «Сопротивление материалов и теория сооружений». Вып. 13. Киев, «Будівельник», 1971.
3. Цвингман Г. А. Основные типы куполов, их конструкция и архитектура. / Проблемы архитектуры. Сборник материалов. Т. I, кн. 2 //, Изд-во Всесоюзной Академии архитектуры. Москва, 1936.
4. Выставочный центр Брно [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. - URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.ba10b292-620ab065-3bf6f334-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Brno_Exhibition_Centre (дата обращения: 14.02.2022).
5. Кривошапко, С. Н. Архитектурно-строительные конструкции: учебник для вузов / С. Н. Кривошапко, В. В. Галишикова. Издательство Юрайт. Москва, 2020 [Электронный ресурс]: Образовательная платформа Юрайт. - URL:<https://urait.ru/bcode/450210> (дата обращения: 14.02.2022).
6. Савелов А. А. Плоские кривые, М., 1960.
7. Персея кривая [Электронный ресурс]: Математическая энциклопедия. – URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_mathematics (дата обращения: 14.02.2022)

*Наумов Кирилл Денисович, студент 1 курса 61 группы ИСА
Научные руководители –
Крылова О.В., старший преподаватель кафедры ИГиКМ,
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»,
Царева М.В., старший преподаватель кафедры ИГиКМ,
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРОИДАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ОБОЛОЧЕК-ПОКРЫТИЙ

Современная урбанистическая среда подразумевает высокую обеспеченность городской среды общественными зданиями, объединяющими большое количество разнообразных помещений, в том числе вмещающими большое количество посетителей: выставочные центры, лектории, торгово-развлекательные центры, полузакрытые площадки для проведения культурных мероприятий. Зачастую строительство сооружений, отвечающих перечисленным требованиям, требует сооружения перекрытий сложной формы, перекрывающих значительные пространства. Изготовление несущих конструкций перекрытий такого рода может потребовать использования большого количества унифицированных металлических элементов, вариант реализации которых предлагается в данной статье.

Свойства и характерные особенности тороидальных поверхностей на примере тора.

1. Типы точек, расположенных на поверхности тора

На поверхности тора расположены точки эллиптические (с нулевой гауссовой кривизной), гиперболические (с отрицательной гауссовой кривизной) и параболические (с положительной гауссовой кривизной), следовательно, для конструирования составных оболочек покрытия можно использовать отсеки как положительной, так и отрицательной гауссовой кривизны [1,2,5].

2. Сечение тора плоскостями и отсеки поверхностей

Плоскости перпендикулярные оси вращения тора рассекают его поверхность по двум концентрическим окружностям, а плоскости параллельные оси по спирическим кривым (кривые Персея) [3]. Отсеки поверхности тора будем формировать, рассекая его этими плоскостями.

3. Три семейства окружностей на поверхности тора.

На поверхности тора есть три семейства окружностей: меридианы поверхности, параллели поверхности, окружности семейства Виллярсо (пересекающиеся окружности образованные при сечении поверхности тора бикасательной плоскостью) [4].

Использование тороидальных поверхностей для конструирования составных оболочек покрытия.

Отсеки поверхности удобно получать таким образом, чтобы линии краевого контура отсека были окружности или кривые Персея. На рисунке 1 изображена поверхность тора с тремя отсеками разной конфигурации в плане. Отсек ABC на треугольном плане, линии его краевого контура - кривые Персея. Поверхность отсека имеет участки как положительной, так и отрицательной Гауссовой кривизны. Этот отсек позволяет конструировать покрытие в виде правильного шестиугольника в плане, который можно сочетать для получения более сложного покрытия, напоминающего в плане пчелиные соты.

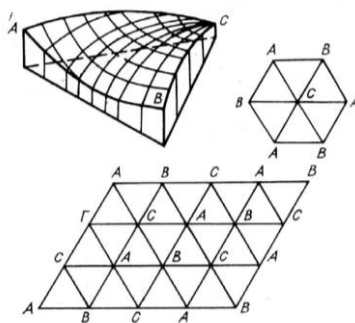


Рис.1. - Треугольный отсек поверхности тора

На рисунке 2 обозначен 1234. Характеристика. Линии его краевого контура - кривые Персея, поверхность отсека имеет участки как положительной, так и отрицательной гауссовой кривизны. Две противоположные стороны отсека поверхности 13 и 24 очерчены по одинаковой кривой, а две другие 12 и 34 - по кривым разной стрелой подъема, что помогает компоновать отсеки таким образом, чтобы перекрываемое помещение освещалось [6,7].

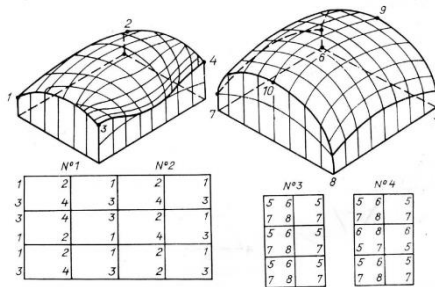


Рис.2. - Прямоугольный отсек поверхности тора

На рисунке 3 изображен отсек поверхности, ограниченный окружностями Виллярсо, который можно получить, если расцечь тор двумя глубинными плоскостями а и в и вертикальной плоскостью у. Поверхность отсека положительной Гауссовой кривизны. Этот отсек позволяет перекрывать помещения круглые в плане с большой высотой перекрываемого помещения.

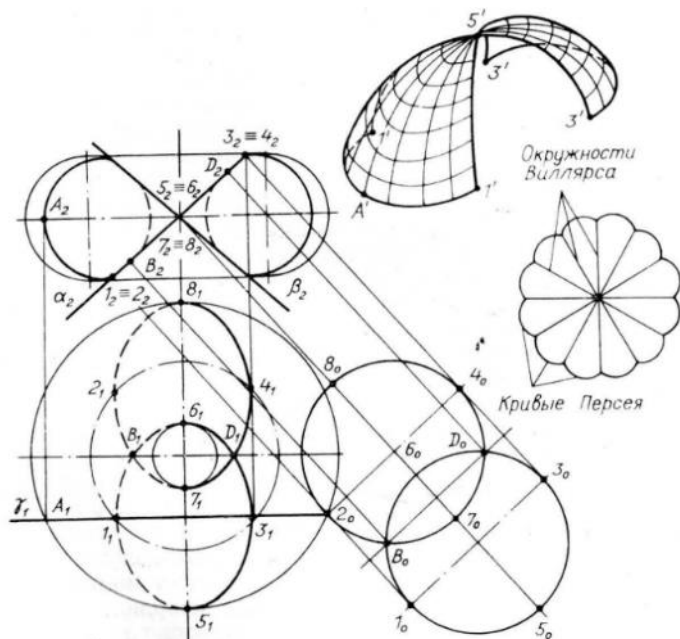


Рис.3. - Отсек поверхности, ограниченной окружностями Виллярсо

Выводы, основанные на проектной работе. Тороидальные поверхности действительно могут послужить хорошей основой для конструирования составных оболочек покрытия. Особенно актуально это в современном мире, где день ото дня появляется все больше уникальных зданий, поверхности которых часто требуют особенного подхода к конструированию их покрытий, который, пожалуй, лучше других может обеспечить тор, как основа для их оболочек.

Библиографический список

1. Тор (поверхность) [Электронный ресурс] URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/> (Дата обращения 01.01.2022)
2. Михайленко В.Е., Ковалев С.Н. / Конструирование форм современных архитектурных сооружений.
3. Савелов А.А. / Плоские Кривые. М., 1960

4. *Фоменко А.Т.* Наглядная геометрия и топология: Математические образы в реальном мире. Изд. 2-е. М.: МГУ, 1998. 211 с.
5. *Кривошапко С.Н.* Аналитические поверхности: материалы по геометрии. 500 поверхностей и информация к расчету на прочность тонких оболочек // С.Н. Кривошапко, В.Н. Иванов, С.М. Халаби. М.: Наука, 2006. 544 с.
6. *Александров П.С.* Лекции по аналитической геометрии, дополненные необходимыми сведениями из алгебры с приложением собрания задач, снабженных решениями, составленного А.С. Пархоменко. М.: Наука, 1968. 911 с.
7. *Шихирин В.Н.* Торовые технологии основа Эластичной механики / Сборник статей 1-ой Международной научно-практической конференции // Торовые технологии, 30 июня-2 июля 2004 г. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. 127 с.

*Зайцев Иван Евгеньевич, студент 1 курса 3 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Степура А.В. преподаватель кафедры ИГиКМ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет».*

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗРИТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Физические свойства и геометрические законы зрения всегда интересовали ученых и художников. Строение зрительного аппарата люди изучали много веков подряд. Особенно важно это было для художников. Теория перспективы учитывает особенности человеческого зрения при построении реалистичных изображений объектов крупных размеров. Основы геометрии зрительного восприятия заложены еще в Древней Греции Эвклидом и были использованы и развиты римским архитектором Витрувием в I веке до нашей эры. В эпоху Возрождения резко возрос интерес к проблеме зрительного восприятия архитектурных объектов, связанный с интенсивным строительством дворцов и храмов. Леон Баттиста Альберти, итальянский художник, архитектор, ученый написал фундаментальный труд «О живописи» в нем он детально разобрал многие проблемы зрительного восприятия, в числе прочего и с точки зрения геометрии. Он разработал схему зрительной пирамиды, охватывающей по касательной объект восприятия. Ребра пирамиды сходятся в одной точке, которая расположена в зрачке человека (рис. 1).

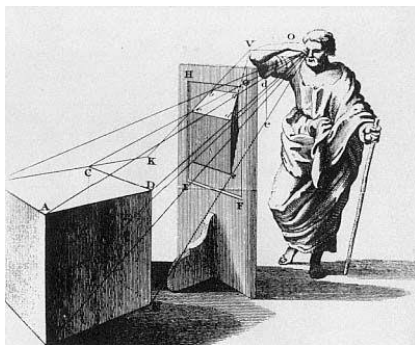


Рис.1. - Зрительная пирамида Альберти

Особенности строения зрачка, представляющего собой отверстие, через которое мы видим мир, влияет на геометрические свойства получаемого нами зрительного образа. Вариации формы зрачка живых существ сформировались под влиянием особенностей среды, образа жизни и места в пищевой цепочке, иначе говоря, способа выживания.

Глаз живого существа в процессе эволюции приобрел форму поллой сферы. Этот удивительный орган зрения прошел длинный путь преобразований: от группы светочувствительных клеток (пигментные пятна) у простейших организмов до сложного органа. Основные этапы эволюции: светочувствительные клетки пигментного пятна, пигментная ямка, камера обскура, примитивный глаз со стекловидным телом, современный глаз.

Геометрическая форма зрительного аппарата за миллионы лет претерпела изменение от плоскости (пигментные пятна-клетки, улавливающие свет), затем вогнутая пигментная ямка, полая полусфера. Из вогнутой структуры, для ориентации в пространстве, глаз превратился в камеру обскура (такой глаз сохранился у реликтовых животных – головоногого моллюска Наутилус).

Существовали серьезные недостатки такого зрительного аппарата, свободно сообщаемого с наружной средой и заполняемого морской водой. Поэтому дальнейшее изменение строения глаза связано с изоляцией внутренней камеры от наружной среды. Произошло «зарастание» полой камеры стекловидным телом и затем из наружных клеток сформировались линзы - роговица и хрусталик, таким образом глаз приобрел современную сферическую форму [1].

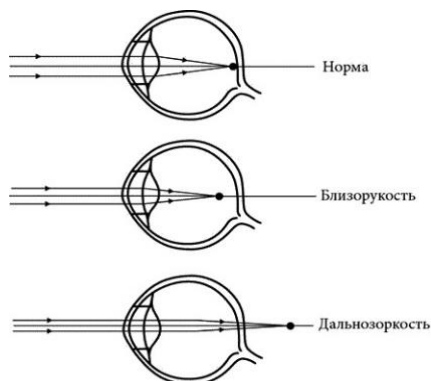


Рис.2. - Оптические схемы нормального, близорукого и дальновзоркого глаза.

Изображение в глазу проходит через систему линз и проецируется на заднюю светочувствительную стенку глаза - сетчатку. Линза (хрусталик) имеет форму закрытого тора. Проецирующие лучи, проходя через систему линз глаза, должны фокусироваться точно на сетчатке. Если точка схода лучей, по какой-либо причине находится за стенкой глаза, либо внутри него, то изображение проецируется нечетко, человеку ставится диагноз близорукость или дальнозоркость (Рис. 2). Исправить ситуацию помогает искусственно созданные коррекционные линзы или очки.

Способность четко видеть, как близкорасположенные предметы, так и удаленные достигается возможностью хрусталика менять свою кривизну, это явление называется аккомодация.

Изображение проецируется на сетчатку повернутым на 180 град., а мозг, обрабатывая информацию об изображении, «переворачивает» его обратно.

Область наибольшей остроты зрения - желтое пятно или макула, расположенное на противоположной от зрачка стенке глаза, имеет овальную

форму. Угол зрения этой области около 6-8град. По этой причине человеческому глазу удобными для восприятия являются сглаженные поверхности, имеющие сферические элементы.

Основатель науки видеоэкологии, доктор биологических наук Филин В.А., отмечал существенное влияние визуальной среды на благополучие и здоровье человека. В ходе многолетних исследований саккард и микросаккард (быстрые, произвольные движения глаз) Василий Антонович выяснили, что гомогенные и агрессивные визуальные поля угнетают человека, нарушают психическое равновесие и ухудшают зрение.



Рис.3. - Пример агрессивного визуального поля по мнению Филина В.А.

По мнению ученого, в городской среде следует постепенно уходить от плоских однотонных прямоугольных поверхностей, а также объектов с большим количеством равномерно расположенных одинаковых элементов. Также глазу неприятны монохромные поверхности, острые углы, избытие прямолинейных элементов [2]. Поэтому в современном проектировании наблюдается устойчивый тренд на применение биоморфных, округлых, близких к природным структурам поверхностей [3], что связано с большими перспективами и возможностями технологий информационного моделирования зданий.

Человек получает всю визуальную информацию через круглый зрачок, способный, подобно диафрагме фотоаппарата, изменять свой диаметр примерно от 1,5 до 8мм. Существуют также другие формы зрачков. В зависимости от образа жизни и среды обитания у животных сформировались следующие формы зрачков.

Вертикальная щель (узкая двугульная вертикальная диафрагма) - у «приземленных», крадущихся хищников, охотящихся из засады. (глаза у таких животных, как правило, расположены фронтально). Проецирующие лучи, попадающие на сетчатку, расположены в вертикальной плоскости. При быстрых, сканирующих горизонтальных движениях глаза хищник получает максимум информации о добыче. Также такая форма зрачка связана с высокоэффективным подавлением солнечного света, диафрагмируемого зрачком. В темноте вертикальный зрачок способен увеличивать площадь в 135 раз (домашняя кошка) (Человеческий зрачок только в 15 раз) [4].

Горизонтальная щель – у некрупных земноводных, вынужденных следить за движениями хищника в вертикальной плоскости, при горизонтальном аппарате проецирования, вертикальные движения глаз, расположенных по бокам головы, позволяют успешно скрываться.

Прямоугольный зрачок, сориентированный горизонтально – у травоядных пасущихся животных. Скорее горизонтальный аппарат проецирования вместе с расположенными по бокам головы глазами, позволяют пасущемуся животному «сканировать» горизонт почти на 350град. Интересно, что при изменениях угла наклона головы животного, зрачок, подобно гироскопической системе, всегда остается параллельным земле.

V- образные, у скатов, камбалы, некоторых видов сомов. Такая форма обусловлена необходимостью снижать искажения в воде.

W-образные у каракатиц, выдвинута гипотеза, что такая форма зрачка объясняется не до конца эволюционирующей камерой обскура.

Вертикальная щель со множеством небольших круглых отверстий – у гекконов и некоторых видов рыб. При «схлопывании» такой зрачок трансформируется в ряд точечных отверстий, каждое из которых имеет свою точку схода проецирующих лучей на сетчатку глаза. Мозг ящерицы соединяя эти изображения воедино получает исключительно четкую картинку. У морской лисицы зрачок полукруглый с выростом в виде звездчатого многоугольника, служащий для эхолокации.

Геометрические характеристики являются неотъемлемым свойством всех объектов живой природы. Изучение этих особенностей приводит к открытию законов, действующих в эволюции живых организмов. И позволяет выстроить строгую систему развития зрительного аппарата от простейших форм к человеку.

Создание информационной модели глаза позволило разработать прорывные методы лечения и коррекции зрения и продвинуло намного вперед нашу систему знаний о механизме зрения.

Изучение геометрических свойств зрительного восприятия человека [5] позволит проектировать городскую среду, учитывая «приятные глазу» архитектурные формы, а развитие технологий информационного моделирования станет удобным инструментом для создания благоприятной визуальной среды [6].

Библиографический список

1. Лэм Т. Эволюция глаза // В мире науки. – 2012. – № 1. – С. 64-71.
2. Филлин, В. А. Видеоэкология : что для глаза хорошо, а что - плохо / В. А. Филлин ; В. А. Филлин. – Изд. 3-е. – Москва: Видеоэкология, 2006. – ISBN 5-9900611-1-0.
3. Журавлев Р.Р., Полеева Д.В. Геометрические характеристики природных структур. В сборнике: Дни студенческой науки: М: изд. НИУ МГСУ 2021. С. 659-661.
4. Ленский, А. В. Кошачий зрачок и аподизация / А. В. Ленский // Оптика и спектроскопия. – 2009. – Т. 107. – № 5. – С. 814-816.
5. Симонов М.Д., Жилкина Т.А. Влияние геометрических форм в архитектуре на человека. В сборнике: Дни студенческой науки. М: изд. НИУ МГСУ 2017. С. 276-278.
6. Самохвалова. Е. В. Влияние геометрии зданий на самочувствие человека. В Сборнике: Дни студенческой науки: М: изд. НИУ МГСУ 2018. – С. 351-353.

*Саунин Даниил Русланович, студент 1 курса 8 группы ИСА
 Научный руководитель –
 Степура А.В. преподаватель кафедры ИГиКМ
 ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
 Московский государственный строительный университет».*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОСТОРОННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Развитие технологий информационного моделирования способствует применению в архитектуре нетривиальных поверхностей. Для изготовления конструкций оболочек и аппроксимации сложных кривых поверхностей, необходимо разработать и внедрить в практику удобные и достаточно простые в применении алгоритмы моделирования.

Сравнительно молодая наука – видеоэкология – диктует условия создания благоприятной визуальной городской среды. Согласно этой науке, человеческому глазу приятно созерцать мягкие, неритмичные, биоморфные структуры, а острые углы, обилие одинаковых повторяющихся элементов, прямых линий угнетают зрение и нарушают психическое благополучие человека.

В связи с этим, архитекторы обратили внимание на топологические поверхности, к которым относится известная односторонняя поверхность - Бутылка Клейна названная в честь немецкого ученого-математика Феликса Клейна [1, с.81]. В Германии построено одно из первых зданий в мире в основе конструктивной схемы которого заложена Бутылка Клейна (Рис. 1).

Бутылка Клейна - это односторонняя топологическая поверхность, представляющая собой два склеенных по границе листа Мебиуса, которая может быть задана системой параметрических уравнений [3], [4]:

$$\begin{aligned} x(u, v) &= \left(a + \cos \frac{u}{2} \sin v - \sin \frac{u}{2} \sin 2v \right) \cos u; \\ y(u, v) &= \left(a + \cos \frac{u}{2} \sin v - \sin \frac{u}{2} \sin 2v \right) \sin u; \\ z(u, v) &= \sin \frac{u}{2} \sin v + \cos \frac{u}{2} \sin 2v; \end{aligned}$$

где $a > 2$, $0 \leq u \leq 2\pi$, $0 \leq v \leq 2\pi$

Известны два варианта наглядного изображения бутылки Клейна: широко известный (рис. 2, слева) и малоизвестный (рис. 2, справа).



Рис. 1. Торговый центр MyZeil, Франкфурт, Германия



Рис. 2. Модели Бутылки Клейна

Рассмотрим моделирование бутылки Клейна в системе 3dMAX.

Вначале рассмотрим широко известный вариант.

Результуирующая модель состоит из двух частей:

1) тело вращения (основная часть бутылки Клейна) с отверстиями в верхней (горлышко) и в нижней (доннышко) частях бутылки;

2) изогнутая трубка, соединяющая верхнее и нижнее отверстия, обеспечивающая односторонность всей поверхности. Каждая из частей формируется независимо.

Последовательность создания первой части.

- создается плоский сплайн, представляющий собой образующую основной части бутылки (рис. 3);

- к сплайну применяется модификатор вращения - *Leather*, и соответствующим образом изменяется местоположение оси вращения. В результате создается трехмерный объект. (рис. 4).

Вторая часть представляет собой объединение двух неполных торов (имеются в виду трехмерные примитивы *3dMAX*, а не геометрические объекты) с одинаковым радиусом образующей. Первый неполный тор "проявлен" на угол 270, второй - на угол 90 (в результате использования параметра *Slice*). Радиусы направляющих подобраны таким образом, что в объединенном объекте разница по высоте между краями в точности равна расстоянию между отверстиями в "горлышке" и "дне" основной части бутылки. Другой вариант создания этой трубки - использование вместо торов двух примитивов *Tube* разной высоты с последующим применением модификатора *Bend*. Сформированные примитивы образуют «ручку» объекта (рис. 5).

В итоге остается соединить две части бутылки Клейна (рис. 2 слева). Малоизвестный вариант поверхности можно получить кинематически, если в качестве образующей взять кривую с одной точкой самопересечения (например, лемнискату Бернулли), а в качестве направляющей - окружность, и при этом в процессе движения вдоль направляющей образующая совершает поворот на 180 градусов. Алгоритм создания этой модели, следующий:

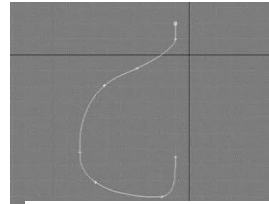


Рис. 3 Плоский сплайн

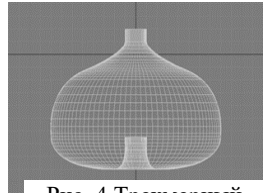


Рис. 4 Трехмерный объект

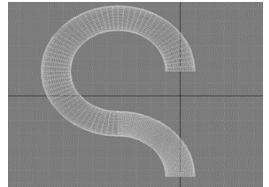


Рис. 5 Моделирование «ручки»

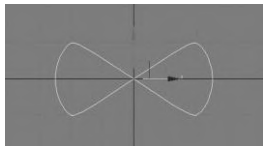


Рис. 6. Плоский сплайн «восьмерка»

- в видовом экране *Top* создается плоский сплайн- "восьмерка" (рис. 6), при этом необходимо соблюсти осевую симметрию этого сплайна, иначе в результирующей модели получатся нежелательные "ступеньки".

- к сплайну применяется модификатор выдавливания - *Extrude* с достаточным большим параметром выдавливания, в результате получаем стержень (рис. 7);

- к полученному стержню применяется модификатор *Twist*, с указанием угла скручивания 180, вдоль оси z. В результате получим скрученный стержень (рис. 8);

- Применяем модификатор *Bend* с углом изгиба 360, в результате скрученный стержень изогнется и сожмется в "кольцо" (рис. 2. справа).

Полученному объекту необходимо назначить двусторонний материал, иначе половина поверхности будет невидимой.

В заключение можно отметить, что программа *3dMAX* предоставляет широкие возможности пользователям по проектированию объектов любой природы, в том числе и геометрических поверхностей, описываемых аналитическими уравнениями [5].

Перспективы использования односторонних поверхностей достаточно широки. Потенциал таких поверхностей как: Бутылка Клейна, Лента Мебиуса, поверхность Боя, Кросс-кэп, Римская поверхность в архитектуре еще не раскрыт в полной мере. Инновационные формы архитектурных и дизайнерских решений стало возможным воплотить с развитием технологий информационного моделирования. Именно по этой причине вычислительное проектирование приобретает все большую актуальность. Предварительная визуализация сложных геометрических форм, исследование восприятия проектируемых объектов с разных ракурсов, синхронизация изменений в различных частях проекта делают труд проектировщика подлинно творческим и производительным, избавляют от рутинных работ.

Библиографический список

1. Левитин Карл "Геометрическая рапсодия", изд. Амфора, 2016, 313 с.
2. Лебедев Н.А., Фаткулина А.А. Невозможное в архитектуре. В сборнике: Дни студенческой науки. М: изд. НИУ МГСУ 2019. С. 790-792.
3. Чешкова М.А. Об одной модели Бутылки Клейна. Барнаул Журнал «Известия алтайского государственного университета». 2016. №1 (89) с. 180-184.
4. Чешкова М.А. Односторонние поверхности. Барнаул. Журнал «Известия алтайского государственного университета». 2015. №1-2 (85) с. 164-168.
5. Еремеева А.П., Наумянов Д.Э. Крылова О.В., Царева М.В. Архитектура сквозь призму геометрии. В сборнике: Дни студенческой науки. М: изд. НИУ МГСУ 2019. с. 772-774.



Рис. 7. Стержень



Рис. 8. Скрученный стержень

Деделева Лада Ярославовна, студентка 1 курса 9 группы ИСА
Еникеева Элина Ахатовна, студентка 1 курса 9 группы ИСА
Научный руководитель –
Степура Е.А., старший преподаватель кафедры ИГиКМ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

ГЕОМЕТРИЯ ПРИРОДЫ – ИСТОЧНИК ВДОХНОВЕНИЯ АНТОНИО ГАУДИ

Беспрецедентным случаем в истории Списка Всемирного наследия ЮНЕСКО стало внесение в него семи архитектурных объектов, находящихся в одном городе – Барселоне, и принадлежащих творческому наследию одного архитектора. Это сказочные и неповторимые в своей уникальности здания, созданные на рубеже 19-го и 20-го веков испанским архитектором Антонио Гауди-и-Курнет. Его считают одним из главных основоположников стиля модерн, выделяя при этом особый «стиль Гауди», который впоследствии получил название органической архитектуры. В настоящее время природный стиль в архитектуре переживает особый подъем. Удивительные творения Гауди были выражением его самобытной, глубокой и неповторимой личности. Архитектор часто повторял: «Оригинальность есть возвращение к природе вещей» [7, с.3]. Источник творчества Гауди – это, несомненно, природа Каталонии - его родины, которой он отдал все свои силы и способности.

Гауди родился в небольшом каталонском городке Реус в 1852 году. С раннего возраста мальчик страдал ревматизмом; болезнь ограничивала его подвижность, и он не участвовал в шумных играх сверстников. Одиночество, созерцание и погружение в природу; глубокое религиозное чувство, родившееся из восхищения неповторимой красотой и удивительной целесообразностью природных структур [4], стали источниками его уникального стиля.

С 1869 года Гауди обучается в университете Барселоны, где особые успехи делает в геометрии, сопромате, строительных конструкциях, основах проектирования. Чувствуя необходимость совершенствования своих навыков эскизирования и черчения, Антонио поступает в класс рисования Общества Святого Луки. Первые проекты молодого Гауди были скромными, но привлекли внимание своей необычностью и особой выразительностью. На международной выставке в Париже, для которой Гауди делал витрину магазина перчаток, он встретил соотечественника – графа Эусеби Гуэля, который стал его другом, заказчиком и меценатом. Сотрудничеству двух ярких людей - патриотов своей родины, своего города, Барселона обязана мировой известностью неповторимого архитектурного облика.

Геометрические формы, которые использовал Гауди в своем творчестве, необычайно разнообразны и сложны: это и фрагменты поверхностей с

плоскостью параллелизма: гипары, цилиндриды, коноиды (в частности, различные вариации геликоидов), в разнообразных сочетаниях и пересечениях с многогранниками и телами вращения.[2] Наряду с пластичными скульптурными формами, Гауди часто применял арки строгих параболических очертаний, использовал башни в форме параболоидов вращения. Он виртуозно использовал и рассчитывал сложные поверхности свободного вида [6], близкие к формам скал, рельефа, тел животных, раковин моллюсков [1], стволов деревьев, шляпок грибов и цветов (рис. 1) Кажется, что Гауди был увлечен всевозможными топологическими преобразованиями геометрических поверхностей; иногда, при создании гармоничных и разнообразных форм, он интуитивно близок к геометрии фракталов (которая появится во 2-й половине 20 века) [5].



Рис.1. - Природные структуры как прообразы архитектуры Гауди

Буйство форм мастер усиливает применением цвета – многие здания Гауди покрыты мозаикой, выполненной в технике тренкадис. Изменения освещенности - в течение суток, в зависимости от времени года - создают различные цветовые блики, отсветы и оттенки на изогнутых поверхностях фасадов, балконов, крыш: цвет и облик зданий постоянно меняются. Особое значение для Гауди имел «дух места» - первое впечатление, настроение, которое рождала местность предполагаемого строительства. Для зодчего это был своего рода первоначальный импульс, который в его сознании постепенно разворачивался и материализовался в самых неожиданных геометрических формах. Так, например, Дом Мила внешне напоминает скалу: жители

Барселоны прозвали его «Каменоломня»; контуры фасада плавно искривляются – для Гауди было важно, что очертания дома «едины с такими же линиями гор Кольсерода и Тибидадо, видных отсюда» [7, с.67].

В 1900 году в Барселоне началось строительство парка Гуэль. В начале 20 века в Европе возродилась идея мыслителей прошлого о гармоничном включении жилой среды человека в природное окружение – модель «города-сада».

Проектом города будущего стал для Гауди созданный им парк. Дорический храм, замыкающий территорию парка, виртуозно вписан в рельеф местности пластическими формами изогнутых подпорных стенок парадной лестницы, ведущей к его входу. Облицованные камнем колонны тоннелей похожи на стволы пальм с сомкнутыми кронами. Крыша храма имеет плавные очертания и рельеф выветренных скал морского побережья. Парк расположен на склоне холма, поэтому крыша храма служит и террасой склона. Ее огораживает «бесконечная» скамья плавных очертаний, выполняющая роль ограждения террасы [5].

Архитектор виртуозно использует в своих проектах как новый для конца 19 века материал - железобетон, так и древний камень. Отличное знание геометрических свойств различных поверхностей [3] помогает ему при расчетах устойчивости и прочности конструкций. Гауди строит макеты частей здания в натуральную величину, изучает работу конструкций экспериментальным путем (рис.2). Именно таким способом он рассчитал опорные конструкции сводов собора Саграда Фамилия.

Гауди посвятил его строительству 23 года жизни и погиб недалеко от собора, попав под трамвай. Отчасти поэтому собор до сих пор не завершен, строительство длится 150 лет. Тем не менее, службы в соборе идут ежедневно. Он является первым объектом, внесенным в Список всемирного наследия ЮНЕСКО в 20 веке. Силуэт башен собора стал символом Барселоны. Гауди придал им форму вытянутого параболоида вращения, удивительно похожую на цветочную стрелку наперстянки.

По-иному включены природные акценты в архитектуру знаменитого Дома Батльо. Его называют «Дом костей» или «Особняк эльфов».

Крыша дома, покрытая чешуйчатой черепицей, напоминает горбатую спину морского чудовища. Конек декорирован шарами и фрагментами цилиндров.

Вершина башенки похожа на головку чеснока. Выходы печных труб на крышу оформлены в виде спиралевидно закрученных геометрических тел. Столбы, расположенные на фасаде в качестве опор, напоминают формой берцовые кости.

Ограждение балкона чердачного помещения выполнено в виде цветка, а ограждения остальных балконов – в виде черепов зверей.

В отделке интерьеров использованы формы раковин, волн, листьев.

Филипп Тьебо, ученый – соотечественник Гауди, отмечал, что внешний вид и интерьеры дома напоминают о «трепете жизни, сердцебиении живого существа» [5 с.59].

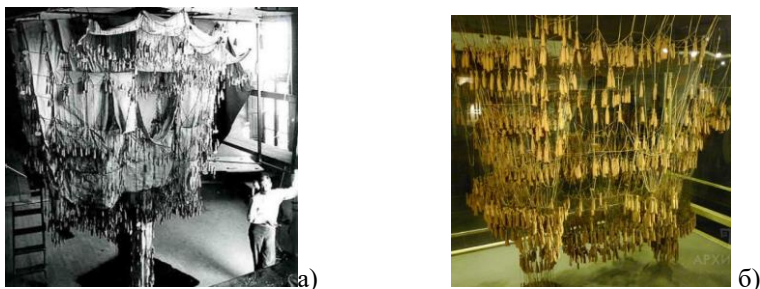


Рис.2. - а) А. Гауди рядом с макетом распределения нагрузок сводов собора Саграда Фамилия; б) Макет распределения нагрузок сводов

Великолепные творения Гауди сегодня также восхищают и вдохновляют.

Библиографический список

1. Амерова Д.А. Геометрические формы морских раковин. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2019. С. 742-744.
2. Арташина А.Э. Бегущая спираль: геометрия и конструкция. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2017. С. 234-236.
3. Берсенева А.В. Линейчатые поверхности в творчестве А. Гауди и В.Г. Шухова. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2018. С.293-295.
4. Голикова Д.Н. Геометрия кристаллов. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2019. С. 754-756.
5. Журавлев Р.Р., Полеева Д.В. Геометрические характеристики природных структур. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2021. С. 659-661.
6. Лупынина К.С. Биоморфные поверхности. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2019. С.796-798.
7. Топчий И., Гауди А. Изд-во Директ-Медиа, Москва. 2014. 72 с.

Кононова Валерия Михайловна, студентка 1 курса 41 группы ИСА
Научный руководитель –
Степура Е.А., старший преподаватель кафедры ИГиКМ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ДОМИНАНТЫ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Вынашивая замысел будущего сооружения, архитектор находится в поисках геометрических форм, которые станут символическим выражением идей и смыслов, которые он вкладывает в свое творение [2]. Многие известные здания стали символами городов и стран, символами эпох. В каждом городе есть такой архитектурный объект, который стал своего рода доминантой, объединившей всю прилегающую застройку, придав ей законченный образ и смысл.

Важно выяснить, какие геометрические характеристики влияют на восприятие архитектурного объекта, придают ему особое значение в глазах современников и последующих поколений. Нами было сформулировано несколько геометрических признаков, которые выделяют из архитектурной среды такого рода объекты. Этими признаками являются: 1) размеры; 2) геометрическая форма; 3) соотношение формы и функции объекта; 4) символика геометрических форм [4].

Рассмотрим несколько примеров исторической застройки. Самым очевидным признаком, обеспечивающим доминирование сооружения над окружающей средой, были превосходящие размеры его. Кремль в древнерусском поселении находился на вершине холма, выполняя оборонительную функцию и, благодаря своим размерам, (высоте крепостных стен) преобладал над застройкой посада, расположенного в долине. Те же признаки характерны для рыцарских замков средневековой Европы (рис.1).



Рис.1. - Средневековые замки: Браунфельс (Германия), Каркассон (Франция),
Тобольский кремль

Храмовые сооружения Европы и Азии своей высотой и объемами всегда превосходили в несколько раз окружающую застройку и были хорошо видны

за пределами города. Так, например, собор св. Марка служит архитектурной доминантой площади Сан Марко в Венеции, своим стремлением ввысь контрастируя с приземленными формами Дворца Дожей.

Собор Санта-Мария дель Фьоре во Флоренции объединяет вокруг себя сеть улиц с небольшими домами прямоугольных очертаний фасадов и двускатных крыш (рис.2). Великолепный ребристый купол собора, чудо инженерной мысли 15 века, был возведен без использования строительных лесов архитектором Брунеллески. Это удалось благодаря разработанной зодчим системе, состоящей из нервюр, связывающих две оболочки купола, и горизонтальных колец, стягивающих его. Необычная форма купола [3], словно парящего над городом, напоминает полукрытый зонтик. Она контрастирует с простыми, прямоугольными контурами самого здания и уравнивает их объемы. Собор Санта-Мария дель Фьоре — это символ Флоренции, которая в 15 веке стала столицей небольшого государства - Тосканы. Брунеллески вдохновляла идея единства граждан, объединенных и защищенных под властью синьора. Современники говорили: купол собора столь велик, что накрывает все города Тосканы.



Рис.2. - Площадь Сан Марко; собор Санта-Мария дель Фьоре

Парадоксальное соотношение формы и функции сделало Пизанскую «падающую» башню, всемирно известным символом этого города. Строительство башни началось в 1173 году. Башня накренилась, достигнув высоты трех этажей, но строители не отказались от возведения этого сооружения. Башня была достроена в 14 веке, в 21 веке пережила реконструкцию, грунт под ней был частично вынут и укреплен.

Многие известные во всем мире строения являются символическим выражением национальных черт и характера народа. Замок Мацумото, возведенный в течение 13-16 веков в Японии на острове Хонсю, внесен в число национальных сокровищ (рис.3). Смелость, самопожертвование, честь самурая – лучшие черты народа воплощены в архитектуре замка. Функции крепости и дворца своеобразно осуществляет ступенчатая система сооружения, имеющая узнаваемый контур приподнятых и загнутых уголков крыш, характерных для системы доугун. Иерархия клана самураев Огасавара, строившего замок, выражена сходящейся к верхнему ярусу, ступенчатой формой замка. По окончании эпохи войн, в 1635 году была возведена Лунная башня

замка, с высоты которой можно было любоваться ночным светилом, что выражает своеобразие характера народа Японии.



Рис.3. - Замок Мацумото, Пизанская башня

Символами Парижа и Франции считают Собор Парижской Богоматери и Эйфелеву башню (рис. 4). Доминирующее положение этих уникальных сооружений обеспечивают размеры: высота Собора-35 м, вместе со шпилем - 69 м. Эйфелева башня имеет высоту 324 м и в течении сорока лет была самым высоким сооружением в мире.

Но главным, все же, является то, что архитектура и своеобразие форм этих объектов стали живой иллюстрацией истории Франции.

Сочетанием призматических и пирамидальных форм здание Собора обязано своеобразному переплетению романского и готического стилей, олицетворявшему переход от феодальной раздробленности к централизации власти. Эйфелева башня стала символом разворачивающейся научно-технической революции начала двадцатого века [3]. В качестве основы для расчета конструкций башни, Гюстав Эйфель использовал исследования палеонтолога Германа фон Майера, который объяснил уникальную прочность костей скелета человека их ячеистой структурой.

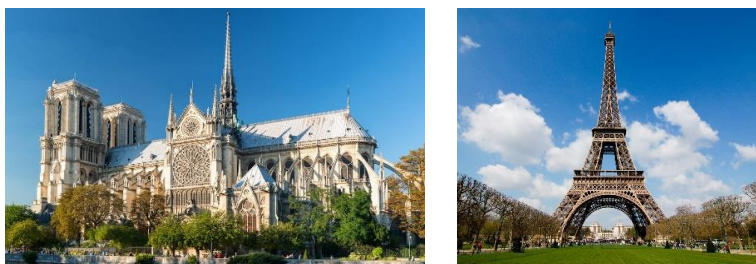


Рис.4. - Собор Парижской Богоматери, Эйфелева башня

В современной архитектуре городов появились объекты, геометрические формы которых близки к природным и достаточно сложны [1]. Однообразие типовой застройки прямоугольных форм вызвало колоссальный интерес к

зданиям биоморфных, мягких очертаний, напоминающим природные объекты [5].

Второй особенностью архитектурных доминант современности стало парадоксальное сочетание формы и функции, которое делает такое здание узнаваемым и запоминающимся (рис. 5).



Рис.5. - Современная архитектура: музей искусства и науки, Сингапур, Хрустальная Туфелька, Тайбэй

Современные архитектурные формы, также как и исторически сложившиеся, определяют уникальный облик современного города.

Библиографический список

1. *Бондарь К.Н.* Геометрия в архитектуре Нормана Фостера. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2018. С.288-300.
2. *Гузаева В.Д.* Семиотика и символика архитектурных форм. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2019. С.766-768.
3. *Липатова В.С., Никитина М.А.* Геометрия куполов. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2019. С.793-795.
4. *Еремеева А.П., Наумянов Д.Э.* Архитектура сквозь призму геометрии. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2019. С. 772-774.
5. *Лупынина К.С.* Биоморфные поверхности. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2019. С.796-798.

*Ильина Елизавета Евгеньевна, студентка 2 курса 14 группы ИГЭС
Научный руководитель –
Турутина Т.Ф., доцент кафедры ИГиКМ к.п.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФОРМЫ АРХИТЕКТУРЫ ЭПОХИ ВОЗРОЖДЕНИЯ

Эпоха Возрождения является переломным моментом в истории европейских стран начала XV века. Она оставила отпечаток не только в искусстве и культуре, но и в архитектуре. Характерные для готического стиля широкие стрельчатые арки, устремлённые ввысь пикообразные купола, высокие своды остались в прошлом. Здания, построенные в эпоху Ренессанса, имели правильные геометрические формы и нередко были украшены колоннами, ордерами, лепниной. Также отдавалось широкое предпочтение симметрии и пропорциональности. Неспроста этот период в истории называют «Возрождением». Итальянские архитекторы, которые являлись представителями данной эпохи, основывались на ценностях Древнего Рима и Древней Греции [2]. Они брали только лучшее из греческого и римского наследия и приумножали его, возрождая всё величие Античности.

Выделяют 3 периода развития стиля Возрождения:

Ранний Ренессанс (середина – конец XV в.);

Высокий Ренессанс (первая половина XVI в.);

Поздний Ренессанс (середина – вторая половина XVI в.) [3].

Основателем раннего Ренессанса считается Филиппо Брунеллески (1377–1446), являющийся автором купола собора Санта-Мария дель Фьоре [4]. Также под его руководством строились Воспитательный дом, капелла и палаццо семьи Пацци (рис.1) и др.



а



б



г

Рис.1. - а) Купол собора Санта-Мария-дель-Фьоре (Флоренция); б) Воспитательный дом во Флоренции; в) Капелла Пацци (Флоренция)

Брунеллески очеловечивал пространство, применяя античный ордер и золотое сечение [5]. Появляется теория идеального храма, называемого храмом-ротонда. План подобного сооружения выполнен в форме круга - моноптера. Леонардо да Винчи считал, что «здание должно быть хорошо обозримо со всех сторон и показывать всем свои истинные формы» [1]. Также происходил поиск архитектурных форм идеального города, примером которого является город-крепость Пальма-Нуово (рис.2).



Рис.2. - а) Храм-ротонда Темпьетто Сан-Пьетро ин Монторио (Рим);
б) План города-крепости Пальма-Нуово

Период высокого Ренессанса открывает работа выдающегося архитектора Донато Браманте (1444–1514) – палаццо Канцеллерия (рис.3). Это был проект дворца, который впервые объединил в себе две функции: государственную канцелярию и жилую папскую резиденцию[4]. По своей форме он напоминает огромный параллелепипед, разделённый по фасаду на 3 яруса. Пилястры с внешней стороны здания активно выступают из стен, а окна обрамлены сильно выступающими наличниками и имеют разнообразную форму [1].



Рис.3. - Палаццо Канцеллерия (Рим)

В архитектуре позднего Ренессанса наблюдается усложнение деталей, изгиб архитектурных линий, большая плотность колонн и пилястр в пространстве.

Ярким представителем этого периода является Микеланджело (1475–1564), ставший основоположником стиля маньеризм, а впоследствии и

барокко. Впервые он соединил скульптурную пластику и архитектуру в интерьере [4].

Так, перестраивая дворец герцогов Фарнезе, Микеланджело полностью меняет фасад здания: появляется ярко выраженный вход, декоративные элементы геральдического характера, карниз с мощным выносом [1]. Ещё одним примером архитектуры позднего ренессанса является вилла Ротонда под Виченцей (рис.4), архитектором которой является Андреа Палладио (1518–1580).

По форме вилла напоминает куб, окружённый шестиколонными портиками [2]. Со всех сторон фасада устроены лоджии, под которыми расположены комнаты. Также в центре виллы находится круглый зал, имеющий верхний световой фонарь под куполом [1].



а



б

Рис.4. - а) Дворец Фарнезе (Италия); б) Вилла Ротонда (Италия)

В заключение можно сказать, что этот исторический период развития культуры представляет огромный ряд интересных примеров зданий и сооружений, отличающихся своеобразием архитектурных шедевров. Вместе с тем неоспоримо прослеживается явление геометрических форм в архитектуре эпохи Возрождения.

Библиографический список

1. Соловьев А.К. Основы архитектуры и строительных конструкций. М: Издательство Юрайт, 2014. 458 с.
2. Возрождение [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 10.01.2022)
3. Эпоха Возрождения: Проторенессанс, раннее, высокое и позднее Возрождение [Электронный ресурс] <https://medium.com/dana-markova/эпоха-возрождения-проторенессанс-раннее-высокое-и-позднее-возрождение-335f6b9422ec> (дата обращения: 14.02.2022)
4. [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27431339> (дата обращения: 14.01.2022)
5. Купол Санта Мария дель Фьоре и его создатель Филиппо Брунеллески [Электронный ресурс] <https://zen.yandex.ru/media/imaginerreview/kupol-santa-mariia-del-fore-i-ego-sozdatel-filippo-brunelleski-6162c52bf6ca423b25ed3a67> (дата обращения: 14.01.2022)

Липина Арина Брониславовна, студентка 2 курса 13 группы ИГЭС
Бацан София Романовна, студентка 2 курса 13 группы ИГЭС
Научный руководитель –
Туртурина Т. Ф., доцент кафедры ИГиКМ, к.п.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

ПОВЕРХНОСТИ ВТОРОГО ПОРЯДКА В СООРУЖЕНИЯХ СОВЕТСКОГО МОДЕРНИЗМА

4 ноября 1955 года ЦК КПСС и Совет министров СССР приняли постановление «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве», ушли в прошлое барельефы, колонны, портики, вензеля, пилястры. Принято считать, что красота советской архитектуры закончилась на этом постановлении, она стала функциональной, простой. Однако это вовсе не так. В каждом крупном городе бывшего СССР можно увидеть постройки, которые ярко выделяются на фоне других. С помощью незамысловатых геометрических форм архитекторы ловко создавали креативные, новаторские проекты: музеи, кафе, театры и даже жилые дома в эпоху советского модернизма были манифестом времени [1].

Основным конструкторским решением в постройках 20–21 веков является использование кривых и поверхностей второго порядка. В своей статье рассмотрим самых ярких представителей архитектуры советского модернизма.

Ресторан «Жемчужина» в Азербайджане, Баку (рис.1). Является соединением 8 оболочек с гиперболическими параболоидами (рис.2) толщиной 5 см [2].



Рис.1. - Ресторан «Жемчужина»

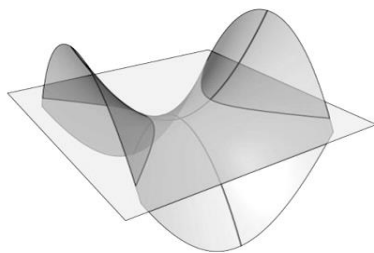


Рис.2. - Гиперболический
параболоид

Своеобразие было также достигнуто интересным решенным перекрытием – тонкой (6–8 см) железобетонной оболочкой из торкретбетона по сплошной деревянной опалубке, вспарушенной в виде цветка. Эффект его

пространственного построения усиливался размещением на берегу Каспийского моря, где форма его удваивалась отражением.

Тарелка на Лыбедской (рис.3) – Киев, Украина. Серое здание государственной научно-технической библиотеки и института научно-технической и экономической информации возле станции метро Лыбедская не было бы таким примечательным, если бы не причудливой формы мультифункциональный зал, который напоминает летающую тарелку. В начале 1960-х годов архитектор Флориан Юрьев разработал проект светло-музыкального театра, и для реализации идеи синтеза искусств, здание должно иметь характерную овальную форму, а именно форма сплюснутого сфероида [3].

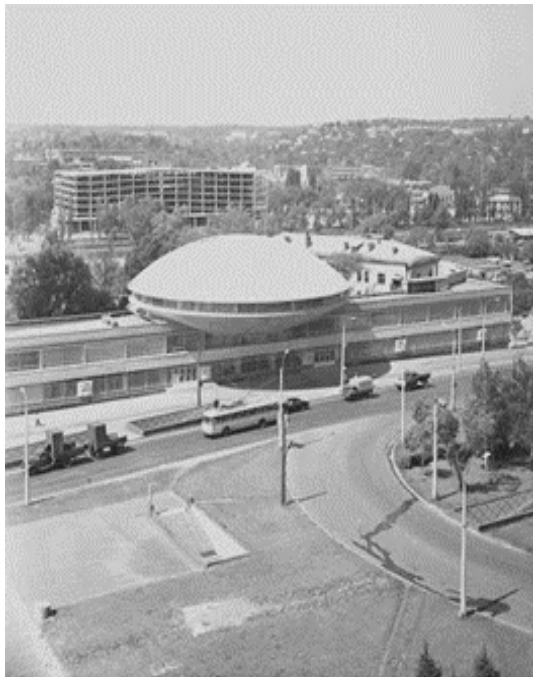


Рис.3. - Тарелка на Лыбедской

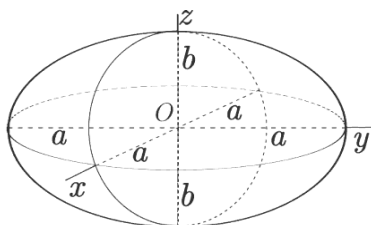


Рис. 4. - Сплюснутый сфероид

Ее можно также определить как сплюснутый эллипсоид (рис. 4), геометрическое место точек пространства, для которых сумма расстояний до ближайшей и до наиболее удаленной точки заданной окружности постоянна [4].

Высотный жилой дом «Ромашка» (рис. 5) - Молдова, Кишинев. 73-метровое сооружение — самый высокий жилой дом Кишинева с 16 жилыми этажами и четырьмя этажами технических помещений.

На крыше круглого комплекса находится пристройка, напоминающая летающую тарелку.

Существует легенда, будто в этой «тарелке», венчающей башню, должен был располагаться ресторан, крутящийся вокруг своей оси, [5] таким

образом, можно провести аналогию с цилиндрической поверхностью (рис.6) – поверхностью второго порядка, которая образуется движением прямой вдоль кривой так, что прямая постоянно остается параллельной своему начальному положению.

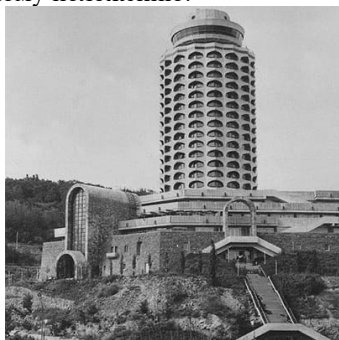


Рис.5. - Дом «Ромашка»

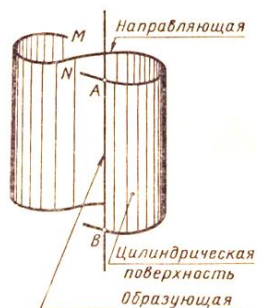


Рис. 6. - Цилиндрическая поверхность

Одноименное название носит здание на территории нашего университета. «Ромашка» НИУ МГСУ (рис. 7) – это корпус поточных аудиторий, который разбит на 9 больших секторов, напоминающих лепестки ромашки, отсюда и такое название. Но не только название одинаковое у зданий, но и форма. Образующей поверхностью «Ромашки» МГСУ является также цилиндр, с присоединенными к нему цилиндрическими секторами – аудиториями. В своей статье мы рассмотрели ярких представителей архитектурного стиля – советского модернизма. На данных примерах можно убедиться, что, несмотря на незамысловатость форм и простоту фигур, можно получить интересное и культовое сооружение.



Рис.7. - «Ромашка» МГСУ

Библиографический список

1. *Броновицкая А., Малинин Н., Пальмин Ю.* Москва. Архитектура советского модернизма 1955–1991. Справочник-путеводитель.
2. *Бончковский Р.Н.* Математическое просвещение. Выпуск 5. Стр. 229-239.
3. Тарелка на Лыбедской, [Электронный ресурс] URL: <http://zametkin.kiev.ua/tarelka-na-lybedskoj/> (дата обращения: 27.01.2022)
4. *Письменный Д.Т.* Конспект лекций по высшей математике Конспект лекций по высшей математике: полный курс / Д.Т. Письменный. - 10-е изд., испр. - М.: Айрис-пресс, 2011 - 608 с.: ил. - (Высшее образование).
5. *Новиков Ф., Белоголовский В.* Советский модернизм: 1955-1985.

*Сидорова Алиса Игоревна, студентка 2 курса 13 группы ИГЭС,
Качкина Ирина Андреевна, студентка 2 курса 13 группы ИГЭС
Научный руководитель –
Турутина Т.Ф. доцент кафедры «ИГиКМ», к.п.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАЙОНАХ

Человечество с древнейших времен сталкивалось с огромным количеством стихийных бедствий, приводящих к нарушению нормальной деятельности человека, уничтожению материальных ценностей, гибели населения. Все эти отрицательные факторы и сподвигли инженеров уже в те времена применять технологии для определения и фиксирования землетрясений и для строительства зданий повышенной устойчивости. Например, в Древнем Китае, 2000 лет назад, инженер и математик Чжан Хэн представил императорскому двору первый в мире сейсмоскоп, который регистрировал землетрясения с той же точностью, что и современные приборы (рис.1).



Рис.1. - Сейсмоскоп Чжана

В чем же заключаются особенности строительства в сейсмически активных регионах? С позиций сейсмостойкости большой интерес представляет структура стен. В конструкции Великой китайской стены (рис.2) применена многослойная кладка кирпича: внутренний слой выполнен из сырцового кирпича (в нем происходит гашения колебаний), внешний слой выполнен из каменных блоков, соединенных прочным раствором, состоящим из гашеной извести и риса (жесткий каркас придает прочность всей конструкции).

Ясно, что эта стена способна без обрушений противостоять не только сейсмическим воздействиям, но и неравномерным осадкам грунта (рис.3).

Со временем будут меняться материалы и конструкции зданий, а принцип трехслойной стены останется тем же [1].

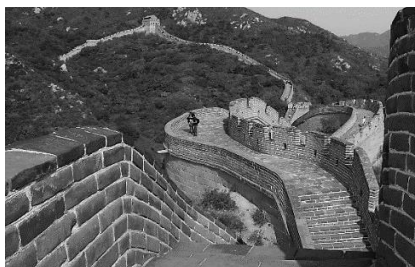


Рис.2. - Китайская стена

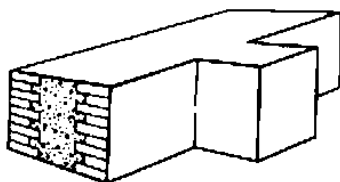


Рис.3. - Китайская стена (кладка)

Многие народы мира применяли в качестве фундамента для сооружений, имеющих большую массу, прямоугольные плиты на колесах. Строители Древней Греции для гашения колебаний использовали фундамент с прослойками, который не был связан с несущими элементами, позволял снизить нагрузку на конструктивные элементы. Симметричный замкнутый каркас обеспечивал правильное распределение массы здания (рис.4). Он представлял собой балочно-стоечную систему, обладающую гибкостью. Благодаря точной шлифовке стыков блоков происходило затухание колебаний. Колонны наклонены внутрь здания и имеют разную толщину (самый большой диаметр у крайних). Таким образом, строители Древней Греции не только возводили здания, отвечающие большинству современных требований для строительства сейсмостойких зданий, но и достигли устойчивости конструкции, не лишая ее прекрасного внешнего вида. Строительство в Древнем Риме (жесткая конструкция) - полная противоположность строительству Древней Греции (гибкая конструкция). В основе древнеримского Колизея - плитный фундамент, перед закладкой которого были удалены верхние слои слабого грунта (рис.5).

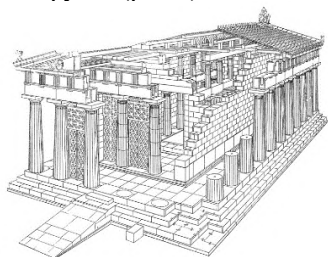


Рис.4. - Храм Афины (Греция)



Рис.5. - Колизей (Древний Рим)

Замкнутая и симметричная конструкция обеспечивает правильное распределение массы во время нагрузки. Конструкция Колизея получилась сейсмостойкой, что обеспечено правильной компоновкой, применением сводчатых конструкций из литого бетона, а также подготовкой грунтового

основания и созданием единого фундамента с элементами сейсмозащиты под всем сооружением [2].

Древние времена прошли, а сейсмически активные регионы остались. Поэтому при строительстве зданий в этих регионах надо обращаться к опыту сейсмостойкого строительства прошлых лет, чтобы осмыслить его и не повторять ошибки в будущем. Население увеличилось, появились сооружения повышенного уровня ответственности, без которых в современном мире не обойтись и которые должны соответствовать основным принципам конструирования:

1. Вес и жёсткость в конструкции должны быть распределены равномерно.

2. Необходимость в пропорциональности размеров здания, где длина или высота не должны превышать нормы.

3. Конструкции должны быть более легкие с центром тяжести, расположенным как можно ниже и прочные, обладающие упругими, однородными свойствами.

4. Несущие элементы конструкции должны быть связаны между собой, образуя замкнутые контуры в вертикальном, горизонтальном направлениях.

5. Фундамент прочный, достаточно глубоко заложённый, желательно на податливых прослойках, заменяющих плохие грунты, для обеспечения однородности и прочности грунтового основания.

6. Применение устройств, снижающих интенсивность колебательных процессов [3].

Эти принципы обобщают весь многовековой опыт в сейсмостойком строительстве, где основной задачей служит избежание перегрузок отдельных элементов здания при землетрясении. Для создания сейсмостойкого здания могут быть использованы три разных подхода.

Первый подход, самый распространённый, состоит в том, чтобы создавать конструкции повышенной прочности, способные спокойно без сильных разрушений плавать в сейсмических волнах, может быть и сильно раскачиваясь.

Второй подход основан на следующем. Снижение нагрузок за счет ослабления связи между грунтом и сооружением с помощью различных элементов сейсмозащиты: песчаные прослойки, глиняные подушки, камышовые пояса, скользящие пояса из металлических пластин, воздушные подушки, пружины. Эти способы существовали в глубокой древности, существуют и сейчас, так как они позволяют создавать дешёвые и надёжные сейсмостойкие конструкции [4].

Третий подход основан на использовании систем активной сейсмозащиты.

Здания оснащаются устройствами, которые меняют его динамические свойства и выводят из состояния резонанса. Это самый современный способ создания сейсмостойких зданий [5].

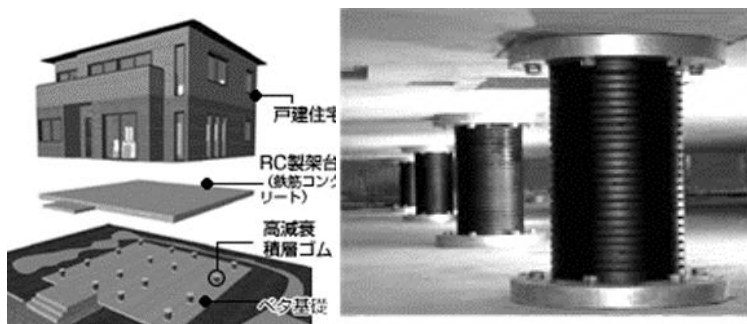


Рис.6. - Фундамент японских домов

Во многих районах земного шара происходят землетрясения, большинство из которых имеют небольшую интенсивность или случаются в малонаселенных районах [6].

Однако, имеется немало землетрясений, в результате которых разрушались города и населенные пункты, поэтому создание сейсмостойких зданий задача со многими неизвестными (от свойств сейсмического воздействия до характеристик здания) и одним известным - человеческая жизнь, которая должна быть в безопасности при землетрясении.

Библиографический список

1. *Бачинский Н.М.* Антисейсмика в архитектурных памятниках Средней Азии. М.: Изд-во АН СССР, 1949, 48 с.
2. *Кириков Б. А.* Сейсмостойкость древних сооружений. - М.: Наука, 1992. 136 с. ISBN 5-02-002256-X
3. Проектирование сейсмостойких зданий. М.: Стройиздат, 1971. 256 с.
4. Всеобщая история архитектуры. М.: Стройиздат, 1973. Т. 2. 712 с.
5. [Электронный ресурс] URL: <https://sonata.livejournal.com/187542.html> (дата обращения 10.02.2022)
6. [Электронный ресурс] URL: <https://infourok.ru/konferenciya-stroitelstvo-zdaniy-v-seysmicheski-aktivnih-zonah-3356366.html> (дата обращения 06.02.2022)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В АРХИТЕКТУРЕ

Последние 20 лет в мировой архитектуре можно назвать эпохой параметризма. Это передовое направление возникло на пересечении архитектуры, скульптуры, биологии, математики и высоких технологий. К «параметризму» можно отнести и «геликоидную» архитектуру.

Винтовая поверхность – это поверхность, образованная при винтовом движении произвольной кривой, точки которой совершают одновременно поступательное и вращательное движение вокруг оси. Наиболее распространенными являются линейчатые винтовые поверхности или, геликоиды, которые образуются винтовым движением именно прямолинейной образующей, что существенно влияет на представление о конструкциях такого рода в строительстве (рис.1) [1, 3].

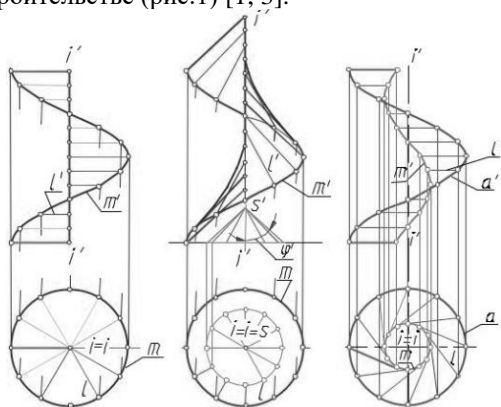


Рис. 1. - Прямые и наклонный закрытые геликоиды

В данном виде лестницы сочетаются устойчивость, а также финансовая экономия и экономия пространства, обусловленные даже с математической точки зрения, ведь прямой геликоид – единственная минимальная линейчатая поверхность, которая локально минимизирует свою площадь на отдельных участках.

В архитектуре, безусловно, наибольшее применение нашли прямые геликоиды. Но прежде, чем перейти к более сложным архитектурным сооружениям стоит рассмотреть объекты менее громоздкие и менее трудоемкие по технике исполнения. Первая ассоциация, связанная с винтовой поверхностью, – это, разумеется, винтовая лестница, которая представляет



Рис. 2. - Лестница Леонардо да Винчи в замке Шамбор

О практичности винтовой лестницы, вероятно, знал и Леонардо да Винчи, сделавший наброски двухзаходной геликоидной лестницы, которая будет реализована уже в начале 16 века во французском замке Шамбор (рис.2) [4]. Её главная особенность в том, что обе «спирали» лестницы разворачиваются вокруг оси в одном направлении, не пересекаясь друг с другом, а её удоб-

ство и практичность в том, что по одной из винтовых лестниц спускаются, а по другой – поднимаются.

Лестница Леонардо да Винчи до сих пор является одной из главных достопримечательностей замка, не зря: по сей день криволинейные конструкции в архитектуре перетягивают на себя больше внимания, а из-за сложности их устройства вытекает главный вопрос: как «укротить» кривую линию так, чтобы придать ей инженерной устойчивости, сохранив пластику?



Рис. 3. - Модель памятника III Интернационалу В. Татлина, 1920 г. Реконструкция 1993 г.

Эту идею удалось реализовать в уже более поздних проектах и зданиях. Нельзя не упомянуть об одном из нашумевших геликоидных творений 20

века – Памятник III Интернационалу или башня Татлина (рис.3) [2]. Геликоид у Владимира Татлина является в первую очередь не эстетичным или декоративным, а конструктивным решением, что и свойственно для конструктивизма, популярного в то время.

В макете Татлин сумел добиться устойчивости за счёт двух винтовых линий, направленных практически параллельно друг другу. Однако возникает интересная иллюзия того будто бы прямая вертикальная конструкция, проходящая сквозь винтовую поверхность, является некой опорой, но если присмотреться, то мы увидим, что она едва касается винтовой линии, и скорее является чисто композиционной частью макета, нежели опорной. Творение Татлина так и осталось нереализованным, хотя это и обусловлено объективными причинами, не касающимися технической стороны дела, но в таком случае может возникнуть спор о невозможности реализации данного проекта.



Рис.4. - Ribbon Chapel – свадебная часовня г. Ономити, Япония. Архитектор Хироши Накамура и NAP



Рис.5. - Проект небоскреба Лахта-центра 2 высотой 703 м

Интересным примером использования линейчатых или конкретно винтовых поверхностей в строительстве является Ленточная часовня в городе Ономити Японии, которая композиционно представляет собой словно вихрем раскрученные винтовые линии. На самом деле часовня состоит из двух прямых открытых геликоидов, заданными разными параметрами и являющихся лестницами. И в этом здании мы можем усмотреть идею Татлина – геликоид является не декором, а основой здания, не внешней оболочкой, а его «организмом», и интерпретацию идеи двухзаходной винтовой лестницы да Винчи. Второе совпадение с башней Татлина в использовании именно двух винтовых линий. Спираль Ленточной часовни сама по себе неустойчива: устойчивости архитектор Хироши

Накамура добился за счёт прикреплённой к ней второй спирали противоположного направления. Это позволяет сделать сложную параметрическую конструкцию «свободностоящей», а её технические свойства способны противостоять боковому давлению и силе тяжести.

Интерес современных архитекторов к винтовым поверхностям демонстрирует проект Лахта-центра 2, представленный в мае прошлого года «Газпромом» [5]. Концепт Лахта-центра 2 представляет собой геликоид, заключённый в несколько винтовых линий. Небоскрёб одновременно эстетичен и уникален благодаря нерегулярной органической спирали, снижающей ветровые нагрузки. Это позволяет уменьшить размер конструктивных элементов внутри здания. Причём изюминка здания в том, что винтовые линии, словно хаотично иллюзорно переплетаются между собой, не следуя законам математики. На самом же деле при тщательном наблюдении и визуальном анализе можно заметить, что они представляют собой параметрически изменённые и раскрученные в пространстве синусоиды.

Исходя из анализа винтовой поверхности как архитектурной формы, мы видим, что винтовые линии – это, в первую очередь, не эстетика и не философия, а математическая строгость и инженерная функциональность, воплощённые в устойчивой и одновременно изящной пластике. Именно углубленное изучение криволинейных поверхностей, состоящих из прямолинейных элементов, и их параметров позволит современному архитектору варьировать формой, освобождая внутреннюю площадь здания за счёт выноса конструкции наружу, и выгодно использовать определенные функциональные достоинства таких поверхностей в строительстве и архитектуре.

Библиографический список

1. *Кривошапко С.Н., Мамиева И.А.* Аналитические поверхности в архитектуре зданий, конструкций и изделий. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 328 с.
2. *Хан-Магомедов С.О.* Сто шедевров советского архитектурного авангарда: билингва. М.: Едиториал УРСС, 2005 – 456 с.з.
3. Винтовые поверхности. Прямой и наклонный геликоид [Электронный ресурс] <https://lektsii.org/14-34722.html> (дата обращения: 15.02.2022)
4. Замок шамбор – украшение франции по проекту Леонардо да Винчи, [Электронный ресурс] <https://architectureguru.ru/chambord-castle-in-france/#i-4> (дата обращения: 15.02.2022)
5. Представлена архитектурная концепция 703-метрового небоскреба «Лахта Центр 2» <https://lenta.ru/news/2021/05/25/lhz/> (дата обращения: 10.02.2022)

*Осадчая Инна Вячеславовна, студентка 1 курса 51 группы ИСА,
Компаниец Наталья Александровна, студентка 1 курса 51 группы ИСА,
Коноплева Валерия Андреевна, студентка 1 курса 51 группы ИСА*
Научный руководитель –
*Фаткуллина А.А. доцент кафедры ИГиКМ., канд. арх.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЛЛЮЗИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Перспектива — это вид изображения, на котором с наибольшей наглядностью можно показать архитектурное сооружение с его окружающей средой. Иллюзия – это искаженное восприятие действительности, основанное на обмане чувств и зрения. Видов иллюзий много (иллюзия перспективы, иллюзия размеров, иллюзия установки и др.) и их возникновение объясняется с точки зрения разных научных дисциплин [1, 2, 3]. В психологии, например, иллюзия — это явление, которое свойственно здоровым людям. Тогда как галлюцинация изучается психиатрами и психоаналитиками. В нашем случае, иллюзия — это искажение действительности, в которой предмет, удалённый на большее расстояние от наблюдателя, воспринимается меньших размеров, чем предмет, расположенный ближе.

Проведённые исследования свидетельствуют, что искаженное восприятие действительности зависит от того, что мы видим и чувствуем каждый день, то есть к чему мы привыкли. Так живущие в лесу люди воспринимают удалённые на большое расстояние объекты как небольшие по своим размерам. А восприятие привычного нам пространства, состоящего из прямых линий, плоскостей и прямых углов, будет совсем иным у представителей африканского этноса зулусов, так как их привычная среда — это круглые дома, скруглённые борозды пашни и природные формы.

Для понимания, что перед нами искажение, нужно разобраться в чем именно происходит перелом действительности. Проанализируем несколько примеров перспективных иллюзий. Первый пример – комната Эймса (рис. 1). Альберт Эймс в 1946 году впервые создал модель комнаты, внутреннее пространство которой воспринимается с фиксированной точки зрения как обычное квадратное в плане помещение. На самом деле план комнаты не является квадратом, две стены комнаты не прямоугольники, а часть потолка наклонная. Два человека одинакового роста, стоящих в дальних углах комнаты, будут выглядеть разными по высоте (рис.1в) [2]. Данная иллюзия имеет место и при отсутствии стен и потолка, взгляд наблюдателя должен быть выше выбранной плоскости горизонта. Принцип работы комнаты Эймса применяется в киноиндустрии при съёмке сцен, в которых актёр должен выглядеть выше или ниже своего естественного роста.

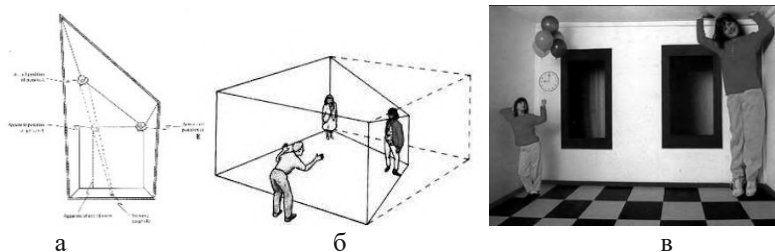


Рис.1. - Комната Эймса: а) План, б) Аксонометрия, в) Пример воплощения

Таким образом наш мозг создаёт себе стереотипы, благодаря которым наш глаз можно обмануть. Найдем ответ на вопрос «Почему мы себя можем обмануть?» или «И как этому противостоять?» Для начала мы можем определить расстояния от предмета до предмета. Наш мозг может это делать тремя разными способами. Первый - по предметам, размеры которых мы знаем. Например, зная рост стоящего там человека, наш мозг может сопоставить размеры увиденного с предполагаемыми размерами и вычислить приблизительное расстояние до человека, стоящего в углу комнаты. Второй прием — это сравнение изображений, которые поступают с разных глаз. Заметим, что у нас есть небольшое расстояние между глазами и изображение в них разное. На сетчатке нашего глаза собирается свое изображение. Тем временем наш мозг анализирует увиденное, убирая различия, формирует единую картинку, формирует представление лоб расстоянии между объектами, о глубине картинке и так далее. Этот феномен получил название «стереопсис».

Второй пример – лестница Пенроуза, изображение которой было опубликовано в британской периодике по психологии в 1958 году и создаёт впечатление возможности бесконечного движения по ней (рис.2а) [6]. Если человек попадает на нее и двигается при подъеме или спуске в одном направлении, преодолевая четыре пролета, то попадает в исходную точку. Если задуматься, то можно понять, что в реальной жизни лестницы Пенроуза существовать просто не может, только если в формате чертежа на бумаге. Это оптическая иллюзия.

Весь секрет кроется в верном угле наблюдения за лестницей. Если взглянуть, то сразу становится понятным, что в правом углу имеется еле заметный разрыв, в результате чего лестница Пенроуза теряет свой вид лестницы, которая осуществляет бесконечный подъем или спуск. Наш мозг неверно адаптирует информацию, ему не видны соединения элементов конструкции, не видны и противоречия между ними, поэтому мозг и воспринимает все одним целым. Вследствие чего мы получаем оптическую иллюзию.

Лестница Пенроуза популярна среди психологов, философов и иллюзионистов. Также она поспособствовала появлению нового направления в

живописи «Импоссибилизм». Художники этого стиля как раз-таки рисуют что-то подобное, чего в реальности не существует, но очень похожее на настоящее.

Сделать такую же лестницу нельзя, но что-то похожее все-таки существует. Лестница расположена в Мюнхене в одном из офисных зданий, она не имеет начала и конца. Архитектором является Олафур Элиассон (рис.2б). На фотографии другого примера дорисована несуществующая ступень (рис. 2в).

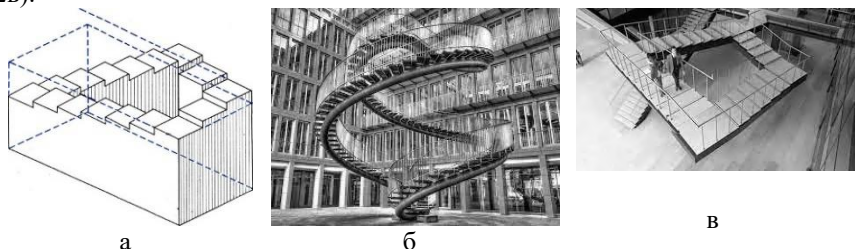


Рис.2. - Лестница Пенроуза: а) Чертеж, б) Лестница в Мюнхене, архитектор Олафур Элиссон, в) Ступени Пенроуза

Рассмотрим следующий пример - лестницу Шрёдера, опубликованную в 1858 году. Это двухмерное изображение является оптической иллюзией, так как можно увидеть лестницу, которая ведет от верхнего левого угла до правого нижнего (лестница А) или наоборот (лестница В, идущая снизу-вверх) (рис.3а). Это пример изменения перспективы в психологии восприятия. Данная иллюзия известна как «шаги Шоутена», она встречается в работе М.С. Эшера «Относительность».

Рассматриваемое изображение можно считать «неоднозначной фигурой». То есть на нём изображены два или более объекта. В то же время — это «обратимая фигура», то есть явление, когда человек, глядя долгое время на объект, начинает воспринимать ее ориентацию по-другому (противоположно изначальному). Так же рассматриваемая лестница может быть отнесена к «бистабильной фигуре». Такая классификация говорит о том случае, когда существует два (а не одно) устойчивых восприятия рисунка. С помощью данной иллюзии было установлено, что частота невольного перемещения акцента восприятия составляет 7,5-12,5 секунд.

Существует и «3D-лестница Шрёдера» японского математика из токийского университета Мэйдзи Кокичи Сугихара, названной лучшей оптической иллюзией 2020 год (рис.4) [4,5].

Правильно наложив тени и расположив под определенным углом рисунок, создается впечатление, что данный объект имеет объем. В приведенном случае все аналогично. Лестница плоская, но если повернуть картинку так, будто «90 градусов» искажен в перспективе и от ступеней падает «тень» правильно, то полученная «фигура» заставляет обмануть наши глаза и мозг. А

добавление в данную композицию трехмерной детали, заставляет верить в иллюзию еще больше.

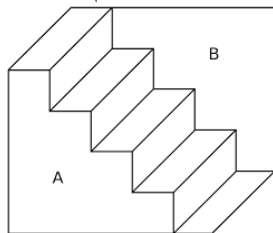


Рис. 3. - Лестница Шрёдера

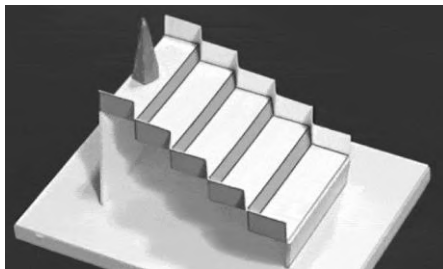


Рис. 4. «3D-лестница Шрёдера» Сугихары

Мозг пытается упростить восприятие, для чего и делает удобные или, грубо говоря, подходящие предположения там, где это можно. Серые или темные цвета – как будто тени, создающие эффект глубины. Линии (границы) намекают на увеличивающуюся или уменьшающуюся длину ступени. При виде всех объединенных фокусов наше сознание ищет похожую картину, которая будет напоминать похожую форму.

Объекты, которые мы видим, представляют собой нечто большее, чем тот образ, который мы видим. Часто для наблюдателя оказываются гораздо важнее те свойства объекта, которые на глаза не воздействуют. В то же время одна и та же форма может восприниматься по-разному, как разные объекты в разное время и разными людьми.

Библиографический список

1. *Логвиненко А.Д.* Зрительное восприятие пространства. – МГУ, 1981.
2. *Грегори Р.Л.* Разумный глаз. Как мы узнаём то, что нам дано в ощущениях. Пер. с англ. Изд. 3-е. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009. – 240 с., цв. вкл.
3. *Левитин К.Е.* Геометрическая рапсодия. – 2-е изд., переработ. и доп. – М.: Знание, 1984. – 176 с. с ил.
4. Самая необычная оптическая иллюзия: лестница Шредингера в 3D <https://yandex.ru/turbo/popmech.ru/s/popmem/657393-samaya-neobychnaya-opticheskaya-illyuziya-2020-goda-lestnica-shredingera-v-3d/> (дата обращения: 10.02.2022)
5. Лучшая иллюзия 2020 года — “Трехмерная лестница Шрёдера” <https://zen.yandex.ru/media/funscience/luchshaja-illiuziia-2020-goda-trehmernaja-lestnica-shredera-5fe4acfb28ab778a77feaec> (дата обращения: 22.02.2022)

*Щетинин Никита Сергеевич, студент 1 курса 52 группы ИСА
Научный руководитель –
Фаткуллина А.А. доцент кафедры ИГиКМ., канд. арх.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ГЕОМЕТРИЯ ПРОСТРАНСТВА В СОВРЕМЕННЫХ ВИНОДЕЛЬНЯХ

Современная винодельня представляет собой совокупность общественного и промышленного зданий. Главная задача архитектора - объединить зону производства с зоной дегустации, отталкиваясь от особенностей климата и рельефа территории, на которой расположен объект. При этом важно учитывать влияние архитектурного пространства на восприятие человека. В общественной зоне винодельни при проведении дегустационных сессий посетителю важно насладиться не только ароматом вина, но и окружающей средой в полной мере. Такой эффект достигается с помощью геометрических форм, простых и сложных, которые используются в архитектуре здания.

Анализ проектных решений современных зданий виноделен позволил выделить основные геометрические приемы, используемые архитекторами при организации внутреннего пространства помещений и внешнего облика зданий, понять влияние внешних факторов на архитектуру. Отмечены особенности психологического восприятия той или иной формы объекта.



Рис.1. - Интерьер винодельни «Лахофер», Чехия.
Архитектурное бюро CHYBIK+KRISTOF

Туннельная форма. Так, например, архитектурный ансамбль Винодельни Лахофер в Чехии представляет собой сочетание прямоугольных плоскостей, арочных сводов и кривых линий в конструкциях кровли.

Дегустационный зал повторяет конструкцию винного

погреба. Используя строгий ритм расположения арочных конструкций в

туннельной форме архитектору удалось добиться ощущения у посетителя гармонии, спокойных положительных эмоций и отсутствия напряженности [2].

Если смотреть на объект со стороны фасада из панорамных окон, туннельное пространство проецируется в прямоугольную плоскость, которая дополняет рельеф производственных павильонов на фоне.

Простые геометрические формы. Сегодня лидирующую позицию в трендах дизайна занимает минимализм. В дизайне внутренней и внешней архитектурной среды простые геометрические формы оказывают особое влияние на эмоциональное состояние человека, успокаивая и расслабляя его [4]. Для дизайна винодельни этот фактор является доминирующим, акцентируя внимание на аромате вина.

Взаимодействие архитектурного объекта с окружающей средой.

Не менее важным фактором в формировании эмоционального состояния посетителя является внешняя архитектурная среда и ее взаимодействие с самим архитектурным объектом [1]. Так как винодельня неразрывно связана с местоположением виноградных полей, архитектор имеет возможность выбрать окружающую среду, как точку опоры при проектировании здания. Акцентируя внимание на такие открытые пространства, как терраса и входная группа, винодельня дает возможность сближения человека с природой.

Круг как геометрическая форма.



Рис.2. - Интерьер винодельни «Бордо», Франция. Архитектурное бюро Foster+Partners

Как известно, круг символизирует собой идеальную форму. Норман Фостер, проектируя винодельню Бордо во Франции, объединил производственную зону с зоной дегустации, гармонично расположив их в цилиндрическом пространстве. Благодаря такой геометрической форме посетители получают возможность наблюдать за производством, располагаемом

на первом этаже, дегустируя продукцию на верхнем ярусе здания. Открытое пространство зоны дегустации, декорированное деревом и использующее преимущественно естественное освещение, олицетворяет прозрачность и чистоту способа производства вина, показывая натуральное происхождение этого напитка [6].

Взаимодействие материалов в геометрическом пространстве. Материал, используемый в дизайне и конструкции, также влияет на ментальное состояние человека, как и геометрия пространства. Более того, внешняя и внутренняя архитектурная среда по-разному влияют на индивида в зависимости от используемых материалов. В отделке фасадов виноделен преобладают дерево и стекло, гармонично связывая объект с окружающей средой [5]. Однако, при проектировании винодельни Данди в США, штат Орегон, в отделке фундамента и пола был выбран бетон, так как штат славится своими горными массивами. В декорации фасада участвует темное дерево, олицетворяя хвойные горные леса, расположенные в регионе.

Взаимодействие простой и сложной геометрии. Сочетание простой и сложной формы в композиции архитектурного объекта - прием, позволяющий четко отобразить масштабность и разделить здание на две зоны. В случае с винодельней “Малиновка”, близ Анапы, основной массив здания представляет собой параллелепипед, в который вписана сложная, закругленная геометрическая форма. Юг России славится своими горными и холмистыми пейзажами, поэтому такое решение гармонично сочетается с окружающей природной средой в этом регионе. Нижняя, остекленная часть конструкции преимущественно отделана стеклом. Благодаря его отражающему эффекту параллелепипед воспринимается посетителями, как продолжение неба, из-за чего верхняя часть сооружения, в которой располагается дегустационный зал, кажется “парящей” в воздухе [3].

Геометрия, как главный инструмент архитектора.



Рис.3. - Винодельня «Сан Антонио», Чили.
Архитектор Francisco Izquierdo

Ритмичная композиция отделки фасада не только разделяет здание на отдельные элементы, позволяя человеку четко формулировать его объем и форму, но и имеет определенные функциональные свойства, которые особенно актуальны для некоторых регионов. Например, фасад винодельни “Сан Антонио” в Чили

представляет собой четырехугольник с двумя прямыми углами у основания. Острым углом здание направлено в сторону предполагаемых ветровых потоков, облегчая внешнюю нагрузку на конструкцию. Ритмичный ряд

деревянных балок с другой стороны фасада выполняет функцию “волно-реза” для потоков воздуха, улучшая аэродинамические свойства здания.

Геометрия от функции здания.

Взаимодействующие друг с другом два строгих объема винодельни «Власидес» на Кипре выпирают из горного массива, связывая сооружение с окружающей средой и определенным сортом винограда Ксинистеры, вино из которого является основным продуктом предприятия [6]. Стоит отметить, что конструктивные решения интерьера винного погреба произошли от его функции. Вино при хранении требует особой температуры, которую можно достичь с минимальными затратами на систему кондиционирования. Хранение вина на предприятии осуществляется в помещении, которое находится внутри скалы, ниже уровня земли. Использование треугольных несущих массивов под потолком погреба упрощает циркуляцию воздуха внутри, минимизируя расходы предприятия на электроэнергию.

Геометрические формы в совокупности с подходящими для региона и конструкции материалами позволяют проектировщикам добиться нужного ментального состояния человека, тем самым задавая характерные тренды дизайна таких уникальных архитектурных объектов, как винодельни.

Библиографический список

1. Радулова Я.И. Влияние психофизиологических особенностей человека на интеграцию внутреннего и внешнего архитектурного пространства жилого дома / Известия Самарского научного центра РАН. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки, т.1, №1, 2016. –С. 105-107. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-psihofiziologicheskikh-osobennostey-cheloveka-na-integratsiyu-vnutrennego-i-vneshnego-arhitekturnogo-prostranstva-zhilogo> (дата обращения: 06.01.2022).

2. Краснянская Н.Г. Влияние архитектурного и интерьерного пространства на жизнедеятельность человека на примере финской архитектуры / Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2018 – С. 430-435. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37116677> (дата обращения: 08.01.2022).

3. Панкратова Д.А. Влияние архитектурного пространства на человека и общество / Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 6 томах. Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018 – С. 98-100. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36764043> (дата обращения: 09.01.2022).

4. <https://coolhouses.ru/article/stil-minimalizm-v-arhitekture-i-interere> (дата обращения: 12.01.2022)

5. <https://designchat.com/architects/geometrija-i-vino-legenda-o-staroj-vinodelne.html> (дата обращения: 26.12.2021).

6. <https://www.archdaily.com/search/projects/categories/winery> (дата обращения: 26.12.2021-14.01.2022).

*Бородин Дмитрий Вячеславович, студент 1 курса 55 группы ИСА
Научный руководитель –
Царев А.И., преподаватель кафедры ИГиКМ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ПОСТРОЕНИЕ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПЕРСПЕКТИВЕ МЕТОДОМ «АРХИТЕКТОРА»

Криволинейные линии в архитектуре. В последние два десятилетия «криволинейность» становится наиболее актуальным вопросом в сфере дизайна и архитектуры, давая возможность воплотить новые идеи в необычных формах. Современная архитектура отказывается от традиционных представлений о композиции, продолжая идеи деконструктивизма, основанный на отрицание всего привычного. Особенности стиля связаны с асимметрией, дисгармонией, усложнением форм и т.д. [1]. В поисках новых средств для воплощения новых идей архитекторы часто используют «течущую» форму, основанную на использовании криволинейных геометрических объектов.

Подвергать изогнутым трансформациям стены, перекрытия, кровлю стало возможным за счет появления новых материалов, технологий, техники, а также использование цифровых методов проектирования и развития BIM-технологий [5]. На сегодняшний день архитектурные проекты с криволинейными формами востребованы во многих странах мира, как на Западе, так и на Востоке. Город искусств и наук в Валенсии, Центр Гейдара Алиева в Баку, Большой театр в Харбине (рис.1) и др.

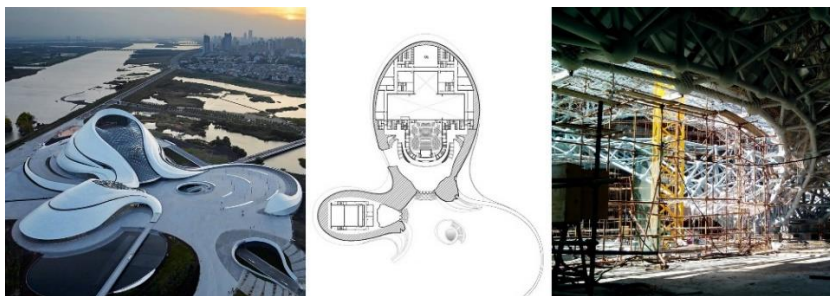


Рис.1. - Харбинский оперный театр

Развитие архитектурной мысли в стиле биоэтика (разновидности деконструктивизма) невозможно представить без развития представлений о кривых объектах и поверхностях [4]. Теория кривых линий дает возможность изображать архитектурные замыслы в ортогональных и перспективных

проекциях, так и инженерных расчетах при правильном моделировании таких объектов.

Классификация криволинейных объектов. Кривую линию можно охарактеризовать как множество точек, образующие дуги. По способу получения кривой можно рассматривать как траекторию движения какой-либо точки или как линию пересечения двух поверхностей.

Кривые линии можно классифицировать в зависимости от наличия общих похожих признаков [2]. Совокупность кривых линий можно разделить на следующие виды:

1. По закономерности:

1.1. Математические кривые – линии, которые возможно описать уравнением.

1.1.1. Алгебраические кривые – линии задаются в декартовых координатах алгебраическими уравнениями (рис.2).

1.1.1.1. Кривые второго порядка – линии, которые в декартовой системе координат задаются общим уравнением второй степени.

1.1.1.2. Кривые высших порядков – линии, определяемые уравнением третьей степени и более.

1.1.2. Трансцендентные кривые – линии, задающиеся неалгебраическими уравнениями.

1.2. Графические кривые – незакономерные кривые линии.

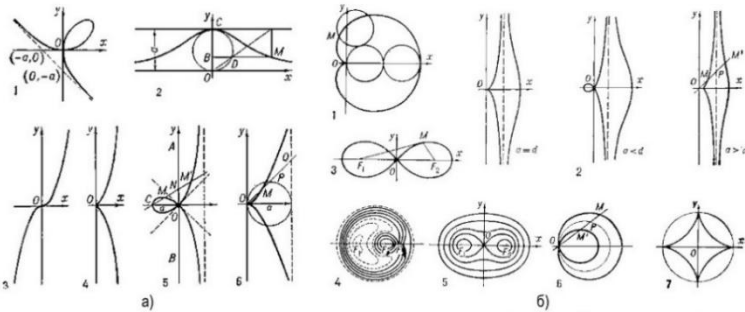


Рис.2. - Алгебраические кривые.

а) кривые третьего порядка: 1 – декартов лист; 2 – локон Аньези; 3 – кубическая парабола; 4 – полукубическая парабола; 5 – строфоида; 6 – циссоида Диоклеса.

б) кривые четвёртого и более высоких порядков: 1 – кардиоида; 2 – конхоида Никомеда; 3 – лемниската Бернулли; 4 – овалы Декарта; 5 – овалы Кассини; 6 – улитка Паскаля; 7 – астроида.

2. По расположению в пространстве:

2.1. Плоские кривые – линии, все точки которой принадлежат одной плоскости (например, линия пересечения кривой поверхности с плоскостью).

2.2. Пространственные кривые – линии, точки которой не лежат в одной

плоскости (например, линия пересечения боковых поверхностей двух прямых круговых цилиндров).

3. По конфигурации:

3.1. Замкнутые кривые – линии, у которых начало совпадает с концом.

3.2. Незамкнутые кривые – линии, у которых начало и конец не совпадают.

4. По пересечению:

4.1. Самопересекающиеся кривые – линии, которые пересекаются в одной или нескольких точках и имеют в точках пересечения две касательные.

4.2. Самокасающиеся кривые – линии, которые пересекаются в одной точке и имеет одну общую касательную.

4.3. Непересекающиеся кривые – линии, которые не имеют общих точек пересечения.

5. По форме:

5.1. Выпуклая кривая – линия, лежащая в интервале ниже от любой касательной прямой.

5.2. Вогнутая кривая – линия, если она лежит в интервале выше любой касательной в точках.

6. По плавности

6.1. Плавная кривая – линия, состоящая из точек, к которым можно провести только одну касательную.

6.2. Не плавные кривые – линии, состоящие из точек, к которым можно провести две касательные с углом между ними меньше 180° .

Построение криволинейных объектов в пространстве. Для построения кривых линий в пространстве используют как параллельный, так и центральный методы проецирования. Общие требования для построения проекции кривой основаны на получении проекций нескольких точек, принадлежащих этой кривой [3]. При параллельном проецировании выбирают характерные и промежуточные точки на ортогональном чертеже, определяют три их координаты и откладывают в требуемой аксонометрии, затем соединяют плавной линией. При изображении кривых в перспективе (центральное проецирование) используют, в основном, три способа.

Координационный способ основан на построение перспективы определенного количества характерных точек кривой по отношению к прямоугольной системе координат, изображенной в перспективе. Соединением точек в такой же последовательности, как они были выбраны на кривой, получают перспективу объекта [6]. Данный метод применяется для изображения несложных криволинейных объектов. Способ перспективной сетки относится к разновидности координационного метода. На плане наносят сетку, с ячейкой равной выбранному единичному отрезку. В перспективе строят эту сетку и наносят точки пересечения криволинейного объекта с координационной сеткой. Если кривая является пространственной, то при помощи «масштаба высот» определяют пространственное положение точек [7]. Данный способ

удобен при наличии произвольных кривых, если в плане имеется сложная конфигурация и необходимо получить перспективу с высоким горизонтом.

Метод точек схода (метод архитектора) обычно используется при построение геометрических объектов с параллельными сторонами, поэтому данный метод чаще используют, если речь идет о плоской кривой, которую можно вписать в простую геометрическую форму. Вначале вычерчивается плоская геометрическая фигура в перспективе с одной или двумя точками схода, затем внутри нее по точкам находится конфигурация кривой (рис.3). Данный способ включает в себя преимущества двух остальных способов и дает возможность точного изображения криволинейного объекта в пространстве.

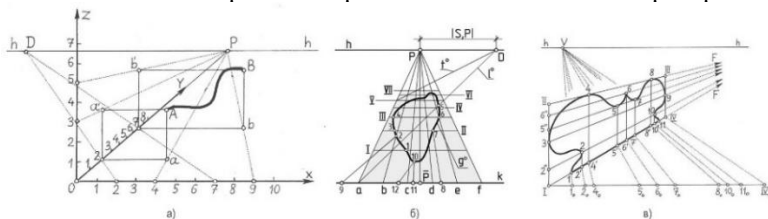


Рис.3. - Построение кривой линии в перспективе.
а) метод координат; б) метод перспективной сетки; в) метод архитектора.

Проектирование современных зданий требует от архитекторов и инженеров нестандартного мышления. Углубление познаний в области моделирования криволинейных объектов помогает решать сложные задачи, за которые еще никто не брался. Поэтому знания кривых линий способствует раскрытию творческих способностей и воплощению амбициозных идей.

Библиографический список

1. Аднан Ф., Юнус Р.М. Влияние криволинейных архитектурных форм на характер окружающей среды // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2012. № 49. 341–349 с.
2. Беглов И.А., Рустамян В.В. Метод вращения геометрических объектов вокруг криволинейной оси // *Геометрия и графика*. 2017. Т. 5. № 3. С. 45-50.
3. Винокур А.И., Шляга А.Ю. Разработка инструментальных средств преобразования перспективы для художников // *Cloud of science*. 2017. Т. 4. № 1. С. 73-85.
4. Марченко Л.А., Негай Г.А. Анализ криволинейности в архитектуре // *Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ*. 2013. Т. 1. С. 191-197.
5. Киричков И.В. Криволинейность в архитектуре – анализ конструктивных решений Харбинского оперного театра // *Архитектура и дизайн*. 2017. № 1. С. 53-71.
6. Сафонова Т. Ю., Зубков А. Н. Особенности построения перспективы объекта на наклонной и вертикальной картинах // *Известия Петербургского университета путей сообщения*. 2019. С. 149-156.

7. *Щербань Д.С.* Перспектива: особенности линейной и перцептивной перспективы // Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2017. С. 291-293.

**СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКИ И ПРИКЛАДНОЙ
МАТЕМАТИКИ**

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ СЛОЖНЫХ ИНТЕГРАЛОВ

При расчетах математических моделей, описывающих фильтрацию многодисперсных суспензий в пористых средах [1], возникают задачи расчета сложных интегралов с переменными пределами интегрирования и особенностями подынтегральной функции. В данной работе рассматриваются методы автоматизации вычислений.

Модель фильтрации включает уравнения баланса масс различных состояний частиц и кинетическое уравнение роста количества осажденных частиц [2], описывающие процесс фильтрации частиц по мере продвижения через пористую среду. Незвестными данными являются концентрации взвешенных частиц и осадка. Результатом вычисления модели являются профили концентрации в пористой среде (Рис. 1), то есть зависимость концентрации осадка от координаты при фиксированном времени.

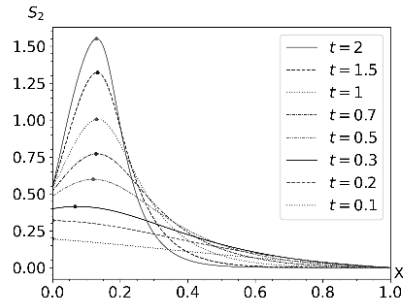


Рис. 1. Профили концентрации осадка для разных времен.

Единственное решение задачи определяется условиями

$$x = 0: c_1 = c_1^0, c_2 = c_2^0, \quad (1.1)$$

$$t = 0: c_1 = 0, c_2 = 0, s_1 = 0, s_2 = 0. \quad (1.2)$$

Параметры впрыска суспензии постоянной концентрации на входе пористой среды $x = 0$ задают условия (1.1); состояние среды на момент впрыска определяют условия (1.2), и показывают, что в начальный момент среда пуста.

Концентрации взвешенных частиц двух типов связаны соотношениями

$$c_1 = c_1^0 \left(\frac{c_2}{c_2^0} \right)^{\lambda_1/\lambda_2}, c_2 = c_2^0 \left(\frac{c_1}{c_1^0} \right)^{\lambda_2/\lambda_1}. \quad (1.3)$$

В случае бидисперсной суспензии интеграл, задающий точное решение, имеет вид

$$\int_{c_k^-}^{c_k} \frac{dc_k}{c_k(B_1 c_1^0 (c_1^0 - c_1) + B_2 c_2^0 (c_2^0 - c_2))} = \lambda_k (t - x). \quad (1.4)$$

Здесь c_1^- - решение, задающее концентрацию взвешенных частиц на фронте концентраций $t=x$.

При известной концентрации взвешенных частиц концентрация осадка определяется по формуле

$$s_i = \frac{c_i - c_i^-}{B_1 c_1^0 (c_1^0 - c_1^-) + B_2 c_2^0 (c_2^0 - c_2^-)}, i = 1, 2. \quad (1.5)$$

Задача заключается в численном расчете интегралов (1.4) и нахождении неизвестных функций c_1, c_2 . В работе автоматизируется нахождение верхнего предела интегрирования (c_k) сложного интеграла с учетом следующих наблюдений:

- Интегрируемая функция гладкая на области определения и стремится к бесконечности на границах области определения.
- Функция, описывающая нижний предел интегрирования, гладкая и убывающая по x на всей области определения.
- Функция, описывающая верхний предел интегрирования, гладкая и убывающая по x .

Используя данные наблюдения, приступим к оптимизации задачи вычисления сложного интеграла.

Поскольку при вычислении интеграла около границы определения функция дает большую погрешность в силу разрыва на границе, то использование методов, основанных на построении касательных, нецелесообразно.

В качестве основного метода выбран метод поразрядного поиска [3] с оптимизацией поиска значения на основе параметров, полученных при вычислении предыдущего. К таким параметрам относятся: предыдущее значение (c_{n-1}); шаг (разряд), который рассчитывается как $A_{n-1} = \log_{10} |c_{n-2} - c_{n-1}|$; минимальное отклонение от целевого значения достигнутое при вычислении (D_{n-1}).

Вычисление нового значения (c_n) начинается с проверки, будет ли c_{k-1} не меньше нижней границы интегрирования. Если c_{k-1} меньше нижней границы, то его значение приравнивается к ней. Затем происходит поиск в окрестностях c_{k-1} с шагом ($A_{n-1} - 1$) для учета ситуации, что новое значение может переходить через разряд. Рассмотрим следующую ситуацию:

$$c_{n-1} = 1.0025; c_n = 1.0028; A_n = 4 \quad (1.6)$$

$$c_{n-1} = 1.0028; c_n = 1.0031; A_n = 3 \quad (1.7)$$

Несмотря на одинаковую разницу $c_n - c_{n-1} = 0.0003$ в случае 1.6 достаточно шага в 10^{-4} , однако в случае 1.7 при таком же шаге, значение не достижимо, для этого мы принимаем шаг на один разряд выше.

Затем происходит обновление параметров по ходу вычисления, и проверка, что каждое вычисление занимает не больше установленного ограничения. Также при вычислении интеграла методом Симпсона [4] проверяется, что количество итераций не превысит установленное ограничение и если найдено приемлемое значение или превышено одно из программных

ограничений, то принимается лучшее значение, которое было достигнуто при попытке вычислить верхний предел интегрирования для этой точки оси.

После вычисления всех точек подсчитывается общее время работы и погрешность вычислений, что помещается в метаданные вычислений.

Помимо этого, находятся точки максимума и минимума, причем используется строгое условие для отбора максимального значения. Данная операция продельвается слева и справа от максимума, предполагая, что максимум может быть представлен не только одной точкой, но и отрезком максимальных значений. Данные о найденных максимумах и минимумах и их координатах, заносятся в анализ вычислений и хранятся вместе с ними.

Для оценки полученных вычислений [5] проверяется, что полученный профиль не содержит разрывов и точек, которые бы сильно отклонялись от их интерполяции на основе соседних значений.

Библиографический список

1. L. Faramarzi, A. Rasti, and S.M. Abtahi, An experimental study of the effect of cement and chemical grouting on the improvement of the mechanical and hydraulic properties of alluvial formations. // Construction & Building Materials. 2016. Vol. 126, pp. 32–43.
2. Осипов Ю.В., Жеглова Ю.Г. Моделирование фильтрации раствора в пористой породе. // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 11. С. 75-80.
3. Дасгупта С., Пападимитриу Х., Вазирани У. Алгоритмы М.: МЦНМО, 2014. — 320 с.
4. Корте Б., Фиген Й. Комбинаторная оптимизация. Теория и алгоритмы. М.: МЦНМО, 2015. — 720 с.
5. Вьюгин В.В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования М.: МЦНМО, 2018. - 384 с.

Биро Илья Олегович, студент 4 курса 101 группы ИЦТМС.

Научный руководитель –

Сак А.Н., ст. преподаватель кафедры ИПМ, к.филол. н. НИУ «Московский Государственный Строительный Университет»

СЕГМЕНТАЦИЯ МЕСТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИНФОГРАФИКИ ЗАСТРОЙКИ

Довольно важным фактором при выборе жилого или коммерческого помещения является окружающая объект застройки среда. Застройщику необходимо иметь инструменты оценки качества инфраструктуры и состояния окружающей среды для выбора наиболее привлекательных потенциальных мест для застройки. К примеру, торговые центры выгодно строить в густо заселенных районах. Жилье премиум класса, коттеджные поселки стоит строить в экологически чистых и озелененных местах с относительно легким доступом к городской среде. Покупателю же было бы интересно увидеть насколько хорошо расположен выбранный им объект относительно вышеперечисленных критериев, насколько много рядом домов, дорог, зеленых участков и т.п.

В данном докладе мы покажем, как используя спутниковые снимки местности можно предоставить такую информацию застройщикам и их клиентам с помощью методов Computer Vision на примере задачи сегментации строений и оценки плотности распределения застройки на карте.

Спутниковые снимки городов содержат достаточно много информации, которую можно применять совершенно различными способами. Современный подход довольно часто предполагает использование сверточных нейронных сетей для получения подобной информации.



Рис.1. Примеры изображений из входного набора данных.

В данной работе был использован набор данных INRIA Aerial Image Labeling Dataset [1]. Набор данных содержит в себе 180 спутниковых снимков и масок сегментации размером 5000x5000 пикселей и пространственным разрешением 0.3 м. Спутниковые снимки распределены по 5 городам: Остин, Чикаго, Округ Китсап, Западный Тироль, Вена. Примеры спутниковых изображений представлены на рисунке 1.

В качестве основы для всех нейронных сетей, обученных в рамках данной работы, была выбрана архитектура U-Net[2]. Архитектура сети представлена на рисунке 2. Идея архитектуры проста: сеть состоит из кодировщика(encoder), который сворачивает признаки определенным образом, выжимая основную информацию из изображения, моста(bridge), который содержит тензор полученных признаков и декодировщика(decoder), который из признаков, полученных на предыдущем этапе получает выходное изображение. Таким образом мы получаем отображение из множества изображений в множество изображений того же размера, но другого типа. В случае задачи сегментации – это множество масок сегментации для входного изображения.

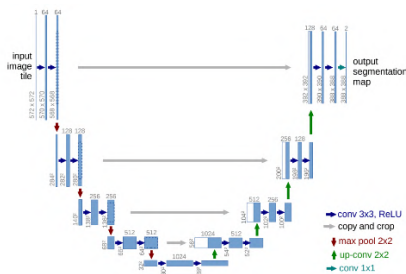


Рис.2. Архитектура нейронной сети U-Net.

В качестве encoder и decoder могут использоваться различные архитектуры сверточных нейронных сетей. Для решения данной задачи были выбраны кодировщики VGG16 и VGG19[3] в сочетании с U-Net архитектурой, а также модификация U-Net архитектуры U-Net++[4] с кодировщиком EfficientNetB4[5].

Входные изображения для нейронной сети имеют размер 224x224x3. Поэтому исходные спутниковые снимки были разбиты на случайные кропы размером 448x448x3. Был выбран размер в 2 раза больше для увеличения пространственного покрытия кропа. Набор данных, состоящий из случайных кропов был разбит на Train/Test/Validation выборки в пропорциях 0.85/0.1/0.05 соответственно.

Для расширения набора данных были использованы следующие аугментации: горизонтальный и вертикальный разворот, случайный поворот,

размытие с ядром 3x3, Grid Distortion, Optical Distortion, Samplewise Normalization, Rescale к диапазону [0, 1].

В качестве метрики оценки качества выбран коэффициент Jaccard(Intersection Over Union)(1).

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (1)$$

Сети обучались с оптимизатором Adam с динамическим шагом, с размером пакета(batch size) 64. Для обучения каждой сети было отведено 100 эпох. Функция потерь – BCE Tversky Loss(2).

$$BCE\ Tversky\ Loss = 0.4 * BCE + 0.6 * TverskyLoss \quad (2)$$

Кривые обучения начиная с 20 эпохи на выборках валидации представлены на рисунках 3,4.



Рис.3. BCE Tversky Loss на выборке валидации в процессе обучения моделей.



Рис.4. Коэффициент Jaccard на выборке валидации в процессе обучения моделей.

После обучения трех моделей был выбран порог дискретизации для каждой и выбрана наилучшая модель по принципу максимизации метрики Jaccard на наилучшей эпохе для каждой модели.

В качестве итоговой модели была выбрана архитектура U-Net VGG16. Для получения итоговой инфографики застройки был написан алгоритм разбиения исходного изображения на кропы, предсказание нейронной сети маски сегментации для каждого кропа, сборка полной маски для спутникового снимка из полученных масок кропов и применение алгоритма оценки

плотности распределения Gaussian Kernel Density Estimation[6]. Пример работы полного алгоритма приведен на рис.5.

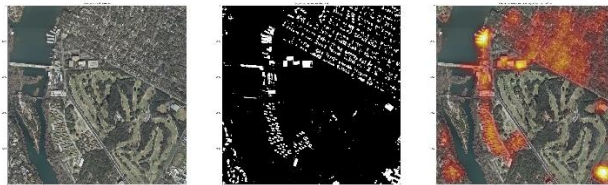


Рис.5. Пример работы итогового алгоритма на карте Остина.

Взглянув на пример работы алгоритма можно увидеть, что предсказание нейронной сети позволяет разметить области с плотной застройкой на карте имея лишь спутниковый снимок города.

Данный алгоритм и методы можно применять не только для оценки плотности застройки, но и для оценки плотностей любых объектов, находящихся на спутниковых снимках. Пример оценки плотности застройки был одним из простейших в плане поиска данных для обучения нейронной сети. Имея наборы данных с разметкой деревьев, рек, озер, дорог можно получить полную инфографику местности имея лишь один спутниковый снимок.

Библиографический список

1. Can Semantic Labeling Methods Generalize to Any City? The Inria Aerial Image Labeling Benchmark / *Emmanuel Maggiori, Yuliya Tarabalka, Guillaume Charpiat, Pierre Alliez* / IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). 2017.
2. *Olaf Ronneberger, Phillip Fischer, Thomas Brox*. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation / Medical Image Computing and Computer Assisted Interventions(MICCAI). 2015.
3. *Karen Simonyan, Andrew Zisserman*. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition / International Conference on Learning Representations(ICML). 2015.
4. UNet++: A Nested U-Net Architecture for Medical Image Segmentation / *Zongwei Zhou, Md Mahfuzur Rahman Siddiquee, Nima Tajbakhsh, Jianming Liang* / 4th Deep Learning in Medical Image Analysis (DLMIA) Workshop. 2018.
5. *Mingxing Tan, Quoc V. Le*. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. / International Conference on Learning Representations(ICML). 2019.
6. *Adriano Z. Zambom, Ronaldo Dias*. A Review of Kernel Density Estimation with Applications to Econometrics / International Econometric Review (IER). 2013.

РЕШЕНИЕ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ О ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ БАЛКИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ

АННОТАЦИЯ. Метод конечных разностей (МКР) один из самых простых и широко распространенных приближенных расчетных методов. Погрешность численного решения зависит от числа разбиений в расчетной схеме. Исследуется влияние числа разбиений на погрешность численного решения на примере краевой задачи для дифференциального уравнения прогиба балки Бернулли при действии статической нагрузки.

Ключевые слова: метод конечных разностей, погрешность, краевая задача, обусловленность, система линейных алгебраических уравнений, матрица.

Введение. Метод конечных разностей (МКР) один из самых простых и широко распространенных приближенных расчетных методов, используемых в механике сплошных сред [1–3]. Одним из недостатков метода является отсутствие точной оценки погрешности численного решения при расчете элементов строительных конструкций. Погрешность численного решения зависит от числа разбиений в расчетной схеме. Исследуется влияние числа разбиений на погрешность численного решения на примере краевой задачи для дифференциального уравнения прогиба балки Бернулли при действии статической нагрузки.

Основная часть. Имеется дифференциальное уравнение прогиба балки:

$$y^{(4)}(x) + \beta y(x) = F(x), \quad 0 < x < L \quad (1)$$

Условия на концах балки приняты для следующих двух вариантов:

1. шарнирное опирание на концах

$$\begin{cases} y(0) = y''(0) = 0 \\ y(L) = y''(L) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

2. жесткое защемление концов

$$\begin{cases} y(0) = y'(0) = 0 \\ y(L) = y'(L) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Здесь y – прогиб балки; x – координата сечения по ее длине; L длина балки; $\beta = \frac{\tilde{k}}{EJ}$, $\tilde{k} = k \cdot b_b$, $EJ = E \cdot J$, $J = b_b h_b^3 / 12$, у балки есть поперечное сечение, h_b – его высота, b_b – его ширина, J – его момент инерции E – модуль упругости, k – коэффициент отпора грунта.

Рассмотрим балку без упругого основания со следующими параметрами:

$$F(x) = \frac{P}{EJ} \delta(x - \frac{L}{2}), \quad P = 100 \text{ кН} - \text{нагрузка, заданная в средней точке (см.}$$

рис. 1.); $L=8 \text{ м}$, $h_i=1.3 \text{ м}$, $b_i=1 \text{ м}$; $E = 2560 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^2$; $k = 0$.

Обозначим n – общее количество точек, тогда $h = L/(n-1)$. Координаты точек разбиения: $x_i = h(i-1)$, $i = 1, 2, \dots, n$. Значения прогиба в точках разбиения: $y_i = y(x_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Разностные аналоги производных равны:

$$y'(x_i) \approx \begin{cases} (y_{i+1} - y_i)/h, & i = 1 \\ (y_{i+1} - y_{i-1})/(2h), & 1 < i < n \\ (y_i - y_{i-1})/h, & i = n \end{cases} \quad (4)$$

$$y''(x_i) = \frac{1}{h^2} (y_{i-1} - 2y_i + y_{i+1}), \quad 1 < i < n \quad (5)$$

$$y'''(x_i) = \begin{cases} (y''(x_{i+1}) - y''(x_i))/h, & i = 1 \\ (y''(x_{i+1}) - y''(x_{i-1}))/(2h), & 1 < i < n \\ (y''(x_i) - y''(x_{i-1}))/h, & i = n \end{cases} \quad (6)$$

$$y^{(4)}(x_i) \approx \frac{1}{h^4} (y_{i-2} - 4y_{i-1} + 6y_i - 4y_{i+1} + y_{i+2}) \quad (7)$$

Из уравнения (8) следует, что для представления разностного аналога уравнения (1) потребуется пять точек. При $3 \leq i \leq n-2$ разностный аналог уравнения (1) имеет вид

$$\frac{1}{h^4} (y_{i-2} - 4y_{i-1} + 6y_i - 4y_{i+1} + y_{i+2}) + \beta y_i = F_h(x_i). \quad (8)$$

Решения СЛАУ для каждого варианта краевых условий выполнялись для значений $N = 2, 4, 16, 100, 1000, 10000$ по программе, составленной на языке программирования MATLAB. Расчеты выполнялись на 32 разрядном персональном компьютере.

Анализ результатов расчета. Было проведено сравнение максимальных прогибов из решения методом конечных разностей краевой задачи для дифференциального уравнения прогиба балки (1) для двух вариантов краевых условий (2) – (3) с аналитическим решением.

Аналитическое решение имеет вид [4]

$y_{\max} = PL^3/48EJ$ для первого варианта краевых условий.

$y_{\max} = PL^3/192EJ$ для второго варианта краевых условий.

Результаты сравнения приведены ниже, причём делений $N=n-1$.

Для первого варианта краевых условий при $N = 2, 4, 16, 100, 1000, 10000$ численное решение равно соответственно $0,0001994 \text{ м}$, $0,0002187 \text{ м}$,

0,0002266 м, 0,0002274 м, 0,0002276 м, 0,0003793 м, отличие прогибов в % соответственно равно 12,38; 3,9; 0,431; 0,08; 0,009; 66,667, а аналитическое решение равно 0,00022758 м. Для второго варианта краевых условий при $N = 2, 4, 16, 100, 1000, 10000$ численное решение равно соответственно 0,00004562 м, 0,00005328 м, 0,00005653 м, 0,00005685 м, 0,00005689 м, 0,00009483 м, отличие прогибов в % соответственно равно 19,82; 6,36; 0,643; 0,08; 0,01; 66,67, а аналитическое решение равно 0,000056896 м. Для первого варианта краевых условий удалось вычислить норму матрицы и число обусловленности. Для $N = 4, 16, 100, 1000$ норма матрицы оказалась равна соответственно 11,9063; 15,699; 15,9921; 15,9999. А число обусловленности оказалось равно соответственно 37,871; 10630; 16420000; 16425000000.

При небольшом числе разбиений наличие ошибки связано с выбором грубой расчетной сетки механической модели. При очень большом числе разбиений ошибка становится большой из-за накопления погрешностей округления в процессе арифметических операций на компьютере, что свидетельствует о плохой обусловленности решаемой системы линейных алгебраических уравнений [5]. Для оценки обусловленности используется число обусловленности $C(A)$, которое показывает, насколько хорошо обусловлена матрица [6]. Если число обусловленности принадлежит промежутку от 1 до 10, то матрица хорошо обусловлена, если от 10 до 1000, то удовлетворительно обусловлена, если от 1000 до 100000, то плохо обусловлена. А если число обусловленности больше 100000, то матрица считается почти вырожденной.

Чтобы вычислить обусловленность матрицы, можно использовать её норму. Число обусловленности матрицы равно произведению нормы самой матрицы и её обратной.

Библиографический список

1. Самарский А.А. Теория разностных схем. 3-е изд. – М.: Наука, 1989. – 616 с.
2. Годунов С.К., Рябенький В. С. Разностные схемы: введение в теорию. Учебное пособие. – М.: Наука, 1977. – 440 с.
3. Дегтярев А.А. Метод конечных разностей (электронное учебное пособие). – Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева, 2011. – 83 с.
4. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 1. Под ред. д-ра техн. наук проф. И. А. Биргера и чл.-кор. Академии Латвийской ССР Я. Г. Пановко. – М.: Издательство «Машиностроение». 1968. 832 стр.
5. Jurgen Dankert. Numerische methodn der mechanic. – VEB FACHBUCHVERLAG LEIPZIG, 1977. – 318 s.
6. Варапаев В.Н. Вычислительная математика. Учебное пособие. – М.: Московский государственный строительный университет, 2009. – 162 с.

Цвира Ярослав Олегович, студент 1 курса 101 группы ИЦТМС

Научный руководитель:

Горбунова Т.Н., доцент ПМ, к.т.н. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

САМЫЙ БЫСТРЫЙ ШАБЛОНИЗАТОР PHP

Введение

Несмотря на то, что PHP уже по своей сути является шаблонизатором, также существует множество других. Главная причина появления новых шаблонизаторов заключается в необходимости разделять логику от представления. Благодаря этому frontend-разработчики могут изменять внешний вид сайта (шаблон), а backend – логику и архитектуру. Выбор шаблонизатора при сайтостроительстве, а точнее при серверном программировании веб-сайтов на PHP, является неотъемлемым и важным фактором, так как чем сложнее становится веб-приложение, тем сложнее им управлять.

Настройка среды тестирования

В решении поставленного вопроса главная роль отводится характеристикам компьютера, выступающего хостингом. Так как компьютер автора будет использоваться, как хостинг, то следует узнать процессор компьютера, так как это является главной характеристикой (AMD Ryzen 5 4500U with Radeon Graphics 2.38 GHz).

Не менее важными являются характеристикой локального хостинга, а точнее версии PHP на которой будет замеряться скорость шаблонизаторов (PHP 8.0)

Так как для шаблонизаторов нет условной единицы замера, то допустим, что данный код PHP будет являться условной единицей для эксперимента (Рис. 1):

```
(object)[
  "code" => 101,
  "message" => "Равным образом рамки и место обучения кадров влечет за собой процесс
  внедрения и модернизации системы обучения кадров, соответствует насущным потребностям."
],
```

Рис.1. Условная единица для эксперимента (запрос).

Назовём данную единицу «запросом» для упрощения дальнейшего повествования.

Так как собирать данные вручную – это долгий процесс, воспользуемся доступными нам средствами и создадим файл, со следующей структурой (Рис. 2). Данный файл назовём *file_router.php* и будем вызывать его с помощью выражения *include* в PHP. С помощью этого файла будем записывать производительность в текстовый файл *file.txt*.

```
// Указываем то, что нужно записать в файл
$text = '$duration.';
// Открываем файл в нужном нам режиме. Нам же, нужно его создать и что-то записать.
$fp = fopen("/file.txt", "a");//поэтому используем режим 'w'
// Записываем данные в открытый файл
fwrite($fp, $text);
//Не забываем закрыть файл, это ВАЖНО
fclose($fp);
```

Рис. 2. Файловый роутер.

Теперь осталось получить и данные, зафиксировать в *Excel* и сделать вывод. Для этого воспользуемся функцией «Получить данные из текста».

После базовой настройки, определений понятий и фиксации характеристик мы можем приступить к замеру производительности. При проектировании шаблонов и backend воспользуемся документацией шаблонизаторов.

Результаты исследования

В ходе работы были рассмотрен ряд шаблонизаторов: *Twig*, *Smarty*, *Blade*, *BladeOne*, *Latte*, *Plates*, *Mustache* [1,2]. А также PHP для определения «идеального значения» [3](Рис. 3).

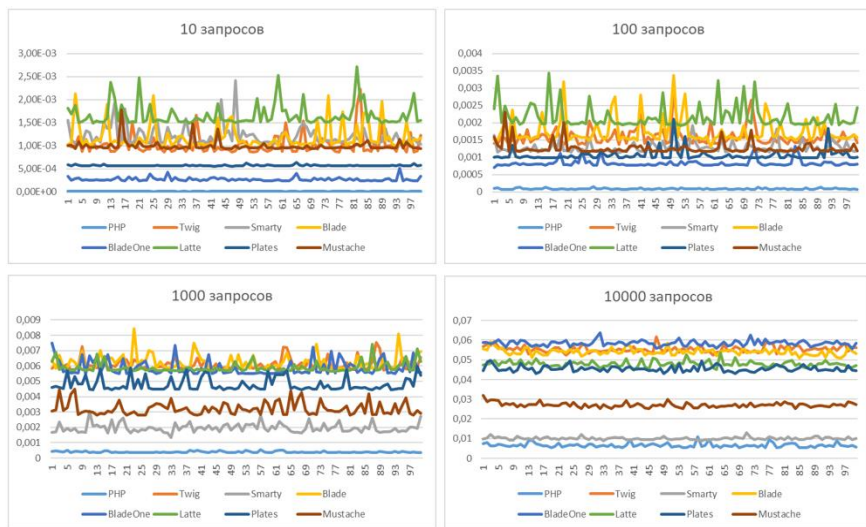


Рис.3. Основные результаты.

Стоит обратить внимание, что у каждого шаблонизатора с количеством запросов растет средняя загрузка веб-страницы [4,5], а средняя нагрузка запроса падает (Рис. 4). Почему же так? Автор специально в исследовании не взял во внимание инициализацию шаблонизаторов, хотя и инициализация неотъемлемо влияет на скорость, но без предварительных экспериментов ее сложно определить.

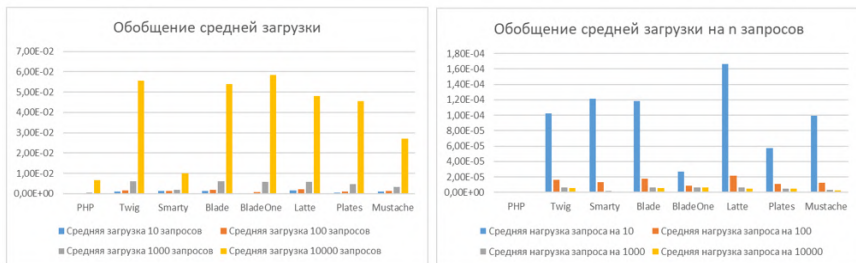


Рис.4. Обобщение средней нагрузки и средней нагрузки.

Теоретически у PHP средней нагрузки запроса должна всегда быть равна, но это при «идеальной системе» [1]. Система же наших замеров не является «идеальной» и поэтому возможны допущения, а также влияние других факторов, которые не могут войти в исследование. Поэтому можно сделать такое деление шаблонизаторов [2] относительно инициализации и нагрузки запросов:

1. Шаблонизаторы, которые имеют высокую нагрузку инициализации, но низкую нагрузку запросов (Smarty)
2. Шаблонизаторы, которые имеют среднюю нагрузку инициализации и среднюю нагрузку запросов (Mustache)
3. Шаблонизаторы, которые имеют низкую нагрузку инициализации, но высокую нагрузку запросов (Plates, Latte, Blade, Twig, BladeOne)

А теперь пришло время ответить на вопрос: «Какой шаблонизатор PHP является самым быстрым?» В ходе исследования мы получили двух победителей: BladeOne (в районе 10–100 запросов) и Smarty (в районе 1000–10000 запросов).

Заключение

Данная тема является актуальной и будет являться актуальной и через несколько лет, особенно для молодых разработчиков. Стоит учесть, что с каждым десятилетием будут появляться новые технологии, новые теории и новые методы, которые влияют на проектирование шаблонизаторов. В целом данная работа не устареет и через несколько лет, потому что здесь доступно и понятно изложены все этапы исследования, а значит повторить обзор шаблонизаторов не составит труда.

Практическая значимость исследования заключается в осознании минусов и плюсов той или иной технологии. А так как шаблонизатор является технологией, то точное знание скорости позволит подбирать программное обеспечение под проект. Вдобавок аналогичное исследование может провести статист, аналитик и разработчик в любом проекте, в котором появится необходимость изменить технологию или определить новый вектор развития.

Данная работа представляет особую важность для программистов-архитекторов или для архитектора программного обеспечения, так как ключевая обязанность архитектора — проектирование архитектуры ПО, то есть принятие ключевых проектных решений относительно внутреннего устройства программной системы и её технических интерфейсов. Эти точные исследования о скорости упростят задачу в выборе шаблонизатора для проекта.

Данное исследование имеет перспективы на продолжение. Так как оценивать шаблонизаторы можно и по другим характеристикам, а не только по скорости. Тем самым разработчики (и сам автор) будут владеть полной осведомленностью в данной теме. Единственная проблема – это актуальность. Со временем полученные данные перестанут быть актуальны, как и другие возможные исследования, а выводы – ошибочны.

Библиографический список

1. Вся правда о шаблонизаторах / Habr [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/27999/> Заголовок с экрана.
2. Template processor / Wikipedia [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Template_processor. - Заголовок с экрана.
3. PHP / Jetbrains [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PHP> - Заголовок с экрана.
4. Шаблонизатор / Wikiqube [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru.wikiqube.net/wiki/Template_processor - Заголовок с экрана.
5. Широков, И. А. Подготовка начинающих веб-разработчиков к работе с шаблонизаторами / И. А. Широков // Современное образование: традиции и инновации. – 2021. – № 4. – С. 88-92. [<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47369459>]

Приложение

Исходники: <https://github.com/Yaro2709/Fastest-PHP-templating-engine>

*Шайдуллина Александра Маратовна, студентка 2 курса 6 группы
ИЦТМС*

Научный руководитель –

Осипов Ю.В., профессор кафедры ПМ.

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государствен-
ный строительный университет»*

О ТОЧКАХ ПЕРЕГИБА НА ГРАФИКАХ ФИЛЬТРАЦИИ

1. Введение

В настоящее время исследование перемещения твердых частиц сквозь поры фильтра является актуальной задачей для множества областей науки и техники. Для разработки прочного фундамента требуется закачать жидкий раствор в рыхлый грунт. В породу впрыскивается раствор полимера или бентонита, которые в свою очередь фильтруются в порах. Далее при попадании влаги суспензия расширяется и закупоривает пустоты почвы [1-3].

При долговременной глубинной фильтрации коллоидов в пористой среде часть частиц под действием гравитационных, электростатических и гидродинамических сил осаждаются, образуя сводовые перемычки, перекрывающие доступ к поре [4, 5]. Возможен геометрический механизм захвата частицы, то есть частица, имеющая размер близкий к поперечному размеру поры перекрывает вход, оставаясь в горловине поры. Исследования доказали невозможность осажденной частицы вернуться во взвешенное состояние.

Модель фильтрации образуют два уравнения, которые описывают рост концентрации осадка и баланс концентраций взвешенных и осажденных частиц. При небольшом количестве частиц в несущей жидкости скорость роста осадка пропорциональна первой степени концентрации взвешенных частиц; коэффициент пропорциональности определяется с помощью концентрации осажденных частиц и называется функцией фильтрации. Функция фильтрации зависит от физических, химических и геометрических свойств пористой среды, частиц и несущей жидкости и определяется в натуральных и лабораторных экспериментах.

Для некоторых моделей фильтрации можно найти аналитическое решение, в остальных же случаях задача будет решаться численно. Полученные решения позволят спрогнозировать дальнейший процесс фильтрации.

В работе рассматриваются концентрации взвешенных и осажденных частиц в конкретной точке пористой среды в зависимости от времени. На входе в среду скорость роста концентрации убывает. Можно заметить, что для малых частиц скорость роста концентраций убывает, а для крупных частиц - возрастает до определенного времени, затем начинает убывать. На графиках динамики концентраций точки смены монотонности скорости роста

являются точками перегиба. В работе приведены условия существования точек перегиба на графиках концентраций.

2. Модель фильтрации

В области $\Omega = \{(x, t): 0 \leq x \leq 1, t \geq 0\}$ рассмотрим одномерную макроскопическую модель фильтрации монодисперсных суспензий и коллоидов в однородной пористой среде в безразмерной форм

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \lambda(S_m - S)C \quad (2)$$

Здесь $C(x, t), S(x, t)$ - неизвестные концентрации взвешенных и осажденных частиц, $\Lambda(S) = \lambda(S_m - S)$ - линейная блокирующая функция фильтрации. Предполагается, что $\Lambda(S) = 0$ при $S \geq S_m$. В предельном случае достигается максимальная концентрация осадка S_m , то есть становятся закупоренными осажденными частицами все малые поры, а взвешенные частицы свободно проходящими сквозь поры большого поперечного размера. Размер частиц формируется значением функции фильтрации в нуле $\Lambda(0) = \lambda S_m$: чем больше частица, тем больше $\Lambda(0)$.

Граничные и начальные условия описывают впрыск суспензии или коллоида постоянной концентрации в однородную пористую среду.

$$C|_{x=0} = 1 \quad (3)$$

$$C|_{t=0} = 0, \quad S|_{t=0} = 0 \quad (4)$$

В областях $\Omega_0 = \{(x, t): 0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq x\}$ задача (1)-(4) имеет нулевое решение: $C = 0, S = 0$, $\Omega_1 = \{(x, t): 0 \leq x \leq 1, t \geq x\}$ решение положительно. Граница $t = x$ областей Ω_0 и Ω_1 является фронтом концентраций взвешенных и осажденных частиц, движущихся в пористой среде от входа к выходу с неизменной скоростью. Решение C разрывно на фронте; решение S непрерывно во всей области Ω .

В области Ω_1 точное решение задачи (1)-(4) задается явными формулами

$$C(x, t) = \frac{e^{\lambda(t-x)}}{e^{\lambda(t-x)} + e^{\lambda S_m x} - 1}, S(x, t) = \frac{S_m(e^{\lambda(t-x)} - 1)}{e^{\lambda(t-x)} + e^{\lambda S_m x} - 1} \quad (5)$$

Из второго решения (5) получаем, что на входе $x = 0$ концентрация осажденных частиц определяется формулой

$$S_0(t) = S(0, t) = S_m(1 - e^{-\lambda t}) \quad (6)$$

Функция $S_0(t)$ монотонно возрастает и стремится к S_m при $t \rightarrow \infty$.

3. Динамика концентраций

Иследуем динамику концентраций взвешенных и осажденных частиц - зависимость решений в фиксированной точке x от времени. Дифференцируем по времени решения (5)

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\lambda(e^{\lambda S_m x} - 1)e^{\lambda(t-x)}}{(e^{\lambda(t-x)} + e^{\lambda S_m x} - 1)^2}, \quad \frac{\partial S}{\partial t} = \frac{\lambda S_m e^{\lambda S_m x} e^{\lambda(t-x)}}{(e^{\lambda(t-x)} + e^{\lambda S_m x} - 1)^2} \quad (7)$$

Из формул (7) следует, что при $x > 0$ в области Ω_1 решения $C(x, t), S(x, t)$ возрастают от нуля на фронте концентраций $t = x$ до 1 и S_m при $t \rightarrow \infty$. Дифференцируя формулы (7), находим вторые производные

$$\frac{\partial^2 C}{\partial t^2} = -\frac{\lambda^2(e^{\lambda S_m x} - 1)e^{\lambda(t-x)}}{(e^{\lambda(t-x)} + e^{\lambda S_m x} - 1)^3}(e^{\lambda(t-x)} - e^{\lambda S_m x} + 1), \quad (8)$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial t^2} = -\frac{\lambda^2 S_m e^{\lambda S_m x} e^{\lambda(t-x)}}{(e^{\lambda(t-x)} + e^{\lambda S_m x} - 1)^3}(e^{\lambda(t-x)} - e^{\lambda S_m x} + 1). \quad (9)$$

При $x > 0$ знак вторых производных (8) противоположен знаку множителя

$$M = e^{\lambda(t-x)} - e^{\lambda S_m x} + 1.$$

Если $t \rightarrow \infty$, то множитель M положителен и производные второго порядка (8) отрицательны. Получим, что при большом времени графики решений (5) выпуклы вверх. При приближении к фронту концентраций $t \rightarrow x + 0$ знак множителя M определяется значением произведения $\lambda S_m x$. Производные (8) отрицательны при положительном множителе $\lambda S_m x < \ln 2$. В этом случае графики динамики концентраций выпуклы вверх и не имеют точек перегиба. Производные (8) положительны при отрицательно множителе $\lambda S_m x > \ln 2$. Характер выпуклости графиков динамики меняется, графики имеют точку перегиба с абсциссой

$$t_0 = x + \frac{1}{\lambda} \ln(e^{\lambda S_m x} - 1) \quad (9)$$

Так как длина пористого образца в безразмерной математической модели равна 1, наличие точки перегиба на графиках решений вблизи выхода пористой среды определяется величиной $\Lambda(0) = \lambda S_m$. Если $\lambda S_m \leq \ln 2$, то при любом $x \in [0, 1]$ точек перегиба нет; если $\lambda S_m > \ln 2$, то на выходе пористой среды и вблизи него графики динамики концентраций имеют точку перегиба. Точка перегиба появляется на графиках при $x > \ln 2 / (\lambda S_m)$.

4. Численные расчеты

1. Для частиц радиуса $r_2 = 3.168$ мк функция фильтрации $\Lambda_2(S) = 1.137 - 2.351 \cdot 10^{-3} S$, имеет предельный осадок $S_m = 484$. Поскольку $\Lambda_2(0) = 1.137 > \ln 2$, на графиках динамики концентраций вблизи выхода пористой среды имеются точки перегиба. Точки перегиба появляются на графиках динамики при $x \geq 0.61$.

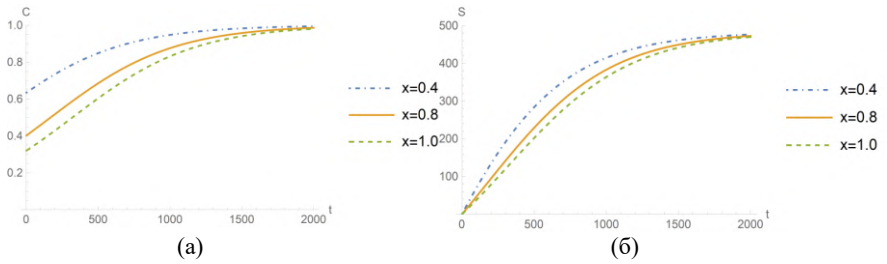


Рис. 1. Динамика концентраций крупных микрочастиц в сечениях пористой среды $\chi = 0.4; 0.8; 1.0$. а) взвешенные частицы C . б) осажденные частицы S .

Из графиков заметно, что при $\chi = 0.4$ графики динамики не имеют точек перегиба, при увеличении времени скорость роста концентраций крупных микрочастиц уменьшается. При $\chi = 0.8$ и $\chi = 1$ графики имеют точку перегиба. Скорость роста концентраций взвешенных и осажденных микрочастиц возрастает до момента перегиба и затем уменьшается.

2. Абсциссы точек перегиба совпадают с нулями вторых производных концентраций взвешенных и осажденных частиц. На рис. 2 показаны графики производных второго порядка в сечениях $\chi = 0.4; 0.8; 1.0$ для функции фильтрации, заданной в п. 1.

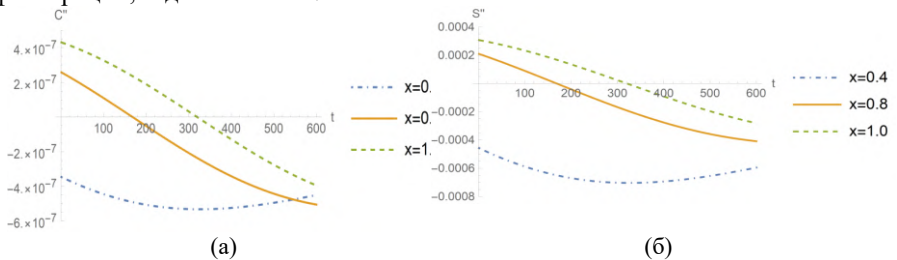


Рис. 2. Динамика концентраций крупных микрочастиц на разрезах $\chi = 0.4$ и $\chi = 0.8$ пористой среды.

а) взвешенные частицы. б) осажденные частицы.

При $\chi = 0.4$ графики динамики не имеют точек перегиба, поскольку вторые производные не обращаются в ноль; при $\chi = 0.8$ и $\chi = 1$ графики имеют точки перегиба с абсциссами $t_{0.8} = 168.5$ и $t_{1.0} = 320$, так как в этих точках производные второго порядка меняют знак.

Библиографический список

1. Tsuji M., Kobayashi S., Mikake S., Sato T., Matsui H. Опыт после заливки укрепителем для уменьшения притока подземных вод на глубине 500 м в подземной исследовательской лаборатории Мидзунами, Япония., *Procedia Engineering*. 2017, vol. 191, pp. 543 – 550.

2. Li S., Liu R., Zhang Q., Zhang X. Защита от попадания воды или грязи в туннели с помощью укрепителя: обзор. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2016, vol. 8, pp. 753-766.
3. Yoon, J., Mohtar, C. S. E. Возможности укрепления сыпучих грунтов с использованием бентонитового раствора на основе модели фильтрации *Transport in Porous Media*, 2014, vol. 102, pp. 365–385.
4. Akhmetov V., Akhmetova V. Конвективно-диффузионная модель осаждения частиц при моделировании строительных конструкций. *MATEC Web of Conferences*, 2018, vol. 251.
5. Кузьмина Л. И., Осипов Ю. В. Расчет фильтрации с двумя механизмами захвата частиц. *Строительная механика и расчет сооружений*. 2017. т. 1. С. 59-64.

**СЕКЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ,
ТЕХНОЛОГИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ В
СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Лоткин Виктор Станиславович, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Макиша Е.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОВЕРКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

С 2022 года в России проводится внедрение информационного моделирования в строительстве как обязательной составляющей проектирования, направленной на улучшение всех процедур создания проекта и результативное взаимодействие его участников. Наряду с этим, для повышения объема ввода строительных объектов в эксплуатацию, Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации разработало Стратегию развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства до 2030 года. В силу данных событий строительную отрасль ждет еще более широкое внедрение информационных технологий, в частности на этапе проектирования [1].

Уже сейчас большинство организаций перешло на использование информационного моделирования, применяя более технологичный и качественный продукт в сравнении с системами автоматизированного проектирования (САПР). В процессе работы над проектом, специалисты разных разделов имеют возможность отслеживать изменения в смежных дисциплинах, обмениваться информацией и вносить корректировки в режиме реального времени.

Одной из самых серьезных проблем при разработке строительного проекта с использованием информационного моделирования является появление несоответствий и коллизий. Выявление подобных ошибок должно происходить на ранних этапах в целях устранения влияния на последующие этапы жизненного цикла проекта.

Для организации проверок информационных моделей может применяться соответствующее программное обеспечение. Внедрение в деятельность строительных компаний программных продуктов, способных анализировать и исправлять несоответствия, позволяет существенно повысить качество и уровень работы организации. Использование подобных инструментов позволяет выявлять как геометрические коллизии и несоответствия, так и отклонения данных модели от требований норм и стандартов [2].

В настоящее время для проверки информационных моделей используют различные программные комплексы, одним из которых является программный комплекс Solibri. Данный программный продукт позволяет быстро выявлять ошибки и коллизии в моделях, находить неполноту данных или

отклонения от правил создания модели. Кроме того, комплекс дает возможность группировать ошибки модели по определенным параметрам. Особенностью данного программного обеспечения является дополнение, позволяющее создавать пользователю собственные правила проверки модели.

Программный комплекс Solibri является разработкой финской компании и использует в работе информационные модели в формате IFC (Industry Foundation Classes). Обширный функционал комплекса позволяет своевременно обнаруживать все препятствия и сложности на пути построения качественной модели строительного объекта. Он способен проводить проверки информационной модели по разным типам. Возможные виды проверок указаны на рисунке 1 [3].

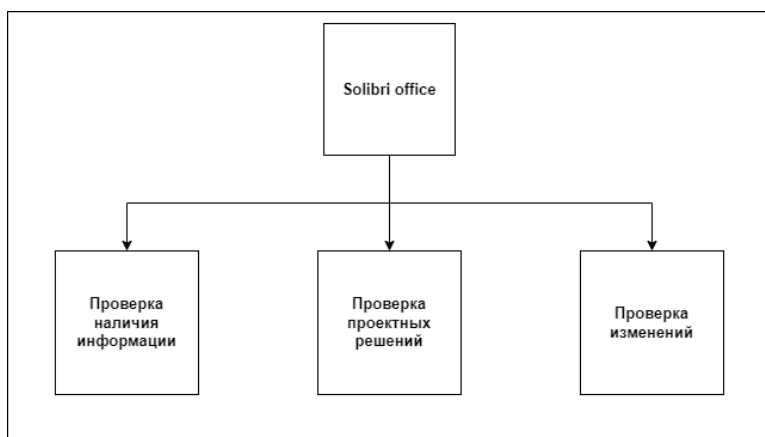


Рисунок 1. Виды проверок информационных моделей строительных объектов

Проверка наличия информации позволяет оценивать заполненность значений атрибутов элементов модели, а также определять правильность ввода и формат данных. В зависимости от стадии проекта к тому, какая информация должна быть в модели, могут предъявляться разные требования. Такие проверки производятся с заданной периодичностью, например, при загрузке нового раздела. Также процесс может производиться как для проекта в целом, так и по дисциплинам – например, только для конструктивной части [4].

Проверка проектных решений – это способ оценить геометрические коллизии в информационной модели, а также создание симуляций, на основе которых можно изучить процессы «жизнедеятельности» еще не построенного здания или сооружения. Результаты данного вида проверки демонстрируются на самих трехмерных моделях. Один из таких примеров представлен на рисунке 2 [4].

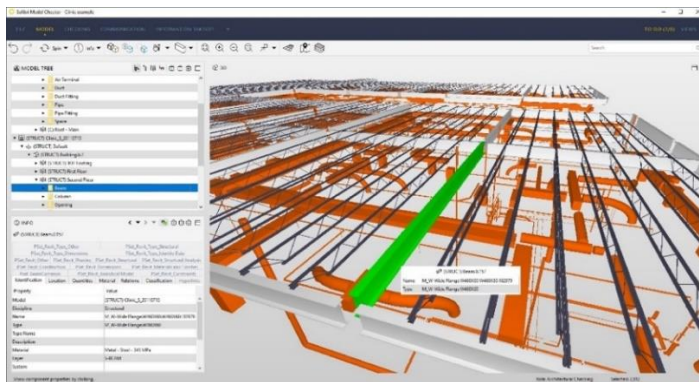


Рисунок 2. Пример проверки на коллизии

Третьим видом проверок является проверка изменений модели. В настоящее время в проектных компаниях информационное моделирование выполняется по разделам. Данный метод позволяет каждому отделу заниматься своей дисциплиной и обеспечивать высокую скорость разработки. Для координации работы сотрудников применяют технологии проверки изменений модели. Благодаря таким проверкам, сотрудники могут отследить последние действия коллег, а также ориентироваться на изменения, которые вносятся в других отделах. Пример отчета работы программы на выявление изменений можно увидеть на рисунке 3 [7].

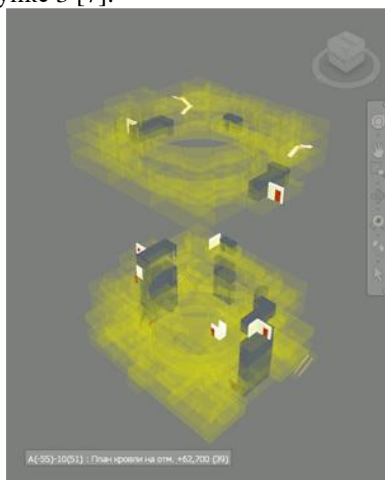


Рисунок 3. Пример проверки модели на изменения

Для записи правил проверки в Solibri существует два варианта. Первый позволяет создать правила с помощью существующих шаблонов, что в

значительной мере ускоряет и упрощает работу пользователя. Параметры проверки можно вручную внести в таблицу или импортировать из файла электронной таблицы (файл расширения .xls или .xlsx), далее данные переносятся в программный комплекс. Вид окна программного комплекса можно увидеть на рисунке 4.

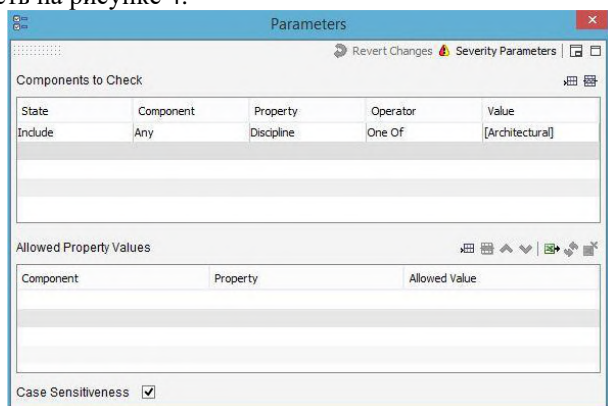


Рисунок 4. Создание правила проверки на основе шаблона

При невозможности использования встроенных шаблонов, можно воспользоваться вторым вариантом создания проверок, который позволяет изучать не только физические аспекты модели, но и выполнять проверки с точки зрения соответствия сводам правил и государственным стандартам. Для реализации данного варианта существует интерфейс – Solibri API [5]. API – это интерфейсы прикладного программирования, реализуемые с помощью языка Java. API шаблон, используемый при взаимодействии с интерфейсом, дает возможность пользователям создавать свои наборы правил не только для собственного использования, но также для обмениваться ими с другими проектировщиками. Созданные правила оформляются посредством *.xml файлов, в которых формулируются требования для проверки модели. Благодаря Solibri API можно адаптировать проверку под потребности пользователя [6].

Резюмируя, можно утверждать, что программный комплекс Solibri существенно повышает скорость и качество работы предприятий. На основе создания проверок и использования программного комплекса контроля, проектировщик может выявить ошибки проектирования задолго до начала строительства и существенно снизить дорогостоящее, а иногда и не имеющее возможностей исправление этих ошибок. Устранение проблем до того, как они возникнут, и нахождение более экономичного решения, а также комплексная оценка на соответствие всем нормам, прописанным не только в техническом задании, но и в стандартах строительства, - несомненное преимущество

использования программных комплексов исправления ошибок и коллизий в информационных моделях.

Благодаря возможности создания собственных правил проверки информационных моделей, в будущем может быть организована проверка большинства требований, предписанных стандартами и нормами. [8, 9] Это и будет являться направлением дальнейших исследований автора статьи.

Библиографический список

1. Цифровизация позволяет сократить сроки строительства на 19% [Электронный ресурс] URL: <https://stroim.mos.ru/news/tsifrovizatsiia-rozvoliaiet-sokratit-sroki-stroitelstva-na-19-bochkariov?from=cl> (дата обращения: 18.02.2022)

2. Проблемы создания информационной модели объекта капитального строительства на стадии строительства [Электронный ресурс] URL: <https://www.normacs.info/articles/928> (дата обращения: 18.02.2022)

3. Solibri: BIM и немного амбиций [Электронный ресурс] URL: <https://sapr.ru/article/24960> (дата обращения: 18.02.2022)

4. Проведение автоматизированных проверок [Электронный ресурс] URL: <https://sapr.ru/article/24960> (дата обращения: 18.02.2022)

5. *Кривой С.А.* Автоматизированные проверки информационной модели здания на нормативно-техническую документацию Alfabuild. 2 (2). 2017. 54-57 с.

6. *Макиша Е.В., Мочкин К.А.* Состояние и перспективы применения систем проверки информационных моделей строительных объектов // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11. Вып. 4. Ст. 6. URL: <http://nsjournal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.4.6

7. Solibri [Электронный ресурс] URL: <https://www.csoft.ru/catalog/soft/solibri/solibri.html> (дата обращения: 18.02.2022)

8. *Rybakova A., Makisha E.* Assessment of translate-ability of "green" standards requirements into a machine-readable format for automated verification // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 7. Сер. "VII International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education", IPICSE 2020" 2021. С. 012052. DOI: 10.1088/1757-899X/1030/1/012052.

9. *Makisha E., Rybakova A.* Automated assessment of information models for compliance with "green" standards // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 7. Сер. "VII International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education", IPICSE 2020" 2021. С. 012053. DOI: 10.1088/1757-899X/1030/1/012053.

*Семёнова Кристина Сергеевна, студентка 4 курса 2 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Макиша Е.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕДАЧИ ФАЙЛОВ ЦИФРОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОГРАММАХ ВЫЯВЛЕНИЯ КОЛЛИЗИЙ

Введение

Строительство, как и любая другая сфера, ставит перед собой цель создать и ввести в эксплуатацию максимальное количество продуктов (строительных объектов), затратив минимум материальных, трудовых и временных ресурсов. Успешная реализация проекта является показателем эффективности организации и работы системы управления (рис. 1), которую можно рассматривать как совокупность управляющей подсистемы, объекта управления и их связей (обратная связь, управляющие и внешние воздействия).



Рис. 1. Система управления проектами

Деятельность данной системы происходит путем последовательного перехода между фазами жизненного цикла проекта. На этапе проектирования, на котором принимаются одни из основополагающих решений, необходимо проверять их корректность и правильность используемых данных, организовав мониторинги с помощью специализированных программных продуктов и группы экспертов, чтобы не допустить ошибки, влияющих на качество реализации замысла и безопасность возведенного здания. Одним из видов проверок является выявление коллизий, которые ведут к увеличению стоимости, количества используемых ресурсов и продолжительности строительства. [1-3]

Для выгрузки файлов проекта в программы выявления коллизий проектировщики должны передавать модели и оперативно взаимодействовать не только внутри своего отдела, но и с проектировщиками других разделов, руководителями проекта и рабочей группы, а те, в свою очередь, с заказчиком.

Перед BIM-специалистами возникает задача грамотно настроить совместную работу между участниками проекта, структурировать данные для обмена и непосредственной работы, что позволит увеличить скорость проверки и согласования принятых решений. Для эффективной реализации поставленной задачи организуется среда общих данных с ограничениями по уровню доступа. Условия для коллективной работы прописываются в BIM-стандарте компании, а требования заказчика к формату и уровню детализации данных, способу и времени их передачи – в EIR (англ. employer's information requirements, информационные требования заказчика).

В данной статье предложена идея для разработки алгоритма подготовки и выгрузки моделей в программы выявления коллизий на основе среды общих данных, позволяющей ускорить и качественно повысить уровень процесса проектирования за счет грамотной настройки совместной работы. Автоматизация данного алгоритма осуществляется с помощью встроенных методов Revit; кода, содержащегося в bat-файлах и запускаемого через командную строку; и планировщика заданий.

Материалы и методы

Среда общих данных (СОД) – комплекс программно-технических средств, использующий единый источник данных и обеспечивающий управление, хранение и обмен данными об информационных моделях на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства и недвижимости. [4]

Существуют следующие зоны СОД (рис. 2):

- 1) Основные:
 - WIP (Work In Progress) – зона рабочего процесса;
 - Shared – зона общих данных, для обмена;
 - Published – зона опубликованных данных;
 - Archive – зона архивированных данных.
- 2) Интерпретированные как основные зоны на основе источников:
 - Incoming – зона входящих данных;
 - Resources – зона ресурсов.
- 3) Дополнительные:
 - Temporary – зона временных данных;
 - Deleted – зона удаленных данных.

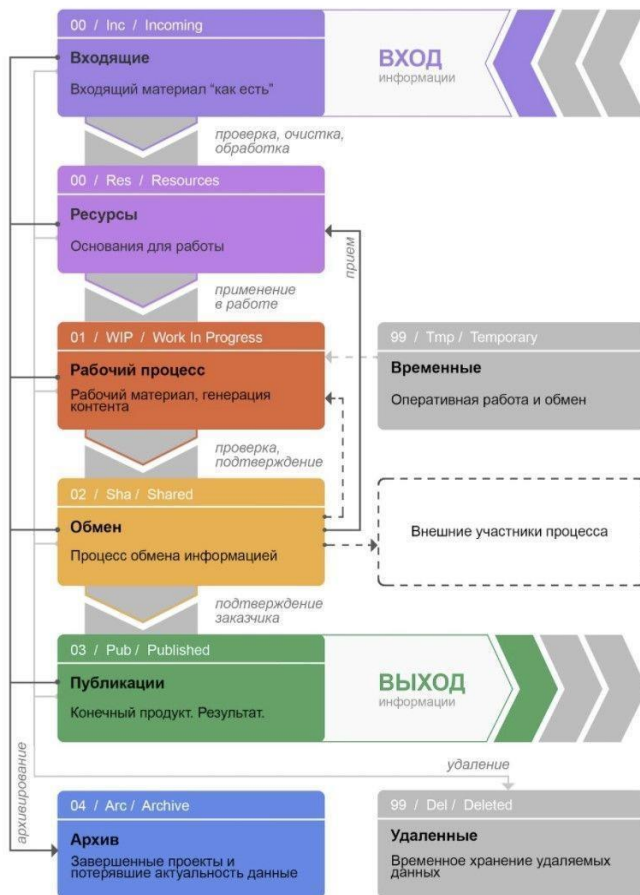


Рис. 2. Организационная структура среды общих данных [5]

На первом этапе данные попадают в зону Incoming, выделенную для размещения входящей информации в первоначальном виде, такой как технические задания, письма и требования, предоставляемые внешними участниками системы управления проектом с определенными правами.

Для дальнейшего использования данные из зоны Incoming проверяются, обрабатываются, корректируются в соответствии с ВИМ-стандартом компании и передаются в зону ресурсов. Resources предназначена для централизованного хранения материалов, к которым относятся исходные данные (Input), спецификации используемой продукции, согласованных с заказчиком (Approval), каталоги типовых решений (Catalogs), аналоги и прототипы,

применяемые в проекте (Prototypes), календарные графики выполнения работ (Schedules), библиотека объектов и шаблонов, отличных от системных, для программного продукта, в котором разрабатывается продукт (SoftWare). Данные, находящиеся в данной зоне, должны быть актуальными, обработанными и очищенными от неиспользуемой информации, также структурированы в простой и понятной логике.

После формирования исходных материалов они начинают использоваться специалистами различных отделов. Незавершенные модели располагаются в рабочей папке зоны WIP, организованной таким образом, что доступ к файлам одного раздела имеется только у специалистов данного подразделения, это связано с тем, что проектировщики могут по ошибке воспользоваться текущей версией проекта, которая находится на стадии разработки. Например, каталог «АР» с архитектурными моделями может увидеть только рабочая группа архитекторов. Для взаимодействия проектировщиков создаются временные файлы в области Temporage, которая периодически очищается.

Завершенные модели, над которыми больше никто не работает, переходят в общую зону Shared. Область среды общих данных, где материалы участников проекта хранятся в общем доступе для смежных подразделений и контрагентов [6]. Например, проектировщик отопления и вентиляции может использовать разработанную архитектурную модель в каталоге общего доступа, используя ее в качестве связи или подложки при проведении необходимой инженерной сети с учетом принятых планировочных решений уже в зоне WIP. Также внутри области Shared выделяется папка для заказчика, в которую размещаются актуальные версии проекта для дальнейшего согласования. При каждом изменении данных в данной зоне модели должны обновляться, а информация о внесенных корректировках записывается в журнал обновлений. После согласования между участниками проектных решений по определенной стадии материалы переносятся в зоны Published и Resources [7].

В области опубликованных данных содержатся исключительно последние версии материалов, выдаваемых заказчику. Формат, организация и иные требования к информации, находящейся в данной зоне, соответствуют условиям, прописанным в EIR-информационных требованиях заказчика.

Завершенные проекты перемещаются в зону Archive с ограничением доступа только на чтение. Это может происходить по стадиям проектирования или папками рабочих групп. Предварительно они проверяются на наличие всей необходимой информации и отсутствие посторонних файлов, создаваемых в процессе работы, такие как резервные копии, локальные копии и т.п.

На всех описанных этапах существует возможность размещать данные в области Delete, предназначенной для хранения информации с возможностью дальнейшего восстановления. Модели перемещаются в зону удаленных

данных с сохранением иерархии папок. Delete иногда реализуется методами резервного копирования, облачными и сетевыми корзинами. Как только материалы устаревают, то они удаляются безвозвратно.

Результаты

Таким образом, благодаря организации среды общих данных, между специалистами обеспечивается эффективное взаимодействие, а также открываются возможности контроля и поиска ошибок. Чтобы минимизировать человеческий фактор при непрерывном мониторинге исполнения работ [8], используются специализированные программные продукты, для передачи в которые необходимо провести некоторые операции подготовки моделей под необходимые требования. В связи с этим будет актуальна разработка алгоритма, в результате применения которого не придется открывать каждую модель, чтобы ее подготовить и сохранить для передачи.

Для автоматической передачи файлов между зонами среды общих данных можно использовать структуру, описанную через bat-файлы, ссылающиеся на текстовые документы, содержащие адреса необходимых моделей. Запуск кода будет осуществляться по условиям, заданным в планировщике заданий, в соответствии с требованиями заказчика или менеджера проекта. В данной ситуации возникает проблема копирования модели, которая представляет собой файл хранилища. Для решения этой задачи можно использовать возможности программ, таких как Dynamo в Revit. Запускается скрипт, который в свою очередь будет отсоединять проект от файла хранилища и переносить его в необходимую зону, в данном случае Shared. Далее эта модель подготавливается к передаче в программы выявления коллизий путем настройки шаблонов и очищения модели.

Выводы

Одним из способов повышения качества реализуемого проекта является проведение систематических проверок на возможные ошибки и пересечения. В зависимости от обратной связи будут приниматься решения для организации дальнейшей работы. К тому же устранение выявленных коллизий на этапе проектирования обойдется в несколько раз дешевле, чем если их обнаружат во время строительства. Для этого необходимо правильно организовать среду общих данных, которая позволит минимизировать риски, таких как совместимость файлов, потеря деталей при перемещении информации из одного приложения в другое, а также появление ошибок и пропусков в ходе ручных процессов [9].

В конечном счете автоматизация представленного алгоритма не только облегчит работу проектировщиков и BIM - специалистов, но и позволит существенно экономить время обмена данными и снизить стоимость этого обмена [10]. Автоматическое формирование и выгрузка модели в нерабочее время с необходимой периодичностью приведет к облегчению работы сервера.

Библиографический список

1. *Makisha E.* Practical formation of verification rules for building information models // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 23, Construction - The Formation of Living Environment. Сер. "XXIII International Scientific Conference on Advance in Civil Engineering: "Construction - The Formation of Living Environment", FORM 2020 - Smart City" 2020. С. 022031. DOI: 10.1088/1757-899X/869/2/022031
2. *Makisha E.* Evaluation of rule formation algorithm for verification of building information models // В сборнике: 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019. 2019. С. 8933861. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8933861.
3. *Makisha E.* Classification of types of verification for building information models // В сборнике: 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019. 2019. С. 8934092. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934092.
4. ГОСТ Р 10.0.01-2018 Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Основные положения. Общие требования к технологии информационного моделирования [Электронный ресурс] URL: [https://forums.autodesk.com/t5/autodesk-community-bim-club/obmen-zadaniyami-revit-pri-razrabotke-proekta/td-p/7430468?profile.language=ja](http://nghp-sro.ru/files/news/news358/Appendix%201.pdf#:~:text=ГОСТ%20Р%2010.0.01-2018.%208%20Среда,объекта%20капитального%20строительства%20и%20недвижимости (дата обращения: 28.01.2022)5. Организационная структура среды общих данных [Электронный ресурс] URL: <a href=) (дата обращения: 28.01.2022)
6. *Савенко А.И., Черенков П.В.* Среда общих данных при реализации строительных объектов с применением BIM //САПР и ГИС автомобильных дорог, 2019. №2 (13). С. 4-11 [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_42342457_88133065.pdf (дата обращения: 28.01.2022)
7. *Скворцов А.В.* Обзор международной нормативной базы в сфере BIM// САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 2(7). С. 4-48 [Электронный ресурс] URL: <http://www.cadgis.ru/2016/7/01> (дата обращения: 28.01.2022)
8. *Серебряков С. В., Комоско В. В., Строков В. М.* Геоинформационная технология 8-уровневой ответственности // Управление развитием территории. 2016. № 3/2016 С. 56-60. [Электронный ресурс] URL: <http://opds.info/wp-content/uploads/2021/04/1-serebryakov-geoinformacionnaya-tehnologiya-8-urovnevoj-otvetstvennosti-short.pdf> (дата обращения: 28.01.2022)
9. *Петушкова, Я. Д., Придвижкин, С. В., Карманова, М. М.* СРЕДА ОБЩИХ ДАННЫХ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ. // Экономика и управление: проблемы, решения 2020. 1(7), с. 17-22. [Электронный ресурс] URL: <https://doi.org/10.34684/ek.ur.p.r.2020.07.01.003> (дата обращения: 28.01.2022)
10. *Талапов В. В.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с. [Электронный ресурс] URL: <https://studylib.ru/doc/6223984/osnovy-bim.-vvedenie-v-informacionnoe-modelirovanie-zdanij> (дата обращения: 28.01.2022)

*Храмова Арина Сергеевна, студентка 4 курса 2 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Макиша Е.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАССТАНОВКИ ПЕРЕМЫЧЕК В ЦИФРОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

На современном этапе развития строительной отрасли практически невозможно представить процесс проектирования зданий без использования цифровых технологий.

Одной из таких технологий является технология информационного моделирования (ТИМ). В рамках информационного моделирования создается 3D-модель здания, которая используется как на этапе проектирования, так на остальных этапах жизненного цикла строительного объекта.

С точки зрения архитектурного проектирования основными преимуществами ТИМ являются: более точная концептуализация и визуализация проекта на ранних стадиях проектирования, сокращение сроков выполнения проекта, уменьшение количества ошибок при проектировании, упрощение процесса взаимодействия заказчика и исполнителей проекта, а также повышение качества проектной документации [1, 2].

На основе технического задания заказчика разрабатывается проектная документация будущего строительного объекта. Одним из разделов проектной документации является «Архитектурные решения».

Архитектурными решениями зданий являются решения, воплощающие авторский замысел объекта строительства, в котором комплексно решены функциональные, конструктивные, эстетические и эргономичные требования к нему [3]. Разработанные архитектурные решения – это набор чертежей, которые дают представление о внешнем виде сооружения и расчетных документов.

Любое здание состоит из множества конструктивных элементов. Из них важными являются не только стены, перекрытия, окна и двери, но и перемычки.

Перемычка — конструктивный элемент, применяемый для перекрытия дверных, оконных проёмов в стене и воспринимающий нагрузку от вышерасположенной конструкции. Изготавливается из железобетона, металла, дерева или кирпича.

При возведении стен здания из газобетонных блоков, нельзя, чтобы блоки висели в воздухе над проемами окон и дверей. Перемычка кладется сверху на ряд кладки, завершающий высоту проема, являясь его верхней

границей, далее на нее укладывается следующий ряд блоков и вся оставшаяся часть стены над проемом.

Перемычки служат прочной опорой для возведения стены над любыми видами проемов, укрепляют конструкцию стены, предохраняют оконные рамы и дверные коробки от деформации при изгибе блока.

Для различных видов стен используются разные перемычки. В представленной работе будут рассмотрены перемычки в виде арматуры и сборные в виде стальных уголков, на которые укладываются стандартные газосиликатные блоки. Перемычка выбирается не только в зависимости от типа стены, но и ее толщины, а также от ширины проема.

При создании информационной модели, архитектору необходимо вручную расставлять перемычки над каждой дверью и окном. Это вызывает определенные трудности.

Во-первых, несмотря на то, что перемычка — это параметрическое семейство, в проекте его необходимо настраивать под каждую дверь или окно, записывая параметры размера (длина, ширина).

Во-вторых, необходимо задавать смещение на определенную высоту.

Получается, что расстановка перемычек является достаточно времязатратным процессом. Автоматизировав его, можно повысить точность и правильность расстановки перемычек, тем самым улучшив качество проектной документации, а также сократить сроки ее разработки.

Способов автоматизации расстановки перемычек в информационной модели здания может быть несколько.

Одним из вариантов решения создавшейся проблемы, является вложение семейства перемычки, в семейства дверей и окон. Семейства очень удобны в использовании, за счёт возможности создания типов в одном семействе исчезает необходимость создавать каждый раз новые модели, которые внешне идентичны и отличаются лишь габаритами [4]. Тогда они появились бы в проекте автоматически у каждого элемента двери и окна с необходимыми заданными длиной и шириной относительно параметров двери или окна. Однако в данном случае имеется несколько проблем:

1. Не у каждого элемента двери и окна нужна перемычка.
2. Вложенность семейств вызывает перевес модели.
3. Трудоемкое управление типоразмерами через список в диспетчере проекта [5].

Другим вариантом решения является написание плагина и создание отдельной кнопки на панели инструментов, при нажатии которой перемычки будут расставляться с учетом выбранных параметров.

В представленной статье будет рассмотрена автоматизация расстановки перемычек, как одного из конструктивных элементов при проектировании и строительстве здания, с помощью плагина и создания кнопки для пользователя.

Плагин – это файл или программный модуль, который добавляет функциональные возможности в целевой продукт, то есть используется для расширения возможностей приложения [6].

В данном исследовании в качестве программного обеспечения для проектирования используется Autodesk Revit. Revit является одной из самых востребованных программ на основе ТИМ. С его помощью реализуется множество решений, возможно объединить все задачи по архитектурному проектированию и строительству в единой среде моделирования, что обеспечивает повышение общей эффективности и рентабельности проектов.

В Revit плагины взаимодействуют с Revit API, то есть программа загружает плагин и использует, когда пользователь вызывает команду, заложенную в коде плагина. Вызов происходит нажатием кнопки на панели управления. Код программы написан на языке программирования C#.

Ниже представлено описание системы.

При запуске работы кнопки, пользователю в окошке необходимо будет выбрать три параметра: тип стены, для которого в проеме необходимы переключки, тип переключки по размеру и ширину проема, на который необходимо поставить переключку.

Выпадающие списки в окошке выбора, формируются следующим образом:

1. Типы стен отбираются по категории и названию из тех, которые использованы в проекте.

2. Типы переключек – это все типоразмеры загруженных семейств переключек.

3. Ширина проема берется из параметра, который хранит ширину проёма двери или окна, представленных в проекте.

Далее создается параметрическое семейство переключки с различными типоразмерами. Структура работы программы:

1. Собираются все загруженные семейства переключек, фильтр работает по наименованию.

2. Собираются все экземпляры окон и дверей, расставленные в проекте.

3. Собираются стены, которые являются основами для данных элементов дверей и окон.

4. Создается экземпляр переключки для каждого элемента двери или окна в данной стене в следующей последовательности:

- 4.1 Выбирается экземпляр элемента двери или окна в проекте.

- 4.2 Определяются его координаты в модели.

- 4.3 Прибавляется значение параметра высоты проема элемента, тем самым рассчитываются координаты размещения будущей переключки.

- 4.4 Определяется значение параметра ширины элемента.

- 4.5 Рассчитывается длина перемычки за счет прибавления к параметру ширины элемента двери или окна отступов 250 мм с каждой стороны.
 - 4.6 Для выбранного элемента определяется основа – тип стены.
 - 4.7 Для выбранной основы стены определяется ее толщина.
 - 4.8 Задается толщина перемычки по толщине стены.
 - 4.9 Создается экземпляр перемычки с заданными параметрами.
2. В соответствии с выбранными параметрами в пользовательском окне, в проекте по типам стен и по экземплярам элементов окон или дверей, расставляются перемычки.

В результате выполнения алгоритма, в модели автоматически расставляются перемычки в проемы всех необходимых дверей и окон для каждого типа стены. Тем самым у архитектора сокращается время работы над всем проектом и повышается качество разработки проектной документации.

Библиографический список

1. *Yamshanov, I.V., Ablyazov, T.H.* Digital Modeling in the Design of Buildings of Non-Retrospective Stylistics in Russia at the Beginning of the 21st Century // COMPONENTS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS Pp. 30-40. [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44040717_92182900.pdf (Дата обращения: 06.02.2022)
2. *Галкина Е.В.* Информационное моделирование для решения задач градостроительства // В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 589-591.
3. *Подкопаева, Е. В.* Исследование архитектурных решений зданий как одного из видов энергосберегающих решений / Е. В. Подкопаева, А. Н. Шехватова // Молодежь и XXI век - 2021 : Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 18–19 февраля 2021 года / Отв. редактор М.С. Разумов. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 149-153. [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_45600130_34541757.pdf (Дата обращения: 06.02.2022)
4. *Ситдикова, А. А.* Семейства Revit в проектировании сооружений / А. А. Ситдикова // 3D технологии в решении научно-практических задач: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 19 мая 2021 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2021. – С. 239-241. [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_46150297_79058358.pdf (Дата обращения: 10.02.2022)
5. *Абрамов, М.* Универсальный Revit: проемы, двери, перемычки - всё в одном / М. Абрамов // САПР и графика. – 2013. – № 12(206). – С. 62-64. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21281973> (Дата обращения: 10.02.2022)

6. *Артемова, С. Ю.* Информационное моделирование зданий, разработка семейств и плагинов для Revit / С. Ю. Артемова, К. С. Попова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки : Материалы Всероссийской конференции с международным участием, Москва, 01–05 февраля 2019 года. – Москва: Издательство "Перо", 2019. – С. 439-443. [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_39227812_57093942.pdf (Дата обращения: 10.02.2022)

*Шабалин Михаил Сергеевич, студент 4 курса 2 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Макиша Е.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКИРОВКИ СТЕН В ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СРЕДЕ DYNAMO REVIT

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент все сферы жизнедеятельности человека затронула цифровизация. Не стала исключением и строительная отрасль. В данной сфере происходит внедрение новых методов проектирования в связи с переходом к использованию цифровой информационной модели объекта капитального строительства (ЦИМ ОКС) в качестве одной из форм проектной документации. Применение ЦИМ ОКС подразумевает сокращение сроков проектирования, уменьшение затрат, а также повышение качества проекта. Переход к технологиям информационного моделирования (ТИМ) регламентируется документами различного уровня. Одним из основных является СП 333.1325800.2020 «Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». [1-3]

При проектировании различных государственных объектов на основе ТИМ всё чаще начинают применять программы от отечественных производителей, но они не позволяют реализовать процесс проектирования ЦИМ ОКС в полной мере. Поэтому на текущий момент наиболее распространёнными являются продукты от американской компании Autodesk – лидера среди разработчиков программного обеспечения для промышленного и гражданского строительства. Autodesk Revit – программное средство от данного разработчика, предназначенное для создания моделей ОКС с использованием ТИМ. Данная среда не имеет аналогов по функционалу и подходит для архитекторов, проектировщиков инженерных систем и конструктивных элементов.[4] Основными конкурентными преимуществами являются: автоматическое создание видов для чертёжной документации; двунаправленная ассоциативность; создание параметрических объектов на основе геометрии; огромная библиотека семейств и шаблонов от сторонних производителей; возможность совместной работы; объединение нескольких файлов в одну модель и возможность расширения функционала программы за счёт использования различных надстроек.[5]

В процессе создания проектной документации одним из наиболее трудо-затратных видов деятельности является расстановка аннотационных

обозначений для прохождения экспертизы и утверждения проекта. Стандартными средствами Revit возможно получить автоматически все маркировки элементов модели на планах этажей или структуру слоёв перекрытий на разрезах, но в программе отсутствует инструмент для размещения информации о структуре стен. Данный процесс выполняется инженером-проектировщиком вручную и занимает немало времени, в связи с чем его автоматизация является достаточно актуальной задачей.

Для множества задач, лежащих вне изначального функционала программы, есть готовые решения в виде надстроек. Однако не всегда получается подобрать необходимую надстройку или плагин. Эту проблему можно решить за счет применения различных способов автоматизации на основе программирования. Выделяют три основных способа автоматизации типовых процессов в Revit:

- использование макросов – подпрограмм, выполняющих ряд заранее определённых операций;
- разработка плагинов – создание подпрограмм на различных языках программирования, взаимодействующих с Revit API и использующих только текстовое представление скрипта;
- использование сред визуального программирования – создания подпрограмм, где скрипт выполнен в виде блоков или узлов, имеющих графическое представление (нодов).[6]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для решения поставленной задачи предпочтение было отдано использованию визуального программирования, исходя из простоты создания кода и возможности отладки в режиме реального времени.

Существует две основные среды визуального программирования: Dynamo и Grasshopper. Они имеют как свои преимущества, так и недостатки. В данном случае выбор был сделан в пользу Dynamo, поскольку его применение происходит внутри программы Revit, он имеет обширную встроенную библиотеку нодов с описанием на русском языке, позволяет устанавливать дополнительные библиотеки нодов и имеет огромное количество открытых источников в интернете, где можно найти необходимые части для составления скрипта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходные данные

В качестве исходных данных был использован план этажа, сформированный на основе трехмерной модели объекта капитального строительства в Revit (рис. 1), где были задействованы различные по составу типы стен.

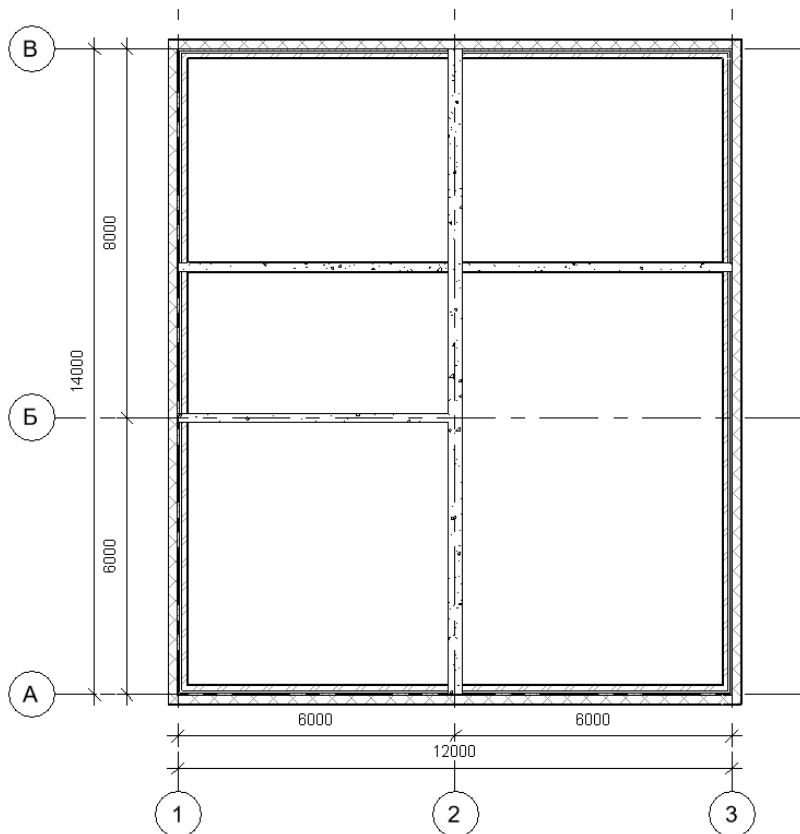


Рис.1. План этажа 1 ОКС

Алгоритм решения

Для решения поставленной был написан скрипт, состоящий из пяти блоков (рис. 2):

1. Выборка всех стен, находящихся на виде.
2. Фильтрация полученного списка стен, чтобы получить только по одному элементу каждого типа.
3. Получение информации о материалах и толщине для отфильтрованного списка стен. Толщину слоёв нельзя получить при помощи стандартных нодов Dynamo, поэтому дополнительно был использован нод «Python Script», где формируется код на языке Python с поддержкой API интерфейса (рис. 3).
4. Запись полученной структуры стен в параметр элемента.
5. Формирование маркировки стен путём размещения аннотации категории «Марка стен», с выравниванием её местоположения. Текст аннотации

берётся автоматически из установленного и заполненного параметра стен семейством «Марка».

Итоговый результат выполнения скрипта представлен на рис. 4.

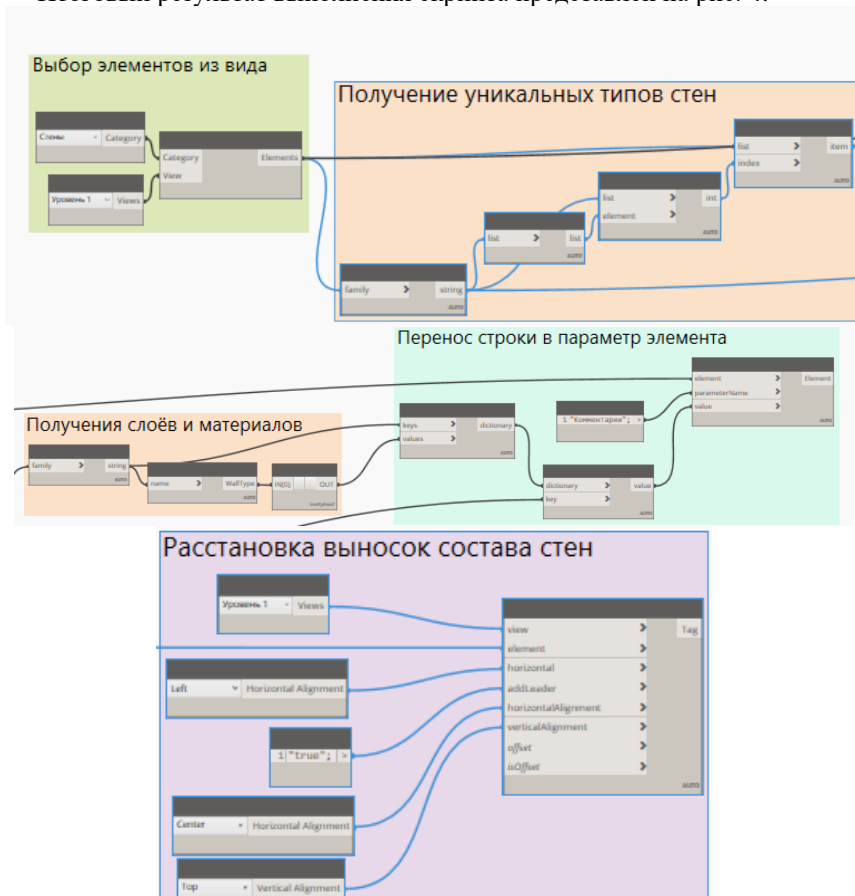


Рис.2. Итоговый скрипт для автоматизации маркировки стен по структуре

```

items = UmrapElement(IN[0])

def GetCompoundStructureLayers(item):
    layerwidth = []
    wall = ''
    try:
        if hasattr(item, "GetCompoundStructure"):
            compstruc = item.GetCompoundStructure()
            num = compstruc.LayerCount
            counter = 0
            while counter < num:
                str = 0
                layer = int(compstruc.GetLayerWidth(counter)*305)
                if layer == 0 or num == 1:
                    name = item.Document.GetElement
                    (compstruc.GetMaterialId(counter)).Name
                    if num == 1 and name[-2:] != 'mm':
                        wall += name + ' - ' + layer.ToString() + ' мм\n'
                    else:
                        wall += name + '\n'
                else:
                    wall += item.Document.GetElement
                    (compstruc.GetMaterialId(counter)).Name + ' - ' +
                    layer.ToString() + ' мм\n'
                counter += 1
            except pass:
            return wall

if isinstance(IN[0], list): OUT = [GetCompoundStructureLayers(x) for x in
items]
else: OUT = GetCompoundStructureLayers(items)

```

Рис.3.Нод на Python для получения строк со структурой стен

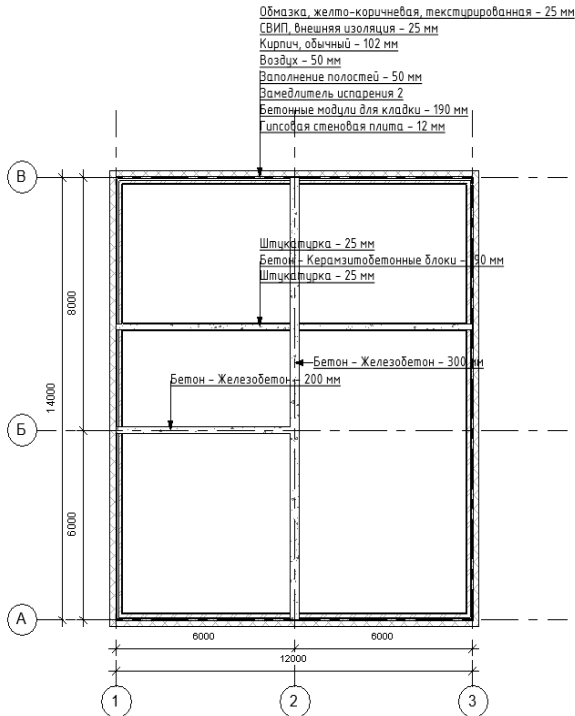


Рис.4. План 1 этажа после выполнения скрипта

ВЫВОДЫ

В процессе составления проектной документации инженеру-проектировщику приходится тратить значительное время на монотонный процесс

оформления чертежей. Данную проблему решает использование различных методов автоматизации для среды Revit. Один из вариантов решения – использование визуального программирования в Dynapro. По итогам выполнения работы был разработан и применён скрипт по автоматизации указания структуры стен для многослойных конструкций, что ускоряет процесс проектирования и повышает его качество.

Библиографический список

1. *Липидус А. А., Абрамов И. Л., Мартыанова А. А.* Внедрение цифровых технологий в строительную отрасль // Системотехника строительства [Электронный ресурс] // Киберфизические строительные системы – 2019 С. 326-330. URL: http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdostupa/2019/systemotechnika_stroitelstva_2019.pdf (дата обращения: 23.02.2022)
2. СП 333.1325800.2020 «Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» [Электронный ресурс]. - URL: <https://cadastre.ru/source/68> (дата обращения: 23.02.2022)
3. *Галкина Е.В.* Информационное моделирование для решения задач градостроительства // В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 589-591.
4. *Игнатова Е. В., Визер П. А.* Расширение функциональных возможностей программы Revit на основе дополнительных плагинов [Электронный ресурс] // Киберфизические строительные системы – 2019 С. 214-216. URL: http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdostupa/2019/systemotechnika_stroitelstva_2019.pdf (дата обращения: 23.02.2022)
5. *Коломач А.Д., Скрипкина Ю.В.* Преимущества программы Autodesk Revit в архитектурном проектировании // Молодежь и системная модернизация страны - сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых: в 6 томах [Электронный ресурс]. 2020 С. 318-321. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42980019> (дата обращения: 23.02.2021)
6. *Игнатова Е. В., Мочкин К.А.* Автоматизированная компоновка чертежа программы Revit с использованием средств Dynapro. // Дни студенческой науки: сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости НИУ МГСУ (г. Москва, 2–6 марта 2020 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. [Электронный ресурс] URL: https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdostupa/2020/DAYS_IEUIS_2020.pdf (дата обращения: 23.02.2021)

Железнов Егор Максимович, студент 2 курса 4 группы ИЦТМС
Кучумов Михаил Андреевич, аспирант 1 курса 15 группы ИЦТМС
Научный руководитель -
Евтушенко С.И., профессор кафедры ИСТАС, д.т.н., профессор
ФГБУО ВО «Национальный исследовательский Московский государствен-
ный строительный университет»

ПРОБЛЕМА ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

При прохождении подвижного состава, в земляном полотне возникают динамические (знакопеременные) напряжения, которые вместе с нагрузками от собственного веса верхнего строения пути, представляют собой природные многокомпонентные динамические системы. Земляное полотно имеет более высокие деформационные и прочностные характеристики, чем материалы верхнего строения пути. Поэтому в грунтах распространяются волны динамических нагрузок, влияющих на надежное функционирование строительных объектов, расположенных зачастую в непосредственной близости от пути основного хода (рис. 1). Динамические воздействия в разной степени влияют на величину неравномерных деформаций грунтов основания и, как следствие, на дефекты в несущих конструкциях здания (трещины в стенах, деформации фундаментов и пр.).



Рис. 1. Здание железнодорожной инфраструктуры, подвергающееся динамическим воздействиям

Ошибки в оценке динамических напряжений в грунтах основания приводит к принятию неверных управленческих решений на этапе планирования, а также в процессе строительства и эксплуатации. Это отражается на увеличении стоимости и сроков проведения строительных работ и, более того, увеличивает риск возникновения аварийных ситуаций. Анализ [1] результатов многолетних наблюдений за поведением зданий и сооружений, при ведении которых допускались характерные ошибки в части оценки характеристик грунтового основания и прогнозирования его поведения совместно со зданием, позволяет сформулировать ряд задач, касающихся необходимости проведения комплексного технического мониторинга с использованием автоматизированных средств измерений при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений в сложных геологических условиях.

Также следует отметить, что возникновение негативных процессов в любой конструктивной части здания или сооружения, связанное с действием внешней динамической нагрузки, внутренних напряжений, агрессивных факторов окружающей среды и других, является неизбежным процессом. Для особо важных объектов необходимо проводить непрерывный мониторинг и инструментальный контроль НДС несущих конструкций ОКС на всех этапах жизненного цикла с получением и накоплением информации о техническом состоянии инженерных систем в специализированных базах данных. Это позволит добиться значительного повышения долговечности и увеличения эффективности поддержания их эксплуатационных свойств объектов железнодорожной инфраструктуры. Авторы уверены, что добиться этого можно с помощью совершенствования существующих на данный момент методов мониторинга и оценки технического состояния зданий и сооружений. К примеру, авторами была предложена методика информационного моделирования тоннелей Московского метрополитена, отвечающая всем современным требованиям информационного моделирования и автоматизации технологических процессов. В работах [2, 3] приводится описание методики, которая предполагает «обработку большого объема информации, получаемой от системы датчиков, располагаемых в грунте и обрабатываемой в дата-ориентированном комплексе автоматизированного мониторинга за напряженно-деформированным состоянием (НДС) системы «тоннель – грунтовый массив – здания существующей застройки».

В настоящий момент немало инженерных задач возникает в экспериментальных и теоретических исследованиях и мы проводим совершенствование мониторинга по единой методике [4-7]. Одной из приоритетных задач является проблема совершенствования и экспериментального обоснования методов измерения параметров НДС конструкций фундаментов и моделирования их поведения при больших диапазонах изменения напряжений в грунте, что может помочь уменьшить вероятность наступления аварий зданий и сооружений и нарушения их эксплуатационной пригодности.

В настоящее время разработан план работ в соответствии с которым нами оформляется заявка на получение патента на датчик измерения линейных деформаций при динамических воздействиях на основе электро-химического преобразователя и оформлена заявка на получение гранта РФ на конкурс 2022 года номер № 22-79-10344 по теме «Разработка методологии обработки информации при мониторинге технического состояния несущих конструкций зданий».

Библиографический список

1. *Крахмальный Т.А., Евтушенко С.И.* Дефекты и повреждения грунтовых оснований промышленных зданий // Строительство и архитектура. - 2019. - Т. 7, Вып. 3 (24). - С. 45-49. DOI: [10.29039/2308-0191-2019-7-3-45-49](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2019-7-3-45-49)
2. *Евтушенко С.И., Шилова Л.А., Улесикова Е.С., Кучумов М.А.* Информационное моделирование тоннеля метро с противовибрационными мероприятиями // Наука и бизнес: пути развития, 2019, №10 (100), С. 29-35.
3. *Евтушенко С.И., Шилова Л.А., Улесикова Е.С., Кучумов М.А.* Информационное моделирование тоннеля метро с противовибрационными мероприятиями // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019 [Электронный ресурс] : сборник материалов Всероссийской научной конференции (Москва, 25 ноября 2019 г.). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. С. 177-180
4. *Крахмальный Т.А., Фирсов В.В., Лепихова В.А., Кучумов М.А., Евтушенко С.И.* Новые системы наблюдения и контроля дефектов и повреждений строительных конструкций// Строительство и архитектура. - 2020. - Т. 8, Вып. 1 (26). - С. 11-18. DOI [10.29039/2308-0191-2020-8-1-11-18](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2020-8-1-11-18).
5. *Evtushenko S.I., Krahmalny T.A.* Typical defects and damage to the industrial buildings' facades / International Scientific Conference «Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies 2019» (CAEST 2019) Samara State Technical University; Russian Federation; 19 November 2019; Код 159276 // (2020) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 775 (1), 012135. Scopus: 2-s2.0-85083986850. DOI:[10.1088/1757-899X/775/1/012135](https://doi.org/10.1088/1757-899X/775/1/012135)
6. *Евтушенко С.И., Крахмальная М.П., Шапка В.Е., Бабец Н.Н.* Совершенствование методов обследования фасадов промышленных зданий // Строительство и архитектура. - 2017. - Т. 5. - № 2 (15). - С. 140-144. DOI: [10.12737/article_5950d228c2ae96.86803061](https://doi.org/10.12737/article_5950d228c2ae96.86803061)
7. *Evtushenko, S.I., Krakhmal'nyi, T.A., Krakhmal'nay, M.P.* New System of Monitoring of a Condition of Cracks of Small Reinforced Concrete Bridge Constructions / 2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016; Chelyabinsk; Russian Federation; 19-20 May 2016. Код 123270 // (2016) Procedia Engineering 150, pp. 2369-2374. WOS:000387965000371. Scopus: 2-s2.0-85021291717. DOI: [10.1016/j.proeng.2016.07.322](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.322)

*Коядинович Давид, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Адамцевич Л. А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»
Научный консультант –
Исаилович Д., доцент кафедры УПГ, д.т.н.
ГБОУ ВО «Белградский университет - строительный факультет»*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ХОДА СТРОИТЕЛЬСТВА ИНТЦ МГУ «ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ»

В последнее время все больше внимания уделяется вопросам цифровизации строительных процессов, где востребованными становятся инструменты четвертой промышленной революции или так называемой концепцией «Индустрия 4.0». В этой связи значительное внимание уделяется перспективам применения дронов или беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в проектировании, при возведении строительных объектов и других близких к строительству областях.

Данный факт подтверждается анализом публикаций, представленных в международной базе данных Scopus. По ключевым словам БПЛА и «строительство» в указанной БД отображается 1811 публикаций. В таблице 1 представлено распределение публикаций по годам.

Таблица 1. Распределение массива публикаций по ключевым словам БПЛА и «строительство» по годам.

год	количество публикаций	год	количество публикаций
2022	43	2014	80
2021	319	2013	43
2019	294	2012	63
2018	242	2011	40
2017	208	2010	34
2016	144	2009	36
2015	110	2008	37

При этом стоит отметить, что первая публикация по рассматриваемым ключевым словам датирована 1990 г. В тоже время наибольшее количество публикаций принадлежит авторам из Китая – 470, из США – 353 и Южной Кореи – 93.

Интересными в рамках исследования видятся работы [1]. Так, например, в [1] БПЛА используются для картографирования и осмотра исторических сооружений. В настоящее время системы БПЛА широко используются для

осмотра существующих конструкций, особенно в труднодоступных местах, поскольку они могут обеспечить точный и экономичный метод визуального осмотра конструкций. В статье [1] описывается способ получения различных фотограмметрических продуктов из аэрофотоснимков моста Манари, расположенного на Пелопоннесе, Греция, с использованием системы БПЛА с методами фотограмметрии программного обеспечения рix4D.

В работах [2,3] описывается опыт использования БПЛА для создания 3D информационной модели объектов культурного наследия. В статье [4] с использованием БПЛА фиксируют геометрические изменения объектов.

В работе [5] применение БПЛА рассматривается для измерения выравнивания мостов, такой подход может повысить эффективность строительных работ и способствовать автоматизации управления строительством в целом.

Таким образом, если смотреть с точки зрения цифровизации строительной отрасли, то можно утверждать, что беспилотные летательные аппараты все больше и больше рассматриваются как неотъемлемая часть стандартного оборудования, которое требуется на строительной площадке.

При этом их использование в строительной отрасли имеет ряд бесспорных преимуществ, таких как:

- высокая скорость выполнения работы;
- отсутствие особых требований при транспортировке оборудования;
- автоматизация процесса и сокращение сроков обработки информации;
- высокая точность получаемых результатов.

В статье приводится обзор возможностей современных дронов или БПЛА с целью улучшения процесса архитектурного проектирования, управления и мониторинга объектов инновационного научно-технологического центра МГУ «Воробьевы горы» (ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы»), ориентированного на объединение компаний, реализующих инновационную продукцию.

В то же время мониторинг рабочих участков с помощью БПЛА является источником достоверной информации о ходе строительного процесса, преимуществом которого является высокая детализация строительной площадке, где реальные размеры и пропорции объектов помогают контролировать качество выполненных работ и контролировать ход строительства.

Высокая скорость реализации мониторинга и возможность оперативного извлечения полученных данных позволяет своевременно зафиксировать проблемы и скорректировать план строительства.

Методика работы БПЛА

Заключается в том, что летательный аппарат с воздуха фиксирует текущую ситуацию на строительной площадке с использованием встроенной камеры и серии датчиков. Оператор руководит движением аппарата и задает определенную траекторию полета БПЛА с земли. Затем с помощью

технологии фотограмметрии из фотосъемки (полученных данных) реконструируется 3D геометрия.

Мониторинг хода строительства возводится так, что полученная 3D геометрия сравнивается с проектной геометрией, что помогает установить связь между физической и виртуальной геометрией.

Множество факторов влияет на выбор БПЛА: долговечности летательного аппарата, дальности действия, количества, качества и особенностей камер и датчиков, прочности и размеров конструкции, простоты управления аппаратом.

Методика работы дронов представлена на рис. 1 и состоит в следующем:

- сканирование строительной площадки с использованием БПЛА для создания 3D модели (качество модели зависит от технических характеристик БПЛА);

- сравнение полученной модели с проектной документацией с использованием специализированных.

Представленная методика помогает строительным отделам получать информацию в режиме реального времени и сокращать сроки принятия решений, что приводит к снижению затрат и эффективному завершению строительных работ.

КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬСТВА С ПОМОЩЬЮ БПЛА



Рис. 1. Методика работы дронов. [7]

Практические задачи использования БПЛА

Строительные проекты предлагают различные варианты применения дронов:

1. Инспекция зданий и сооружения;
2. Мониторинг хода реализации проекта;
3. Визуализация строительной площадки;
4. Обеспечение безопасности на строительных площадках;
5. Обеспечение измерений на строительной площадке;

6. Контроль количества строительных материалов.

Одной из ключевых сфер строительных работ является планирование и мониторинг, где свободно можем сказать, что беспилотники и дроны способны значительно улучшить производительность и скорость.

При использовании БПЛА можно осуществлять полный цикла мониторинга строительной площадки (рис.2). Кроме того, с использованием специальных веб-платформ можно следить за процессом и стадиями готовности объекта.

«На этапе завершения строительства БПЛА можно применять для заключительной оценки выполненных работ, контроля воздействия на окружающую среду и составления необходимой отчетности. Производить анализ и сравнение BIM-модели с графиком выполнения работ на строительной площадке, контролировать строительный процесс» [8] .

Используя точные методы аэрофотограмметрии, можно измерять большие площади (2D и 3D) с точностью до сантиметров. Измерения можно выполнять быстро, экономически эффективно и с минимальными перерывами в повседневной работе строительной площадки — выгода для всех.



Рис. 2. Сравнение плана и графика строительства с BIM-моделью. [7]

Выводы

1. Анализ работ в области применения дронов в строительстве, показал, что комплексное использование БПЛА, искусственного интеллекта, 3D-печати и других технологий Индустрии 4.0 подтверждает, что ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы» является совершенным местом для оценки результатов научно-технической революции и внедрения передовых цифровых технологий в практику строительства.

2. Инвеститорам БПЛА дают возможность контролировать работу подрядчиков и получать полные, достоверные данные, которые, при

необходимости, могут служить в качестве доверенности при разрешении споров в суде.

3. Можем сказать, что использование дронов в строительстве, в мире и в России становится не обходным будущим строительной отрасли, и чем раньше начнется внедрение, тем более высоким будет преимущество на строительном рынке.

Библиографический список

1. *Feretzakis, A., Badogiannis, E.* Unmanned Aerial Vehicles for Mapping and Inspecting Historical Constructions// Lecture Notes in Civil Engineering.-2022.-209 LNCE, c. 1126-1137

2. *Santini, S., Baggio, C., Sabbatini, V.* Seismic Assessment of Roman Concrete Groin Vaults through UAV, NDT and 3D Analyses//Heritage. – 2022. -5(1), с. 311-331

3. *Currà, E., D'amico, A., Angelosanti, M.* HBIM between Antiquity and Industrial Archaeology: Former Segrè Papermill and Sanctuary of Hercules in Tivoli//Sustainability (Switzerland). – 2022. - 14(3),1329

4. *Huang, R., Xu, Y., Hoegner, L., Stilla, U.* Semantics-aided 3D change detection on construction sites using UAV-based photogrammetric point clouds//Automation in Construction. – 2022. -134,104057

5. *Shi, X., Xu, Q., Ma, H.* Parametrical Study and Optimization Using Unmanned Aerial Vehicle Measurement in Bridge Construction Alignment// Journal of Tongji University. – 2022. - 50(1), с. 32-41

6. *Talanov, B.B.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий/ В.В. Талапов. – М.: ДМК Пресс, 2011.

7. Аэрофотосъемка с дрона в строительстве и проектировании [Электронный ресурс] URL: <https://storebe.ru/blog/drony-i-kvadrokoptery/aerofotosemka-s-drona-v-stroitelstve-i-proektirovanii/>

8. *Isailovich D.* Digital representation of as-damaged reinforced concrete bridges, 2020 // 4.2 Photogrammetric survey of a bridge p.55-63

9. Цифровая фотограмметрия и бесконтактные измерения. Профессиональный Wiki ресурс «Техническое зрение». – 2013 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://wiki.technicalvision.ru/index.php/> (дата обращения 20.02.21)

Арцибасова Татьяна Сергеевна, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель-

Кузина О.Н., доцент, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

КООРДИНАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ ЧЕРЕЗ AUTODESK REVIT И NAVISWORKS НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В данной работе рассматривается процесс создания информационной модели здания и представлены и описаны функции, которые расширяют возможности программы Revit и Navisworks с помощью утилиты визуального программирования Dynamo, благодаря которой можно увеличить скорость системы управления инженерными данными в среде общих данных для выполнения процессов моделирования.

Целью этой статьи является попытка проанализировать методы визуального программирования и обозначить спектр задач, в которых использование визуального программирования может положительно сказаться на повышении качества работы систем управления инженерными данными в среде общих данных для выполнения процессов моделирования.

Научная новизна исследования состоит в том, что в работе впервые на основе практических исследований, приведено количественное сравнение трудозатрат, необходимых для выполнения координации информационной модели с использованием визуального программирования и без такового.

Практическая значимость полученных результатов состоит в том, что данный анализ позволит многим проектным организациям и отдельным проектировщикам и BIM-координаторам количественно оценить полезность введения утилиты визуального программирования Dynamo в свою практику.

Появление на рынке таких программ, как Revit и Navisworks значительно облегчили и улучшили создание проектной документации для строительства. Возможности данного ПО можно перечислять очень долго.

Несмотря на все преимущества, у Revit и Navisworks есть свои минусы, которые можно решить с помощью программирования.

Процесс проектирования можно представить, как огромный пошаговый набор действий, выполняемых по определенному алгоритму. Также в этом алгоритме присутствует много механической работы, которую можно и нужно автоматизировать. Например, огромное многоэтажное здание содержит большое количество элементов, у которых есть свои параметры. Эти параметры позже выводят в спецификации. Проблема возникает на этапе проверки спецификаций, когда обнаруживается отсутствие параметров и их

значения. И тут встает вопрос, проставлять их вручную, или обратиться к утилите визуального программирования Dynamo. Dynamo представляет алгоритмы в наглядном формате, доступном для понимания пользователями без специальных знаний в области программирования. [1-4]

Dynamo - это бесплатное дополнение к программе Autodesk Revit, с помощью которого можно увеличить производительность и раскрыть новые возможности при моделировании. Строить геометрию, работать с данными, обновлять свойства. Файлы Dynamo сохраняются отдельно от файлов Revit, имеют расширение “.dym” и могут использоваться одновременно в разных проектах. Для программирования нужен сложный код, который понятен не всем проектировщикам. В Dynamo вместо кода используются блоки из, которых в большинстве случаев собираются скрипты, по которым и работает Revit. Примеры процесса создания узлов, в которых разобраться под силу любому инженеру, можно найти на официальном сайте Dynamo Autodesk. [5-10]

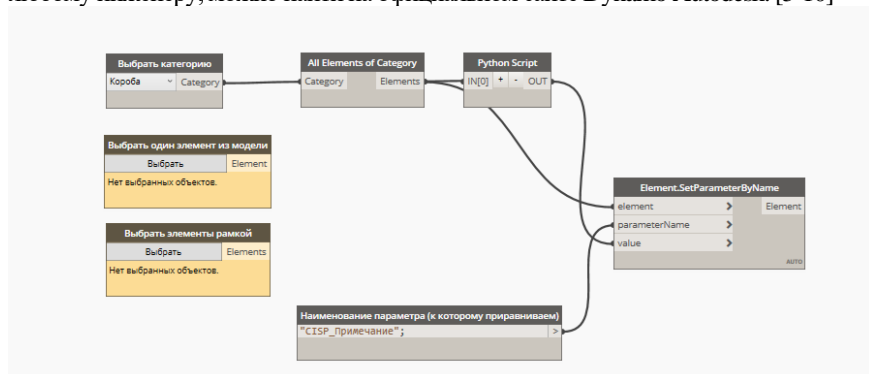


Рис. 1 Скрипт для перенесения значения рабочего набора в параметр семейства категории оборудования.

Пример скрипта для перенесения значения рабочего набора в параметр семейства категории оборудования (Рис. 1). Для этого нужно создать параметр проекта CISP_Примечание и после запуска для каждого элемента оборудования пропишется, в каком рабочем наборе он находится. На выбор есть 3 нода, каждый из них нужен для выбора семейств. Можно выбирать по категории семейства, выбрать рамкой или выбрать один элемент из модели. Дальше спецификацию можно настроить, чтобы оборудование определенного рабочего набора не выводился, то есть рабочий набор #Дубликаты. Берем спецификацию модели 48 этажей и с помощью сортировки настраиваем только нужное оборудование и настраиваем их в спецификации. На проработку параметров для оборудования без данного скрипта у меня ушло 4 часа. Со скриптом 1час.

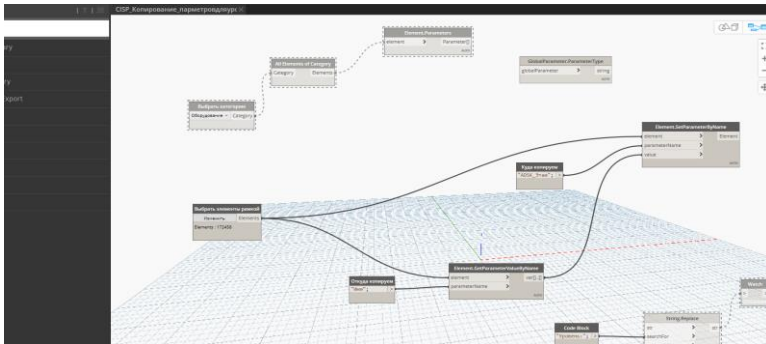


Рис. 2 Скрипт для перезаписи уровневой отметки оборудования в параметр.

Этот скрипт может перезаписывать с уровня в параметр, на каком этаже оборудование. На выполнение без скрипта у меня ушло 4 часа, на выполнение со скриптом - 15 минут

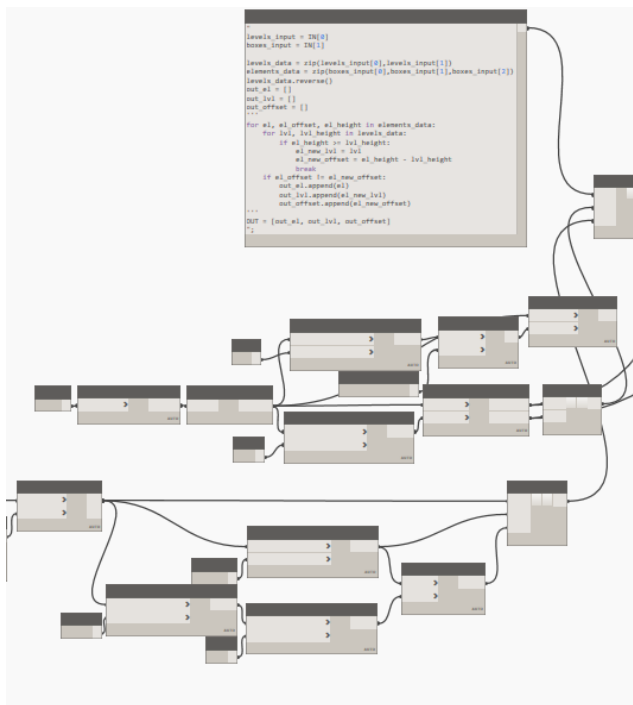


Рис. 3 Скрипт для расставления уровней в обобщенных моделях.

Этот скрипт помогает расставить уровни для обобщенных моделей. Обобщенные модели инженеры используют для отверстия под свои сети. Для них тоже нужно расставить значение уровня, чтобы понимать при координации к чему он относится. Вручную я бы делала 3 часа, с помощью скрипта 10 минут.

Как можно видеть из исследования, утилита Dynamo позволяет уменьшить трудозатраты на совершение многих действий на 400% и более процентов, что является отличным результатом.

С помощью утилиты Dynamo также можно в разы уменьшить трудозатраты в при работе в следующих направлениях:

1. Составление структуры требований экспертных органов, необходимых для формирования модели «В экспертизу».
2. Создание структуры системы управления данными в среде общих данных
3. Формирование схемы работы с моделью для экспорта в IFC по правилам госэкспертизы.
4. Производство сценария проведения проверки на наличие коллизий и нарушений требований экспертного органа.
5. Создание информационной модели объекта «Как запроектировано» для передачи в экспертизу.
6. Проверка информационной модели по правилам экспертных органов.
7. Инструкция пользователя.

Библиографический список

1. *Арцибасова Т.С.* Использование визуального программирования Dynamo при создании информационной модели здания в Revit // Дни студенческой науки. 2021. № 6-1 (69). С. 500-504. [Электронный ресурс] URL: https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2021/Sbornik_Dni_Nauki_2021.pdf.
2. *Кузина О.Н.* Автоматизация проектирования проектов организации строительства [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Кузина О.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017.— 79 с.
3. *Кузина, О. Н.* Инфография в строительстве. Часть 2 [Электронный ресурс] : курс лекций / О. Н. Кузина, В. О. Чулков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. — 86 с.
4. Формирование информационной модели "исполнительная" на стадии строительства (С-BIM)/ Кузина О.Н. Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 7 (97). С. 43-47.
5. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий [Электронный ресурс]/ Талапов В.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 392 с

6. ГОСТ Р 57563-2017/ISO/TS 12911:2012 Моделирование информационное в строительстве
7. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла»
8. СП 301.1325800.2017 информационное моделирование в строительстве. правила организации работ производственно-техническими отделами.
9. ГОСТ Р 57311-2016 Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства;
10. СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели;

*Романов Алексей Геннадьевич, студент 2 курса 8 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Рыбакова А.О., ст. преп. ИСТАС
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государствен-
ный строительный университет»*

АНАЛИЗ СРЕДСТВ ГРУППИРОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МОДУЛЕЙ В AUTODESK REVIT

В современном информационно развитом мире цифровые технологии нашли применение во всех сферах деятельности человека. Строительство как одно из ключевых отраслей также активно их использует. А именно, инженеры-проектировщики продвигают девяносто процентов своей работы с помощью программ компьютерного моделирования (AutoCAD, КОМПАС, Blender, 3ds Max и др.). [1]

Revit как одна из популярных программ автоматизированного проектирования имеет широкий круг пользователей, который использует его ресурсы, как и для личного пользования, так и для оформления документации для крупных компаний. В проекте или семействе может быть множество различных элементов, и что бы работа с ними стала удобной и быстрой вполне рационально группировать их для дальнейшего многократного использования. Возможность группирования элементов особенно полезна для формирования единой структуры элементов, повторяющихся много раз в текущем проекте или типичных для многих проектов (например, гостиничных номеров, квартир или повторяющихся этажей). [2] В каждом размещаемом экземпляре группы поддерживается внутренняя ассоциативность. Например, при создании и повторном размещении в проекте группы из кровати, стены и окна, при изменении стены в одной группе изменяются все экземпляры в этой группе, что упрощает процедуру внесения изменений.

Можно выделить следующие группы:

- Группы моделей
- Группы элементов узла
- Присоединенные группы элементов узлов

Не разрешается создание групп, объединяющих элементы модели и видов. Если в группируемом наборе есть элементы обоих типов, Revit создает группу модели, а все, что не могло быть помещено в нее, попадает в присоединенную группу элементов узла. То же самое получается, если в набор включены группа модели и компоненты узла: Revit создает 3присоединенную группу элементов узла для группы модели. [3] Также если не все объединяемые в группу элементы могут копироваться, группа не создается.

Для создания группы можно выбрать элементы или существующие группы и использовать инструмент “Создать группу”.

1. На виде проекта выберите элементы или существующие группы, которые необходимо объединить в группу.
2. Выберите вкладку “Изменение | Выбрать несколько” > “панель “Создание” > (“Создать группу”).

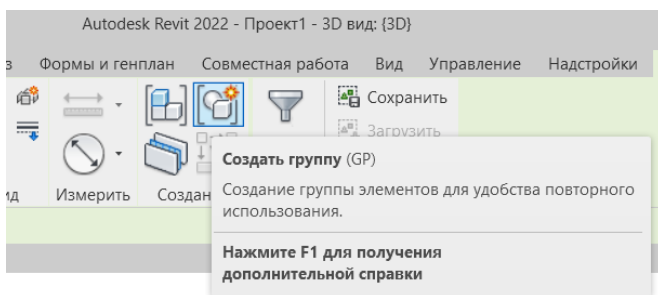


Рис.1. Создание группы

3. В диалоговом окне “Создание группы” введите имя группы.

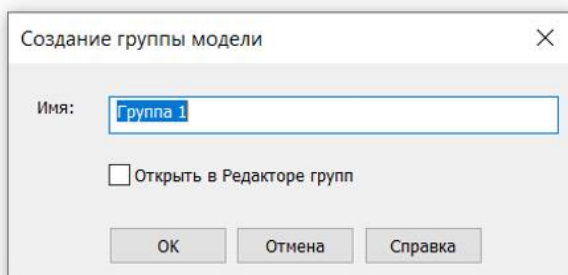


Рис.2. Наименование группы

4. Если требуется открыть группу в режиме редактирования групп, установите флажок "Открыть в Редакторе групп". Редактор групп позволяет добавлять или удалять элементы из группы, присоединять группы элементов узлов (для групп моделей) и просматривать свойства группы.

5. Нажмите кнопку «ОК».

В режиме редактирования групп можно выполнять следующие действия:

- добавлять элементы из вида проекта,
- размещать на виде дополнительные элементы, которые затем автоматически добавляются к группе,
- удалять элементы,
- создавать присоединенные группы элементов узла (для групп модели),

- просматривать свойства вида.

Также из групп можно создавать файлы и подгружать их в качестве связанных файлов в другие проекты, или же наоборот, выбрать группу, нажать на панели Изменить|Группы модели – Связь, выбрать файл .rvt на диске и разместить его вместо группы. [4]

На равне с группировкой мы можем использовать сборку. Категория «Сборки» элементов Revit поддерживает рабочие процессы строительства, позволяя определять, систематизировать и документировать уникальные комбинации в модели. [5] Изменение одной сборки, не влечет за собой изменения одноименных сборок, в результате получается просто новый тип сборки.

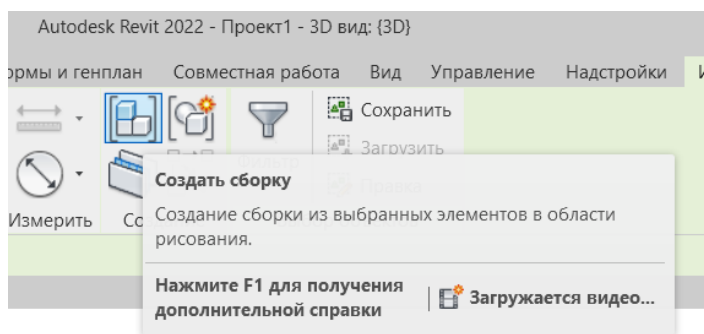


Рис.2. Создание сборки

Для рядовых пользователей можно осветить сильные и слабые стороны:

Таблица 1. Анализ инструмента «сборка»

Плюсы:	Минусы:
Создание собственных видов и листов для элементов, собранных в сборку, причем любого их количества. Идеально подходят для изделий.	Нумерация листов сборок общая вместе с проектом. Очень неудобно нумеровать, так как изделия всегда идут отдельной нумерацией.
Сборки имеют свой типоразмер и маркировку, можно вносить туда общую информацию, извлекать ее и маркировать в чертеже. А также создавать отдельную ведомость по сборкам	Внутри сборки спецификация только по всем категориям, нельзя создать спецификацию по определенной категории. Из-за чего нет возможности получить в спецификации параметры уникальные для категорий (например, истинную длину для балок).

Одним кликом создаются основные виды и спецификации внутри сборки.	Нет возможности изменить несколько копий одной сборки, в любом случае создается одна новая.
	При любом изменении сборки, виды и листы из неё удаляются, даже при простой подвигке одного элемента. При большом количестве похожихборок много повторяющейся работы, так как по сути все одинаковое.
	Большинство элементов модели (стены, перекрытия, крыши, экземпляры семейства, детали и т.п.) могут быть включены в сборку. За исключением некоторых элементов: Аннотации, Конструкции, Группы, Импорт, Лестницы и тд.

В заключение можно сказать, что пользователи могут выбирать любой удобный им способ в зависимости от целей и задач, и использовать его особенности ради продвижения своего проекта.

Библиографический список

1. Создание группы с помощью редактора групп. [Электронный ресурс] URL: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2022/RUS/?guid=GUID-B064AC93-E455-4E7C-B7FA-7B329D9A2F5E> (дата обращения 20.02.22).
2. Обучение программам Autodesk. [Электронный ресурс] URL: <https://autocad-specialist.ru/uroki-revit/sozдание-grupp-v-revit.html> (дата обращения 20.02.22).
3. *Ланцов А.Л.* Autodesk revit 2014. Компьютерное проектирование зданий.
4. Сборки. [Электронный ресурс] URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2022/RUS/Revit-DocumentsPresent/files/GUID-EVB5B040-BA8-4867-B245-8C1308EE3AE4-htm.html> (дата обращения 22.02.22).
5. Borissoff: Revit 2012 - Сборки и группы. [Электронный ресурс] URL: <http://borissoff.blogspot.com/2011/07/revit-2012.html> (дата обращения 22.02.22).

Феттер Матвей Гелаевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы
ИЦТМС

Научный руководитель –

Федоров С.С., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

SCAN-TO-BIM: ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Информационное моделирование зданий (BIM) – технология, которая получает все более широкое применение при реализации инвестиционно-строительных проектов в России. Растущая популярность технологии обусловлена положительным эффектом от ее применения, в том числе за счет оптимизации бизнес-процессов, возможностей получения баз данных об объектах, прогнозирования и аналитики, которые без применения BIM практически нереализуемы. [1] Важен и тот факт, что технология информационного моделирования может применяться на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства: от стадии обоснования инвестиций до сноса (утилизации).

Основа BIM – трехмерная модель, включающая элементы конструкций, архитектурных и декоративных форм, инженерных систем объекта, содержащая в себе требуемую техническую информацию (физические параметры, идентификаторы, документацию).

BIM-модели, создаваемые на этапе проектирования, не отражают фактическое расположение элементов «как построено» (as-built-модели) из-за неизбежных изменений на этапе строительства. Отсутствие точных as-built моделей существующих зданий вызывает трудности для работ по реконструкции и ремонту, а также эффективной эксплуатации и FM (facility management). [2]

Для получения исходной информации об объекте на практике в последнее время наиболее часто используется метод лазерного сканирования, который, однако, не лишен ряда недостатков, таких как высокая стоимость и значительное время обработки данных. [3]

Scan-to-BIM – метод реконструкции BIM-моделей по данным лазерного сканирования, который включает в себя сбор и обработку исходных данных и дальнейшей их конвертации в элементы BIM. Конвертация может производиться различными методами, последнее время развитие получают методы полуавтоматической расстановки элементов на основе облаков точек, благодаря которым частично автоматизируется процесс создания as-built модели.

Цель исследования. Процесс возведения as-built модели имеет свою специфику, однако не представляется чем-то уникальным при современном уровне применения BIM в России. Анализ материала по данной теме, а также опыт по созданию as-built моделей показывает, что этот трудоемкий и рутинный процесс имеет большой потенциал к автоматизации за счет применения автоматических средств вписывания трехмерных тел в массив облаков точек. [4]

Поэтому цель работы – предложить альтернативный вариант процесса моделирования с использованием полуавтоматической расстановки элементов по данным лазерного сканирования для моделирования инженерных трубопроводных систем и оценить эффект от их внедрения.

Методика исследования. Организация Scan-to-BIM при построении моделей включает в себя следующие этапы: 1) определение информационных требований (требуемый уровень детализации, необходимые строительные элементы и их негеометрические атрибуты); 2) планирование сканирования (определение требуемых характеристик оборудования, определение станций сканирования); 3) сканирование и камеральная обработка (регистрация сканов); 4) Подготовка облаков точек (очистка и сегментация); 5) Моделирование; 6) Проверка результатов моделирования (рис.1).



miro

Рис.1. Организация процесса Scan-to-BIM

Апробация исследуемого метода. Для отладки процесса были построены модели трубопроводных систем типового этажа высотного здания двумя способами: 1) вручную с корректировкой по прореженным облакам точек лазерного сканирования; 2) полуавтоматическим методом с использованием ПО Leica CloudWorx и облачного сервиса Cyclone Enterprise.

Работы по сканированию выполнялись при помощи сканера Leica BLK 360 в силу его адаптации для съемки внутри помещений; регистрация, сегментация и чистка облаков лазерного сканирования производилась в ПО Leica Cyclone, моделирование обоими способами выполнялась в ПО Autodesk Revit, однако во втором – в связке с плагином CloudWorx для Revit

и облачным сервисом Cyclone Enterprise; для проверки результатов – ПО ScaledRobotics.

Результаты. Результаты моделирования обоими способами представлены на рисунках 1 и 2.

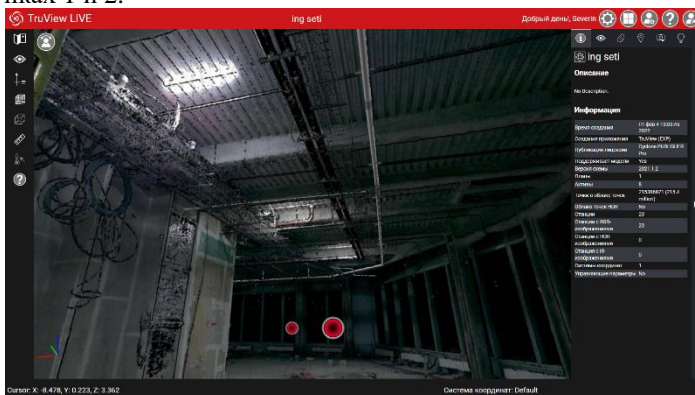


Рис. 2. Фрагмент модели, построенной с применением CloudWorx, просмотр в интерфейсе облачного сервиса Cyclone Enterprise

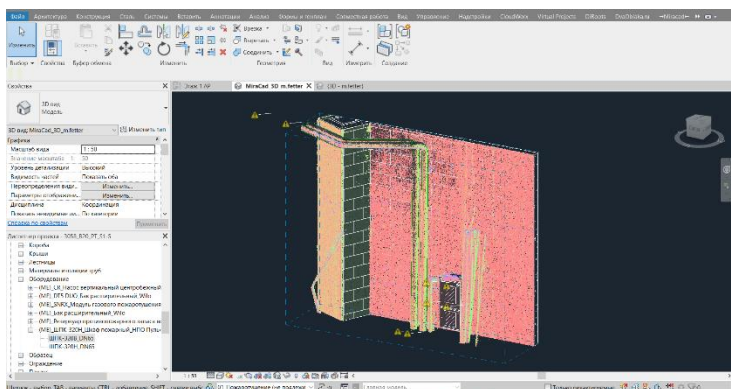


Рис. 3. Фрагмент модели, построенной вручную, просмотр в Autodesk Revit

При использовании предлагаемого (второго) способа организации процесса заметно сокращение времени, затрачиваемого на выполнение работ. Сокращение достигается за счет упрощения этапа подготовки облаков точек и моделирования, а именно:

- сокращение времени на обработку зарегистрированных сканов за счет отсутствия необходимости в их сегментации и прореживании. Сегментация и

прореживание исходных облаков точек выполняется для снижения затрачиваемых ресурсов рабочей станции, однако облачный сервис Cyclone Enterprise позволяет работать в Revit с облаками любой плотности и размера, при этом не нагружая компьютер [5]

- сокращения времени на корректировку смоделированных элементов по облакам лазерного сканирования, подготовки необходимых видов для моделирования в Autodesk Revit. Инструмент полуавтоматической расстановки элементов позволяет вписывать элементы из библиотеки проекта Revit в облако точек и автоматически их ориентировать с присвоением соответствующей отметки

- качество моделирования (соответствие отклонений предъявляемым к моделям информационным требованиям) предлагаемым способом не уступает смоделированному вручную. Для проверки соответствия был использован сервис ScaledRobotics, позволяющий на основе нейросети определить принадлежность сегментов облаков точек к элементам модели и их отклонения.

Однако при работе были выяснены и основные проблемы применения данного способа, а именно:

- повышение требований к качеству облаков лазерного сканирования и их очистке от «шумов» (облаков, отражающих немоделируемые элементы)

- адаптация библиотек трубопроводных фитингов для возможности строить соединения под любым углом.

- периодически возникающие ошибки при вписывании элементов в облако точек, увеличивающие время выполнения задачи.

Выводы. Были построены as-built модели трубопроводных систем и проанализирован эффект от применения инструмента полуавтоматической расстановки элементов. Опыт работы показывает, что применение таких инструментов позволяет сократить время на выполнение проекта и минимизировать ошибки со стороны исполнителя, но, по сравнению с ручным методом, предъявляет повышенные требования к исходным данным.

Библиографический список

1. Методика scan-to-BIM при создании 3D-модели существующего промышленного объекта / А. А. Липатова, С. А. Лыткин, Д. Ю. Волгин [и др.] // Неделя науки СПбПУ : материалы научной конференции с международным участием, Инженерно-строительный институт. В 3 ч., Санкт-Петербург, 18–23 ноября 2019 года / отв. ред. Н. Д. Беляев, В. В. Елистратов. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 259-262.

2. *Qi Qiu, Mengjun Wang, Jingjing Guo, Ziwen Liu, Qian Wang/ An adaptive down-sampling method of laser scan data for scan-to-BIM, //Automation in Construction, Volume 135, 2022, ISSN 0926-5805,*

3. *Исаев, А. О.* Применение технологий информационного моделирования при реставрации исторических зданий / А. О. Исаев, А. В. Гинзбург // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 9(99). – С. 56-58.
4. *Алтынцев, М. А.* Особенности построения трехмерных метрических моделей по данным лазерного сканирования / М. А. Алтынцев, П. А. Карпик // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 4. – № 1. – С. 113-122. – DOI 10.33764/2618-981X-2020-4-1-113-122.
5. [Электронный ресурс] URL: <https://leica-geosystems.com/ru/products/laser-scanners/software/leica-cyclone/leica-cyclone-enterprise>.
6. [Электронный ресурс] URL: <https://scaledrobotics.com/>

*Синягина Ксения Александровна, студентка 2 курса 4 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Рыбакова А.О., ст. преп. ИСТАС ФГБОУ ВО «Национальный исследова-
тельский Московский государственный строительный университет»*

ПРИМЕНЕНИЕ AR-ТЕХНОЛОГИИ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Каждому, кто находится в процессе строительства дома, хочется сразу увидеть готовый проект. Благодаря современным технологиям этого можно добиться с помощью приложений, работающих с дополненной реальностью (AR). Эта технология позволяет примерять объекты на участок в реальном времени и пространстве. А презентации объектов недвижимости становятся максимально эффективными, ведь можно наглядно продемонстрировать внешний вид строящегося здания. В этой статье я хочу продемонстрировать все этапы создания подобных приложений.

Данный подход будет очень актуален строителям, проектировщикам, архитекторам и дизайнерам. Мы сможем наглядно просматривать общий вид здания, который мы планируем получить. AR-технология предоставляет возможность взаимодействия с макетом и становится ключевым моментом во время принятия решения о покупке недвижимости.

Прежде чем приступить к созданию специального приложения, нужно сказать о том, а что же такое AR? AR или Augmented Reality, что в переводе означает «Дополненная реальность». Это среда, которая в реальном времени дополняет физический мир цифровыми данными. В отличие от VR, дополненная реальность не создаёт полностью виртуальный мир, а лишь дополняет его виртуальными объектами.

Главной задачей приложения является реалистичное отображение какого-либо объекта, в нашем случае дома, и размещение его на заданном участке. Мы сможем увидеть то, как именно в будущем будет расположена недвижимость.

Как же реализуется дополненная реальность в смартфоне? Когда мы перемещаем и вращаем наш смартфон, он это понимает с помощью системы IMU и отправляет специальный сигнал нашему приложению. Таким образом камера в нашем приложении вращается. Пока работает приложение существуют 2 параллельных мира. Реальный мир, где мы ходим с телефоном, и цифровой мир, где вместо смартфона находится камера в программе. И если эта камеры видит расположенные нами виртуальные объекты, то мы видим эти объекты на экране. Отображаются они как альфа-каналы. Это такой формат прозрачной картинки, в которой заполняются цветом только отдельные области.

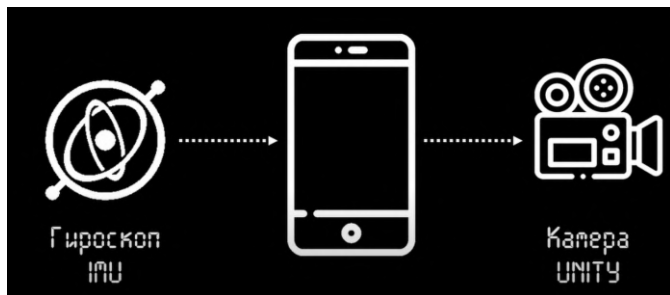


Рис. 1. Схема обмена данными между системой IMU и виртуальной камерой.

При работе с дополненной реальностью нам понадобятся специальные инструменты, помогающие реализовать программное обеспечение на смартфоне. Проще говоря, это набор кода, облегчающий написание AR - приложения. На данный момент существуют 3 вида такого кода. А именно: ARkit, для платформы iOS, ARCore от компании Google для Android, и Vuforia, позволяющая работать как на iOS, так и на Android. В своём проекте я буду использовать ARCore.

Как же работает ARCore? Камера смартфона видит перед собой картинку, но она плоская, а мы находимся в 4-х мерном пространстве, где 4-м является время. За счёт датчиков глубины телефон разбивает картинку на миллионы точек, которые в дальнейшем мы можем превратить в тригонометрическую модель. За счёт SLAM-технологии, которая позволяет переводить данные реального мира в виртуальную среду и наоборот, можно построить 3d модель пространства на основе полученных точек. По примерно такому принципу и работает ARCore.

Изначально виртуальная камера приложения ничего не видит, ведь объекты должны появиться в цифровом мире. Мы видим только изображение с нашей камеры. Тут в работу вступают скрипты, зашитые в проект из библиотеки ARCore, которые с помощью математических вычислений строят 3d модель комнаты. Чтобы найти плоскость, на которой будет находиться объект, из центра камеры выпускается специальный луч, и в том месте, где луч пересекается с плоскостью, появляется маркер - место для нашей модели.

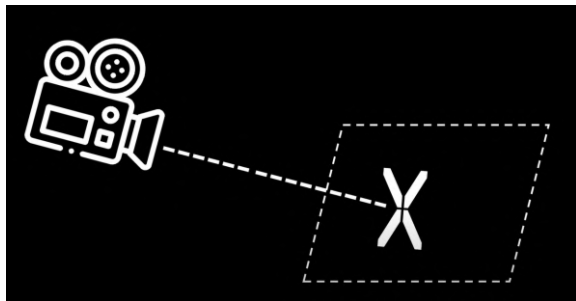


Рис. 2. Поиск нужной плоскости с помощью специального луча.

Поговорим о моделях, загружаемых в проект. Первым этапом будет создание такой модели. Главное на этом этапе – добиться максимальной реалистичности. Большинство архитекторов используют для этого Autodesk Revit или 3ds Max. Но перед тем, как сохранять модель, её нужно подготовить. Мы должны правильно сгруппировать все объекты, настроить свет, камеру, выставить якорную точку. Эта точка будет совпадать с маркером. Также следует наложить текстуры.

Рассмотрим работу итоговой программы. При запуске приложения в левом верхнем углу мы видим кнопку добавить.



Рис. 3. Запуск приложения.

При нажатии на эту кнопку появляется scroll-меню, в котором показаны скриншоты загруженных моделей-домов.



Рис. 4. Scroll-меню

Далее, при выборе нужного дома, появляется красный маркер, означающий, что программа нашла нужную поверхность.



Рис. 5. Маркер.

При нажатии на маркер мы добавляем нашу модель.



Рис. 6. Демонстрация модели.

Если нам не понравилось расположение, можно переместить дом удерживая и перемещая его по экрану. Также есть кнопка вращать. Нажимая на

неё, она загорается зелёным, что означает переход в режим «вращать модель». Чтобы выйти из этого режима, следует повторно нажать кнопку.



Рис. 7. Демонстрация перемещения и вращения модели.



Рис. 7. Загружаемая модель.

Интеграция дополненной реальности с BIM для презентации и визуализации проектов находится пока что на ранней стадии. Но их использование сильно облегчит многие задачи, начиная от выявления потенциальных ошибок в проектах на этапе планирования, заканчивая продажей недвижимости клиентам. Именно поэтому уже сейчас многие специалисты считают, что в ближайшем будущем спрос на технологию AR будет только расти.

Библиографический список

1. Дополненная реальность в строительстве. [Электронный ресурс]. – URL: <http://semark.ru/dopolnennaya-realnost-v-stroitelstve/>
2. AR-технологии: новый подход к презентации недвижимости. [Электронный ресурс]. – URL: <https://virtualland.ru/blog/ar>
3. AR Уроки | Дополненная реальность в Unity 3D. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.youtube.com/playlist?list=PLZSF_rkB0mHzJKNYycpKfOYrELh6TojsV
4. *Кузнеценко Е.О., Новикова Е.А.* Дополненная реальность как новый уровень качества работ в строительной сфере. // Международный научный журнал «Синергия наук».
5. AR — Дополненная Реальность. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/419437/>

*Андреев Иван Андреевич, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Гаряев П.Н., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ПРОВЕДЕНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ЖИЛЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

В современном мире строительство – неотъемлемая часть городской жизни и городского развития. Каждый застройщик ставит перед собой цель снизить затраты, но при этом оставить такие же цены на жильё или же на арендную площадь. Благодаря этому, изучаются различные способы для уменьшения затрат, например, создание материалов, не уступающих по износостойкости, но при этом с уменьшенной стоимостью за одну единицу. При этом уменьшение затрат никак не должно «отпечататься» на безопасности жилого или производственного здания. Именно поэтому сейчас в любой стране, на любом материке уделяется больше внимание к градостроительству.

Водоснабжение — подача поверхностных или подземных вод потребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества воды в водных объектах. Инженерные сооружения, предназначенные для решения задач водоснабжения, называют системой водоснабжения, или водопроводом. [1]

Водоснабжение является неотъемлемой частью любого жилого или производственного здания и сооружения. В проведении водоснабжения сейчас наблюдается развитие, вводятся новые правила подключения объектов к централизованным системам горячего и холодного водоснабжения и водоотведения. Уже завтра будут введены в действия актуализированные правила подключения объектов капитального строительства к централизованным системам горячего и холодного водоснабжения и водоотведения. [2]

Благодаря, определению порядка подключения, так называемого технологического присоединения, можно контролировать множество элементов водоснабжения в зданиях и сооружениях, а точнее правильность выполнения поставленных задач. Это даст определённую уверенность в том, что подключение выполнено по правилам, а значит проблем с водоснабжением в зданиях и сооружениях не должно возникнуть. Подобные правила пишутся и вводятся для контролирования процесса подключения. Они будут вызваны тем что описано выше. Сокращение затрат на проведение водоснабжения в здания и сооружения будет вызвано нарушением правил, а значит, что жизнь человека на этом объекте будет подвержена угрозе.

Одной из наиболее ответственных задач при устройстве систем водоснабжения является источник водоснабжения. Именно он определяет характер самой системы, наличие в её составе тех или иных сооружений, а, следовательно, стоимость и строительства, и эксплуатации.

К источникам водоснабжения предъявляются определённые требования. Основными из них является: обеспечение получения необходимого количества воды с учётом роста водопотребления на перспективу развития объекта; обеспечение бесперебойности снабжения водой потребителей; обеспечение потребителей водой такого качества, которая в наибольшей степени отвечает нуждам потребителей (в жилые здания поставляется вода определённого типа, которая пригодна для питья, приготовления пищи, умывания, поддержания чистоты жилищ, стирки. На производственные здания поставляется вода такого типа, но только в уборные помещения, а также на кухни. В производственных зданиях используются технические воды), обладание такой мощностью, чтобы отбор воды из него не нарушал сложившуюся экологическую систему. Для этого создан анализ качества воды. Анализ воды позволяет судить не только о качестве воды. Для расчета необходимой системы водоподготовки анализ воды также необходим. Из-за несанкционированных свалок, где не соблюдаются никакие нормы захоронения, грунтовые воды в Подмоскowie загрязнены. Муниципальные системы водоподготовки недостаточно эффективны при высоком уровне загрязнения воды. Многие хозяйства обеспечены реагентами лишь на 70-90%, а водоочистным оборудованием и материалами – на 40-50%. В итоге, то, что течет у нас на кухне из крана, чистой водой можно назвать с «натяжкой». [3]

Проведение водоснабжения производится по чертежу, который делает специалист. Для грамотного построения чертежа по проведению водоснабжения проектировщик должен понимать, что для каждого типа помещения используется разный проект. Проектировщик должен принимать во внимание факторы, например:

- Особенности здания
- Место географического размещения
- Количество жилых и нежилых комнат
- Количество выводов для подключения стоков

На данном чертеже (Рис.1) можно помимо водопровода указаны такие системы, как канализация и водостоки. Канализация должна выводить из квартиры использованную воду, твердые отходы. По причине того, что канализация выводит большие объёмы воды, жиров и твёрдых предметов, сточная система должна быть сконструирована из проверенных и надёжных деталей, качественно исполняющих своё предназначение в течение длительного срока эксплуатации.

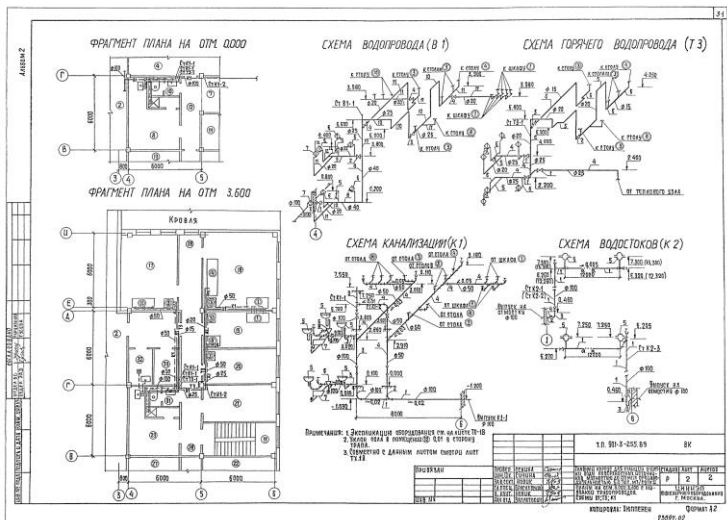


Рис.1. Чертёж водопровода [4]

Делать проведение водоснабжения в программах удобнее в такой программе, как Revit. Данная программа выбрана мной, из-за личных удобств работы с этой программой. В Revit это делается через создание систем, далее присутствует вкладка трубопровод, потом создаётся система трубопроводов, выбирается канализация, холодное или горячее водоснабжение. Расположение труб, унитаза, раковины и многого другого в Revit можно делать по-разному, всё зависит от задания заказчика. Пример создания системы холодного водоснабжения в Revit:

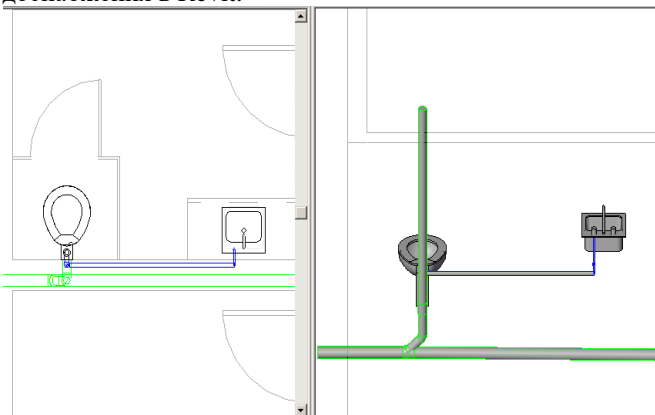


Рис.2. Создание системы холодного водоснабжения в Revit

Также после проведения водоснабжения в жилое здание заказчик может попросить сделать что-либо для уменьшения потребления в ванной, например. Для экономии воды в ванной есть множество способов, некоторые зависят напрямую от человека, некоторые зависят от технической составляющей. Немаловажными являются приспособления, позволяющие уменьшить расход воды при приеме душа, а именно – специальные душевые лейки. Так, лейка Nebia, представленная в 2015 году, позволяет сократить расход воды на 15% за счет преобразования струи в «миллионнокапельное» облако. Еще одна инновационная лейка – Rua, она была разработана в Новой Зеландии компанией MethvenGroup. Особая технология Aurajet позволяет сократить потребление воды примерно на 28%, то есть со стандартных 9,4 л/мин до 6,4 л в минуту. [5]

Таким образом, проведение водоснабжения в жилые и производственные здания и сооружения является очень сложным, как на стадии проектирования, так и на стадии прокладки. Данное направление является перспективным для создания различных автоматизированных элементов, которые упростят проектирование водоснабжения, а также упростят прокладку самих сетей.

Библиографический список

1. Водоснабжение // Википедия [электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5> (дата обращения: 28.02.2022).
2. Правила подключения объектов капитального строительства // КонсультантПлюс [электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/72210.html/> (дата обращения: 28.02.2022).
3. Анализ качества воды // Справочник строителя [электронный ресурс] URL: <http://p-projector.com/analiz-kachestva-vody/> (дата обращения: 28.02.2022)
4. Внутренний водопровод и канализация. // Stroyinf URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293746/4293746070.htm> (дата обращения: 28.02.2022).
5. Технологии на стороне экологии: уменьшение потребления воды в ванной // Промсток [электронный ресурс] URL: <https://www.promstok.com/articles/vodosnabzhenie/tekhnologii-na-storone-ekologii-umenshenie-potrebleniya-vody-v-vannoy/> (дата обращения: 28.02.2022)
6. Гаряев П.Н. Автоматизация градостроительного зонирования. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 546-549.
7. Кузнецова К.К., Гаряев П.Н. Применение 4D BIM-технологий для управления архитектурным проектом. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ

студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. 2016. С. 300-304.

8. Дмитриева И.С., Гаряев П.Н. Интеграция календарно-сетевых графиков с системами автоматизированного проектирования с использованием SYNCHRO 4D. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. 2016. С. 323-327.

9. Гаряев П.Н. большие данные в строительной отрасли. Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 2. С. 78-80.

10. Гаряев П.Н. Моделирование энергопотребления городских территорий. Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 3. С. 11-13.

11. Garyaeva V. Formation of competitive skills of civil engineers in the field of BIM technologies. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01077.

*Плакшина Екатерина Николаевна, студентка 3 курса 4 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Постнов К.В., ст. преподаватель кафедры ИСТАС
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЯВОК НА ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Для любой строительной компании автопарк машин – собственных или арендованных – является необходимой составляющей производственной деятельности. Причем сам по себе автомобильный транспорт является одним из основных маневренных видов транспорта и служит для перевозки большинства грузов [1].

Существует целый ряд открытых проблем, влияющих на рациональное выполнение бизнес-процессов строительных предприятий, которые связаны с управлением транспортом. К ним можно отнести постоянно растущий автопарк транспортных средств, нерациональную организацию использования имеющегося парка, плохую информационную поддержку процесса транспортировки грузов, отсутствие специального программного обеспечения, поддерживающего этот вид деятельности. Расходы на использование транспорта занимают не малую долю в себестоимости СМР, поэтому важнейшей задачей становится максимально эффективное использование транспортных средств [2]. Если строительная фирма имеет собственный парк автомашин, то независимо от приемов и форм эксплуатации, необходимо оценивать эффективность работы этого парка. При этом стоит заметить, что практически все без исключения проблемы в строительстве берут свое начало не в технических проблемах, а в вопросах управления.

Одна из важных задач подсистему управления транспортом строительной компании - задача оперативного управления и распределение транспортных единиц автопарка. Первый этап - формирование заявок на транспортные средства. Данный процесс, в свою очередь, может быть эффективно поддержан с помощью применения облачных технологий, которые позволяют: осуществлять организацию работы автотранспорта с согласованием работы поставщиков и грузополучателей, получать непрерывный доступ к информации из любого места с применением любого электронного устройства обработки информации, использовать рабочее время сотрудников максимально эффективно, получать точные данные по техническому состоянию и работе автопарка машин [3]. Помимо этого, ИИ (искусственный интеллект) поможет решать такие серьезные проблемы, как перерасход средств в

процессе эксплуатации машин, срыв сроков доставки, вопросы безопасности перевозок, проблемы нехватки машин с определенными техническими характеристиками, и т.п. при помощи распознавания образов автомобилей [4], [5].

Систему формирования заявок на транспортные средства можно представить следующим образом:

1. Составление заявок на требуемое транспортное средство путем заполнения Google-форм требуемой информацией.
2. Распознавание образа автомобиля при помощи камеры, встроенной в пропускную систему
3. Сбор данных о процессах погрузки, доставки и разгрузки с помощью системы ИИ
4. Формирование Google-таблиц с собранной информацией
5. Формирование Excel-файла на основании данных Google-таблиц
6. Получение готового отчета

Рассмотрим каждый из пунктов более подробно.

- Заполнение Google-форм требуемой информацией представляет собой формирование входного документа - заявки, которая представлена в электронном виде и содержит информацию о том, сколько требуется времени для использования машины, кто арендует автомобиль, место назначения, цель поездки. При этом доступ к заполнению предоставляется только по паролю и электронной почте сотрудника. Заявка обрабатывается диспетчерской службой строительной компании, в результате чего принимается решение о подборе необходимого транспортного средства.

- После получения исходных данных машина проходит через пропускной пункт, оснащенный системой ИИ, с помощью которой происходит сбор следующих данных: номер машины, марка машины, время въезда/выезда, пункты отправки и прибытия. Данный процесс обеспечивается благодаря специальному коду [6], [7], [8].

Существует несколько вариантов распознавания. Один из них будет реализован в среде разработки Python на основе фиксации картинки и ее последующего считывания. Также для реализации данного алгоритма необходимо использование программной среды TensorFlow - открытой программной библиотеки для машинного обучения, разработанной компанией Google для решения задач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов. При этом достигается уровень качества человеческого восприятия [9], [10], [11], [12].

- Следующим этапом является формирование Google-таблиц с собранной информацией. Данная таблица, которая может быть конвертирована в СУБД высокого уровня (например, ORACLE) хранит в себе информацию о времени пользования транспортными средствами по дням и часам с указанием марки автомобиля, его государственного номера, ФИО водителя, его

номером телефона и районом доставки/отправления груза, работником организации, заказавшим транспортное средство для доставки (ФИО), места прибытия и цели поездки (цветом обозначается время использования автомобиля, которое формировалось на основе фиксации системой ИИ моментов въезда и выезда).

При этом имеются таблицы постоянного хранения информации, например: кадровые, содержащие данные хранит в себе данные о, сотрудиниках организации, в том числе водителейх.

- Отдельный этап - формирование Excel-файла на основании данных Google-таблиц путем переноса полученной выше информации.
- Для расчета может быть сформирована вспомогательная/промежуточная таблица Excel.

В этой таблице изначально ищется совпадение по ФИО заявителя на транспортное средство с данными из таблиц постоянного хранения. Если значение не нулевое, то ФИО вносится в соответствующее поле/колонку.

Далее с помощью классических функций электронных таблиц (ВПР и др.) осуществляется проверка ячеек, расположенных в таблице слева от колонки «ФИО заявителя», на наличие/отсутствие данных. Если в ячейках «пусто», то запись не производится, если же нет, то из таблицы с постоянного хранения берутся данные о ФИО заявителя и его структурном подразделении с последующим занесением в текущую таблицу.

Отчет		
Управление	Номер автомобиля	Кол-во раз использования
Управление комплексных систем безопасности	A 910 EE 790	1
	M 799KO 799	1
	O 040 KY 799	0
	M 656 KO 799	0
	H 939 KH 799	0
	O 407 YE 777	0
	A 635 CY 799	0
	T 507 UX 777	0
	K 581 PP 777	0
	K 225 PE 799	1
	M 932 KO 799	2
	A 911 EA 790	0
	E 397 TE 799	0
	K 128 KX 799	0
	F 261 BV 799	0
C 906 BC 799	0	
O 228 TK 799	0	
Итого		5
Плановое управление	A 910 EE 790	0
	M 799KO 799	0
	O 040 KY 799	0
	M 656 KO 799	0
	H 939 KH 799	0
	O 407 YE 777	1
	A 635 CY 799	1
	T 507 UX 777	0
	K 581 PP 777	0
	K 225 PE 799	0
	M 932 KO 799	0
	A 911 EA 790	1
	E 397 TE 799	0
	K 128 KX 799	0
	F 261 BV 799	0
C 906 BC 799	0	
O 228 TK 799	0	
Итого		4
Управление строительного контроля	A 910 EE 790	0
	M 799KO 799	0
	O 040 KY 799	0
	M 656 KO 799	0
	H 939 KH 799	0
	O 407 YE 777	0
	A 635 CY 799	0
	T 507 UX 777	0
	K 581 PP 777	0
	K 225 PE 799	0
	M 932 KO 799	0
	A 911 EA 790	0
	E 397 TE 799	0
	K 128 KX 799	0
	F 261 BV 799	0
C 906 BC 799	0	
O 228 TK 799	0	
Итого		0

Рис.1. Форма сводного отчета

● На заключительном этапе происходит автоматическое формирование исходящего документа, который представляет собой готовую таблицу отчета, содержащего в себе информацию о количестве использования автомобилей конкретным структурным подразделением строительной организации (рис.1.).

В представленной форме учитываются совпадения по структурным подразделениям с точки зрения имевшихся ранее заявок на транспортные средства путем поиска данных в промежуточных таблицах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный подход формирования заявок на транспортные средства позволит добиться более эффективного оперативного управления автопарком и распределения транспортных единиц, рациональной организации по использованию парка машин, хорошей информационной поддержки процесса транспортировки. Кроме того, внедрение подобной системы обеспечит оптимизацию затрат на аренду автопарка машин.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] URL: https://ozlib.com/946458/ekonomika/organizatsiya_transporta_stroitelstve (дата обращения: 23.02.2022)
2. [Электронный ресурс] URL: https://www.profiz.ru/peo/2_2019/transportnye_rashody/ (дата обращения: 24.02.2022)
3. *Верещак А.Г.* Облачные технологии: развитие в it-сфере или средство контроля // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 9(56). С. 10-13. [Электронный ресурс] URL: [https://sibac.info/archive/technic/9\(56\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/9(56).pdf) (дата обращения: 25.02.2022)
4. [Электронный ресурс] URL: https://elport.ru/articles/iskusstvennyiy_intellekt_v_stroitelstve_primeryi_ii_dlya_stroitelnoy_otrasli (дата обращения: 23.02.2022)
5. *Переверзина А.А.* Система искусственного интеллекта // Студенческий: электрон. научн. журн. 2021. № 4(132). С 15-20. [Электронный ресурс] URL: <https://sibac.info/journal/student/132/202333> (дата обращения: 24.02.2022)
6. [Электронный ресурс] URL: <https://itproger.com/news/raspoznavanie-obaektov-na-python-glubokoe-mashinnoe-obuchenie> (дата обращения: 23.02.2022)
7. *Горельчик, М. Р.* Искусственный интеллект в автомобильной индустрии: варианты использования машинного обучения для самоуправляемых транспортных средств // Исследования молодых ученых : материалы XIV Междунар. науч. конф. (г. Казань, ноябрь 2020 г.). — Казань : Молодой ученый, 2020. — С. 8-11. — URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/382/16134/> (дата обращения: 25.02.2022)
8. *Духно Н.А.* Технологии искусственного интеллекта в транспортном образовании // Журн. Транспортное право и безопасность. 2020. № 2 (34). С. 23-36. [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=43077210> (дата обращения: 25.02.2022)

9. Дейтел Пол, Дейтел Харви Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления //М.: Прогресс книга, 2022, 864 С. (дата обращения: 23.02.2022)

10. Дэниел Мол Создание облачных, мобильных и веб-приложений на языке F# //М.: ДМК Пресс, 2015, 245 С. С.Постолиг А. В. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python | //М.: БХВ-Петербург, , 2015, 448 С. (дата обращения: 23.02.2022)

11. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/TensorFlow> (дата обращения: 23.02.2022)

12. *Орельен Жерон*. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow. Концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем = Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems. — Вильямс. 2018. — 688 с. [Электронный ресурс] URL: [https://www.knowledgeisle.com/wp-content/uploads/2019/12/2-Aurélien-Géron-Hands-On-Machine-Learning-with-Scikit-Learn-Keras-and-Tensorflow - Concepts-Tools-and-Techniques-to-Build-Intelligent-Systems-O'Reilly-Media-2019.pdf](https://www.knowledgeisle.com/wp-content/uploads/2019/12/2-Aurélien-Géron-Hands-On-Machine-Learning-with-Scikit-Learn-Keras-and-Tensorflow-Concepts-Tools-and-Techniques-to-Build-Intelligent-Systems-O'Reilly-Media-2019.pdf) (дата обращения: 25.02.2022)

Степанова Анастасия, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Адамцевич Л.А., доцент каф. ИСТАС, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В DYNAMO

Свое начало параметрический дизайн берёт с математических закономерностей, в частности, с возможности моделирования геометрических алгоритмов. Это даёт возможность прописывать логические цепочки и взаимосвязи параметров, от которых зависят идея и реализация геометрической формы объекта со сложной геометрией.

Параметрическая архитектура возникла с появлением компьютеров, которые позволили вычислять криволинейные и сложные поверхности. В основе этого лежит параметрическое представление, в котором части функции приравниваются к одной переменной (параметру). Изменяя данный параметр, пользователь может менять всю функцию. Параметрическая архитектура – это не просто криволинейные поверхности, а поверхности, которые зависят от определённых параметров [1].

Также в основу параметрического проектирования легло желание переносить в архитектуру элементы геометрии живой и неживой природы. Поиск формы - одна из стратегий, реализуемых с помощью параметрического моделирования. Идея поиска формы состоит в том, чтобы оптимизировать определенные цели проектирования с учетом набора проектных ограничений, и анализировать процессы, которые будут происходить при построении этой формы. Необходимо выявить закономерности, которые будут влиять на конечный результат и записать их математически, понятным для ПО языком. Также архитектурный полиморфизм стал современной заменой типовому строительству: типизировать можно и так, чтобы одинаковых зданий не было, но были одинаковые технологические и конструктивные приёмы [2].

Параметризация подразумевает возможность динамического изменения объекта, посредством его реакции на свойства среды или новые функциональные требования к нему.

По своей сути параметрические объекты создаются по заранее разработанным алгоритмам на основе большого объёма входящих данных. В данной статье в качестве примера будет рассмотрен один из таких алгоритмов, разработанный для стены искривлённой формы, сформированной из квадратных вытянутых блоков. Работа происходила в среде визуального программирования для Revit, Dynamo [3].

Этап первый: Создание исходной сетки.

Сетка создаётся через числовые последовательности групп точек, сформированные для трёх координатных осей. Пользователь может перетаскивать ползунок и в зависимости от того будет меняться количество точек в разных направлениях, шаг между ними и исходное положение первой точки в последовательности (Рис.1.).

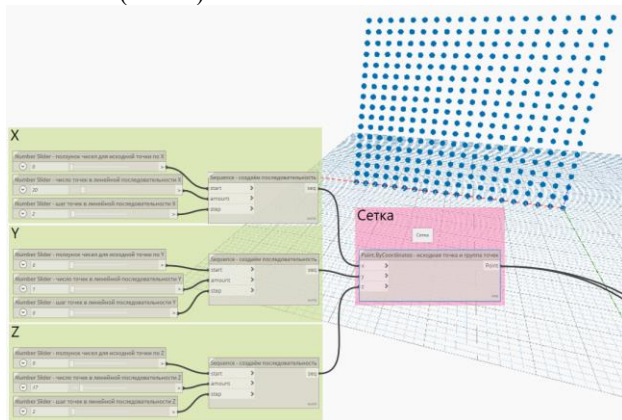


Рис.1. Создание исходной точки и координатной сетки для неё

Этап второй: Создание точки-аттрактора.

При использовании аттрактора можно создавать не только точку, влияющую на искривление геометрии, но и более сложные геометрические объекты. В рамках данного алгоритма используем точку, её положение пользователь также может менять, перетянув ползунок на интересующее его значение (Рис.2.). Данная точка будет своеобразным «магнитом», точки сетки, приближенные к ней максимально, на следующем шаге будут менее остальных удалены от своего исходного положения.

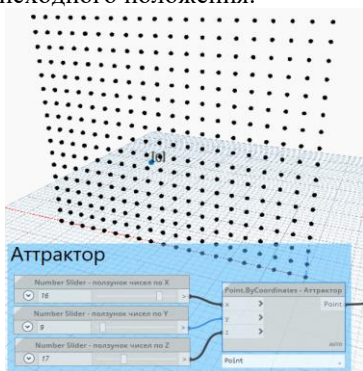


Рис.2. Точка-аттрактор

Этап третий: Перемещение исходной сетки на заданное расстояние с учётом влияния на её геометрию точки-аттрактора.

Сетка перемещается в заданном направлении. Чем дальше точки сетки удалены от аттрактора, тем на большее расстояние они были перемещены (Рис.3.). Если брать значения для перемещения с отрицательным знаком, то вся сетка зеркально переместится в противоположную сторону.

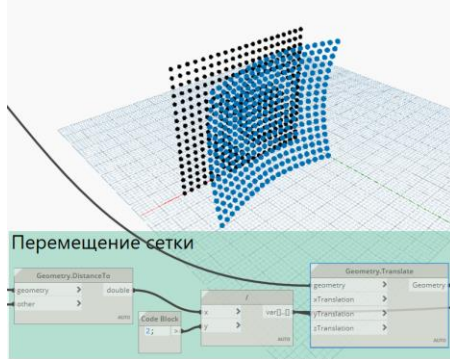


Рис.3. Перемещение

Этап четвёртый: Создание окружностей на основе перенесённой координатной сетки.

Диаметр созданных окружностей пользователь может менять на своё усмотрение. В данной работе радиус подобран таким образом, чтобы вписанные четырёхугольники не перекрывали друг друга, но и не имели большого расстояния между друг другом (Рис.4.).

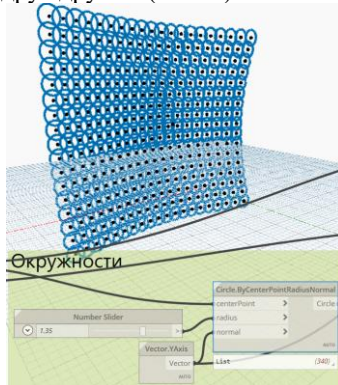


Рис.4. Создание окружностей

Этап пятый: Создание полигона с выбором количества сторон

пользователем.

В качестве примера задано количество сторон полигона четыре, но пользователь может выбрать и другие элементы: треугольники, полигоны с большим числом сторон (5-8) (Рис.5.).

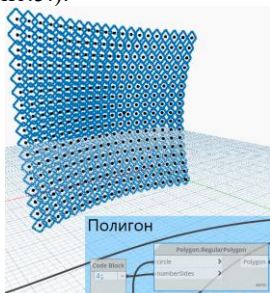


Рис.5. Создание полигонов

Этап шестой: Поворот геометрии полигонов.

Все полигоны были повёрнуты на 45° , угол также может быть задан другой, его значение вписывается в Code Block (Рис.6.).



Рис.6. Поворот полигонов

Этап седьмой: Выдавливание полигонов с целью получения твёрдых тел.

Выдавливание осуществляется посредством создания твёрдого тела. Если бы пользователь задал не полигон, а окружность, в результате этого шага появились бы цилиндры (Рис.7.).

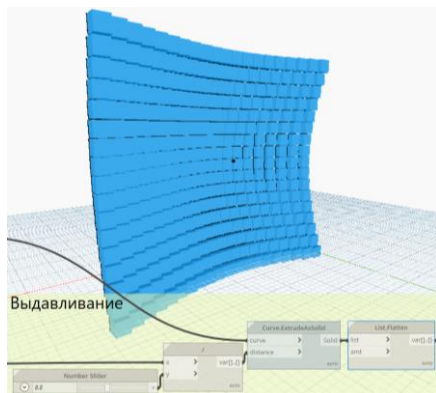


Рис.7. Твёрдотельное выдавливание

Этап восьмой: Импорт геометрии из Dynamo в Revit.

Теперь необходимо перенести геометрию из среды визуального программирования Dynamo непосредственно в Revit, в зависимости от дальнейших целей можно использовать несколько инструментов импорта. Некоторые из них позволяют все объекты редактировать далее, как одно тело, группируя их, другие, наоборот, переносят каждый выдавленный элемент, как отдельное тело (Рис.8.).

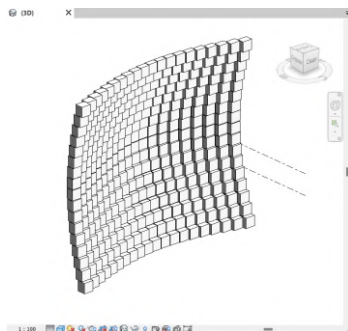


Рис.8. Импорт в Revit

Этап девятый: Задание материала для импортированной геометрии.

В том случае, если вся геометрия передавалась, как единое тело, то можно через «Управление» - «Стили объектов» назначить ей материал целиком (для элементов получившейся стены) (Рис.9.). Если же геометрия передавала блоки по-отдельности, то и материалы им назначаются отдельно, можно единый, можно разные. При необходимости ненужные блоки можно удалить, допустим, если нужен проём для будущего окна.

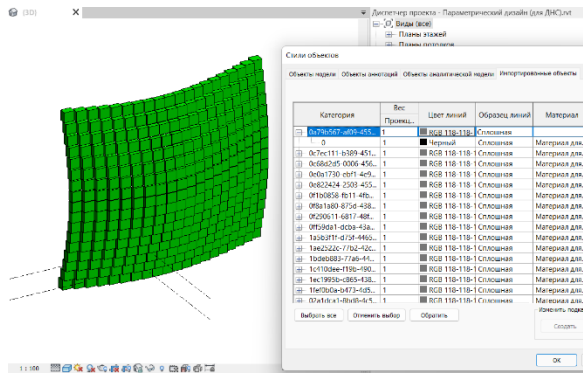


Рис.9. Назначение материала импортрированной геометрии стены

В результате отработки скрипта, который во избежание ошибок следует запускать вручную, получилась стена, сформированная из блоков квадратного сечения. Посредством изменения значений некоторых параметров алгоритма результат будет выдавать всегда уникальную геометрию стены. В том и состоит основной плюс алгоритма. Так как основной принцип работы уже сформирован, менять необходимо только значения. Это очень удобно, потому что не нужно каждый раз начинать работу с нуля, просто меняем исходные вводные данные, а результат нас либо удовлетворяет, либо мы запускаем следующую итерацию для проверки. Такой подход очень удобен при работе с клиентами, на переговорах, можно сразу подобрать необходимый заказчику вариант, или же очень быстро предоставить ему на выбор целую серию вариантов раскладок таких стен. Алгоритм экономит время и силы разработчиков и тех, для кого создаётся эта работа.

За рубежом в области внедрения системного анализа, автоматизации и алгоритмизации в проектирование работают как частные фирмы, так и специализированные лаборатории крупных университетов. В России пока только первые ростки, например, образовательная инициатива «Точка ветвления» занимается популяризацией вычислительных методов в архитектуре [4,5].

Результатом всего вышесказанного является алгоритм, позволяющий сформировать стену сложной геометрической формы из блоков. Таким образом, статья иллюстрирует возможность использования скриптов для параметрического проектирования объектов со сложной геометрией. Предложенный алгоритм работы позволяет значительно сократить сроки реализации проекта.

Библиографический список

1. Глава 4. Творческие принципы и особенности художественного метода

- Антонио Гауди // <https://biography.wikireading.ru> URL: <https://biography.wikireading.ru/153098> (дата обращения: 20.02.2022).
2. Что такое параметрическое проектирование в архитектуре // <https://isicad.ru> URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19066 (дата обращения: 20.02.2022).
3. Параметрический дизайн - Parametric design // <https://buildwiki.ru> URL: https://buildwiki.ru/wiki/Parametric_design (дата обращения: 20.02.2022).
4. Parametric Design, Dynamo Revit // <https://www.youtube.com> URL: <https://www.youtube.com/watch?v=CHyXgdU1j4c&list=PLnQTukI1DJvwCRpzL-SYjnugYXSvcLsJCr&index=8> (дата обращения: 20.02.2022).
5. Parametric Design, Dynamo Revit 12 // <https://www.youtube.com> URL: https://www.youtube.com/watch?v=_coy_Esk3tw&list=PLnQTukI1DJvwCRpzL-SYjnugYXSvcLsJCr&index=12 (дата обращения: 20.02.2022).

*Ягодарова Дарья Романовна, студентка 4 курса 1 группы ИЦТМС,
Кузьмич Максим Олегович, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС,
Кришталь Камилла Геннадьевна, студентка 4 курса 1 группы ИЦТМС*
Научный руководитель –
*Адамцевич Л. А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ПЕРСПЕКТИВЫ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Сегодня строительство находится на пороге революции, которую запустили технологии Индустрии 4.0 и, в частности, 3D строительная печать. Данный факт подтверждается значительным количеством публикаций в информационный базе знаний Scopus, где по ключевому слову «3D – печать» отображается свыше 49 тыс. публикаций. При этом лидерами по количеству публикаций являются авторы из США – 12705 публикаций, на втором месте авторы из Китая – 10100, на третьем авторы из Великобритании – 3408. Авторы из России занимают 14 место – 1078.

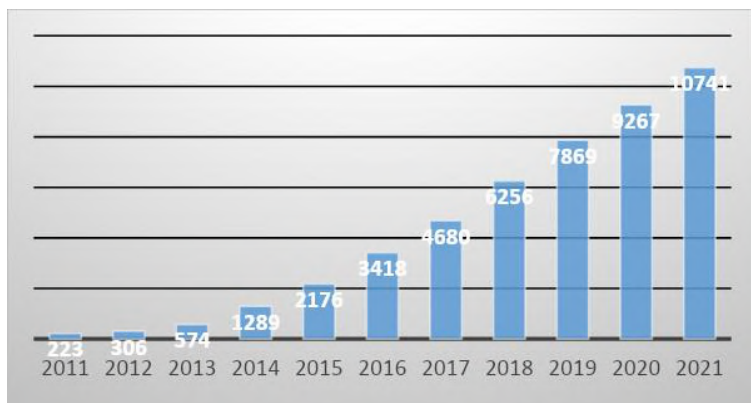


Рис.1. Количество публикаций по ключевому слову по годам в базе знаний Scopus

В настоящее время на возведение малоэтажного здания без отделки требуется от двух до шести месяцев, с использованием 3D строительной печати этот процесс сокращается в 2-3 раза. Так, например, 3D принтер позволяет всего за сутки создать квартиру-студию площадью 32 квадратных метра.

Какое же влияние оказывает использование технологии 3D печати на экологию? За счет внедрения новой технологии возведения строительных объектов - 3D строительной печати можно добиться снижения негативного влияния строительной отрасли на экологию за счет сокращения объемов отходов от производства строительных материалов, а также путем уменьшения выбросов от машин и механизмов, используемых при традиционном подходе к возведению зданий [1].

Рассмотрим преимущества и недостатки использования 3D печати в строительстве [2]. Можно выделить следующие преимущества применения строительных 3D-принтеров:

- скорость возведения строительного объекта;
- сокращение количества возможных простоев;
- снижение влияния «человеческого фактора»;
- возможность возведения в сложно доступных для людей местах;
- высокое качество выполняемых работ;
- значительное снижение отходов от производственного процесса;
- снижение затрат: энергоресурсов, экономия на оплате труда и прочее.

Однако, помимо преимуществ, у данной технологии есть свои недостатки:

- стоимость строительной смеси, используемой при возведении строительного объекта;
- возможное образование воздушных полостей из-за невозможности виброобработки;
- проблемы при армировании конструкций;
- соблюдение определенных требований к погодным условиям при возведении строительных объектов;
- с использованием 3D принтера возвести можно только стены строительного объекта,
- стоимость 3D принтера.

Перейдем к рассмотрению особенностей технологии 3D печати малоэтажных зданий в строительстве.

С помощью 3D-принтера можно создать модель здания, напечатать его целиком, или, наоборот, создать очень маленькие детали (при разработке проекта интерьера или ландшафта). Примером могут являться конструкции узлов креплений.

Технологии 3D печати металлами на заказ из различных сплавов позволяют изготавливать детали с внешними формами и внутренними полыми структурами различной конфигурации.

Создание таких сложных внутренних структур обеспечивает снижение конечной массы изделия, что позволяет снизить стоимость изготовления до 30% в отличие от других технологий.

Плотность изделий, изготовленных из металлов при 3D-печати на 50% лучше, чем при литье. Прочность 3D печатных изделий примерно на 30% выше по сравнению с литыми. При этом, разнообразие металлических порошков для 3D печати позволяет достичь заданных требуемых свойств конечных изделий [3].

3D печать можно использовать для создания трубопровода и креплений для них. В интернете существует множество моделей трубопровода для печати и производителей, которые эту печать могут реализовать. Можно использовать различный металл: алюминий, сталь, титан.[4]

Одной из удобных особенностей 3D печати является возможность печати из Autodesk Revit. Это довольно актуально, так как в наше время данная программа пользуется популярностью и в ней создается огромное множество как полноценных моделей зданий, в том числе и малоэтажных, так и отдельных деталей в виде семейств (это могут быть как окна, двери, различный декор, так и элементы инженерных сетей)

Для того, чтобы распечатать модель из Revit, модель должна соответствовать некоторым требованиям. В зависимости от модели эти требования могут отличаться, но, в общем, выделяют следующие:

- «модель должна представлять собой единый объект;
- модель должна содержать только замкнутые объекты;
- не должно быть мелких топологических элементов сечением менее 1×2 мм;
- не должно быть консольных элементов, длина которых превышает поперечное сечение более чем в 5 раз» [5]

На данный момент из Revit печатаются в основном макеты и модели зданий в уменьшенном масштабе из фотополимера, но в дальнейшем рассматривается перспектива постройки полноценных зданий и сооружений с применением бетона и мелкозернистых смесей. Самые важные параметры бетона для 3D-принтера — это прочность, скорость застывания и набора прочности, пластичность.

Свойства бетона регулируются составом смеси — количеством цемента и качеством заполнителей, а также добавками пластификаторов. Готовые смеси позволяют печатать элементы различной сложности и размеров — от малых архитектурных форм, таких как клумб и скамеек, до целых зданий, мостов и даже небоскребов [6].

Таким образом, можно утверждать, что строительная 3D-печать — одно из перспективных направлений в области возведения сооружений, которое позволяет сократить сроки и стоимость возведения объекта, а также экологическое воздействие на окружающую нас среду.

Библиографический список

1. *Трехмерная стройка.* [Электронный ресурс] URL: <https://lenta.ru/articles/2021/11/05/print/> (дата обращения: 18.02.2022);
2. *Есть ли перспективы у 3D-печати домов в России?* [Электронный ресурс] URL: <https://www.oknamedia.ru/novosti/est-li-perspektivy-u-3d-pechat-i-domov-v-rossii-52305> (дата обращения: 18.02.2022)
3. *Промышленная 3D-печать из металла.* [Электронный ресурс] URL: <https://3dnetprint.ru/3d-pechat-metal/> (дата обращения: 18.02.2022)
4. *SLM печать металлом. Высокоточная сталь.* [Электронный ресурс] URL: <https://www.cubicprints.ru/3d-pechat/slm-steel> (дата обращения 18.02.2022)
5. Печать модели из Autodesk Revit. [Электронный ресурс] URL: https://www.cadmater.ru/magazin/articles/cm_61_23.html (дата обращения: 19.02.2022)
6. 3D-печать в строительстве. [Электронный ресурс] URL: <https://top3dshop.ru/blog/3d-printing-of-buildings-technologies-and-3d-printers.html> (дата обращения: 22.02.2022)
7. *Мустафин Н. Ш. Барышников А. А.* Новейшие технологии в строительстве. Региональное развитие: электронный научно-практический журнал. 2015. № 8(12)
8. *Мальшева В.Л., Красмирова С.С.* Возможности 3D принтера в строительстве // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - № 12-2. - 2013.

*Железнова Анжела Оливеровна, студентка 2 курса 4 группы ИЦТМС
Научный руководитель -
Рыбакова А.О. – ст. преподаватель кафедры ИСТАС
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

РЕАЛИЗАЦИЯ VR-ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ AUTODESK REVIT И A360 RENDERING

В последнее время технологии виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) набирают всё большую популярность. Использование VR шлемов позволяет осматривать смоделированное 3D пространство и даже взаимодействовать с виртуальной средой. Несмотря на то, что основным акцентом этой отрасли остаются видеоигры, высокий потенциал применения технологии в проектировании и моделировании очевиден. Программа Autodesk Revit на основе BIM технологий предназначена для выполнения таких задач как проектирование элементов архитектуры и инженерных систем, разработка и детализация строительных конструкций, а также создание интерьеров и многое другое. Программа Autodesk A360 Rendering предназначена для визуализации моделей Revit в VR, что позволяет использовать её для решения различных задач.

На сегодняшний день A360 Rendering использует для работы облачное хранилище данных. Это позволяет пользователям получать фотореалистичные изображения с высоким разрешением без использования вычислительной мощности персонального устройства, поскольку все операции производятся в облаке. Использование облака обеспечивает быструю визуализацию модели, высокую скорость обмена данными, а также нивелирует необходимость моделировать в другой среде.



Рис.1. Стереопанорама помещения в A360 Rendering

Для облачного рендеринга модели Revit в приложении A360 Rendering необходимы следующие навыки: грамотное моделирование, контроль объема содержимого в поле зрения пользователя, настройка свойств вида, выбор материалов, расположение модели и настройка освещения, настройка параметров рендеринга, настройка параметров экспозиции и последующей обработки в облаке. Тем не менее, приложение открывает для пользователей широкий набор возможностей для решения конкретных задач. Например, Autodesk A360 Rendering позволяет использовать VR для демонстрации внутренних помещений проекта, включая такие возможности как переключение между несколькими вариантами дизайна, выбор подходящего ракурса, детальная настройка текстур и света, расположение вида от первого лица, а также масштабирование стерео панорамы относительно человеческого роста.

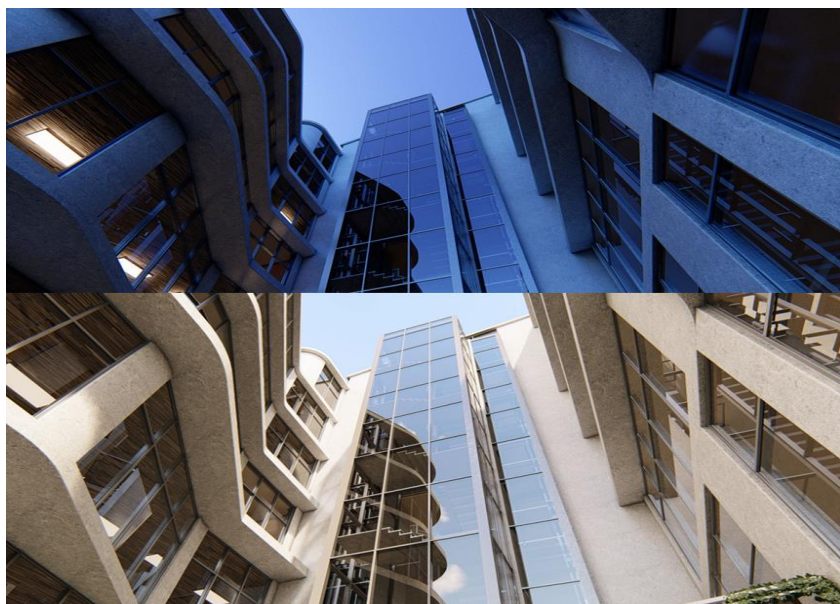


Рис. 2. Рендеринг модели Revit с различными вариантами освещения

Исходя из параметров и характеристик A360 Rendering, можно выделить ряд ключевых достоинств и недостатков приложения.

Достоинства:

- 1) Возможность проанализировать модель. Использование шлема VR позволяет подробно изучить интересующие части дизайн проекта.
- 2) Необычный формат презентации. В большинстве случаев факт демонстрации модели в VR вызывает повышенный интерес у клиентов. Кроме

того, программа позволяет демонстрировать модели с несколькими вариантами дизайна и освещения.

3) Возможность более подробной оценки размеров модели, чем при просмотре 3D видов на мониторе. Например, за счёт реалистичной визуализации технология упрощает оценку габаритов помещений при перепланировке помещения.

4) Быстрый обмен данными. Использование облака позволяет делиться проектами посредством QR-кода или URL-адреса, что обеспечивает быструю и качественную визуализацию модели без установки дополнительного программного обеспечения.

Недостатки:

1) Персональное использование. Проект трудно демонстрировать на больших мероприятиях, поскольку на каждого участника понадобится индивидуальный VR шлем.

2) Нельзя перемещаться по модели. В отличие от аналоговых приложений, в Autodesk A360 Rendering отсутствует возможность передвижения по объекту, хотя технологии VR позволяют реализовать подобную функцию.

Таким образом, Autodesk A360 Rendering представляет широкий набор возможностей для визуализации и демонстрации моделей Revit в VR. Облачное хранилище позволяет демонстрировать проекты удаленно на любом подходящем устройстве. Использование VR шлемов вызывает повышенный интерес к презентации проекта, а также позволяет проводить реалистичную оценку габаритов помещения и анализ различных вариантов дизайна. В то же время, приложение уступает аналогам в возможности перемещаться по модели и требует обязательного наличия VR шлемов для демонстрации стерео панорамы.

Библиографический список

1. *Гаряева В.В., Гаряев Н.А.* Технологии виртуальной реальности в строительстве // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы. Сборник материалов семинара, проводимого в рамках VI Международной научной конференции. 2018. С. 43-46.

2. *Garyaev N., Rybakova A.* Cloud interaction technologies in the design and construction // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 170. № 01076. DOI: 10.1051/mateconf/201817001076.

3. *Гинзбург А. В.* BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта. 2016. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27036457>

4. *Гаряев Н.А., Рыбакова А.О.* Облачные технологии взаимодействия при проектировании и строительстве // Бюллетень строительной техники. 2018. № 4 (1004). С. 28-31.

5. *Клаианов Ф.К., Рыбакова А.О.* Облачные технологии в строительной отрасли // Экономика и предпринимательство. 2017. № 4-2 (81). С. 456-459.
6. *Rybakova A., Kagan P.* Opportunities to improve the efficiency of design and construction // E3S Web of Conferences. 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. 2019. С. 01008.
7. *Zotkin S.P., Ignatova E.V., Zotkina I.A.* The organization of autodesk revit software interaction with applications for structural analysis // Procedia Engineering. 2016. Т. 153. С. 915-919.
8. *Железнов Е.М.* Анализ средств импорта и экспорта программных комплексов Autodesk // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости НИУ МГСУ. Москва, 2021. С. 536-538.
9. *Гаряев П.Н.* большие данные в строительной отрасли. Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 2. С. 78-80.
10. *Гаряев П.Н.* Моделирование энергопотребления городских территорий. Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 3. С. 11-13.
11. *Garyaeva V.* Formation of competitive skills of civil engineers in the field of BIM technologies. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01077.

*Эль-Мавед Ахмад, студент магистратуры 2 курса 14 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Гаряева В.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ГОРОДОМ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОД ЭЛЬ-АЙН, ОАЭ)

Текущая геополитическая ситуация и сохраняющийся на рынках микро-электроники дефицит, заставляют компании реализующий проекты умного города искать пути оптимизации и ускорения работ. Концепция умного города (Smart City) — это система, при которой ресурсы городских служб, объединённые в общую информационную систему, используются оптимальным образом и обеспечивают наибольшее удобство жителям с целью улучшения качества жизни, повышения эффективности обслуживания, обеспечения безопасности и удовлетворения ежедневных потребностей. Для более эффективного решения этих задач, и оптимизации работ сети менеджмента, необходимо разработать систему автоматизированной оценки степени использования интеллектуальных систем в управление умным городом, бесшовная связь между следующими проектами умного города:

уличным видеонаблюдением, госуслугами, интеллектуальной транспортной системой и другими в масштабах города [1].

В качестве примера, мною был выбран город Эль-Айн, расположенный в ОАЭ, эмират Абу-Даби, По состоянию на 2017 год население составляло 766 936 человек согласно переписи, площадь, 13 100 км², диапазон температур от 27 до 56 градусов Цельсия, а средняя годовая влажность воздуха 60%. Эль-Айн - единственный крупный город ОАЭ, находящийся вдали от моря.

Эль-Айн в полной мере соответствует концепции умного города: полный отказ от ископаемого топлива, использование возобновляемых энергетических источников, в том числе солнечных батарей для уличного освещения, организован сбор и использование дождевой воды, размещение и развитие только экологически чистых предприятий и производств, строительство жилых и общественных зданий и использованием «зеленых стандартов», с высокими показателями энергосбережения, в частности конструкции фасадов зданий позволяют снизить затраты на кондиционирование, наличие городских кондиционеров, повсеместный бесплатный wi-fi позволяет жителям и гостям города мгновенно получить доступ ко всей городской инфраструктуре, использование велосипедов и самокатов внутри городской черты, а также беспилотных электромобилей вне городской черты.

Однако, строительство такого города, стоило правительству ОАЭ только на начальном этапе более 22 млрд долларов, сейчас эти вложения еще выросли, т.к. город продолжает развиваться и расширяться.

С этой целью в городе создан научный центр – университет, занимающийся исследованиями в области экологического «умного строительства».

Понятие степени использования интеллектуальных систем в системе умного города

Для определения концепции степени использования интеллектуальных систем управления умным городом, было проанализировано пять общих принятых методик оценок, представленных следующими организациями:

1- Центр региональных исследований Венского технического университета;

2- «Индикаторы умных городов НИИТС 2017» Национальный исследовательский институт технологий и связи г. Москва;

3- Приоритетные направления внедрения технологий «умного города» в российских городах.

Центр стратегических разработок «Северо-Запад». г. Москва;

4- Устав «умных городов» Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы, и ядерной безопасности Германии;

5- Международный институт телекоммуникаций (ITU) KPIs on Smart Sustainable Cities.

Наличие альтернатив в методиках оценки затрудняет процесс реализация концепции умного города. Для условий, представленных в городе Эль-Айн (ОАЭ) наиболее полной представляется методика, разработанная международным союзом телекоммуникации (ITU). [2]

Согласно данной методике используется четыре группы основных показатели умного города:

1- группа показателей “интеллектуальный бизнес”:

– количество персональных компьютеров для сотрудников предприятия.

2- группа показателей “интеллектуальные госуслуги”:

– количество заявлений через портал государственных и муниципальных услуг.

3- группа показателей “интеллектуальная среда”:

– количество компаний, оказывающих услуги через сеть;

– количество камер видеонаблюдения;

– количество систем мониторинга экологической обстановки;

– количество систем оповещения о чрезвычайных ситуациях;

– количество "интеллектуальных" водосчетчиков;

– количество сетевых библиотек с доступом к internet;

– количество систем мониторинга водоснабжения;

– количество точек доступа к высокоскоростному интернету.

4- группа показателей “интеллектуальное население”:

- доступ к интернету в частных домовладение;
- доля частных домовладение имеющих электронную вычислительную технику;
- число абонентов высокоскоростной беспроводной сети;
- количество систем электронного обучения.

Таким образом, общая последовательность оценки степени использования интеллектуальных систем в систему управления умным городом можно отобразить в виде следующей схемы (рис. 1).

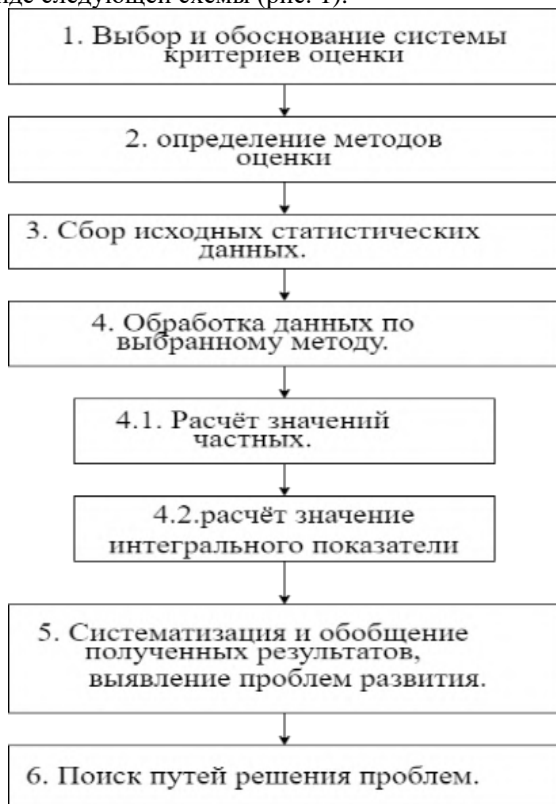


Рис.1. Последовательность оценки степени использования интеллектуальных систем в системе умного города [3]

На первом этапе производится выбора обоснование системы критериев. Следующим этапом осуществляется определение методов оценки. На третьем этапе для последующие обработки выполняется сбор статических данных. Самым значимым этапом оценки степени использования интеллектуальных

систем в управлении умным городом является обработка данных по выбранному методу. Данный этап содержит 2 под-этапа – расчет нормированных значений частных показателей и расчет значения интегрального показателя. Данные этапы позволяют провести наиболее полную и объективную оценку, для дальнейшего поиска и решение проблем. [4]

В качестве примера реализации концепции «smart city» в городе Эль-Айн, можно привести систему умного освещение спортивного комплекса «Хазза бин Зайед» (рис. 2).



Рис. 2. Стадион «Хазза бин Зайед» - многофункциональный стадион, расположенный в ОАЭ, эмират Абу-Даби, город Эль-Айн.

Использование методов автоматизации оценки степени использования интеллектуальных систем в системе умного города позволит получить более гибкий и экономический целесообразный подход к реализации концепции «Smart city».

Реализация концепции «Smart city» в городе Эль-Айн на данный момент идёт по пути точечных реализаций, без чёткого структурирования, что не лучшим образом сказывается на экономической эффективности и скорость реализации проекты умного города.

Использование разработанной системы автоматизированной оценки позволит администрации города Эль-Айн воплотить идею умного города с выигрышем по времени от 10 до 13 % и получить около 8 % экономической выгоды за счёт оптимизации структуры реализации проекта умного города.

Библиографический список

1. <https://www.mos.ru/city/projects/smartcity/> (Дата обращения: 28.02.2022)

2. *Kramers, A., Höjer, M., Lövehagen, N., & Wangel, J.* (2014). Smart sustainable cities—Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. *Environmental modelling & software*, 56, p.p. 52-62.
3. Оценка уровня социально-экологического развития городов-миллионников как степень реализации административного ресурса О.Е. Малых, И.К. Полянская, А.Ф. Шамсутдинова
4. *Li, F., Qiao, W., Sun, H., Wan, H., Wang, J., Xia, Y. & Zhang, P.* (2010). Smart transmission grid: Vision and framework. *Smart Grid, IEEE Transactions on*, 1(2), p.p. 168-177.
5. Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город»). – <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/74f/Standart.pdf>. (Дата обращения: 15.02.2022)
6. Умные города: модели, инструменты, рэнкинги и стандарты / В.И. Дрожжинов, В.П. Куприяновский, Д.Е. Намиот и др. // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2017. – № 3. – С. 19–48
7. Милорадов С.В., Гаряев Н.А. Системный подход в управлении. В сборнике: *Строительство - формирование среды жизнедеятельности. двенадцатая Международная межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых, докторантов и аспирантов: научные труды*. Москва, 2009. С. 304-305.
8. Гранкин С.Л., Гаряев Н.А. Применение вычислительной сети физических объектов *Научное обозрение*. 2015. № 13. С. 159-162.
9. Баранова О.М., Гаряев Н.А., Гаряева В.В. *Операционные системы* Москва, 2009.
10. Гаряев П.Н. Моделирование энергопотребления городских территорий. *Научно-технический вестник Поволжья*. 2021. № 3. С. 11-13.

Ильичев Даниил Сергеевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС

Крутий Михаил Валерьевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Игнатова Е.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ШАБЛОНОВ В REVIT

С учетом введения постановления Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. N 1431, определяющего правила формирования и ведения информационной модели [1], утверждения принципов классификации строительной информации [2], подход к информационному моделированию выходит на новый уровень и требует уточнения нормативных документов и стандартов [3].

Один из самых популярных продуктов на рынке для информационного моделирования является ПО Revit. Однако в процессе подготовки информационной модели к прохождению экспертизы проверка наличия и правильности заполнения параметров элементов модели, корректности постановки марок, создания нужных типов конструктивных элементов занимает очень много времени [4]. Возникает задача автоматизации процессов проектирования конструктивных элементов, которая может быть решена за счет применения различных шаблонов [5, 6, 7, 8].

Шаблон проекта – это специально проработанный файл со специальным расширением, который служит основой для создания проектов. Этот файл содержит только необходимую информацию, которая используется во всех проектах, а не только в текущем. Шаблон проекта - неотъемлемая часть стандарта предприятия. В первую очередь шаблон должен содержать базу для оформления рабочей документации. Шаблон должен содержать основные компоненты модели, чаще всего используемые в проектах, такие как пилоны, стены, колонны, фундаменты, плиты перекрытий. Шаблон позволяет создавать спецификации, рабочие листы, марки, размеры и т.д.

Также стоит отметить важные параметры, содержащиеся в данном шаблоне. Файл общих параметров (ФОП) – это определенный набор параметров для всего проекта, который облегчает работу, помогает управлять семействами и правильно оформлять документацию.

Так как выбор шаблона является начальной точкой разработки проекта, то для его выбора надо заранее определить основные цели, которые должны

быть достигнуты при разработке. Грамотный подход к выбору шаблона и его содержанию перед стартом проекта может значительно облегчить и ускорить работу, связанную с проектированием здания. Однако, чаще всего в стандартных шаблонах Revit имеется лишь очень малый набор необходимых наработок [9].

Стоит также отметить, что важно проверять наполнение шаблона, так как при большом количестве входящих в него элементов возникнут сложности с процессом проектирования, координации и обмена данными с другими разделами. Следовательно, организациям необходимо уделить большое внимание созданию качественных и полноценных шаблонов [10].

Остро стоит вопрос построения работы проектной организации с учетом различных требований. Проектные организации зачастую взаимодействуют с огромным количеством заказчиков и подход к проектам, выполняемым по технологии информационного моделирования, должен обладать определенной гибкостью, которая позволила бы с минимальными трудозатратами и потерями адаптироваться к индивидуальным требованиям заказчиков. Одним из способов облегчить работу опять является выбор оптимального шаблона.

Зачастую компании, которые давно работают с технологиями информационного моделирования и имеют большую команду ТИМ-специалистов, уже имеют свои собственные шаблоны, созданные специально с учетом стандартов работы проектной организации и инструкции по работе с ними. Однако существуют компании, начинающие работу в информационном моделировании и не имеющие большого количества ресурсов, которые в основу разработки собственного шаблона кладут стандартные, либо наиболее распространенные варианты.

В результате исследования были выделены основные элементы шаблонов, которые необходимы при проектировании монолитных конструктивных элементов:

- *Компоненты для разработки проектно-конструкторской документации* – шаблоны видов, набор семейств, связанных с оформлением проектной документации, заранее созданные ведомости и спецификации для учета монолитных конструкций, массы арматуры и т.д.;
- *База монолитных конструкций* – набор семейств несущих конструкций, включающий в себя стены, несущие колонны, балки, перекрытия, фундаменты и остальные несущие конструкции;
- *Настройки армирования железобетонных конструкций* –
- *Настройки аналитической модели для работы с расчетными комплексами* – то, насколько удобно устроен процесс создания и передачи модели в расчетные комплексы.

Проанализированы самые распространенные шаблоны, которые чаще всего применяют в проектных организациях:

Стандартный шаблон Revit (Шаблон несущей конструкции), шаблон ADSK (наиболее популярный шаблон, используемый в России), шаблон SML (шаблон, созданный ТИМ-специалистами ГК «Самолет»)

Разработаны критерии сравнения шаблонов, связанные с важнейшими частями шаблонов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение шаблонов

Шаблоны Критерии сравнения	Стандартный шаблон	ADSK	SML
Файл общих параметров (ФОП)	Единый ФОП Autodesk	Единый ФОП Autodesk	Специальный ФОП, ориентированный на дальнейшую работу с ИМ, в том числе и со сметами
Компоненты для разработки проектно-конструкторской документации	Стандартная рамка, несоответствующая ГОСТ; Нет созданных ведомостей и спецификаций; Несколько стандартных семейств, связанных с оформлением чертежей	Несколько различных вариантов рамок с изменяемым форматом; Различные разделы ведомостей и спецификаций, в т.ч. армирование и подсчет объемов	Несколько десятков вариантов рамок различных форматов; Различные разделы ведомостей и спецификаций, в т.ч. армирование и подсчет объемов
База монолитных конструкций	Несколько стандартных вариантов несущих конструкций	Все основные типы несущих конструкций, множество вариантов для последующей адаптации под особенности проекта	Набор семейств, ориентированный на монолитные конструкции, основной особенностью является наименование и разделение семейств в зависимости от раздела (предусматривается поэтапное разделение файла)
Настройки армирования железобетонных конструкций	Стандартные типы арматуры; Самые основные формы арматурных стержней	Множество типов арматуры; Семейства IFC-арматуры; Множество форм арматурных стержней	Арматурные стержни также ориентированы под определенный раздел; Небольшое количество форм арматурных стержней

Создание аналитической модели для дальнейшей работы с расчетными комплексами	-	--	
--	---	----	--

Подводя итог сравнения, стоит отметить, что наиболее приемлемым для начала работ с использованием технологии информационного моделирования, является шаблон ADSK, так как он наиболее успешно адаптирован под различные типы проектов и имеет возможность адаптации под требования организации. Стандартный шаблон является слишком отдаленным от реального проектирования. Шаблон SML адаптирован под свою структуру работы определенной компании с ее собственными задачами и особенностями. Например, каждое семейство разделено на определенные подразделы, что довольно сильно загружает файл проекта и усложняет работу.

Библиографический список

1. Постановления Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. N 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов»

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 12.09.2020 № 1416 «Об утверждении Правил формирования и ведения классификатора строительной информации».

3. Приказ от 09.09.2020 № МКЭ-ОД/20-45 URL: <https://mos.ru/mke/documents/prikazy/view/244254220/> (дата обращения 24.02.2022)

4. *Ельфимова А.Г., Игнатова Е.В.* Алгоритм верификации информационного наполнения модели// В сборнике: Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. С. 181-184.

5. *Попов И.В.* Разработка шаблона НПИ для создания информационных моделей и выпуска рабочей документации в программном комплексе AUTODESK REVIT// В сборнике: Ядерные технологии: от исследований к внедрению - 2021. Сборник материалов научно-практической конференции. Нижний Новгород, 2021. С. 102-104.

6. *Астахова Е.С.* Разработка шаблона проекта для программного обеспечения REVIT в рамках регламентов технологии информационного моделирования// Студенческий. 2019. № 18-1 (62). С. 19-22.

7. *Князева О.* Шаблон проекта Revit для раздела КР от ИНФАРС URL: <https://infars.ru/blog/zametka-jeksperta-shablon-proekta-revit-dlja-razdela-kr/> (дата обращения 24.02.2022)

8. *Чубик Д.* ADSK-шаблоны Revit URL: <https://knowledge.autodesk.com/community/collection/adsk->

%D1%88%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D1%8B-revit (дата обращения 24.02.2022)

9. *Игнатова Е.В., Давыдов А.Е., Шилова Л.А.*, Технологии информационного моделирования зданий, Москва, МИСИ-МГСУ, 2019. – 55 с.

10. *Талапов, В. В.* Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий. – М. : ДМК-пресс, 2015. – 410 с.

Григорян Марина Артуровна, студентка 3 курса 4 группы ИЦТМС
Китаина Дарья Дмитриевна, студентка 3 курса 6 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Гаряев Н. А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Эксперименты в реальной жизни могут быть слишком рискованными или вовсе не реализуемыми. Именно поэтому на сегодняшний день на рынке актуально выстраивание моделей, который наиболее приближенно описывают реальную ситуацию.

Что представляет собой автоматизация склада?

Под автоматизацией склада понимается процесс автоматизации перемещения и погрузки различных товарно-материальных запасов на склады, внутри и со складов к клиентам с минимальной затратой человеческих ресурсов. В рамках проекта автоматизации любая организация может избавиться от трудоемких обязанностей, связанных с повторяющейся физической работой и ручным вводом и анализом данных.

Автоматизация склада не требует физической или роботизированной автоматизации. Здесь подразумевается использование заданных данных и программного обеспечения для замены ручных задач и процессов.

Следует обозначить главные преимущества автоматизированного склада. В первую очередь, использование автоматизации для улучшения складских операций дает широкий спектр преимуществ: от более эффективной работы до сведения к минимуму ошибок, которые может допустить человек. Актуальным будет отметить самые часто отмечаемые достоинства:

- Увеличение пропускной способности склада;
- Улучшенное использование ресурсов;
- Снижение трудозатрат и эксплуатационных расходов;
- Снижение затрат на обработку и хранение;
- Повышение производительности и эффективности;
- Оптимизированное складское пространство;
- Улучшенный контроль запасов;
- Повышенная безопасность на рабочем месте;
- Уменьшение количества ошибок при доставке;
- Снижение потерь запасов;
- Улучшенная координация обработки материалов;
- Высокая точность выполняемых заказов;

Каким образом имитационное моделирование способно оптимизировать складскую работу? Для ответа на этот вопрос обратимся к одному из самых популярных программных обеспечений [1].

Наиболее используемой программой для создания имитационных моделей, используемых в различных областях, является AnyLogic. И именно в ней будет смоделирован склад с дальнейшей оптимизацией различных критериев [2-3].

При планировке стеллажей существуют специальные элементы разметки для поддержки моделирования склада:

- Разные макеты;
- 3 измерения: отсеки, уровни и глубокие позиции;
- Привязка к сети.

Для построения любых процессов, которые имеют какую-либо последовательность, можно использовать библиотеку моделирования процессов AnyLogic. В частности, для создания модели оптового склада данная библиотека с использованием анимации агентов в диаграмме процессов будет применима в первую очередь.

В графическом редакторе можно создавать любые сложные макеты, и, за счет того, что стеллажи трехмерные, определять количество базовых уровней и ячеек.

На рисунках 1-3 представлены три конфигурации, которые может принимать элемент Стеллаж.



Рис. 1. Один проход - один стеллаж



Рис. 2. Два прохода - один стеллаж



Рис. 3. Один проход - два стеллажа

Рассмотрим работу модели, которая дана в открытом доступе на официальной странице AnyLogic.

Здесь склад разделен на несколько зон и имеет несколько типов персонала, что наглядно видно на рисунке 4. Действующими зонами являются парковка, разгрузки, приема, отправки, проверки, размещения товаров и склад. Каждой из этих зон соответствует персонал, работающей на ней: разгрузчики и погрузчики находятся на зоне разгрузки, получатели - приема, проверяющие - проверки и отправки, грузоподъемники передвигаются по всем зонам кроме парковки, т. к. по ней передвигаются розничный (меньший) грузовики для отправки или принятия запасов и т. д.

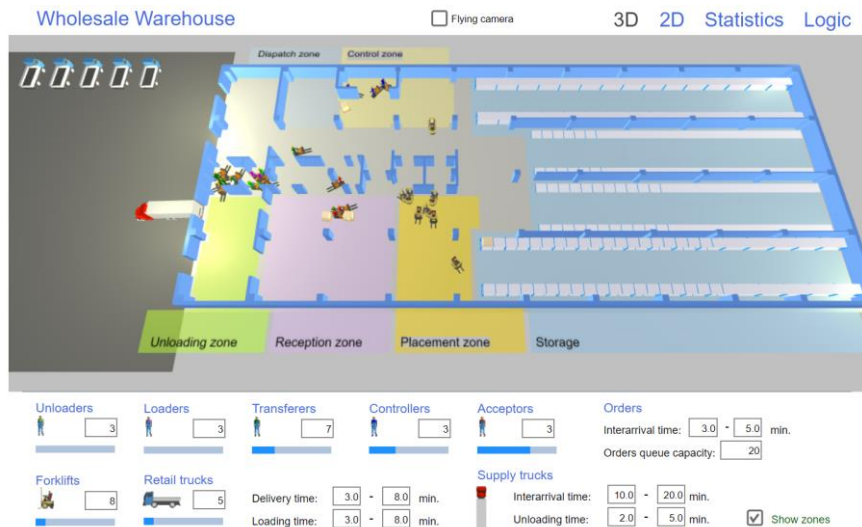


Рис. 4. 3D-модель оптового склада

При построении логики зоны приема груза товарно-материальных запасов используются следующие элементы из библиотеки Anylogic [4-5], продемонстрированные на рисунке 5:

- Source - для создание агентов;
- Move To - для перемещения агента в новое место;
- Select Output - для направления агента к одному из двух выходов в соответствие с заданными условиями;
- Delay - для задержки агентов на определенный промежуток времени;
- Split - для создания новых агентов-копий каждому входящему агенту;
- Sink - для уничтожения агентов,

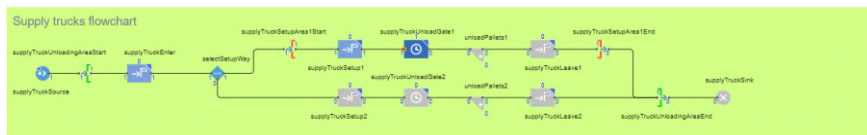


Рис. 5. Блок-схема поставок грузовых автомобилей

Весь процесс выглядит следующим образом. Поддоны с грузом доставляются на склад автотранспортом. Затем обслуживающий персонал разгружает и транспортирует поддоны в зону приема. Поддоны обрабатываются, маркируются регистраторами, а затем перемещаются в зону хранения с помощью вилочных погрузчиков.

Заказы принимаются на склад. Для каждого заказа вилочный погрузчик берет один поддон со склада и транспортирует его в зону отправки. В этой зоне контролирующий персонал сопоставляет содержимое поддона с заказом. После проверки поддона на склад въезжает розничный грузовик и вывозит поддон со склада.

Использование зоны измеряется и отображается в виде гистограммы рядом с каждой зоной в режиме 2D просмотра. Емкости ресурсов можно динамически изменять с помощью ввода текста.

На отдельном экране собирается статистика, где отображается использование ресурсов с течением времени. Ресурсами здесь являются персонал с оборудованием и пространство. На рисунке 6 наглядно продемонстрирована загруженность штабов по каждому виду и использование каждой зоны.

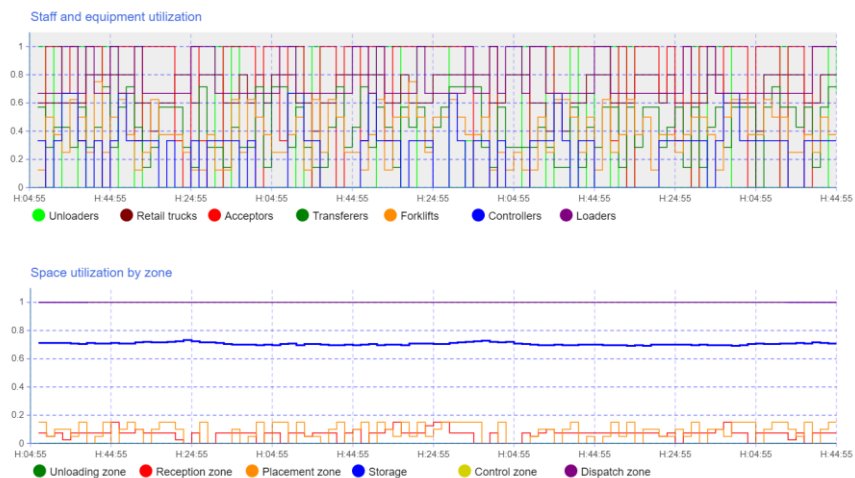


Рис. 6. Статистика по использованию персонала, оборудования и пространства по зонам

Важно отметить, что окно с ресурсами показывает отдельное использование и процент загрузки персонала. Таким образом, пользователь легко может поменять и отрегулировать нужное количество персонала в в каждом штабе. Это можно сделать с помощью простого ввода в окошках на 3D или 2D видах. Данные о проведенном эксперименте со случайно заданными значениями представлены на рисунке 7.

Для сбора информации о загруженности стеллажей задан специальный параметр Rack System, собирающий информацию о загруженности общей зоны хранения.

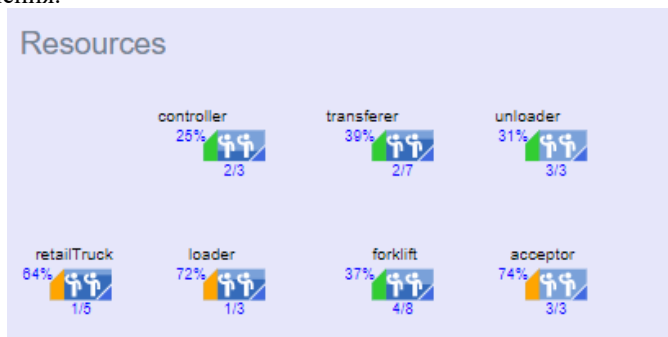


Рис. 7. Загруженность каждого вида персонала

Использование программного обеспечения для моделирования склада является ключом к детальному анализу и оптимальному функционированию любой организации. Стоит заметить, что при построении этой модели отсутствует риск разрушения или дисбаланса реального объекта, что позволяет выполнять огромное количество экспериментов, ограниченное только ресурсами или удовлетворением результатом, который отобразится уже после введения на реальный объект. Благодаря этому можно найти и определить оптимальный план работы склада для получения максимальной выгоды.

Таким образом, имитационное моделирование четко и наглядно показывает ее эффективность в оптимизации управления складов до наилучшего результата и различными ее представлениями. Одно из них представлено на модели выше, с помощью которой можно выполнить реальную автоматизацию в управлении складом в любом городе или стране, достаточно менять параметры в виде количества человек и времени, которые ограничивает заказчик.

Библиографический список

1. *Гаряева В.В.* Разработка методики создания имитационной модели обеспечения удаленных объектов материалами и конструкциями Научное обозрение. 2016. № 9. С. 239-251.
2. *Григорьев Илья*, AnyLogic за 3 дня: практическое пособие по имитационному моделированию [Текст] / И. Григорьев.-Москва: Интернет-издание, 2016. – 257 с.
3. Simulation Software Comparison [Электронный ресурс]: сайт программного обеспечения / URL: <https://www.anylogic.ru/resources/white-papers/simulation-software-comparison/>
4. *Дмитрий Каталевский*, Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении [Текст] / Д. Каталевский.-Нью-Йорк: Интернет-издание, 2013. - 513 с.
5. *Andrei Borshchev*, The Big Book of Simulation Modeling [Текст] / Andrei Borshchev, Илья Grigoryev.-New-York: AnyLogic North America, 2013. - 614 с.
6. *Гаряев П.Н.* большие данные в строительной отрасли. Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 2. С. 78-80.
7. *Garyaev N., Rybakova A.* Cloud interaction technologies in the design and construction. В сборнике: МАТЕС Web of Conferences. 2018. С. 01076
8. *Garyaev N., Garyaeva V.* Big Data technology in construction/ В сборнике: E3S Web of Conferences. 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. 2019. С. 01032.
9. *Гранкин С.Л., Гаряев Н.А.* Применение вычислительной сети физических объектов Научное обозрение. 2015. № 13. С. 159-162.
10. *Гранкин С.Л., Гаряев Н.А.* история и принципы технологии создания веб-приложений и веб-сервисов ASP.NET Научное обозрение. 2015. № 14. С. 241-244.

Курушикина Ксения Сергеевна, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Евтушенко С.И., проф. каф. ИСТАС, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ИНСОЛЯЦИИ В СИСТЕМАХ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Инсоляция представляет собой облучение пространства прямыми солнечными лучами. Она является важным психофизиологическим, гигиеническим и эстетическим фактором, влияющим на среду обитания человека. Минимально допустимая продолжительность инсоляции (в часах) в зданиях и помещениях строго регламентируется в зависимости от их назначения.

Расчеты инсоляции проводятся в процессе проектирования, как для самих проектируемых зданий, так и для затененных окружающих зданий, на которые распространяются требования стандартов инсоляции, а также на территориях медицинских учреждений, школ, дошкольных учреждений, на детских и спортивных площадках.

Расчеты инсоляции могут выполняться как вручную, так и с помощью различных программных средств, в том числе с помощью технологий информационного моделирования. Технологии информационного моделирования в настоящее время являются наиболее передовыми средствами автоматизации различных процессов в области проектирования. Автоматизация процесса расчета инсоляции упростит этот процесс и значительно ускорит его.

В рамках данной работы проанализирована нормативная и справочная информация, связанная с реализацией расчета инсоляции, рассматриваются научные разработки, методы и публикации, посвященные автоматизации различных расчетов с использованием технологий информационного моделирования.

Расчет инсоляции произведен в соответствии с методикой, указанной в нормативном документе [1]. Для выполнения расчета также были использованы данные, указанные в [2]. В качестве инструмента для информационного моделирования в статье рассмотрен программный продукт Autodesk Revit, предоставляющий .NET API, что дает возможность работать с любым языком программирования, поддерживающим платформу .NET. В рамках исследования рассмотрено применение для решения задачи расчета инсоляции двух инструментов, расширяющих функциональные возможности Autodesk Revit, а именно инструмента для визуального программирования Dynamo и высокоуровневого языка программирования Python.

В целях проведения исследования был произведен расчет инсоляции для объекта на стадии концепции.

Расчёт инсоляции осуществляется на основе инсоляционного графика согласно [1-2].

В рамках данной работы проанализирована нормативная и справочная информация, связанная с реализацией расчета инсоляции, рассматриваются научные разработки, методы и публикации, посвященные автоматизации различных расчетов с использованием технологий информационного моделирования.

Графики инсоляции для расчета продолжительности инсоляции территорий и помещений представляют собой комбинацию часовых радиальных линий и теневых линий в день начала (окончания) инсоляционного периода.

В центре графика обозначен полюс - точка, которая при расчете инсоляции накладывается на расчетную точку помещения. На плане помещения, исполненного в необходимом масштабе, определяются углы горизонтальной тени и освещенности светового проема с учетом вертикальных экранирующих элементов, но без учета объектов и рельефа, лежащих противоположно; расчетная точка фиксируется на пересечении лучей, определяющих углы горизонтальной тени светового проема. На разрезе помещения определяются вертикальные углы тени и освещенности.

График инсоляции ориентируется строго на север; полюс графика попеременно накладывается на вершины левого и правого теневых углов светового проема с целью определения время начала и окончания инсоляции. В зависимости от результата определяется угол инсоляции и продолжительность инсоляции.

На общем или ситуационном плане строительного участка определяется положение проектной точки помещения. Угол инсоляции накладывается с учетом его ориентации на общий или ситуационный план в расчетную точку помещения. Полюс графика совмещается с расчетной точкой на общем или ситуационном плане строительного участка. В пределах угла инсоляции определяется угол затенения расчетной точки противоположащим объектом, время начала, окончания и продолжительность ее затенения. Расчетная продолжительность инсоляции в помещении определяется разницей между продолжительностью инсоляции и продолжительностью затенения.

В качестве здания на стадии концепции используются формообразующие элементы, созданные по форме будущего объекта (Рисунок 1).

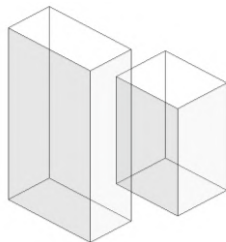


Рис. 1– Формообразующие элементы

Для обозначения точки расчёта инсоляции было разработано семейство (Рисунок 2), которое меняет цвет в зависимости от того, проходит ли инсоляция или нет (красный, если инсоляция не проходит, зеленый, если проходит, желтый, если проходит по прерывистой инсоляции).

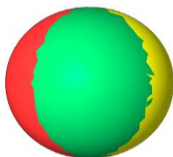


Рис. 2– Семейство точки расчета инсоляции

Также были разработаны семейства, обозначающие марку инсоляции (Рисунок 3) и инсоляционный луч (Рисунок 4)



Рис. 3– Семейство марки инсоляции

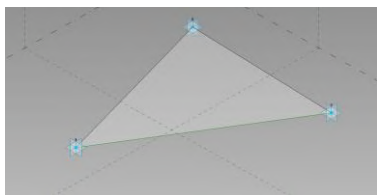


Рис. 4– Семейство инсоляционного луча

Инсоляционный график для Москвы был создан в формате JSON (Рисунок 5)


```

1  {
2
3      "Name": "MSK",
4      "Vectors": [
5
6          {
7              "X": -0.97889399528503418,
8              "Y": 0.11680106113153458,
9              "Z": 0.16770300269126892
10         },
11
12         {
13             "X": -0.97888201475143433,
14             "Y": 0.11329299956560135,
15             "Z": 0.17015999555587769
16         },
17
18         {
19             "X": -0.97885197401046753,
20             "Y": 0.10978499799966812,
21             "Z": 0.17261600494384766
22         },
23
24         {
25             "X": -0.97880297899246216,
26             "Y": 0.10627699643373489,
27             "Z": 0.17507199943065643
28         }
29     ]
30 }

```

Рис. 5– Фрагмент инсоляционного графика в формате JSON

Общий вид скрипта для расчёта инсоляции показан на рисунке 6. Данный скрипт содержит в себе: нод, передающий путь к инсоляционному графику, нод, осуществляющий перезапуск скрипта, а также нод PythonScript, где осуществляется основной расчёт. Основная часть кода показана на рисунке 7.



Рис. 6– Общий вид скрипта

```

import sys
import os
import json
import math
import time
import random
import datetime
import logging

# Constants
LATITUDE = 55.7558
LONGITUDE = 37.6173
AZIMUTH = 180
ELEVATION = 30

# File paths
JSON_PATH = "/MoscowZone.json"
OUTPUT_PATH = "/output.json"

# Main function
def main():
    # Load JSON data
    with open(JSON_PATH, 'r') as f:
        data = json.load(f)

    # Process vectors
    vectors = data['Vectors']

    # Calculate insolation
    for vector in vectors:
        x = vector['X']
        y = vector['Y']
        z = vector['Z']

        # Calculate distance from sun
        distance = math.sqrt(x**2 + y**2 + z**2)

        # Calculate insolation value
        insolation = 1000 * (1 - distance * 0.001)

        # Save to output
        with open(OUTPUT_PATH, 'a') as f:
            f.write(f"{x},{y},{z},{insolation}\n")

# Run the main function
if __name__ == "__main__":
    main()

```

Рис. 7– Фрагмент основного кода

Перед началом запуска скрипта необходимо в модели расположить и настроить формообразующие элементы так, чтобы они максимально соответствовали рассчитываемым объектам. Далее необходимо подгрузить семейства точки расчёта, инсоляционного луча и марки инсоляции. После этого устанавливаем семейство точки расчёта в том месте, где необходимо выполнить расчёт и запускаем скрипт. Результатом работы скрипта будет построенный в пространстве инсоляционный график (Рисунок 8), в каждом луче которого будет рассчитано значение инсоляции для данной точки (Рисунок 9).

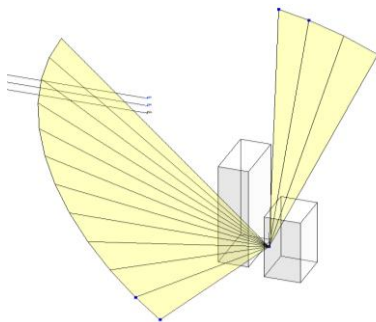


Рис. 8– Построенный инсоляционный график

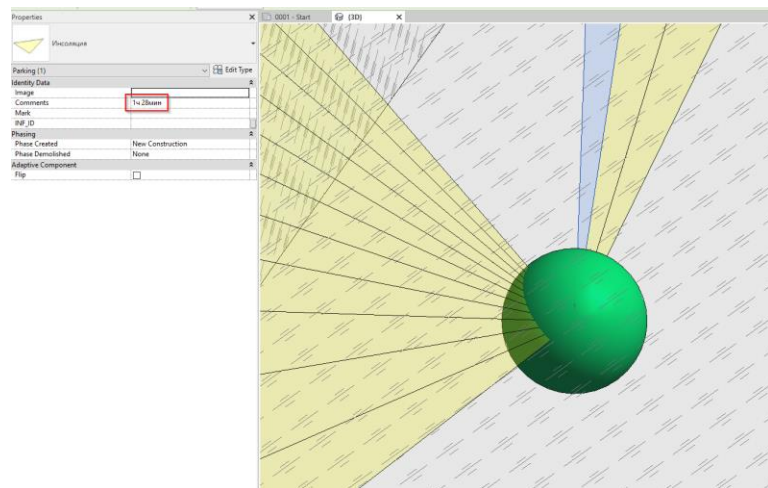


Рис. 9– Результат расчета инсоляции

Применение средства визуального программирования Динамо позволяет значительно расширить функционал Autodesk Revit, использованный для

разработки информационной модели в данном исследовании [3-5]. Однако при автоматизации сложных расчетов Dymato может оказаться недостаточно функциональным и быстрым. Проведенное исследование показывает, что сочетание таких инструментов, как Dymato и Python, позволяет существенно расширить возможности Dymato, а также упростить скрипт при помощи замены большого количества узлов компактными строками кода [6-8].

В ходе исследования было установлено, что совместное использование средства визуального программирования Dymato и средства текстового программирования Python, расширяющих функциональные возможности Autodesk Revit, позволило автоматизировать задачу расчета инсоляции на этапе концепции объекта.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57795-2017 «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции»
2. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
3. *Ginzburg A., Shilov L., Shilova L.* The methodology of storing the information model of building structures at various stages of the life cycle. Journal of physics: conference series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis 2019, MMSA 2019 (2020)
4. *Ginzburg A.V.* Building life cycle information modelling. Promyshlennoeigra-zhdanskoestroitelstvo [Industrial and Civil Engineering], 9, 61–65 (2016)
5. *Volkov A.* General information models of intelligent building control systems: basic concepts, determination and the reasoning. Applied Mechanics and Materials, vol. 838-841, 2973-2976 (2014)
6. *Volkov A., Chulkov V., Kazaryan R., Gazaryan R.* Cycle reorganization as model of dynamics change and development norm in every living and artificial beings. Applied Mechanics and Materials, vol. 584-586, 2685-2688 (2014)
7. *Talapov V.V.* BIM Technology. Essence and features of building information modeling introduction. DMK Press, Moscow (2015)
8. *Ginzburg A.V.* LE IM Living Environment Information Modelling // International Scientific Conference Environmental Science for Construction Industry, ESCI 2018; Ho Chi Minh City; Viet Nam: MATEC Web of Conferences, Volume 193, 05030 (2018)

Скворцова Татьяна Михайловна, студентка магистратуры 1 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель -

Евтушенко С.И., профессор кафедры ИСТАС, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

АНАЛИЗ КЛАССИФИКАТОРА СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Целью проведения анализа классификатора строительной информации является получение общего представления о классификаторе, проблемах его использования и методах кодирования информации.

Классификатор строительной информации – это единый цифровой язык, который обеспечивает обмен данными между информационными системами и позволяет однозначно распознать строительные элементы в информационной модели на всем протяжении жизненного цикла объекта. Использование классификаторов в информационном моделировании имеет ряд преимуществ: уменьшается количество ошибок при проектировании, улучшается взаимодействие между участниками строительного процесса, обеспечивается правильный обмен данными, повышается качество проектов.

Использование классификатора на практике выглядит следующим образом: вставляемый в модель элемент имеет в свойствах код по классификатору и другие подробные характеристики, по которым затем может вестись специфицирование. Такой классификатор можно создать как для компании, крупного холдинга, так и для всей страны. Последнее является наиболее оптимальным вариантом, так как унифицирует все строительные проекты в масштабах государства и обеспечивает их доступность для анализа и контроля. Применение классификатора позволяет всем участникам строительного процесса разговаривать на одном языке.

Разработка национальных классификаторов строительной информации ведется во многих странах мира. Наиболее распространены следующие системы классификации: OmniClass, Uniclass, CCS, KKS.

OmniClass - система классификации, используемая в строительной отрасли в области технологий информационного моделирования на территории Соединенных Штатов Америки. Согласно этой системе элементы кодируются посредством составного выражения, сформированного комбинациями двухзначных цифровых наборов. Буквенные символы в кодировании не применяются. Код начинается с числа, отделяющегося от других знаком разделителя «-» и обозначающего номер соответствующей классификационной таблицы. Двухзначные цифровые наборы, идущие после знака разделителя, отделяются друг от друга пробелом и указывают на класс элемента для каждого последующего уровня классификации. Пример кода: 22-01 91 19 73.

Uniclass – классификационная система, разработанная в Великобритании и используемая во всех секторах строительной отрасли. Код классификатора согласно системе Uniclass 2015 представлен составным выражением, сформированным с помощью комбинации двух-символьных цифровых и буквенных наборов, разделенных символом подчеркивания «_». Пример кода: EF_75_50.

Системы CCS и KKS, разработанные в Дании и Германии соответственно, схожи по методу кодирования строительной информации. Для составления кода используются различные буквенно-символьные наборы, а также специализированные символы – признаки рассматриваемого аспекта системы. В качестве знака разделителя в коде применяется «.»». Пример кода: [B]%ADA4.

С 1 декабря 2020 г. вступили в силу положения статьи 57.6 Градостроительного кодекса Российской Федерации, определяющие понятие и область применения классификатора строительной информации (КСИ). Разработанная структура КСИ соответствует требованиям международных стандартов ISO 12006-2:2015 и ISO 81346-12:2018. После размещения классификатора в публичном пространстве пользователи могут интегрировать его в используемое программное обеспечение.

На данный момент классификатор строительной информации можно скачать на сайте Федерального центра нормирования и стандартизации. Классификатор представляет собой документ формата .xlsx и включает в себя 21 классификационную таблицу, а также таблицу связей между базовыми классами строительной информации.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Класс	Показатель 1	Показатель 2	Тип (%%)	Наименование	Определение	Источник	Критерии определения подклассов	Код МССК
1								
2	A			Пространство для пребывания людей	Пространство, предназначенное для проживания человека и связанной с этим деятельности	ИЕС 81346-2(2019)	По функциональному назначению	
3		AA		Пространство для проживания, отдыха и ожидания	Пространство, предназначенное для проживания человека, отдыха и ожидания	Приказ Москомэкспертизы от 26.06.2019 N МКЭ- ОД/19-39	По функциональному назначению	ПЗ 30 10
4			AAA	Жилая комната	Жилое помещение для постоянного проживания в квартирах, а также временного проживания в гостиницах, пансионатах, домах отдыха, кемпингах и других общественных зданиях временного пребывания.	СП 137.13330.2012 Приказ Москомэкспертизы от 26.06.2019 N МКЭ- ОД/19-39		ПЗ 30 10 03

Рис. 1. Таблица Зона/помещение классификатора строительной информации

Согласно приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 6 августа 2020 года «Об утверждении структуры и состава классификатора строительной информации» строительная информация включает следующие базовые классы: зона, помещение, комплекс объектов капитального строительства, объект капитального строительства, функциональная система, техническая система, компонент, управление и другие [2]. Каждый базовый класс строительной информации относится к одной из следующих базовых категорий: результат, процесс, ресурс, характеристика.

Пример кода: RZo>AAA030 – Спальня.

RZo - ключ, указывающий на таблицу, к которой относится кодируемый элемент. В нашем случае используется таблица «Зона; помещение».

> - знак разделителя кода указателя от кода классификатора.

AAA030 - код по таблице «Зона; помещение» [1].

Классификатор строительной информации с 1 декабря 2022 г. имеет статус подсистемы государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации (ГИСОГД РФ), а также применение КСИ на объектах госзаказа становится обязательным.

Любой человек, работающий с классификатором, при обнаружении ошибок и неточностей может подать заявку на внесение изменений в КСИ. Кроме того, пользователи отмечают, что нет единой Методики применения классификатора строительной информации, что затрудняет его использование. Систему классификации стараются обновлять раз в квартал. Однако, согласно отзывам специалистов, после обновления версии классификатора один и тот же элемент может кодироваться по-разному, что затрудняет интеграцию КСИ и увеличивает трудозатраты.

В заключении можно сказать, что внедрение КСИ необходимо для унификации проектов и улучшения взаимодействия между участниками строительного процесса, но на данный момент классификатор требует доработки и разработки Методики применения КСИ для его внедрения повсеместно.

Библиографический список

1. *Классификатор строительной информации* [Электронный ресурс] URL: <http://ksi.faufcc.ru/> (дата обращения: 15.02.2022)

2. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 6 августа 2020 года «Об утверждении структуры и состава классификатора строительной информации» [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/565612526> (дата обращения: 15.02.2022)

3. *Талапов В.* Технология BIM: стандарты, классификаторы и уровни зрелости // статья [Электронный ресурс] URL: <https://sapr.ru/article/24774> (дата обращения: 16.02.2022)

4. Разработка методики кодирования элементов информационной модели объекта капитального строительства на основе классификатора строительной информации для создания и ведения информационных моделей объектов капитального строительства: отчет о научно-исследовательской работе // ЦНИИПромзданий. Москва, 2019. 81 с.

5. Классификатор строительной информации заработал в тестовом режиме // Минстрой России: статья от 01.12.2020 [Электронный ресурс] URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/press/klassifikator-stroitelnoy-informatsii-zarabotal-v-testovom-rezhime/> (дата обращения: 16.02.2022)

*Бармин Артём Николаевич, студент 3 курса 6 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Гаряев Н.А., доцент каф. ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государствен-
ный строительный университет»*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ RPA ПЛАТФОРМ РОБОТИЗАЦИИ РУТИННЫХ ЗАДАЧ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В строительстве огромное количество рутинных задач. К примеру, внесение во внутреннюю базу данных компании строительных материалов от поставщика, формирование счетов на оплату. Внесение каждой позиции занимает большое количество времени и сил сотрудника, поэтому необходима автоматизация этого процесса. В качестве способа автоматизации можно выбрать технологию RPA.

Robotic Process Automation (RPA) – роботизированная автоматизация процессов – технология использования программных роботов для автоматизации бизнес-процессов и роботизации рутинных операций [1].

RPA-боты — это программные роботы, которые представляют собой «цифровую рабочую силу». Производительность RPA-бота сопоставима с сотрудником-человеком, который работает за компьютером. Если вы используете приложение, которое лицензируется по количеству мест, бот займет одно из них. Преимущества роботов – робот не совершает ошибок, не просится на перерыв, выполняет работу быстрее человека и быстро учится [2].

RPA роботы умеют:

- 1) Извлекать данные из документов, приложений.
- 2) Управлять различными файлами, папками.
- 3) Выполнять расчёты, заполнять формы, поля, набирать текст.
- 4) Передавать данные другим сотрудникам.
- 5) Присылать отчёты о проделанной работе или ошибке.

На рисунке 1 изображена схема применения технологии RPA для формирования счетов на оплату и актов выполненных работ.

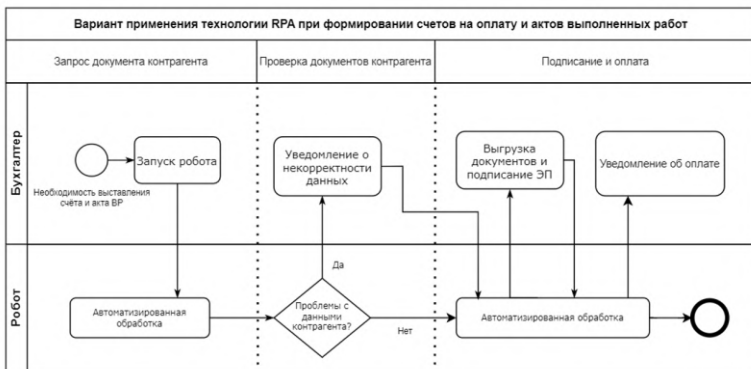


Рис.1. Работа бухгалтера по выставлению счетов и актов выполненных работ с применением технологии RPA

Без использования средств роботизации, представленная схема значительно бы усложнилась. Ведь тогда бухгалтер вручную сверял бы данные контрагента, делал бы повторный запрос в случае ошибки, далее производил расчёт, формировал документ, производил подписание. После применения RPA бухгалтеру остаётся лишь контролировать правильность работы робота, производить подписание и включаться в работу только в случае ошибки.

RPA-система незаменима, когда нужно перенести данные из старой системы в новую. Вместо ручного переноса данных, которое влечёт за собой большую потерю времени и сил, можно использовать RPA технологию.

Помимо этого, можно внедрить RPA к уже имеющейся системе и работать с ней, но не напрямую, а через RPA-платформу, которая, в свою очередь, получит доступ к нужной системе через Application Programming Interface (API), программное обеспечение, позволяющее одной программе взаимодействовать с другой.

Если требуется внести данные в неподконтрольную систему через её сайт, это тоже отличная возможность для роботизации процессов RPA. Например, заполнение собственной номенклатуры строительных материалов через сайт поставщика. От такой работы нельзя избавиться, этот процесс отнимает много времени и сил сотрудников. Поэтому очень уместно использовать роботов.

Бывает, что нужно перенести данные из одной системы в другую. Например, перенести из Excel данные всех сотрудников в новую CRM (Customer Relationship Management) систему. У каждого сотрудника есть ФИО, должность, паспортные данные, реквизиты. Вручную человеку бы пришлось вводить данные для каждого такого сотрудника. RPA-боты позволяют упростить эту задачу: ввести данные один раз, обучить бота, а дальше он сам

заполнит все оставшиеся данные. RPA позволяет не загружать сотрудников этими рутинными задачами.

На рынке довольно много RPA платформ. Лидерами на данный момент являются Automation Anywhere – RPA и UiPath. На рисунке 2 представлен график существующих на данный момент платформ. По вертикали учитываются предпочтения рынка, то есть количество пользователей, а по горизонтали – отзывы [3].

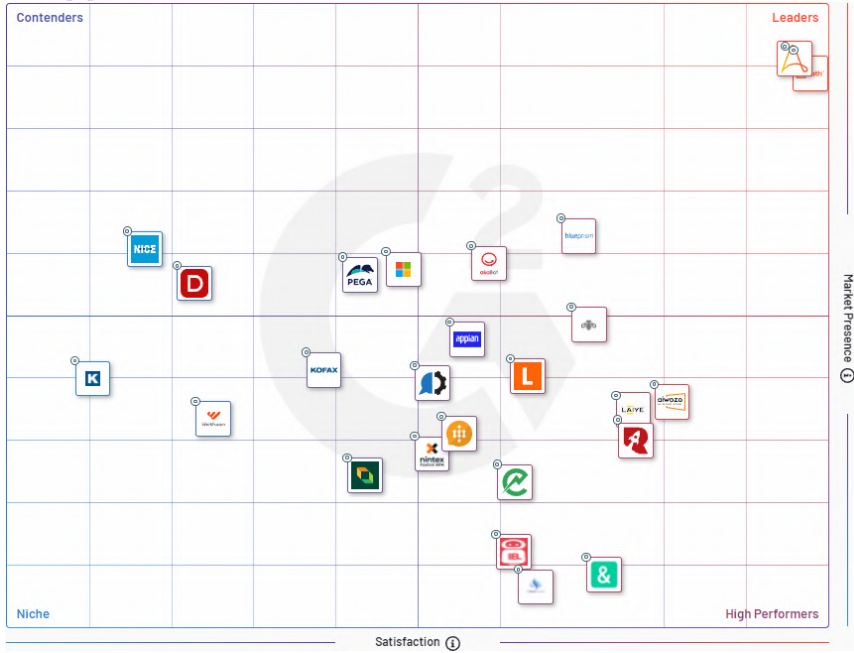


Рис.2. График успешности RPA платформ

UiPath – в своей основе содержит `c#`, а Automation Anywhere - Visual Basic. Обе платформы имеют архитектуру клиент-сервер, имеют приятный для пользователя интерфейс, возможности Drag-and-drop функционала. UiPath более требовательна к знаниям языка программирования, что позволяет использовать больше функционала [4].

UiPath предлагает роботов для статистики, управления, выполнения задач, разработки. Платформа включает в себя лицензии на разных роботов, которые узко направлены на конкретные задачи.

Automation Anywhere в свою очередь имеет рабочее пространство, где можно настраивать робота под определённые задачи. Программа имеет

функцию записи действий, то есть можно показать на экране последовательность выполнения, робот запомнит алгоритм и будет его выполнять [5].

Обе платформы справятся с задачами выгрузки материалов, заполнения базы данных, отправки писем на почту, обработки заявок.

В таблице 1 представлено сравнение UiPath и Automation Anywhere.

Таблица 1. Сравнение UiPath и Automation Anywhere

Критерий	UiPath	Automation Anywhere
Развёртывание	Облачное и локальное	Облачное и локальное
Набор инструментов	Разработка процесса, создание ботов, тестирование, центр событий, отчётность, аналитика	Управление ботами, создание ботов, извлечение данных из PDF, магазин ботов, запись действий
Обучение бота	Да	Да
Интерфейс	Проще	Сложнее
Язык программирования	C#	Visual Basic
Стоимость	Не указана, есть бесплатная версия и демоверсия	Не указана, есть демоверсия
Обучение	Бесплатное обучение, форум, поддержка и сертификат	Бесплатное обучение
Популярность(по количеству отзывов)	5753	5115
Оценки пользователей	4,6	4,5

Технология RPA позволяет избавиться от рутинных действий, минимизировать риски, увеличить вовлечённость и качество работы сотрудников, так как они могут сосредоточиться на более интересных и важных задачах.

Если выбирать из двух платформ, то UiPath является лучшим решением. Более простой интерфейс, универсальность, большая база для обучения – преимущества UiPath над Automation Anywhere.

Результаты моей работы показали, что лучшей платформой для роботизации рутинных задач в строительстве является UiPath. RPA-платформа применима везде, где можно использовать инженерный анализ. Прочностные расчеты и деформация, гидро- и газодинамика, теплообмен, междисциплинарный анализ. А также она применима к задачам бухгалтерии, кадрового отдела: выставлению счетов, занесению сотрудников в базу данных, номенклатур поставок. Универсальность, простота освоения, скорость разработки, разгрузка от рутины – сильные стороны UiPath.

Библиографический список

1. RPA и для чего это нужно бизнесу? | ElectroNeek [Электронный ресурс] URL: <https://electroneek.com/ru/rpa/what-is-rpa/> (дата обращения: 17.02.2022)
2. Роботизация процессов RPA [Электронный ресурс] URL: https://softline.ru/solutions/business-solutions/robotizatsiya-protsssovr-rpa?search_request=RpA (дата обращения: 19.02.2022)
3. Best Robotic Process Automation (RPA) Software 2022: Compare 120+ RPAs | G2 [Электронный ресурс] URL: <https://www.g2.com/categories/robotic-process-automation-rpa/> (дата обращения: 18.02.2022)
4. What is Robotic Process Automation - RPA Software | UiPath [Электронный ресурс] URL: <https://www.uipath.com/rpa/robotic-process-automation> (дата обращения: 18.02.2022)
5. Automation Anywhere is a global leader in Robotic Process Automation... [Электронный ресурс] URL: <https://www.automationanywhere.com/> (дата обращения: 19.02.2022)
6. Гранкин С.Л., Гаряев Н.А. история и принципы технологии создания веб-приложений и веб-сервисов ASP.NET Научное обозрение. 2015. № 14. С. 241-244.
7. Милорадов С.В., Гаряев Н.А. Системный подход в управлении. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. двенадцатая Международная межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых, докторантов и аспирантов: научные труды. Москва, 2009. С. 304-305.
8. Гаряев П.Н. большие данные в строительной отрасли. Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 2. С. 78-80
9. Garyaev N., Rybakova A. Cloud interaction technologies in the design and construction В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01076
10. Garyaev N., Garyaeva V. Big Data technology in construction/ В сборнике: E3S Web of Conferences. 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. 2019. С. 01032.

*Карямина Диана Владимировна, студентка 2 курса 1 группы ИЦТМС
Научный руководитель -
Игнатова Е.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ВЛИЯНИЕ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В данной статье оценивается влияние 3D-печати на окружающую среду, а также рассматривается, как использование технологии 3D-печати может изменить строительные технологии.

Потребление энергии в обрабатывающей промышленности резко возрастет к 2040 году. Однако некоторые прогнозы показывают, что это потребление можно существенно снизить за счет 3D-печати. Энтузиасты 3D-печати обычно называют ее зеленой и экологически чистой технологией, в основном из-за сокращения отходов материалов. Объект формируется путем добавления материала слой за слоем вместо его вырезания, как в случае традиционных субтрактивных технологий производства, поэтому в итоге используется меньше материала.

Основные технологии 3D печати:

- Моделирование (FDM) путем экструзии материала и нанесение его слой за слоем на платформу для сборки. Каждый слой укладывается по одному, пока деталь не будет завершена.
- Селективное лазерное спекание (SLS) использует крошечные частицы пластика, керамики или стекла, которые сливаются вместе под действием тепла мощного лазера, образуя твердый трехмерный объект.
- Стереолитография (SLA) использует жидкие фотополимеры. Они заливаются тонкими слоями и затвердевают под лучом лазера.

Выбор материала является наиболее важным фактором, делающим процесс 3D-печати более или менее экологичным. Технология 3D-печати может объединяться с другими цифровыми технологиями, в том числе в строительстве [1].

Распределенная переработка пластика

Пластик имеет серьезное негативное влияние на окружающую среду, начиная с его производства и заканчивая утилизацией. Ежегодно при изготовлении пластика в атмосферу выделяется до 400 миллионов тонн углекислого газа. К сегодняшнему дню реализовалось несколько технологий, которые позволяют людям перерабатывать отходы из пластика с помощью 3D-печати в ценные продукты. Люди используют переработанный пластик для изготовления товаров для дома и сада, аксессуаров, игрушек, игр,

спортивных товаров и гаджетов. Такой подход называется распределенной переработкой и аддитивным производством (РПАД) [2]. Многие крупные компании, производящие пластмассовые изделия, уже перерабатывают собственные отходы. Уникальное преимущество аддитивного производства заключается в том, что оно позволяет приблизить производство к конечному потребителю.

Международный проект «Вечный пластик» (The Perpetual Plastic Project) — это интерактивная установка по переработке пластика, где пластиковые отходы перерабатываются на месте в новые продукты с помощью 3D-принтеров [3]. Исследования показали, что такой метод переработки и производства не только лучше для окружающей среды, но и очень выгоден для индивидуальных пользователей, производящих свои собственные продукты, а также для малого и среднего бизнеса. Аддитивное производство позволяет изготавливать нестандартные продукты по цене ниже, чем обычные повседневные товары.

Международный проект «Миллион волн» направлен на превращение пластиковых отходов в протезы, напечатанные на 3D-принтере. Это уменьшит огромное количество пластика на пляжах и в океанах, а также предоставит медицинские решения для развивающихся стран. С помощью цифрового приложения могут зарегистрироваться люди, которым нужен протез, а также волонтеры, которые могут его распечатать.

Международный проект «Print your City!» использует широкоформатную 3D-печать для преобразования пластиковых отходов в 3D-печатную мебель для городов [4]. Местные жители могут активно участвовать в городском дизайне. «Print your City!» инициирован голландским дизайнерским агентством и успешно сочетает переработку пластика и сотрудничество людей в благоустройстве своих городов.

Если люди начнут перерабатывать собственный пластик, это поможет предотвратить его негативное воздействие на окружающую среду. Мы также будем оставлять намного меньше углеродного следа, поскольку нам больше не нужно будет импортировать продукцию самолетом или по железной дороге. Результат — снижение уровня выхлопных газов. Таким образом, РПАД может обеспечить путь к экономике замкнутого цикла, однако не может решить проблему пластика.

Использование биоматериалов

Биоматериалы из урожаев сахарной свеклы, кукурузы, рапса, многолетних могут быть конвертированы в химические вещества на биологической основе и в дальнейшем преобразованы в широкий спектр пластмасс. Пока пластик на биологической основе представляет меньше 1-го процента от 290 миллионов тон производимого пластика по всему миру.

Наиболее возобновляемым пластиком для 3D-печати является PLA. Это пластик, сделанный из кукурузы, который разлагается на воду и углекислый

газ за 47-90 дней — в четыре раза быстрее, чем традиционный PET-G, из которого сделаны пластиковые пакеты в супермаркетах и бутылки.

Объединение 3D печати с биоматериалами обеспечивает возможность осуществления действительно устойчивой экономики замкнутого цикла (экономики, основанной на возобновлении ресурсов) [5]. К примеру, почва как строительный биоматериал предлагает дешевую и экологически безопасную альтернативу системам из не поддающихся биохимическому разложению материалов, а новые разработки 3D печати в области земляного строительства показывают, как земляные постройки могут создавать легкие, прогрессивные и устойчивые конструкции [6,7].

Проект компании WASP [7] — дом площадью 30 квадратных метров имеет внешнюю оболочку, напечатанную на 3D-принтере. Он был напечатан в октябре 2018 года с использованием смеси натуральной грязи, сделанной из почвы, взятой с близлежащего участка, а также отходов производства риса, таких как измельченная солома и рисовая шелуха. Смесь наносилась слоями с помощью 3D-принтера, подвешенного к крану, создавая стены с вертикальными полостями внутри, которые затем заполняют рисовой шелухой для изоляции. Рисовая шелуха также использовалась для создания штукатурки для покрытия внутренних стен конструкции и в качестве изоляционного слоя на крыше. WASP сообщила, что на выполнение данного метода уходит всего десять дней, а производство глинистой смеси обходится менее тысячи фунтов считает, что сельскохозяйственные отходы могут стать основным ресурсом в строительной индустрии.

Проект компаний Arup и CLS Architetti — дом, который был полностью построен с использованием технологии 3D-печати. Весь дом был построен всего за одну неделю с из специальной бетонной смеси, изготовленной из переработанного мусора после сноса.

Проект компании WinSun — реконструкция старых жилых кварталов, деревни с нулевыми отходами и поселка с нулевыми отходами. В стереолитографической печати проекта использовалась смесь промышленных отходов, стекловолокна, цемента и отвердителя.

Проект компании Mighty Buildings позволяет не только возводить здания с почти нулевым мусором, но и строить рентабельные дома с нулевым потреблением энергии. Новый метод способствует сокращению выбросов парниковых газов и углерода. К 2028 году компания надеется достичь цели углеродного нейтралитета [8].

В Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН для 3D печати разработан материал PEF [9]. Он получается из природного вещества — целлюлозы и относится к категории возобновляемых ресурсов. Сырьем для данного материала являются доступные в атмосфере практически в неограниченных количествах углекислый газ и вода, а источником энергии — солнечный свет. У нового материала есть ряд полезных практических свойств,

таких как высокая стойкость, стабильность, возможность многократного повторного использования и неограниченное число циклов регенерации. В конце жизненного цикла 3D-печатное изделие сжигается, превращается в углекислый газ и воду, которые затем вновь через фотосинтетическую систему превращаются в целлюлозу.

Другая группа ученых разработала технологию изготовления материала для строительной 3D печати на основе сланцевой золы и торфа. Сланцевая зола, отход предприятий и электростанций, характеризуется довольно высоким водородным показателем, который возможно нейтрализовать при помощи торфа. Данная смесь, дополнительно модифицируемая кварцевым песком, отличается легкостью, высокой прочностью, шумо- и термоизоляционными свойствами. Данный материал негорючий дешевый, кроме того, его применение позволяет решить проблему утилизации сланцевой золы. Для использования традиционной строительной бетонной смеси предложена торфяная модифицирующая добавка, которая приводит к увеличению прочности цементного камня (на 34-35%). Также модифицирующая добавка позволяет замедлить развитие микротрещин. Также важным свойством торфяных добавок для аддитивных строительных технологий является их водоудерживающая способность и подвижность [10].

Перспективные технологии строительства

В программе NASA 2019 года «3D Printed Habitat Challenge» [11] были найдены новаторские способы использования 3D-печати для создания среды обитания для будущей миссии на Марсе - создание метода 3D-печати многоэтажного дома на Марсе с использованием базальтового волокна, извлеченного из марсианских пород, и биопластика PLA, произведенного из растений. Данный материал оказался в пять раз прочнее бетона. Предложена модель зданий, которая имеет форму яйца, чтобы оптимизировать силы, действующие на конструкцию. Кроме того, форма подходит для технологии 3D печати. Метод 3D печати может быть использован для создания наземных конструкций. Компания взяла технологию, разработанную для NASA, и работает с ней над 3D-печатными домами, которые не только сделаны из экологически чистых материалов, но и полностью пригодны для вторичной переработки.

С целью разработки лунной базы из местных материалов на 3D-принтере компания Foster + Partners разработала конструкцию несущего «цепного» купола с ячеистой структурой стены для защиты от микрометеороидов и космической радиации [12]. Полая структура с закрытыми ячейками, обеспечивает хорошее сочетание прочности и веса.

Выводы

С момента своего создания 3D-печать стала интегрированной практически во все области науки. Одна из основных причин этого - снижение стоимости изготовления. В отличие от традиционного производства, в 3D-печати

не используется больше материалов, чем требуется. Благодаря 3D-печати можно существенно сократить давление на окружающую среду путем переработки и использования в строительстве плохо разлагаемых материалов из пластика, и применении биоматериалов

Гибкость и возможность внедрения инноваций, которые обеспечивают 3D принтеры, могут по-настоящему изменить строительное производство и сделать его более безопасным для окружающей среды кодирования.

Библиографический список

1. *Игнатова Е.В., Предеина В.П.* Информационное моделирование и аддитивные технологии в строительстве//Строительство и архитектура. №. 3. .2021 стр. 41-45
2. *Vala Afshar.* How distributed and agile manufacturing power new business models (2018) URL; <https://www.zdnet.com/> (дата обращения: 20.02.2022)
3. Perpetual plastic project URL: <https://www.perpetualplasticproject.com/?lang=en> (дата обращения: 20.02.2022)
4. Print your city. URL; <https://make-3d.ru/news/print-your-city-3d-pechat-gorodskoj-mebeli-iz-plastikovyx-otxodov/> (дата обращения: 20.02.2022)
5. *A. van Wijk, Iris van Wijk.* Towards a sustainable and circular economyhttps 3D printing with biomaterials (2018) pp. 7-86.
6. *Алексанин А. В.* Использование аддитивных технологий при возведении зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – №6. – С. 62-65.
7. *Paul Hhanaphy.* WASP finishes 3d printing sustainable biomaterial-based ‘TECLA’ ECO-HABITAT (2021) URL; <https://3dprintingindustry.com/news/wasp-finishes-3d-printing-sustainable-biomaterial-based-tecla-eco-habitat-182940/> (дата обращения: 20.02.2022)
8. Mighty Buildings/ URL: <https://mightybuildings.com/projects> (дата обращения: 20.02.2022)
9. 3D-ПЕЧАТЬ ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА - УТОПИЯ? ЖУРНАЛ: САХАР Номер: 11 Год: 2017 Страницы: 50-51
10. *Дожделев А. М., Лаврентьев А. Ю., Степачёва А. А.* Использование торфа в 3d печати //International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol. 9-2 (48), 2020
11. Строительство на Марсе. URL: <http://royaldesign.ua/ru/marsianskaya-arhitektura-pobediteli-mejplanetnogo-konkursa-ot-nasa.bXnL8/> (дата обращения: 20.02.2022)
12. Строительство на Луне URL: <https://www.nasa.gov/centers/marshall/news/releases/2020/nasa-looks-to-advance-3d-printing-construction-systems-for-the-moon.html> (дата обращения: 20.02.2022)

*Голованов Андрей Александрович, студент 3курса 5 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Иванов Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ВЫБОР ФОРМАТОВ АРХИВАЦИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ХРАНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ЦИФРОВОЙ ФОРМЕ

В настоящее время практически невозможно найти строительную организацию, которая совсем не пользуется компьютерами для выполнения различных задач, в том числе и для обмена информацией [1, 2]. Зачастую при обмене информацией в электронном формате используются архивы с файлами, которые позволяют хранить и передавать массив файлов как единое целое с уменьшенным объемом [3,4]. Однако, далеко не всегда выбор формата архивации является осмысленным. Может быть выбран тот формат архива, с которым будет попросту привычно работать, но это может быть попросту неэффективно.

В исследовании, представленном в данной статье, будут рассмотрены шесть разных форматов архивации, которые считаются наиболее распространенными [1, 5, 6], и программы, работающие с ними, являющиеся бесплатными. Целью данного исследования является поиск наиболее подходящего формата архива для хранения данных с максимальным процентом сжатия по различным типам файлов, используемых в строительной сфере.

Рассматриваемыми программами архиваторами являются WinRAR, 7Zip и PeaZip [7]. С помощью WinRAR будут создаваться архивы в формате RAR, программа 7Zip используется для архивов формата 7z и ZIP [8], а PeaZip используется для форматов PEA, GZ и BZ2.

В строительной сфере используется множество различных файлов в разных форматах для разных целей. По итогам анализа, какие именно форматы используются, было выявлено 18 различных форматов [1],[2],[3],[4],[5],[6], которые можно разделить на 4 категории:

- текстовые файлы: rtf; doc; docx; odt
- растровые изображения: bmp; jpeg; png; tiff
- электронные таблицы: ods; xls; xlsx
- специальные форматы: dwg; ppt; pptx; rvt; vsd; xml; pdf

Сначала был рассмотрен результат сжатия всех файлов одновременно, чтобы понять насколько эффективно каждый из форматов архивации, относительно друг друга, подходит для столь разностороннего списка файлов. Результаты представлены в таблице 1. Из представленных данных можно предположить, что архиваторы 7z и RAR лучше всего сжимают файлы

необходимых форматов, однако, чтобы убедиться в этом, необходимо рассмотреть каждую категорию файлов отдельно.

Таблица 1. Сжатие всех файлов

Формат	RAR	ZIP	7z	PEA	Gz	Bz2
Процент сжатия	86%	90%	80%	91%	90%	88%

В таблице 2, представлены степени сжатия для каждой из четырех категорий во все шесть типов архивов:

Таблица 2. Сжатие файлов по категориям

Формат	RAR	ZIP	7z	PEA	Gz	Bz2
Растровые изображения	86%	89%	84%	90%	89%	84%
Электронные таблицы	75%	75%	58%	76%	75%	67%
Текстовые файлы	83%	90%	70%	90%	90%	87%
Специальные форматы	89%	93%	86%	93%	93%	94%

В каждой категории можно также выделить по два лучших формата для сжатия, в связи с чем можно было бы вынести окончательное решение по поводу того какой формат является наиболее подходящим в общем случае.

Однако, может оказаться так, что высокая степень сжатия связана с сильным сжатием только одного файла из всего набора, следовательно, чтобы вынести правильное решение необходимо изучить степени сжатия для каждого файла по отдельности с помощью двух лучших форматов архивации в каждой категории. Если оба формата покажут схожий результат, значит никакой аномалии с завышенной степенью сжатия нет. Также с помощью полученных данных можно будет более точно выбрать наиболее подходящий формат архивирования, благодаря более точным значениям степени сжатия.

Результаты сжатия растровых изображений в форматах 7z и Bz2 представлены в таблице 3.

Таблица 3. Сжатие растровых изображений

Формат	bmp	jpeg	png	tiff
7z	64%	100%	99%	59%
Bz2	62%	100%	99%	57%

Результаты сжатия электронных таблиц в форматах 7z и RAR представлен в таблице 4.

Таблица 4. Сжатие электронных таблиц

Формат	ods	xls	xlsx
7z	91%	49%	90%
RAR	91%	52%	90%

Результаты сжатия текстовых файлов в форматах 7z и RAR представлены в таблице 5.

Таблица 5. Сжатие текстовых файлов

Формат	rtf	doc	docx	odt
7z	5%	96%	51%	100%
RAR	6%	96%	51%	100%

Для специальных файлов были рассмотрены форматы 7zi RAR, результаты представлены в таблице 6. Также из-за важности некоторых файлов в этой категории, будут дополнительно тщательно рассмотрены форматы dwg, rdfimgt, результаты будут представлены в таблице 7. Сжатие каждого из этих трех файлов будет проведено с помощью каждого из шести способов архивации индивидуально с целью выяснить, нет ли более подходящего формата помимо 7z и RAR.

Таблица 6. Сжатие специальных файлов

Формат	dwg	ppt	pptx	rvt	vsd	pdf	Xml
7z	90%	65%	97%	86%	62%	99%	60%
RAR	91%	66%	97%	87%	62%	99%	61%

Таблица 7. Тщательное рассмотрение некоторых файлов

Формат	RAR	ZIP	7z	PEA	Gz	Bz2
Dwg	91%	90%	90%	90%	90%	95%
Pdf	99%	99%	99%	99%	99%	100%
Rvt	87%	95%	86%	95%	95%	96%

После получения данных результатов необходимо провести краткий анализ. Во всех четырех случаях разница в степени сжатия для каждого файла настолько незначительна, что ей можно пренебречь. При более внимательном рассмотрении можно заметить, что в трех случаях из четырех формат 7z имеет небольшое преимущество, однако в случае с растровыми изображениями bz2 незначительно превосходит 7z, однако это может быть и результатом погрешности, связанной с тем, что не каждый файл одного и того же формата сжимается одинаково, все же есть зависимость от содержимого файла, так что разницу в пределах 3% будем считать незначительной.

Результаты изучения каждой группы файлов совпадают с первичными результатами сжатия всех файлов и результатами рассмотрения сжатия всех файлов по категориям и некоторых файлов индивидуально. Можно

отметить, что формат RAR является ближайшим по степени сжатия с 7z, так что, если не имеется возможности использовать 7z, можно использовать RAR.

Из всех этих наблюдений можно сделать вывод о том, что архивы формата 7z подходят лучше всего для хранения и передачи данных в строительной сфере.

Библиографический список

1. *Шевко Н.Р.* Применение IT-Технологий в строительстве: сегодня и завтра [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-it-tehnologiy-v-stroitelstve-segodnya-i-zavtra/viewer> (дата обращения: 17.02.2022)

2. Об утверждении требований к формату электронных документов, предоставляемых для получения разрешения на строительство в соответствии с частью 7 статьи 51 Градостроительного кодекса Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: <https://www.nopriz.ru/upload/iblock/035/1.pdf> (дата обращения: 17.02.2022)

3. Инструкция о порядке подготовки электронных документов, представляемых для проведения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий (проверки достоверности определения сметной стоимости объектов) [Электронный ресурс] URL: https://www.spbexp.ru/upload/iblock/4f5/rekomendacija_o_porjadke_podgotovki_elektronnyh_dokumentov.pdf (дата обращения: 17.02.2022)

4. Об утверждении нормативных документов Электронного архива ПСД ОАО «ФСК ЕЭС» [Электронный ресурс] URL: https://www.fsk-ees.ru/media/File/customers_tech/Prikaz_23.01.2008_%2010.pdf (дата обращения: 17.02.2022)

5. *Наталья Храмцовская* Архивные форматы электронных документов [Электронный ресурс] URL: https://eos.ru/upload/analitica/Delo_2013-04_st_arhivformat.pdf (дата обращения: 18.02.2022)

6. *Тутукин Д.Г., Тетюшин И.Д.* Сравнение форматов хранения данных в САПР [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnienie-formatov-hraneniya-dannyh-v-sapr/viewer> (дата обращения: 18.02.2022)

7. *Шаталов Д.И., Захарова Е.С.* Сравнение эффективности программ-архиваторов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25909680> (дата обращения: 18.02.2022)

8. *Кирдяшова Т.Ф.* Особенности свободно-распространяемого архиватора 7zip // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе (исит-2014). 2014. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22672400> (дата обращения: 18.02.2022)

Головенко Арина Игоревна, студентка магистратуры 2 курса 3 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Китайцева Е.Х., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

ЦИФРОВИЗАЦИЯ НОРМАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВОПРОСНО- ОТВЕТНЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ СП 62.13330.2011* ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ)

Цифровые методы начали внедряться во все сферы жизнедеятельности человека с появлением первых ЭВМ. Цифровизация – это внедрение современных цифровых технологий для решения задач методами автоматизации [1].

В настоящее время перед исследователями стоит задача цифровизации нормативной сферы. Популярным решением рассматриваемой задачи является разработка вопросно-ответных систем. Их главным преимуществом является то, что они позволяют пользователю задавать вопрос на естественном языке и получить на него ответ, который не требует дополнительной обработки от пользователя, например, на вопрос «Можно ли установить баллон с газом в подвале?», пользователь должен получить ответ «Нет/ Не допускается», а не ссылку на документ, сайт или иной источник, в котором может содержаться ответ на данный вопрос.

Вопросно-ответные системы отличаются от классических поисковых систем тем, что пропадает необходимость пользователю самостоятельно обрабатывать всю информацию, которую выдают поисковые системы для получения ответа на вопрос. Данные системы осуществляют поиск используя алгоритмы, которые позволяют работать с запросами на естественном языке, а не, по ключевым словам, как классические поисковые системы.

На данном этапе цифровизации нормативно-технической документации разработаны и используются справочно-информационные системы. В строительной отрасли самыми популярными являются системы «Техэксперт», «Консультант Плюс» и «NormaCS». Эти системы позволяют получить список нормативных документов, в которых может содержаться необходимая информация, поиск же интересующей информации осуществляется пользователем самостоятельно.

Процесс работы вопросно-ответной системы можно разделить на три основных этапа [2], последовательность выполнения данных этапов представлена на рисунке 1.



Рис.1 – Последовательность этапов работы вопросно-ответной системы

На первом этапе «Анализ вопроса» система получает от пользователя запрос на естественном языке и выполняет обработку поступившего вопроса.

На первом шаге анализа вопроса происходит определение класса вопроса.

Современные вопросно-ответные системы могут обрабатывать вопросы, относящиеся к следующим классам:

1. фактографические вопросы;
 - 1.1 требующие ответа «да» или «нет»;
 - 1.2 вопросы о персонах;
 - 1.3 вопросы о географических топонимах;
 - 1.4 вопросы о списках чего-либо;
 - 1.5 вопросы об определениях и т.д.
2. вопросы причины и содержания;
3. вопросы мнения.

Вопросы ответы, на которые содержит в себе нормативно техническая документация, например, СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы относятся к первому классу, например, вопрос «Какое выходное давление из ПРГ (пункт редуцирования газа) допускается для жилых домов?» ответ «от 0,002 до 0,003 МПа включительно» [3].

На втором шаге анализа вопроса происходит определение типа ожидаемого ответа. От определённого типа ожидаемого ответа зависит процесс его поиска. Типом ожидаемого ответа на приведенный выше вопрос является тип «Число».

Чаще всего для распознавания типа ожидаемого ответа используются наборы регулярных выражений или текстовых шаблонов. Данные выражения и шаблоны создаются вручную, но также они могут разрабатываться с использованием машинного обучения с учителем [4].

В таблице 1 приведены примеры типов ожидаемых ответов и шаблонов.

Таблица 1 Пример типов ожидаемых ответов и шаблонов

Тип ожидаемого ответа	Шаблон
Дата	Когда? В каком году/месяце?
Капитал (деньги)	Сколько?
Число	Сколько? Как много?
Человек	Кто?
Местоположение	Где? Куда? Откуда?

Определение типа ожидаемого ответа позволяет сузить количество фрагментов текста, в которых он может содержаться, но данный метод не всегда подходит, поэтому на ряду с этим методом пользуются методом выделения ключевых слов. Ключевыми словами являются те слова, которые содержат

главный смысл вопроса. В зависимости от выбранной системы ключевые слова могут использоваться как для формирования поискового запроса, так и для формирования ответа.

Также при обработке вопроса часто применяется перефразировка предложений с использованием синонимизации, а также с помощью неполного утвердительного предложения, например, рассмотренный ранее вопрос можно переформулировать так «Выходное давление из ПРГ для жилых домов» [3].

От корректности анализа вопроса зависит результат работы вопросно-ответной системы.

После того, как система сформировала поисковый запрос, она переходит к следующему этапу – «Поиск ответа».

На данном этапе выполняется поиск документов и фрагментов текста релевантных запросу, в частных случаях уже готовых ответов.

Для поиска ответа на интересующие вопросы пользователя применяются различные подходы конфигураций систем, использующие различные источники знаний [5]:

1. веб-поиск;
2. коллекцию вопросов и ответов;
3. коллекцию индексированных документов;
4. экспертные вопросно-ответные базы.

Системы, которые используют в качестве источника знаний веб-поиск на следующий этап работы вопросно-ответной системы передают веб-страницы или их фрагменты [6].

Системы, которые используют в качестве источника знаний коллекцию вопросов и ответов уже на данном этапе получают ответ. Такие вопросно-ответные системы подходят для поиска информации в определенных областях знаний, например, газоснабжение, водоснабжение и т.д.

Так же есть системы, которые используют в качестве источника знаний коллекцию индексированных документов, которая проиндексирована индексом со специфическими для вопросно-ответной системы атрибутами. Элементами индекса являются не отдельные слова текста, а объекты лингвистического анализа, например, именованные сущности или элементарные синтаксические связки (пары грамматически связанных слов и др.) [7].

Есть системы, которые используют в качестве источника знаний экспертные вопросно-ответные базы. Для разработки базы знаний привлекаются эксперты в рассматриваемой области.

Следующим этапом работы вопросно-ответной системы является «Формирование ответа». Из полученных на предыдущем этапе фрагментов, в которых может содержаться ответ, формируется ответ.

Формирование ответа происходит по следующему алгоритму:

1. формирование кандидата на ответ;

2. анализ и оценка кандидатов;
3. выбор самого подходящего (с наивысшей оценкой).

Для формирования ответа чаще всего используются следующие три метода [5]:

1. выделение именованных сущностей;
2. использование шаблонов;
3. использование n-грамм.

Для анализа и оценки кандидатов также используют различные подходы, которые отличаются методами сравнения и обработкой кандидатов на ответ.

Выбранный, на третьем шаге алгоритма формирования ответа, кандидат на ответ вопросно-ответная система и выдает пользователю как ответ на полученный вопрос.

Для оценки работы вопросно-ответных систем выделены основные критерии качества работы точность и полнота [8].

В статье были рассмотрены основные этапы работы вопросно-ответных систем, их функции и принципы работы. Проанализировав приведенную информацию в статье можно сделать вывод, что для цифровизации нормативно-технической строительной документации лучше всего подходит вопросно-ответная система с коллекцией вопросов и ответов, так как в данном варианте повышается точность ответа и исключается вероятность извлечения ответа не из нормативных документов.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] URL: <https://center2m.ru/digitalization-technologies> (дата обращения: 13.02.2022).
2. *Ali Mohammed Nabil Allam, Mohamed Hassan Haggag* The Question Answering Systems: A Survey // International Journal of Research and Reviews in Information Sciences. 2012. 2. №3. P.10-21.
3. СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы (с Изменениями №1,2). Дата введения 2013-01-01.
4. *Gaizauskas R., Humphreys K.* A Combined IR/NLP Approach to Question Answering Against Large Text Collections. Department of Computer Science. Деп. в University of Sheffield, Sheffield 2010. №10.1.1.26.119.
5. *Авгаев Н. З.* Исследование и разработка современных методов реализации вопросно-ответных систем. 2013. С 11-37.
6. *Vanitha Guda, Suresh Kumar Sanamrudi, I.LakshmiManyakamba* Approaches for question answering // International Journal of Engineering Science and Technology. 2011. 3. №2. P. 990-995.
7. *Richard J Cooper, Stefan M Ruger* A Simple Question Answering System // Деп. в Imperial College of Science, Technology and Medicine, 2007.
8. *Беляев С.А., Кулешов А.С.* Формирование вопросно-ответной системы в условиях ограниченного объема семантически размеченного корпуса // Программные продукты, системы и алгоритмы. 2016. №4. С. 5.

*Шабанова Анастасия Александровна, студентка магистратуры 1 курса
14 группы ИЦТМС*

Научный руководитель –

*Гаряев Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский*

Московский государственный строительный университет»

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ АРМИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

На современном этапе развития строительной области неотъемлемой частью проектного и строительного бизнеса стал переход на системы цифрового моделирования [1]. Это охватывает, в частности, конструкторов, занимающихся армированием железобетонных конструкций. В силу сложности и многосоставности процесса конструирования при выборе программного комплекса особенно важно добиться максимальной автоматизации процесса [2].

Параметрическое моделирование – это инструмент проектирования, который основывается на геометрии объекта с постоянными или переменными свойствами. Переменные атрибуты называются параметрами. При параметризации модель получается автоматически путем изменения только параметров без необходимости изменения или перерисовки.

Возможность применения параметрического моделирования при армировании строительных конструкций без использования дополнительных скриптов и расширений реализована в программном комплексе Renga.

Автоматическое армирование в Renga позволяет существенно ускорить и облегчить процесс армирования. Правила армирования заложены для различных элементов монолитных железобетонных конструкций: колонн, балок, стен и т.д. Они основываются на действующих нормах проектирования. Для конструирования различных элементов можно выбрать один из предложенных программным комплексом вариантов:

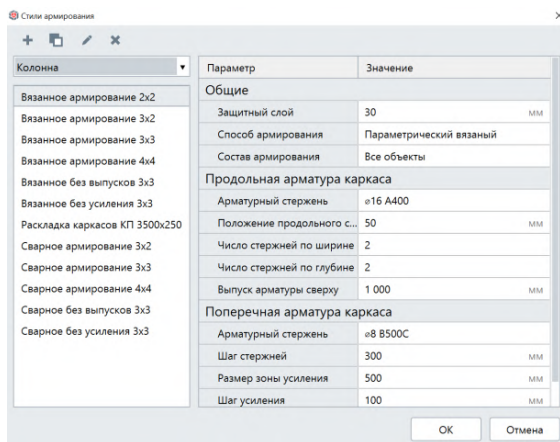


Рис.1 Настройка стиля армирования колонны в Renga

армирование отдельными стержнями, сварными или вязаными каркасами или сетками.

Достаточно настроить Стилль армирования, описывающий правила конструирования арматуры в конструкции, чтобы стержни разложились автоматически по всему объему [3]. Более того, настроенные единожды параметры стиля для одного объекта могут быть применимы и к другим, если тип их армирования совпадает. А также уже созданные стили армирования можно и дальше использовать для последующих проектов или передачи коллегам.

Параметрическое армирование позволяет полностью автоматизировать раскладку основного армирования. А в случае, если требуется добавить дополнительное усиление или создать нестандартные детали, поможет инструмент ручного моделирования Арматурный стержень.

Рассмотрим инструмент параметризации в Renga на примере армирования колонны. Начать необходимо с настройки параметров стиля армирования колонны (рис. 1): диаметра, количества, защитного слоя стержней, способа армирования и др. Далее настроенные правила назначаются на выбранные элементы, причем распределение стержней по высоте и сечению колонн в российской САПР происходит автоматически (рис. 2). Таким образом, совершенно пропадает необходимость в вычерчивании арматуры вручную – конструирование выполняется посредством параметрического моделирования.

Армирование монолитных перекрытий настраивается также с помощью стиля. В стиле находятся все необходимые для армирования плиты перекрытия параметры - способ армирования (параметрическими сетками, арматурными сетками), диаметр и класс арматуры, шаг армирования, защитный слой конструкции и т.д.

Более того, инструмент автоматически определяет форму плиты, подрезая арматуру в проемах. Если позднее передвинуть проем или изменить его размеры, арматура моментально подрежется в соответствии с новыми параметрами [4]. Принцип назначения параметров усиления проема аналогичный. Усилить проем можно с помощью каркасов (как вязанных, так и сварных) горизонтальных, вертикальных или их сочетания.

При армировании стен пропадает необходимость назначать армирование по площади для каждой отдельной стены. При параметрическом армировании происходит автоматическая раскладка арматуры по объему всех выбранных стен одним действием. Помимо этого, в стенах учитываются их

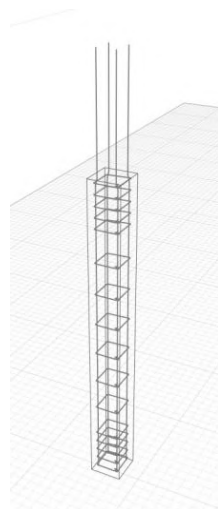


Рис.2 Результат армирования колонны в Renga

различные соединения. Для этого настраиваются параметры армирования углов и соединений, которые применяются автоматически при пересечении линий стен. Чтобы стиль соединений применялся, необходимо выбрать способ армирования – параметрический. Отверстия в стенах, так же, как и в плитах, армируются согласно назначенным стилям. Результат армирования стен в Renga представлен на рис. 4.

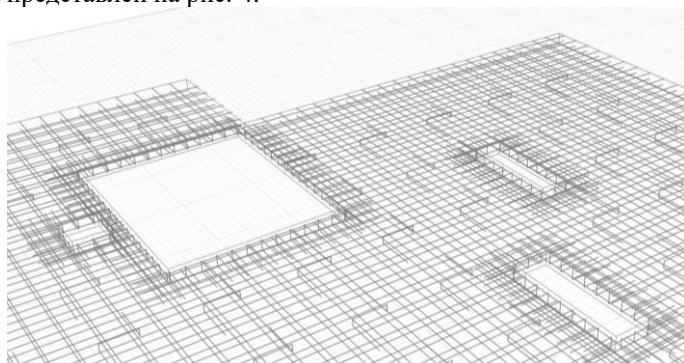


Рис.3 Результат армирования плиты перекрытия в Renga

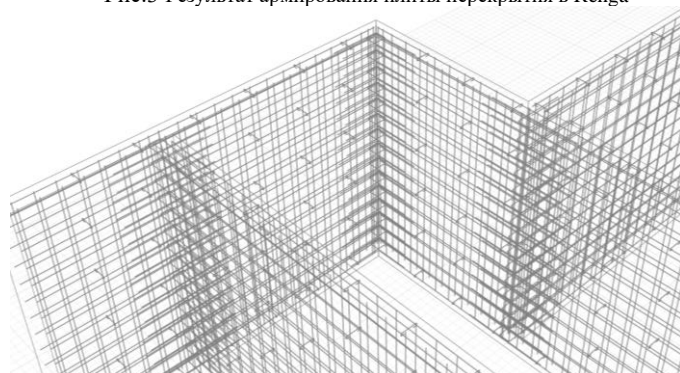


Рис.4 Результат армирования стен в Renga

Инструмент Стили армирования в Renga позволяет полностью автоматизировать процесс конструирования железобетонных конструкций и свести к минимуму трудозатраты. Это дает возможность применить параметрическое моделирование в армировании, используя лишь инструменты программы, не создавая дополнительные скрипты, что очень актуально в нынешних условиях развития строительной области. Такой способ интуитивен и легок для освоения, благодаря нему вся команда конструкторов может работать по одному сценарию и добиться взаимозаменяемости сотрудников. [5]

Однако здесь параметрическое моделирование применимо лишь для основного армирования конструкций, выбранного вручную. Отсутствует способ конструирования, основанного на результатах расчета.

Предлагаю создать алгоритм передачи данных из расчетных программ в Renga, благодаря которому параметрическое армирование будет выполняться на основе результатов подбора армирования конструкций в виде числовых мозаик, привязанных к несущим элементам. Особенно важно обеспечить раскладку требуемого дополнительного армирования с учетом длин анкеровки и нахлестки. Подбор этих величин в зависимости от класса, диаметра, профиля стержня и напряженного состояния бетона также необходимо автоматизировать. Заложенный для выполнения этих задач алгоритм должен быть таким же понятным и позволяющим конструировать «в два клика».

Но следует учитывать, что какими бы передовыми не были технологии, нельзя исключать вероятность ошибки. Поэтому крайне необходимо обеспечить возможность доработки армирования вручную.

Создание такого инструмента позволит максимально применить параметрическое моделирование при армировании строительных конструкций, освободив инженеров от рутинной работы, требующей не знаний и опыта, а лишь выполнения механических действий. Это значительно повысит скорость выполнения рабочей документации, а тем самым улучшит качество конструирования и выведет его на новый уровень.

Библиографический список

1. Абрамян С.Г., Бурлаченко О.В., Оганесян О.В. и др. BIM-технологии в строительстве: функции, развитие и опыт применения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. № 1(82). С. 323-332.
2. Федоров С.С., Володин Г.В., Гаряев Н.А. Сравнение инструментов программного обеспечения информационного моделирования в армировании железобетонных конструкций // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 25 ноября 2019 года. 2019. С. 532-534.
3. Дьячева И. Renga Structure, или армирование конструкций в два клика // САПР и графика. 2017. №11 (253). С. 8-12.
4. Реженев С. Renga vs Revit. Выбираем BIM-инструмент на примере возможностей армирования // САПР и графика. 2018. №8 (262). С. 16-20.
5. Таланов В. Технология BIM: стандарты, классификаторы и уровни зрелости // статья [Электронный ресурс] URL: <https://sapr.ru/article/24774> (дата обращения: 16.02.2022)
6. Милорадов С.В., Гаряев Н.А. Системный подход в управлении. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. двенадцатая

Международная межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых, докторантов и аспирантов: научные труды. Москва, 2009. С. 304-305.

7. *Шапошников Н.Н., Куликов В.Г., Гаряев Н.А.* Представление инвариантных материалов функциями ползучести и релаксации Монография / Москва, 2011.

8. *Гранкин С.Л., Гаряев Н.А.* Применение вычислительной сети физических объектов Научное обозрение. 2015. № 13. С. 159-162.

9. *Баранова О.М., Гаряев Н.А., Гаряева В.В.* Операционные системы Москва, 2009.

10. *Рыбина А.В., Гаряева В.В.* Анализ эффективности применения программ моделирования 3D-объектов в строительном проектировании. Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 5. С. 246-249.

Лисовцова Ольга Ивановна, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель -

Игнатова Е.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАССИФИКАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Для эффективного применения технологии информационного моделирования объектов капитального строительства (ТИМ ОКС) важное значение имеет представление элементов цифровой информационной модели (ЦИМ), которые, как правило, соответствуют частям строительного объекта.

Для формирования ЦИМ ОКС могут быть использованы классификаторы, разработанные как в отдельной проектной или строительной организации, так и государственные. Существует ряд зарубежных и отечественных классификаторов для информационного моделирования, которые используются в программных продуктах для информационного моделирования. В табл. 1 приведены примеры наиболее распространённые системы классификации и кодирования.

Табл. 1 Примеры классификаторов

№	Классификатор	Примечание
1	КСИ	Состоит из 21 классификационной таблицы. Обязателен с 1 января 2022 года (статья 57.6 ГрК РФ, ПП РФ № 331)
2	МССК	Разработан Московской системой классифицирования. Состоит из 12 частей
3	Uniclass	Великобритания
4	OmniClass	США, объединяет классификационные системы: MasterFormat, UniFormat, EPIC
5	CCS	Дания

При применении государственных классификаторов осуществляется стандартизация и унификация строительных проектов. Это в свою очередь позволяет создать единую базу проектов с возможностью совместного использования и быстрой ориентацией в данных ЦИМ, а также позволяет ускорить анализ и контроль проектов.

С 1.12.2020 г. вступила в силу статья Градостроительного Кодекса РФ 57.6. «Классификатор строительной информации» [6]. А с 1.01.2022 г. применение КСИ является обязательным.

Цель создания КСИ:

Разработка единого универсального цифрового языка описания строительной информации.

Задачи КСИ:

1. Обеспечение полноценного информационного взаимодействия и бесшовности процессов передачи информации ОКС на всем жизненном цикле (ЖЦ).

2. Обеспечение эффективности решения задач ТИМ в строительстве.

3. Применение КСИ в качестве универсального языка разметки требований нормативно-технической документации в рамках перевода в машиночитаемый формат.

Структура КСИ: представлен посредством 21 классификационной таблицы, сгруппированы на 4 категории (результат, процесс, характеристика, ресурс)

КСИ разработан на основе ГОСТ Р ИСО 12006-2-2017[7]. В КСИ проведена работа по интеграции данных из существующих российских классификаторов (КСР-классификатор строительных ресурсов, ГЭСН).

Для апробации КСИ был выбран наиболее популярный программный комплекс Autodesk Revit и использована методика классификации по стандарту ISO 81346-12:2018 «Промышленные системы, установки и оборудование, и промышленная продукция. Принципы структурирования и условные обозначения. Часть 12. Строительные работы и строительные услуги» [8].

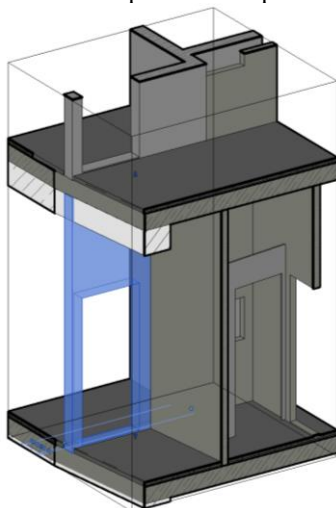


Рис. 1 - Элемент информационной модели – базовая стена

Благодаря применению классификатора в ЦИМ ОКС можно осуществлять быстрый поиск и фильтрацию необходимых нам элементов с помощью

спецификаций или, применяя скрипты Dymato. Используя такие спецификации, удобно проверять корректность заполнения параметров элементов и устранять ошибки в случае их нахождения. Пример кодирования элемента стены (рис. 1) представлен на рис. 2.

Базовая стена		
/250/ Железобетон-200мм		
Стены (1)		Изменить тип
Тип отделки		
Несущие конструкции		
Несущие конструкции	<input type="checkbox"/>	
Включить аналитическую модель	<input type="checkbox"/>	
Использование в конструкции	Ненесущая	
Размеры		
Длина	2000.0	
Площадь	5.775 м ²	
Объем	1.155 м ³	
Идентификация		
Изображение		
Комментарии		
Марка		
Классификатор	<Com> -B1.AD01.BD01.ULM07	
Стадии		
Стадия возведения	Новая конструкция	
Стадия сноса	Нет	
Параметры IFC		
mb_Код по классификатору		
mb_Корпус		
mb_Этаж		
mb_Бетон класс		
Прочее		
Комментарий		
Справка по свойствам		Применить
Диспетчер проекта - ИЦТМС-2м-13_Лисовцова ОИ_ЦИМ		✕

Рис. 2- Пример кодирования стены с помощью КСИ

где:

<Com> – идентификатор предметной области (компоненты);

- – идентификатор аспекта продукта;

B1 – стеновая система (функциональная система) номер 1;

AD01 – многосоставная стеновая система номер 1;

BD01 – система несущих конструкций номер 1;

ULM07 – монолитная стена номер 7.

В результате исследования можно сделать вывод, что использование классификаторов в процессе информационного моделирования ОКС позволяет:

1. Уменьшить количество ошибок в ЦИМ;
2. Повысить качество проектной и рабочей документации;
3. Повысить эффективность совместной работы над проектами, в котором принимают участие большое количество специалистов разных разделов;
4. Ускорить процесс планирования строительно-монтажных работ;
5. Облегчить составление сметной документации;
6. Обеспечить корректный обмен данными, используя формат IFC.

Библиографический список

1. *Титова И. Д., Волкодав В. А.* История возникновения и развития классификаторов строительной информации // Журнал Строительство уникальных зданий и сооружений. 2020. С. 20-29 [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42592391> (дата обращения: 20.02.2022)
2. *Волкодав И. А., Волкодав В. А.* История возникновения и развития классификаторов строительной информации // Вестник МГСУ. 2020. С. 867-906 [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43801256> (дата обращения: 20.02.2022)
3. *Талапов, В. В.* Технология BIM: стандарты, классификаторы и уровни зрелости // Журнал САПР и графика. 2015. С. 6-10 [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25340261> (дата обращения: 20.02.2022)
4. *Привдвижкин С.В., Пугач П.К., Нуждин А.Д.* Роль внедрения классификаторов строительных элементов в информационное моделирование // Тенденции развития науки и образования, 2020. С. 26-30 [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42768480> (дата обращения: 20.02.2022)
5. *Титова И.Д., Черкасова М.Д.* Практическое применение методики классификации и кодирования информационного моделирования // Неделя науки СПбПУ. 2019. С. 281-284 [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41757243> (дата обращения: 20.02.2022)
6. *ГрК РФ Статья 57.6.* Классификатор строительной информации [Электронный ресурс] URL: <https://ppt.ru/kodeks/grk/st-57.6> (дата обращения: 20.02.2022)

7. *ГОСТ Р ИСО 12006-2-2017*. Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации. [Электронный ресурс] URL: <https://www.normacs.info/ntds/6330> (дата обращения: 20.02.2022)

8. *ГОСТ Р (проект, первая редакция)*. Промышленные системы, установки, оборудование и промышленная продукция. Принципы структурирования и коды. Часть 12. Объекты капитального строительства и системы инженерно-технического обеспечения [Электронный ресурс] URL: <https://www.normacs.info/projects/7326> (дата обращения: 20.02.2022)

Зорина Дина Сергеевна, студентка магистратуры 1 курса 13 группы ИЦТМС,

Чаплыгин Евгений Юрьевич, студент магистратуры 1 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Лосев К.Ю., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СВОДНОЙ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ В РАЗНЫХ РАЗМЕРНОСТЯХ (3D- 8D)

Основа информационного моделирования в строительстве – это информационная модель (ИМ) здания или сооружения, которая создаётся в начале жизненного цикла (ЖЦ) технического объекта (здания или сооружения). Ожидается, что каждый её элемент содержит данные о всех стадиях ЖЦ, например, об объёме, массе, производителе, стоимости, которые передаются в программы, осуществляющие информационную поддержку объекта. В ИМ заносятся данные на протяжении всего ЖЦ, и главной составляющей ИМ является цифровая информационная модель (ЦИМ), содержащая данные непосредственно о геометрии и семантических атрибутах элементов здания или сооружения. Если ЦИМ подвергается декомпозиции на стадии проектирования, то есть создаётся синтетическим методом, то общая ЦИМ рассматривается как сводная модель.

Процесс создания ИМ должен быть предметно ориентирован, поэтому рационально рассматривать опыт больших корпораций, которые способны информационно поддерживать весь ЖЦ зданий и сооружений, реализовывая проекты любой сложности. Также существуют разработчики сторонних программ, которые стараются наладить взаимодействие с ключевыми компаниями строительной отрасли.

Развитие информационного моделирования выделило ряд информационных размерностей, описывающих ИМ, которое принято выражать через D (Dimension), от всеми известного 3D до затрагиваемого в дальнейшем 8D.

3D-Объемно-планировочное решение. Цифровая информационная трехмерная модель содержит геометрические данные по размерам, форме, пространственным расположениям элементов здания, а также об их количественных и качественных характеристиках. 3D-ЦИМ создается проектировщиками и является самой развитой в настоящее время по сравнению с другими размерностями, поскольку на рынке существует масса программ для её реализации. Важно помнить, что 3D-ЦИМ – это основа ИМ, куда будет вноситься вся информация в течение всего ЖЦ, поэтому большое значение

имеет правильность выбора продукта для её реализации и информационной поддержки. Лучше всего это делать в решениях от ведущих компаний, а именно: Revit, OpenBuildings, Tekla, Archicad и Allplan, AVEVA E3D Design, Renga, САПР Полином [1].

4D-Время и 5D-Стоимость. Эти модели создаются параллельно, ввиду использования в основе для их создания одних и тех же данных. 4D-модель позволяет виртуально планировать строительство во времени за счет создания календарного плана и сетевого графика, рассчитывать трудоемкость, сроки поставки ресурсов, материалов и механизмов. Также позволяет сделать виртуальную схему объекта, что помогает понять механизм создания элементов модели, проверить верность возведения здания в целом и выявить коллизии.

Принцип работы при создании 4D-модели на примере Revit, ГОССТРОЙ-СМЕТА, MS Project и Navisworks: в Revit каждому элементу присваивается сметная норма, имеющая характеристику необходимых трудозатрат на создание единицы продукции; создается смета на проект в ГОССТРОЙ-СМЕТА с объемами и работами; данные из ГОССТРОЙСМЕТА экспортируются в MS Project, где создаются вручную связи между работами по возведению объекта; данные из MS Project экспортируются в Navisworks, где каждый элемент проекта связывается с конкретной работой календарного плана.

Наиболее распространенные программы, используемые для визуализации возведения ИМ: Naviswork, Bentley synchro, Vico Software. Популярные программы, используемые для создания календарных планов для BIM-проекта: MS Project, Primavera, Spider Project, ABC АККОРД, также создавать календарный план можно в программах для визуализации возведения проекта [2].

5D-измерение — это оценка стоимости всего проекта, которая включает капитальные затраты на создание объекта, покупку и установку оборудования, эксплуатационные расходы и их амортизацию. Такая оценка позволяет выбирать материалы по качественным и количественным характеристикам, сравнивать их, анализировать затраты, логистику производства, создавать разные «сценарии» развития событий проектирования/строительства/эксплуатации, и в итоге анализировать стоимость и затраты на осуществление всего ЖЦ. Использование специальных сметных программ позволяет производить расчет стоимости проекта автоматически после назначения сметной нормы каждому типу элемента и при необходимости, вносить и обновлять изменения в реальном времени, таким образом работа с определением стоимости проекта становится легче в реализации и повышает прозрачность использования бюджетов.

По данным Bentley Systems, при информационном моделировании время разработки смет уменьшается в среднем на 80%, а их погрешность не

превышает 3%. Экономия выходит, как в точности рассчитанных сроков, так и в правильной логистике, ведь любой простой на стройке — это прямая потеря денег [3].

Существующие сметные программы, используемые в BIM-проектах: Гектор: сметчик-строитель (с конвектором Гектор:5D смета), Гранд-смета, 1С:Смета, смета-Wizard, Smeta.ru, АДЕПТ:ПРОЕКТ, BIM-смета ABC, Turbo exel, ГОССТРОЙСМЕТА, программы работают с использованием форматов ifc, ARPS и ESTML [4].

6D-Экологичность. Что касается данной размерности - тут нет единого мнения, что такое 6D. В общем виде, каждая «D» обозначает новый сценарий применения информационной модели для решения ряда задач.

Наиболее часто 6D называют подход к созданию продуктов и услуг, учитывающих энергоэффективность, влияние на экологию, социальную сферу и экономику и устойчивое развитие и эксплуатацию объекта на всех стадиях ЖЦ здания или сооружения. Шестое измерение технологии информационного моделирования (ТИМ) позволяет анализировать и оценивать энергетические характеристики здания прямо со стадии проектирования, принимать технические решения, гарантирующие более низкое энергопотребление, и оценивать соответствие характеристик здания целям производительности. Все это включает в себя: данные производителя, графики технического обслуживания, потребность в энергии, данные об утилизации каждого компонента здания и т.д.

80% влияния продукта на экологию закладывается на этапе проектирования, таким образом ввиду того, что ТИМ позволяют на раннем этапе реализации проекта точно смоделировать жизненный цикл здания, то он становится сложнейшим инструментом оптимизации будущего здания для минимизации негативных эффектов. В процессе оцифровки информации в модель добавляются данные о потреблении энергии, выбросах парниковых газов, пригодности для вторичной переработки материалов, используемых на строительной площадке, материалов, произведенных во время сноса, и многое другое, что также может быть реализовано во время технического обслуживания здания.

Для практической реализации этого сценария используются такие решения, как Insight, Nevacomp Dynamic Simulation [5].

7D-Эксплуатация. Это измерение наиболее значимо для конечного потребителя. Важно понимать, что на этапе управления эксплуатацией объекта первичную ценность приобретает информация, присоединенная к трехмерной геометрии внутри ИМ, включая описание структуры объектов, связанную документацию, оборудование, световые приборы и т.д., а не саму геометрию. При управлении эксплуатацией очень важно выстроить процессы актуализации информационной модели, чтобы она продолжала нести ценность, вплоть до окончательного вывода из эксплуатации объекта. В этом

случае нет риска потери цифровой информации и ей смогут пользоваться различные эксплуатационные, надзорные и пожарные службы.

ИМ фактически должна стать цифровым двойником физического объекта в его точном виртуальном представлении и собирать всю информацию о поведении каждого его отдельного элемента во времени. Таким образом, цифровой двойник становится основополагающим инструментом, который может быть использован для лучшей организации технического обслуживания здания, выявлять возможные проблемы, а также повышать эффективность и производительности здания в ЖЦ.

Для практической реализации этого сценария могут использоваться такие решения, как AVEVA Asset Information Management, AssetWise ALIM, Crem Solutions, SODIS Building FM, EcoDomus [6].

8D-Безопасность. Эта размерность ассоциируется с безопасностью и анализом факторов риска. Включает в себя планы безопасности зданий, планы действий в чрезвычайных ситуациях и мероприятия по предотвращению рисков. Отрасль строительства имеет в своей практике большое количество серьезных несчастных случаев на рабочем месте, поэтому проблема безопасности строительства актуальна на данный момент. ТИМ позволяет проверять условия безопасности на объекте в реальном времени или планируя заранее, выявлять опасности, планировать этапы работ, управлять коммуникацией и обучением рабочих, критическими проблемами и коллизиями между различными работами. В 2017 году 8D-измерение было описано в британском стандарте PAS11926.

Для реализации следующих задач могут использоваться: Revit, NanoCAD, OpenBuildings, Tekla, Archicad, Allplan, Renga [7].

В заключение важно отметить: прогрессивные ТИМ развиваются, чтобы осуществлять информационную поддержку зданий и сооружений на всех стадиях ЖЦ за счет перенесения взаимодействия с цифровым двойником в среду общих данных. Тем не менее, решения, принимаемые человеком, то есть лицом, принимающим решения, должны играть важнейшую роль в информационной поддержке и формировании всех процессов ЖЦ зданий.

Библиографический список

1. *Шевченко А.А., Мелитонян А.А.* Методология создания BIM моделей и творческая составляющая в процессе BIM проектирования // сборник статей Международной научно-практической конференции. КубГТУ. 2017. С. 168-172. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30703054> (дата обращения: 28.01.2022);
2. *Нечипорчук Ярослав, Башкова Рената* Краткий обзор 4D моделирования в строительстве // журнал Архитектура. Строительство. Образование. Технический университет в Кошице, Словацкая Республика. С. 35-41. [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42955189> (дата обращения: 02.02.2022);

3. *Ирисофт Инвест* BIM программы. ПО Bentley System. Информационное моделирование [Электронный ресурс] URL: <https://irininvest.ru/products/bentley-systems/> (дата обращения: 15.02.2021).
4. *Герман Н.М., Соколова В.В.* Анализ интеграции сметных расчетов в BIM-процессы // Материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 8 ч.. АлтГТУ им. И.И. Ползунова. 2020. С. 35-37. [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44228870> (дата обращения: 30.01.2022);
5. *Матыскина А.Д., Немирова Е.А.* BIM технологии в охране труда и безопасности в строительстве // Сборник материалов VI Всероссийской студенческой конференции; ЮУрГУ (НИУ); 2021. С. 85-89. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45972676> (дата обращения: 10.02.2022);
6. *Sodis lab* Исследование: использование BIM на стадии эксплуатации [Электронный ресурс] URL: <https://www.sodislab.com/ru/blog/bim-fm> (дата обращения: 15.02.2021).
7. *Плаксына К.Н., Плаксына К.Н.* Безопасность технологических процессов и снижение рисков на строительной площадке с использованием BIM технологий // Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Отв. редактор П.В. Евтин. ТИУ 2019. С. 206-207. [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42828956&pff=1> (дата обращения: 12.02.2022);

*Сбродов Дмитрий Владимирович, студент 3 курса 4 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Гаряев Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ РЕШЕНИЙ 1С.

Ни одна фирма сегодня не обходится без использования решений от 1С. Типовые прикладные решения разрабатываются самой фирмой «1С». Они предназначены для автоматизации задач учета и управления предприятий.

Но не всегда получается использовать локальные версии продуктов 1С. Так как они нагружают систему, что приводит к замедлению рабочих процессов компании.

Такие проблемы решаются использованием облачных вычислений 1С. Облачные вычисления – технология, которая дает доступ к вычислительным ресурсам и приложениям через Интернет в качестве сервиса под управлением поставщика услуг. [5]

Плюсы облачных вычислений:

- Низкие требования к мощности персональных компьютеров
- Позволяют работать с платформами 1С удаленно, без установки их на ПК.
- Использование программного продукта имеет форму аренды, благодаря чему не нужно приобретать лицензионное ПО.
- Низкая стоимость обслуживания оборудования (не нужно обслуживать сервера компании)
- Доступность из любой точки мира

Существует три программных продукта на базе облачных технологий:

ГРМ – этот сервис предназначен для размещения в облаке нетиповых конфигураций и доработки программ. Данное ПО обладает наиболее высокой ценой и не подойдет организациям, которые используют стандартный функционал.

Линк – этот сервис хранится на сервере компании. Данное ПО можно использовать из любой точки мира.

1С:Fresh. Этот облачный сервис подойдет только для компаний, которым будет достаточно только стандартных программ 1С.

Для автоматизации управления строительства подойдут два вида продукта на базе облачных решений: Линк и ГРМ. На них можно развернуть любую конфигурацию для строительства. Рассмотрим их детальнее.

ГРМ

С помощью данного облачного сервиса можно брать ПО 1С в аренду. [1]

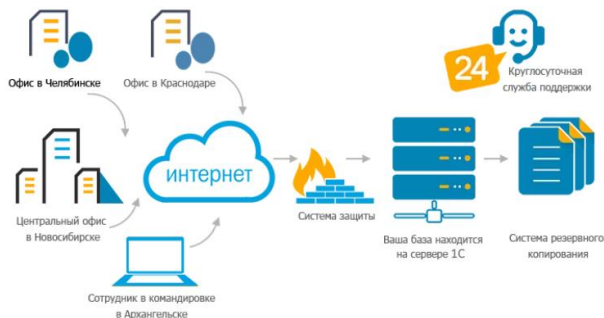


Рис. 1. Структура облачного сервиса ГРМ

Помимо основных конфигураций («1С: Бухгалтерия», «1С: Управление торговлей», «1С: Документооборот», «1С: Зарплата и управление персоналом» и др.) есть возможность использовать отраслевые программные решения и их доработки с учетом потребностей компании.

К информационной базе смогут подключаться до 50 пользователей.

Все программы имеют первичный вид и тот же функционал, а их обновление происходит на бесплатной основе. [1]

Линк

Используя это ПО, у компаний есть возможность интегрировать и дорабатывать определенную конфигурацию 1С и получать безопасный доступ ко всем платформам через Интернет.

Доступ к базе компании возможен из любой точки мира при подключении к сети.

Пользователь может работать с любыми конфигурациями, которые интегрированы в основные процессы. При этом его личные данные защищены. [1]

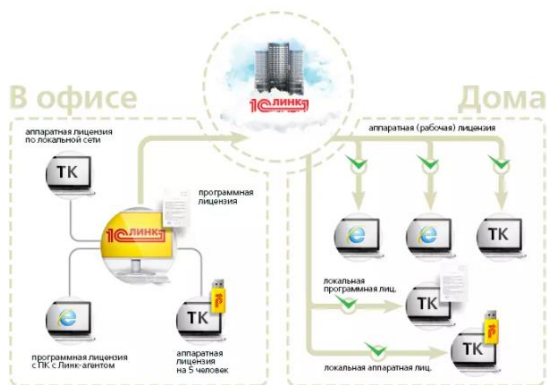


Рис. 2. Структура облачного сервиса Линк

При работе с «1С:Линк» используются только сервера компании. [1]

Рассмотрим типовые конфигурации 1С, которые могут быть интегрированы в облачный сервис, и которые используются для автоматизации управления в строительстве.

1С:Предприятие 8. ERP Управление строительной организацией 2

Программное решение "1С:ERP Управление строительной организацией 2" используется для строительных предприятий и холдингов, а также для автоматизации любых видов деятельности строительных организаций. [4]

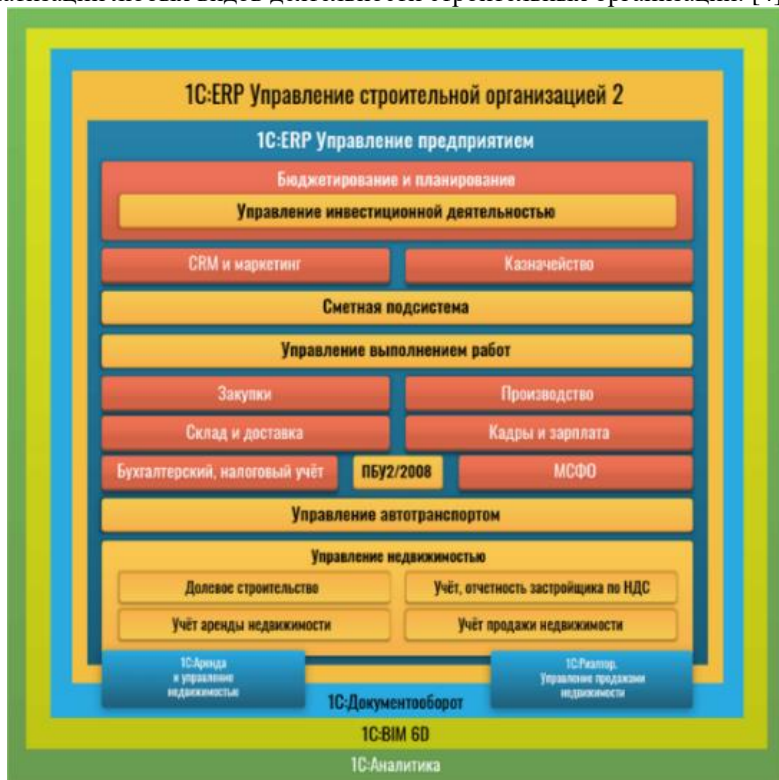


Рис. 3. Структура программного решения

Конфигурация "1С:ERP Управление строительной организацией 2" автоматизирует **процессы планирования** (Планирование продаж, составление сметы выполнения СМР и других видов работ, а также календарное планирование), **производственные процессы** (Производство материалов и оборудования и их доставка на нужный строительный объект; операция списания и учета для материалов, механизмов, транспорта; и другое), **процессы контроля и анализа** (План-факторный анализ продаж, бюджетов, исполнения договоров, поставок основных строительных материалов, выполнения

работ.) и **процессы перепланирования** (Корректировка планов продаж, бюджетов, графика производства работ, контрактов.) [2]

1С: Управление нашей строительной фирмой

Эта конфигурация, создана для автоматизации управления ресурсами и финансами в малых строительных компаниях. [3]

Данное программное решение направлено на автоматизацию деятельности следующих лиц:

Руководитель сможет с помощью данной конфигурации осуществлять планирование, руководить строителями, принимать сдавать работы в готовом виде, и формировать финансовые отчеты деятельности. [3]

Бригадир сможет легко вести сметы, календарные планы, учет выполненных работ и используемых ресурсов. [3]

Бухгалтеру ПО помогает осуществлять учет и выполнять банковские операции. [3]

Для **мастеров и прорабов** есть возможность фиксировать выполнение работ с помощью мобильного приложения. [3]

Основные преимущества конфигурации «1С: Управление нашей строительной фирмой»:

Эффективное управление

Руководитель и ответственные лица получают нужную информацию для принятия управленческих решений.

Основательное планирование

Позволяет работать со сметами, а также заниматься календарным планированием строительства и многим другим. [3]

Итак, чтобы автоматизировать управление строительством с использованием облачных решений 1С, необходимо выбрать правильный облачный сервис – это ГРМ или Линк, на который надо будет развернуть любую из рассмотренных выше конфигураций. Все эти решения на базе 1С, интегрированные в облачный сервис, помогут автоматизировать управление в строительстве.

Библиографический список

1. «1С Облако» - что это такое? Простыми словами. [Электронный ресурс] URL: <https://vc.ru/services/108379-1s-oblako-cto-eto-takoe-prostymi-slovami> (дата обращения: 10.02.2022).

2. Функциональные возможности "1С:Предприятие 8. ERP Управление строительной организацией 2" [Электронный ресурс] URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/uso2/features> (дата обращения: 13.02.2022).

3. Функциональные возможности "1С:Управление нашей строительной фирмой" [Электронный ресурс] URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/unsf> (дата обращения: 15.02.2022).

4. "1С: Предприятие 8. ERP Управление строительной организацией 2". Краткая информация [Электронный ресурс] URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/uso2> (дата обращения: 18.02.2022).

5. *Ярулин Р.Н.* Применение облачных технологий при автоматизации документирования учета и контроля отходов строительства / ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2011. 3 с. (дата обращения: 20.02.2022)
6. *Гранкин С.Л., Гаряев Н.А.* история и принципы технологии создания веб-приложений и веб-сервисов ASP.NET Научное обозрение. 2015. № 14. С. 241-244.
7. *Милорадов С.В., Гаряев Н.А.* Системный подход в управлении. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. двенадцатая Международная межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых, докторантов и аспирантов: научные труды. Москва, 2009. С. 304-305.
8. *Garyaev N., Rybakova A.* Cloud interaction technologies in the design and construction В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01076
9. *Garyaev N., Garyaeva V.* Big Data technology in construction/ В сборнике: E3S Web of Conferences. 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. 2019. С. 01032.
10. *Garyaeva V.* Formation of competitive skills of civil engineers in the field of BIM technologies. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01077.
11. *Гаряев П.Н.* Автоматизация градостроительного зонирования. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 546-549.

Кузнецов Сергей Владимирович, студент магистратуры 1 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель -

Федоров С.С., и.о. зав. кафедры ИГиКМ, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Для корректного выполнения проектной документации в процессе информационного моделирования в программном комплексе Autodesk Revit необходимо верно указывать и заполнять большое множество параметров как отдельных элементов, так и групп модели, которые определяются в соответствии с разделом проекта, категорией компонентов, а также стадией и уровнем проработки цифровой модели здания.

Требования к составу, содержанию и правилам заполнения атрибутов информационной модели описаны в методических рекомендациях по подготовке информационной модели объекта капитального строительства (ИМ ОКС) для прохождения экспертизы при использовании технологий информационного моделирования (ТИМ).

Важность правильного заполнения параметров элементов модели определяется видимостью графики раздела, завязанной на фильтрах атрибутов, а также корректным и полным формированием спецификаций и ведомостей проекта, формирующих сметные расценки на объект. Значительная часть времени разработки проекта уходит на выявление соответствия параметров элементов, поиск ошибок и неточностей разработки цифровой модели, повлекшие за собой неверно выданные данные и объемы, и последующую корректировку модели. Ввиду большого количества указываемых атрибутов модели появляется необходимость в автоматизации процесса проверки заполнения параметров. С этой целью был разработан скрипт, позволяющий оперативно осуществлять визуальный контроль соответствия данных атрибутов. С помощью встроенного инструмента визуального программирования Dупато выполним проверку параметров информационной модели на основе цветовых решений заполнения геометрии (поверхности и сечения) элементов.

На первом этапе скрипта происходит выделение элементов при помощи запуска Python файла (рис.1) с последующей их сортировкой (нод «List.SortByKey») и группировкой (нод «List.GroupByKey») по значениям выбранного параметра. Объем обрабатываемых компонентов модели определяется выбранными значениями «true» и «false» (рис.2). Количество отсортированных групп по значению параметра передается в нод «List.Count», а

сформированные группы элементов – в нод третьего этапа «Element.OverrideInView».

```

import clr
clr.AddReference('ProtoGeometry')
from Autodesk.DesignScript.Geometry import *
clr.AddReference("RevitAPI")
import Autodesk
from Autodesk.Revit.DB import *
from System.Collections.Generic import *
clr.AddReference("RevitNodes")
import Revit
clr.ImportExtensions(Revit.Elements)
clr.AddReference("RevitServices")
import RevitServices
from RevitServices.Persistence import DocumentManager as DM
from RevitServices.Transactions import TransactionManager as TM

import System
from System.Collections.Generic import List

doc = DM.Instance.CurrentDBDocument

swichSelection = IN[0]

if swichSelection:
# выборка всех элементов на активном виде

    elems = FilteredElementCollector(doc,doc.ActiveView.Id).WhereElementIsViewIndependent().ToElements()

elif swichSelection!=True:
# выборка выделенных элементов
uidoc = DM.Instance.CurrentUIApplication.ActiveUIDocument
ids = uidoc.Selection.GetElementIds()
ICollectionIds = List[ElementId]()

for id in ids:
    ICollectionIds.Add(id)

elems = FilteredElementCollector(doc,ICollectionIds).WhereElementIsViewIndependent().ToElements()

OUT = elems
    
```

Рис.1 – Код IronPython

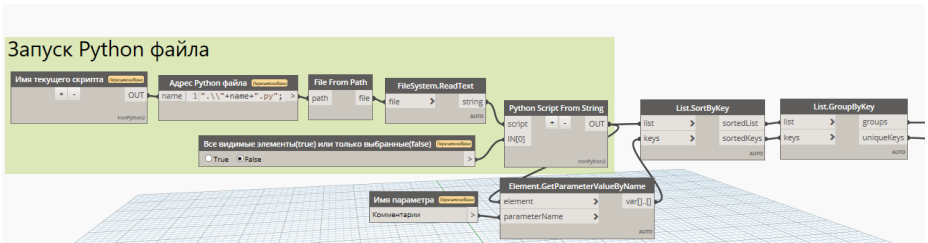


Рис.2 – Первый этап скрипта, отвечающий за выделение и сортировку элементов модели по выбранному параметру

После проработки алгоритма первого этапа и получения количества групп значений параметров необходимо найти цветовые решения для каждого из вхождений. Логика переопределения графики заключается в случайной генерации чисел «Seed», соответствующих определенной контрастности

оттенков основных цветов палитры (R, G, B). Далее в ноде «Color.ByARGB» происходит процесс наложения выводимых списков «list». В результате образуются различные цветовые решения «color» для каждой группы значений искомого параметра (рис.3).

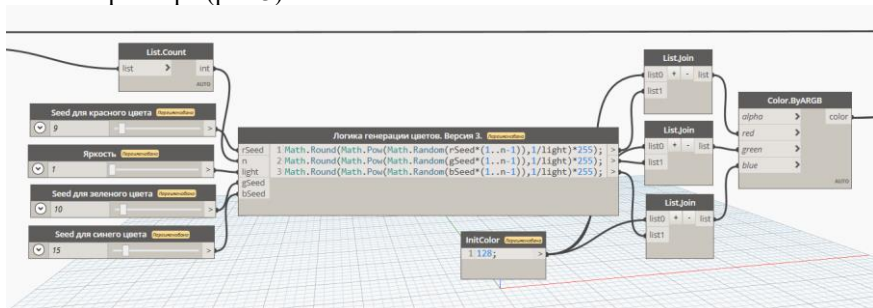


Рис.3 – Второй этап скрипта, отвечающий за формирование цветовых решений для каждой группы элементов

На заключительном третьем этапе в ноде «Element.OverrideInView» происходит переопределение графики элементов на активном виде в соответствии с принятыми цветовыми решениями. Нод «Fill Patterns» определяет тип заливки. Параметризация свойств переопределения видимости элементов регулируется нодом «OverrideGraphicSettings.ByProperties» (рис.4).

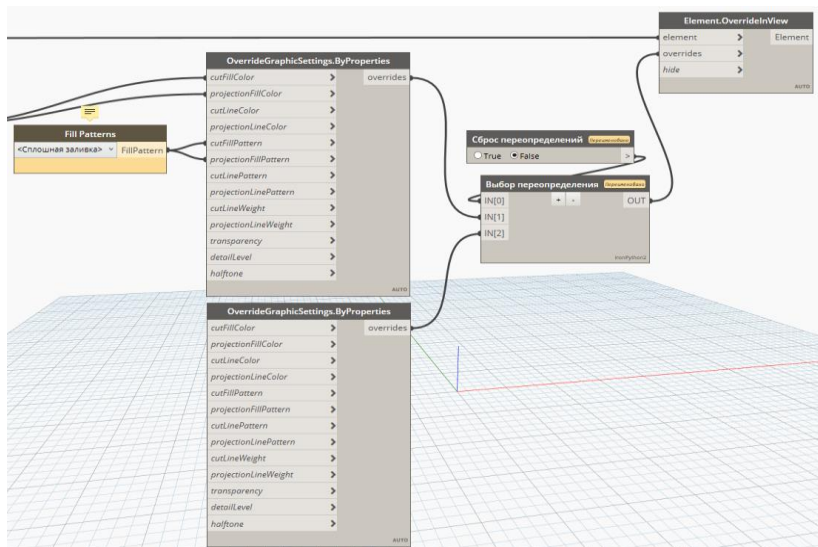


Рис.4 – Третий этап скрипта, отвечающий за переопределение видимости графики активного вида

Полученный скрипт позволяет быстро осуществлять визуальный контроль параметров информационной модели с помощью средства визуального программирования Dупато и с использованием кода IronPython.

Данный метод является альтернативой проверки корректности заполнения атрибутов элементов при помощи совместного использования фильтрации и сортировки по искомым параметрам через переопределение видимости графики на виде, а также частных случаев использования спецификаций по свободным параметрам и спецификаций количества.

Библиографический список

1. *Гинзбург, А.В.* Технологии информационного моделирования жизненного цикла объекта капитального строительства // В сборнике трудов конференции : Актуальные проблемы строительной отрасли и образования. НИУ МГСУ. 2020. С. 936-939. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44556405> (дата обращения: 24.02.2022);

2. *Шилов, Л.А. Гинзбург, А.В.* Анализ и проблематика информационного моделирования строительных объектов на различных этапах жизненного цикла // В сборнике трудов конференции : Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы. НИУ МГСУ. 2019. С. 570-573. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41846455> (дата обращения: 24.02.2022);

3. Методические рекомендации по подготовке информационной модели объекта капитального строительства, представляемой на рассмотрение в ФАУ «Главгосэкспертиза России» в связи с проведением государственной экспертизы проектной документации, а также по оценке информационной модели объекта капитального строительства.

4. СП 333.1325800.2020 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла;

5. *Федоров, С.С.* Процесс информационного моделирования на этапе проектирования объекта капитального строительства / С.С. Федоров, С.Д. Казаков // Наука и бизнес: пути развития. – М.: ТМБпринт. – 2021. - №5(119). – С. 13-16;

6. *Могиллина, В.С.* Программирование оболочек в Dупато с использованием Python / В.С. Могиллина, А.Н. Сазанова, К.А. Шумилов // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектура : Материалы Всероссийской научно-практической конференции 2018 года. – СПб : СПбГАСУ, 2018. – С. 173-177.

Орлов Михаил Алексеевич, Нечаев Кирилл Александрович, студенты 4 курса 3 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Иванов Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Введение

Строительная отрасль, как одна из важнейших отраслей экономики РФ, требует внедрения сквозных технологий для повышения качества и общей эффективности строительного производства. В частности, тесная интеграция строительной отрасли и IT-решений позволяет решать задачи, которые ранее были трудноразрешимыми и не было тех возможностей, которыми человечество обладает сейчас. На практике встречаются задачи, которые невозможно решить с использованием классических математических методов. В этом случае прибегают к имитационному моделированию, которое базируется на случайных величинах. От качества этих величин зависит решение поставленной задачи. Поэтому в рамках данной статьи будут рассмотрены наиболее популярные генераторы псевдослучайных величин (ГПСЧ), а также их возможности в области моделирования строительных процессов.

Существующие решения

В современной практике чаще всего используют следующие ГПСЧ [1]:

1) Алгоритм «Вихрь Мерсенна»

«Вихрь Мерсенна», который имеет название МТ19937 (МТ), является одним из самых популярных в решении имитационных задач. Он был изобретён двумя японскими учёными Макото Мацумото и Такудзи Нисимура в 1998 году. Главными особенностями данного алгоритма являются очень большой период (длина уникальной части последовательности генерируемых чисел) и хорошая случайность выходных значений.

Говоря о его устройстве, стоит отметить две составляющих: РСЛОС (регистр сдвига, состоящий из 624 регистров по 32 бита) и закалку. Название алгоритма взято не просто так, ведь генератор базируется на числе Мерсенна, которое имеет вид (формула 1).

$$M_n = 2^n - 1, \quad (1)$$

где n – простое число. Полученное значение определяет период последовательности, причём значение n получено путём перемножения числа регистров на размер одного регистра и отбрасывания 31 бита маски. Таким образом и получается число 19937. Таким образом период равен $4,315 \cdot 106001$.

Рассмотрим более подробно этапы работа генератора МТ [2]:

1. Инициализация параметров (w – разрядность регистра, r – битовая маска, m, u, s, l – константы для осуществления побитовых сдвигов на этапе закали, a, b, c – постоянные маски, i – порядковый номер итерации).

2. Расчёт значений Y ;

На данном этапе конкатенируются значения первых $w - r$ бит и последних r бит из X_{i+1} .

3. Вычисляются новые значений для X_i (по формуле 2);

$$X_i := X_{(i+q)modp} \oplus (Y \gg 1) \oplus a, \quad (2)$$

если младший бит $y_0 = 1$ (формула 3);

$$X_i := X_{(i+q)modp} \oplus (Y \gg 1) \oplus 0, \quad (3)$$

если младший бит $y_0 = 0$.

4. Закалка (формулы 4-7);

$$y := x \oplus (x \gg u) \quad (4)$$

$$y := y \oplus ((y \ll s) \& b) \quad (5)$$

$$y := y \oplus ((y \ll t) \& c) \quad (6)$$

$$z := y \oplus (y \gg l), \quad (7)$$

псевдослучайное число.

5. Расчёт индекса для перехода ко второму пункту (формула 8).

$$i := (i + 1) \bmod n \quad (8)$$

2) Линейный конгруэнтный метод

Линейный конгруэнтный метод, также называемый LCG, был разработан американским математиком Дерриком Лемером в 1949 году [3]. В данном алгоритме, элементы последовательности рассчитываются согласно формуле 9.

$$X_{n+1} = (aX_n + c) \bmod m, n \geq 1 \quad (9)$$

где a – множитель, принадлежащий отрезку $[0; m]$, X_n – значение выходной псевдослучайной последовательности, c – приращение, лежащее в отрезке $[0; m]$, m – модуль, лежащий в отрезке $[0; +\infty]$, который также является значением периода.

3) Алгоритм «Blum-Blum-Shub»

«Blum-Blum-Shub» или BBS был разработан в 1986 году американскими исследователями Л. Блюмом, М. Блюмом, М. Шубом. Вся логика работы BBS строится на рекуррентной формуле 10 [4]:

$$x_{n+1} = x_n^2 \bmod N, \quad (10)$$

где x_n – это предыдущий (первый) элемент итерации, входящий в отрезок $[2, N - 1]$, N рассчитывается по формуле 11,

$$N = P \cdot Q \quad (11)$$

где P и Q – это простые числа равной длины, которые при делении на четыре дают остаток три.

В рамках данного генератора для нахождения периода используют 2 итерации функции Кармайкла ($\lambda(\lambda(N))$) [5].

4) Генератор «Fortuna»

«Fortuna», как алгоритм генерации псевдослучайных последовательностей был описан в книге «Cryptography Engineering» криптографами Брюсом Шнайером и Нильсом Фергюсоном (2003 год) [6]. Структурно алгоритм состоит из 3-х элементов: внутреннего генератора, аккумулятора энтропии и управления начальными данными.

Внутренний генератор представляет из себя блочный шифр (чаще всего используется AES), а также счетчик. Ключи для используемого алгоритма шифрования меняются каждый раз при инициализации нового запроса (старые ключи удаляются, исключая возможность выявления прошлой последовательности).

Аккумулятор энтропии – это не что иное, как совокупность источников информации. Чаще всего в роли источников выступают данные, полученные на уровне драйверов оборудования.

Одновременно со сбором, энтропия равномерно записывается в пулы. Пулы энтропии представляют из себя строчку байтов неограниченной длины (хешей). При перезаписи пулов используются две итерации SHA-256.

Управление начальными данными осуществляет сбор начальной информации с источников энтропии. Для того, чтобы ускорить данный процесс, после того как алгоритм отработал первый раз, формируется бинарный файл, содержащий энтропию. Это позволяет начинать новую прогонку с уже имеющимися начальными данными (разработчики алгоритма «Fortuna» рекомендуют обновлять файл с энтропией не реже, чем раз в 10 минут).

В связи с тем, что в алгоритме «Fortuna» энтропия меняется в процессе генерации, предсказать длину периода последовательности не представляется возможным.

Для чего генераторам хорошие статистические свойства

Любая имитационная задача основывается на каком-либо законе распределения. От того, насколько «чистые» ГПСЧ выдаёт псевдослучайные значения, зависит точность решения поставленной имитационной задачи. Именно поэтому при анализе различных генераторов изучают его статистические свойства. В этом ключе преуспел американский институт стандартов и технологий (NIST), который разработал целый комплекс специальных тестов (SP 800-22 [7]), которые выводят статистическую оценку представленной последовательности. Данный комплекс тестов базируется на специальном стандарте по обработке информации (FIPS 140-1 [8], есть и более актуальные версии данного стандарта FIPS 140-2 и 140-3).

При генерации последовательности длиной 80 000 000 бит каждым из генераторов удалось выявить лидеров по скорости получения псевдослучайных значений – это LCG, MT19937 и BBS. Алгоритм BBS показывает чуть меньшую скорость работы, но его статистические свойства на порядок лучше, чем у LCG. Fortuna является совсем медленным алгоритмом, но

отличается хорошими статистическими свойствами. Это вызвано сложной системой сбора, накопления энтропии и её перезаписи.

Какие задачи строительной отрасли позволяют решать приведенные генераторы?

Имитационное моделирование – это очень мощный инструмент при решении большого числа строительных задач. При выборе генератора, в первую очередь, нужно смотреть на его скорость работы, а значит вариант с использованием алгоритма Fortuna автоматически отпадает из-за низкой производительности самого генератора.

Большинство процессов протекающих в строительной организации можно представить в виде имитационной модели. Такой подход позволяет прозрачно рассматривать механизм поведения исследуемого объекта при условии, что его входные параметры случайны. Важно отметить, что имитационное моделирование не является средством аналитического анализа, на его основе можно дать только лишь оценку параметров системы на основе большого количества экспериментов.

Такой подход позволяет решать ряд принципиальных для строительного производства задач, одними из которых являются: анализ известных моделей рисков на объект управления, моделирование систем массового обслуживания и задач управления ресурсами, агентное моделирование.

Заключение

В ходе исследования были рассмотрены 4 актуальных алгоритма генерации псевдослучайных последовательностей. Из них можно выделить два генератора наиболее пригодных для имитационного моделирования, а именно генератор «Вихрь Мерсенна» и линейно-конгруэнтный метод. Данные алгоритмы нашли свое применение во множестве отраслей экономики РФ, в том числе и в строительстве. В случае, когда применение классических математических методов невозможно или затруднено, имитационное моделирование предоставляет возможность анализа параметров модели, посредством многочисленных экспериментов. На базе полученных результатов осуществляются корректировки параметров в реальной системе, с целью повышения общей эффективности исследуемого бизнес-процесса.

Библиографический список

1. Орлов М.А., Нечаев К.А., Иванов Н.А. Исследование способов формирования псевдослучайных чисел с большим периодом // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 1(127).
2. *Matsumoto, M.; Nishimura, T.* (1998). "Mersenne twister: a 623-dimensionally equidistributed uniform pseudo-random number generator" (PDF). *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*. 8 (1): 3–30. CiteSeerX 10.1.1.215.1141. doi:10.1145/272991.272995. S2CID 3332028.

3. *Lehmer, Derrick H. (1951). "Mathematical methods in large-scale computing units". Proceedings of 2nd Symposium on Large-Scale Digital Calculating Machinery: 141–146.*
4. *L. Blum, M. Blum, M. Shub, A Simple Unpredictable Pseudo-Random Number Generator, 1986.*
5. *Erdős, P.; Pomerance, C.; Schmutz, E. Carmichael's lambda function // Acta Arithmetica. – 1991. – 58 (4). – C. 363–385. doi:10.4064/aa-58-4-363-385.*
6. *Niels Ferguson, Bruce Schneier, Cryptography Engineering: Design Principles and Practical Applications, 2010.*
7. *National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-22 revision 1a Natl. Inst. Stand. Technol. Spec. Publ. 800-22rev1a, 131 pages (April 2010).*
8. *"Federal Information Processing Standard (FIPS) 140-1". NIST. January 11, 1994.*

Осташев Роман Витальевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Евтушенко С.И., профессор кафедры ИСТАС, д.т.н., профессор ФГБУО ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

АРХИТЕКТУРНАЯ ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТЬ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

На создание несущей системы стальных конструкций, общественных зданий, например таких как стадионы, офисные здания и т.п., уходит не мало времени и энергии. Зачем скрывать всю эту работу под подвесными потолками, когда её можно показать? Этот вопрос задокументирован в американских строительных нормах [1]. Глава 10 Architectural exposed structural steel (AESS), что переводиться как — архитектурная выразительность стальных конструкций, как раз регламентирует вид и эстетическую привлекательность несущих стальных конструкций.

Область применения ANSI/AISC 303-16 затрагивает следующие конструкции: анкерные стержни, опорные плиты, балки, распорки, каркас навеса, колонны, упоры крана, перемычки, стойки и др.

Строительные конструкции подвергаются первоклассному обращению во время изготовления, отгрузки и монтажа, чтобы избежать дефектов и нежелательного внешнего вида поверхности конструкций. Рабочие применяют особую осторожность при обращении со сталью и снятии временных скоб или приспособлений. Для некоторых категорий все выступы подложки и стока удалены, а сварные швы отшлифованы. Масло, грязь и окалина также удаляются с неокрашенной стали для получения максимальной эстетической привлекательности.

Без спору проектирование и монтаж конструкции с учётом данных требований добавляет цену в итоговую стоимость объекта капитального строительства. Стандарт не обязует применять данные требования абсолютно ко всем стальным конструкциям на объекте, все конструкции поделены на определённые категории, благодаря которым можно определить с какой аккуратностью выполнять те или иные конструкции.

Конструкции можно отнести к следующим пяти категориям:

1. AESS 1: Основные элементы. Элементы, которые посетители здания никогда не увидят;
2. AESS 2: Элементы находящиеся от точки взгляда дальше 6 метров. Заключается в том чтобы позволить зрителю увидеть искусство металлообработки. Элементы этой категории выразительны в первую очередь за счёт геометрии, увидеть их можно на большом расстоянии, например,

улучшенная обработка болтов, сварных швов, соединений, а также допуски на зазоры и выступы;

3. AESS 3: Элементы находящиеся от точки взгляда ближе 6 метров. Как и AESS 2 смысл в том чтобы показать искусство металлообработки. В отличие от AESS 2 выразительность достигается не только геометрией, но и отделкой поверхности, поскольку находятся уже на достаточно близком расстоянии от зрителя. Элементы относящиеся к этой категории могут быть затронуты зрителем, например, сварные швы должны быть гладкими, но допускается их визуальное отличие;

4. AESS 4: Демонстрационные элементы со специальной обработкой поверхности и граней. Ключевым отличием конструкций этой категории заключается в том, что они специально проектировались с целью архитектурной выразительности (форма – единственная функция). Все сварные швы у таких элементов должны быть отшлифованы, поверхности должны быть зашпаклёваны и отшлифованы до гладкого состояния (поверхность не должна цепляться за тряпку или перчатку). Допуски к зазорам и более строгие, обычное в половину от стандартного допуска;

5. AESS C: Элементы к которым предъявлены требования по архитектурной выразительности в техническом задании.

Таблица 1. Категории архитектурной выразительности

Характеристика	AESS 1	AESS 2	AESS 3	AESS 4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Подготовка поверхности по SSPC-SP 6	+	+	+	+
Острые края отшлифованы до гладкости	+	+	+	+
Сварной швы не прерывны	+	+	+	+
Стандартные болты	+	+	+	+
Удалены сварочные брызги	+	+	+	+
Визуальная простота	-	Опционально	+	+
Половина от стандартного допуска	-	+	+	+
Заводские следы изготовления не видны	-	+	+	+
Сварные швы равномерные и гладкие	-	+	+	+
Следы обработки удалены	-	-	+	+
Стыковые сварные швы отшлифованы	-	-	+	+
Сварные швы ориентированы для уменьшения видимости	-	-	+	+

Характеристика	AESS 1	AESS 2	AESS 3	AESS 4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Торец примыкающий к поверхности выровнен	-	-	+	+
Минимальные допуски на зазоры в соединениях	-	-	+	+
Все соединения сварные	-	-	Опцио-нально	Опцио-нально
Сварной шов не заметен	-	-	-	+
Поверхности обработаны и отшлифованы	-	-	-	+
Сварной шов сведён к минимуму	-	-	-	+
Примечание. AESS C не представлен в таблице поскольку имеет собственные требования, описанные в техническом задании проекта.				

Не будет лишним сказать, что на данный момент подобных требований к архитектурной выразительности стальных конструкций в российских нормах нет. Но если углубиться в историю, то можно вспомнить Всероссийскую инженерную выставку в Нижнем Новгороде в 1896. Где инженером В. Г. Шуховым впервые была представлена гиперболическая башня, которая впоследствии своей эстетической привлекательностью и лёгкостью завоевала мир. Несомненно не стоит недооценивать вклад других отечественных инженеров, некоторые конструкции, которые впервые были показаны на данной выставке до сих пор можно найти в Нижнем Новгороде.



Рис.1. Проект станции метро Партизанская

Конструкция Шуховской башни вдохновляла также московских метростроителей. Так один из первоначальных проектов станции метро Партизанская (современное название), разработанный архитектором Валерием Тушкановым, предусматривал колонны в форме перевёрнутой Шуховской башни. По задумке архитектора, эта башня была вариацией на башню, созданную Владимиром Шуховым недалеко от современной станции Шаболовская в 1922 году. До итогового варианта, к сожалению, этот проект не дожил, тематику оформления станции изменили со спортивной на военную и станция метро приобрела вид, в котором мы знаем её сейчас.

В дальнейшей работе по данной теме мною планируется детальнее разобраться с темой архитектурной выразительности стальных конструкций, найти подобные документы не только в американских, но и, например, в европейских нормативных документах. Провести их анализ между друг другом и составить рекомендации для их применения в условиях российских норм проектирования.

Библиографический список

1. ANSI/AISC 303-16 Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges. Approved by Committee on the Code of Standard Practice June 15, 2016 [Электронный ресурс] URL: <https://www.aisc.org/globalassets/aisc/publications/standards/code-of-standard-practice-june-15-2016.pdf> (дата обращения 28.01.2022).
2. Why steel. Architectural exposed structural steel. AISC [Электронный ресурс] URL: <https://www.aisc.org/why-steel/architecturally-exposed-structural-steel/> (дата обращения 28.01.2022).
3. Modern Steel Construction. A guide to understand and specifying the various categories of architecturally exposed structural steel (AESS). Журнал ноябрь 2017 [Электронный ресурс] URL: https://www.aisc.org/globalassets/aisc/aess/all_about_aess_reprint.pdf (дата обращения 28.01.2022).
4. Нижегородская всероссийская художественная и промышленная выставка // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
5. *Алексеева С. И.* Выставочная деятельность Ремесленного училища цесаревича Николая // 140 лет Ремесленному училищу цесаревича Николая. Страницы истории, найденные в архивах / С. И. Алексеева, И. К. Ботт, О. В. Егоренкова и др. СПб.: ООО «Аграф+», 2015. С. 93-113.

Шологин Сергей Андреевич, студент магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Князева Н.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BLOCKCHAIN В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В последние годы технология blockchain стала предметом широкого обсуждения. Данная технология берет свое начало от основателя Биткойна Сатоши Накамото, который создал криптовалюту [1]. Многие специалисты разных секторов пытаются изучить и развить потенциал фундаментальной технологии, лежащей в основе Биткойна - так называемой технологии blockchain. Blockchain как технология продолжает развиваться, открывая новые возможности использования в строительной отрасли.

Blockchain — это децентрализованная база данных, которая одновременно хранится на разных компьютерах, соединённых друг с другом, используя протоколы Ethernet [2]. Каждый блок – это определенный цифровой блок (который может быть не только числовым), и любой последующий блок содержит информацию из предыдущего блока. Следовательно, blockchain – это не только база данных, но также способ передачи данных и шифрования.

Технология blockchain имеет несколько важных особенностей, которые делают ее в настоящее время наиболее перспективной технологией, способной произвести революцию во многих отраслях и сферах применения, включая строительную отрасль:

- Децентрализованность

Это главная особенность технологии blockchain, которая отличает ее от нынешней централизованной традиционной системой баз данных или сервером, которые мы сейчас используем. Суть децентрализованности заключается в том, что при выполнении условий договора или контракта исключается необходимость в посредниках или центральных органах, таких как банк, переводящий деньги при выполнении того или иного контракта. Каждый участник договора, используя blockchain, имеет доступ к проверке записей по транзакциям, а также доступ ко всей базе данных и ее полной истории.

- Доверенная временная метка

Информация или история транзакций внутри blockchain имеет определенную временную метку. Данная метка обеспечивает хронологический порядок и доказательную базу существования или проведения той или иной транзакции в определенный момент времени.

- Автономность

Автономность в blockchain означает, например, что при подписании смарт-контрактов, исключается дальнейшее взаимодействие заказчика и подрядчика. Данная автономность возможна за счет автоматизации, которая включает в себя развертывание алгоритмов и правил, которые могут автоматически запустить самоисполнение, самопроверку смарт-контрактов.

- Неизменяемость

Поскольку технология blockchain является децентрализованной системой, каждый участник договора или смарт-контракта владеет одной и той же информацией. Это несколько отличается от централизованной системы, где информацией владеет только главный сервер или доверенные третьи органы. В случае взлома данного сервера, происходит потеря важной информации, которую, при необходимости, можно будет изменить.

Blockchain же поддерживает неизменяемость записей транзакций в системе, что делает процесс фальсификации невозможным после проведения транзакции, поскольку информация не хранится на одном сервере, а зашифрована и распределяется между всеми участниками контракта [3].

Считается, что технология blockchain изменит процесс функционирования бизнеса, торговли и финансов вместе с технологий blockchain 2.0 – смарт-контрактами [4]. Поскольку технология blockchain постоянно совершенствуется и развивается, ее потенциал будет неоспоримо влиять на любые отрасли, в том числе и строительную. Среди возможностей применения blockchain в строительной отрасли следует выделить:

1. Заключение и взаимодействие с контрактами

Интеллектуальные контракты (или смарт-контракты) - это цифровые протоколы предназначенные для передачи информации, которые используют математические алгоритмы необходимые для автоматического проведения транзакции после выполнения условий договора и полного контроля процесса.

Код используется для ввода всех условий договора, который заключается между сторонами сделки, в blockchain. Обязательства участников в интеллектуальном контракте можно представить в форме «если- то» (например: «если Сторона А заканчивает работы по нулевому циклу, тогда Сторона В, переводит деньги» (рис.1)). Поскольку в настоящее время строительные контракты часто сталкиваются с проблемой неуплаты или несвоевременной оплаты, возможно, технология blockchain сможет разрешить платежные споры посредством концепции смарт-контракта.

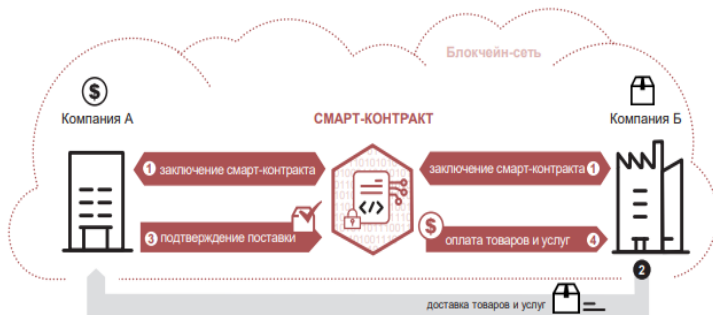


Рис.1. Принцип применения смарт-контрактов

2. Электронный документооборот

До появления технологии blockchain, для ведения документооборота были созданы СЭД-системы (системы электронного документооборота). Применение СЭД систем в строительных проектах растет в связи с усложнением характера проектов и закупок, что побуждает подрядчиков платить третьим лицам за использование центральной платформы для организации электронного документооборота (например платформа BIM360 Document Management). Технология blockchain позволяет обеспечить надежный модуль системы для управления разным объемом информации на всех этапах жизненного цикла здания. С внедрением blockchain каждый раздел рабочей документации может храниться в децентрализованной системе, что позволит каждому участнику инвестиционно-строительного проекта получать одинаковую и достоверную информацию [5].

3. Интеграция с ТИМ

Технологии информационного моделирования (ТИМ), используя централизованную систему, часто сталкиваются с тем, что информация постоянно добавляется, изменяется и утверждается на стадии проекта и заинтересованным сторонам необходимо найти такой способ, чтобы не происходило неправильное слияние и дублирование информации. Blockchain способен записывать информацию о том, кто, что и когда сделал в проекте, и таким образом обеспечить основу для любых юридических споров, которые могут возникнуть.

4. Управление недвижимостью

Технология blockchain может быть использована для облегчения процессов купли-продажи недвижимости или собственности. Когда актив зарегистрирован в blockchain, право собственности может контролироваться тем, у кого есть «закрытый ключ», и владелец может продать актив, передав «закрытый ключ» другому лицу.

Интеграция технологии blockchain (рис.2) является одним из главных этапов в развитии строительной отрасли: она создает единый и достоверный источник информации обо всех аспектах процесса строительства и проектирования, предоставляя цифровой проектной модели единственный надежный инструмент для поддержки развития и управления всеми этапами процесса строительства — от стадии проектирования до эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла.



Рис.2. Возможности применения технологии blockchain в строительной сфере

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Blockchain_в_строительстве (дата обращения 20.02.2022)
2. [Электронный ресурс] URL: <https://vc.ru/crypto/51368-znachimost-blokcheyna-dlya-stroitelnoy-otrasli> (дата обращения 20.02.2021)
3. [Электронный ресурс] URL: Giancaspro M (2017) Is a ‘smart contract’ really a smart idea? Insights from a legal perspective. *Comput Law Secur Rev.* <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.05.007> CrossRefGoogle Scholar (дата обращения 20.02.2021)
4. Carson B, Romanelli G, Walsh P, Zhumaev A (2018) Blockchain beyond the hype: what is the strategic business value? McKinsey Co. pp 1–19
5. Garzik J, Donnelly JC (2018) Blockchain 101: an introduction to the future. In: *Handbook of Blockchain, Digital Finance*, vol 2, pp 179–186.

Михайлюк Дмитрий Максимович, студент магистратуры 2 курса 4 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Баранова О.М., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BLOKCHAIN В УПРАВЛЕНИИ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Управление цепочками поставок (УЦП) является важной частью в строительстве жилых зданий и сооружений, которая позволяет организовывать подачу строительных материалов и осуществлять контроль от стадии изготовления до стадии ввода в эксплуатацию. Однако регулирование этой части является сложным процессом. Основной проблемой УЦП в строительстве является недобросовестное исполнение обязанностей одной из сторон, а именно контрафакт, подделка или использование продукции не в полной мере. Данные проблемы связаны с экономическим кризисом, побуждающим в экономии на строительных материалах, и с халатностью в контроле выпуска качественной продукции. Из-за этого в России за последние годы произошло много аварий и пожаров, в некоторых из которых погибли люди. При разборе причин несчастных случаев, чаще всего проблема кроется в нарушениях, как и в эксплуатации объектов, так и в процессе их строительства. [1]

Для борьбы с несогласованными действиями одним из возможных решений является создание децентрализованной базы данных для хранения всей информации о продукции. Такой вид хранения информации позволит обеспечить прозрачность всех операций, совершаемых при осуществлении УЦП. Данный вид хранения осуществляется с помощью технологии, называемой блокчейн.

Из исследований применения технологии блокчейн в разных сферах деятельности, УЦП является той сферой, в которой блокчейн имеет высокий потенциал для развития.

В настоящее время в мире существует несколько удачных внедрений данной технологии. Одним из первопроходцев в данной сфере является американская компания Walmart, управляющая одной из самых крупных в мире сетью оптовой и розничной торговли. В 2016 году она впервые применила технологию при поставке свинины из Китая, далее они успешно использовали её при поставке манго из Мексики. В 2018 году компания Carrefour воспользовалась данной технологией, позволив покупателям отслеживать цепочку движения товаров по QR-коду, прикрепленного к продукции. [2]

Блокчейн-технология наряду с криптовалютой биткойн появилась благодаря Сатоси Накамото. Сатоси Накамото является лишь псевдонимом

одного ученого или группы людей, однако кто именно является им, пока что установить не удалось. В своем труде «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System» [3] он описал основные принципы работы криптовалюты, а именно осуществление транзакций, связи между собой блоков с этими транзакциями, хеширование данных и присвоение им временных меток, а также принцип работы конфиденциальности в системе и принцип защиты сетевых систем, который обеспечивает стабильность в работе децентрализованных сетей.

На самом деле блокчейн технология может быть использована не только для функционирования биткоина. Область её применения достаточно широка: от умных контрактов до децентрализованной базы данных.

Сама по себе технология представляет собой систему, которая может быть использована для транзакций с любыми финансовыми контрактами, валютами, нематериальными или материальными активами, а также для отслеживания, мониторинга, фиксации и реализации операций с всевозможными активами. [4]

Одно из главных отличий хранения и записи данных в блокчейне это то, что подтверждение всех транзакций осуществляется с помощью консенсуса – способа достижения согласия о текущем состоянии данных во всех блоках. Он позволяет удостовериться, что все участники в сети пользуются одними и теми же данными и предотвращает их манипуляцию.

Говоря об УЦП, под активами могут подразумеваться сырье и выпускаемая продукция, вся информация о них, включая паспорта качества, теплофизические свойства, спецификационные документы, объем, вес, номер партии и другое. Активы в системе управляются посредством умных контрактов. Умным контрактом называется управление этих самых активов. Оно осуществляется посредством выполнения изначально заданного алгоритма. К примеру, контракт на оплату сырья будет выполнен только после обоюдного подтверждения сторонами производителя и заказчика о том, что заказ был отгружен и принят соответственно. В системе, для того чтобы прошла оплата за закупаемое сырье, поставщик должен совершить отгрузку и поменять статус продукции. После получения продукции заказчиком и прохождения контроля качества, он также изменяет статус заказа. После этого выполняются все условия контракта, и оплата автоматически проходит. Данный способ исключает возможность ошибок из-за человеческого фактора, что позволяет также сохранять прозрачность выполненных операций. Стоит отметить, что использование умных контрактов требует изначально правильной отладки и учета всех возможных факторов и условий.

Говоря о степени конфиденциальности информации в системе блокчейн, систему можно разделить на 2 категории: открытая и закрытая. В открытой системе любой участник может в любое время получить доступ к системе

транзакций и принять участие в их проведении, в закрытой же системе таким правом наделены только определенные участники.

Также следует отметить, что также разделяют такие виды блокчейна как гибридный и консорциум. Гибридный блокчейн сочетает в себе открытый, путем обеспечения высокого уровня прозрачности, и закрытого, путем возможности ограничения необходимой информации определенному кругу лиц. При консорциуме процесс консенсуса контролируется группой определенных лиц, например, 10-ю узлами в сети. Для успешного прохождения транзакции все участники, наделенные правами доступа, должны её подписать. [5]

В условиях УЦП следует рассматривать консорциум или закрытые системы для обеспечения надежности и предотвращения утечки данных третьим лицам.

Обоснованность введения данной системы служат ряд преимуществ, а именно:

1. Упрощение документооборота. Упрощение достигается за счет невозможности подделки документов в блокчейне. Также минимизируется риск возникновения ошибки при заполнении документации.

2. Идентификация контрафакта. Так же, как и в предыдущем пункте, благодаря неизменяемости данных в блокчейне, контрафактную продукцию не получится включить в цепь поставок.

3. Контроль над продукцией на протяжении её жизненного цикла. Благодаря тому, что все блоки в сети соединены, можно выследить, когда, кто и какие операции проводил над нужным нам продуктом. Это обеспечивает полную прозрачность в поставках.

4. Управление «интернетом вещей». На данный момент «интернет вещей» требует слишком большой мощности устройств и серверов, но благодаря децентрализованности блокчейна управление ими становится вполне возможной задачей из-за распределения нагрузки по разным узлам сети. [6]

Однако, наряду с преимуществами, в ряд которых также можно включить децентрализацию, прозрачность и безотказность, в данной системе также присутствует ряд недостатков. Самыми главными из них можно выделить:

1. Отсутствие нормативно-правовой регуляции;
2. Соответствие смарт-контрактов с заключенными договоренностями, другими словами правильность написания программного кода;
3. Для полного контроля над поставками, помимо системы блокчейн также понадобится внедрить «интернет вещей», такие затраты могут оказаться слишком большими и неоправданными;
4. В случае с закрытой сетью может встать вопрос о зависимости от оператора этой сети;

5. Инструменты поиска по блокчейну недостаточны, а объем хранимой информации невелик;

6. Проблема ошибки: в адресе, в сумме транзакции. Выполненные действия уже не получится отменить.

7. «Проблема 51%». Система включает в блокчейн те данные, которые подтверждает большинство узлов. Другими словами, существует риск искажения информации. [7]

Таким образом для того, чтобы внедрять блокчейн в УЦП следует учесть ряд факторов, взвесить все за и против и уже на основе всего вышеперечисленного принимать решение, иначе внедрение технологии может оказаться невыгодным и привести к ещё большим убыткам.

Библиографический список

1. *Татьяна Ш.* Контрафакт в строительстве: ситуация усугубляется // Отраслевой журнал Строительство. 2018. №6. С. 68-69. [Электронный ресурс] URL: http://ancb.ru/files/pdf/pc/Otrasleyvoy_zhurnal_Stroitelstvo_-_2018_god_06_2018_pc.pdf (дата обращения: 28.02.2022)

2. *Панюкова В.И.* Международный опыт применения технологии блокчейн при управлении цепями поставок // Экономика и управление. 2018. Vol. 4. P. 60–67. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnyy-opyt-primeneniya-tehnologii-blokcheyn-pri-upravlenii-tsepyami-postavok/viewer> (дата обращения: 28.02.2022)

3. *Накамото С.* Bitcoin: Децентрализованная электронная денежная система // Перевод оригинальной статьи Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2014. [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/215557/> (дата обращения: 28.02.2022)

4. *Свон М.* Блокчейн. Схема новой экономики // Перевод с английского. Издательство «Олимп – Бизнес». 2017. С. 4. [Электронный ресурс] URL: <https://www.rulit.me/books/blokcheyn-shema-novoj-ekonomiki-read-469867-4.html> (дата обращения: 28.02.2022)

5. *Hewett N., Lehmacher W., Wang Y.* Inclusive Deployment of Blockchain for Supply Chains: Part 1 — Introduction // World Economic Forum. 2019. P. 10-11. [Электронный ресурс] URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Introduction_to_Blockchain_for_Supply_Chains.pdf (дата обращения: 28.02.2022)

6. *Корниенко П.А.* Применение Blockchain технологии в управлении цепями поставок: новый путь к прозрачности и прослеживаемости // Логистика и управление цепями поставок. 2018. Vol. 85. P. 30–34. [Электронный ресурс] URL: <http://lscm.ru/images/PDF/2-2018/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE-02-2018.pdf> (дата обращения: 28.02.2022)

7. *Ермаков Е.И., Кузьминых С.С.* Применение технологии распределенного реестра как одного из механизмов цифровой интеграции цепей поставок. Экосистема цифровой экономики // E-management. 2019. Vol. 2. P. 50-51. [Электронный ресурс]

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tehnologii-raspredelenogo-reestra-kak-odnogo-iz-mehanizmov-tsifrovoy-integratsii-tsepey-postavok/viewer> (дата обращения: 28.02.2022).

8. *Баранова О.М., Горяев Н.А., Горяева В.В.* Операционные системы Москва, 2009.

Саввина Кира Владимировна, студентка магистратуры 2 курса 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Евтушенко С.И., профессор кафедры ИСТАС, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ GRASSHOPPER ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ В AUTODESK REVIT

За последнее десятилетие технологии BIM заняли лидирующие позиции в области проектирования зданий и сооружений. Основным результатом проектирования при данной технологии – информационная цифровая модели объекта, используемая на всех этапах жизненного цикла [1]. Параллельно с этим программные комплексы, не относящиеся к BIM, также развивались и активно использовались в данной сфере. Одним из примеров таких программ является Rhinoceros. Rhinoceros (Rhino) – программное обеспечение для трехмерного NURBS-моделирования, которое применяется чаще всего для создания концепции и сложной геометрии проекта и используется многими ведущими архитектурными мастерскими. Актуальность применения данной программы заключается в создании проектов с более сложной параметрической детализацией и продвинутым дизайном. В связке с Grasshopper, визуальным редактором программирования, Rhinoceros занимает особое место среди множества инструментов архитектора и конструктора благодаря мощным инструментам работы с объектами сложной формы [2]. До недавнего времени при переходе от концепции проекта в Rhino к реальной разработке проектной документации в BIM-комплексах возникали трудности, решением стало предоставление возможности Rhino работать как плагин внутри приложений на базе Windows, обеспечивая свободный доступ к API.

Одним из самых распространенных программных комплексов в среде BIM является Autodesk Revit. С помощью него создается BIM-модель объекта– трехмерная модель здания, либо другого строительного объекта, связанная с информационной базой данных, которая позволяет получить необходимую актуальную информацию, планы, площади, объемы материалов и многое другое [3]. Наличие BIM-модели объекта исключает ошибки координации со смежными разделами, повышает точность информации о количественных характеристиках. Таким образом, очень удобно разрабатывать концепцию объекта, рассматривая множество вариантов, используя Rhino, затем продолжать работу в Revit. Это привело к логичному шагу со стороны разработчиков Rhino - созданию плагина RhinoInside для Autodesk Revit.

Плагин RhinoInside позволяет запустить Grasshopper и использовать Rhino прямо из Revit. Теперь с помощью плагина Rhino может управлять геометрией BIM-модели напрямую. Подобный подход дает свободу, позволяя превратить созданную алгоритмическую модель в Rhino в информационную в Revit моментально [4]. Таким образом, за короткий срок можно смоделировать и проверить множество различных решений концепции, меняя параметры скрипта, или быстро построить детализированную модель проекта. Данная технология – совершенно новый уровень интеграции, который открывает совершенно новые возможности для проектировщиков, работающих многие годы с Grasshopper и Rhino, которые хотят применить свой опыт в Revit.

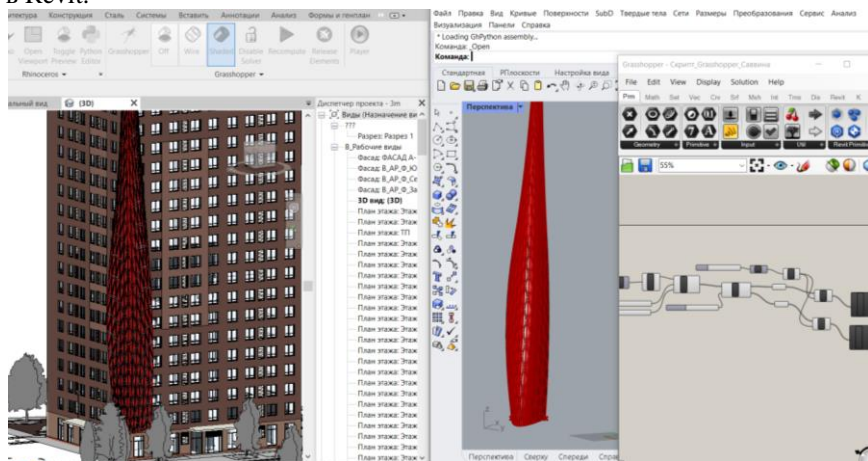


Рис.2. Рабочий процесс при использовании плагина RhinoIndise.

В рамках данной работы разработан алгоритм моделирования элементов фасада здания в Revit, используя плагин RhinoInside. Скрипт представлен на рис. 1. С помощью инструмента визуального программирования Grasshopper была создана сложная геометрия декоративной части фасада здания. При помощи простых блок-схем были смоделированы полигоны фасада, подобраны материалы и размеры для этих элементов. При разработке скрипта в Grasshopper, построение фасада производится в окне Rhino, а результат построения отображается в окне Revit. Рабочий процесс моделирования фасада изображен на рис. 2.

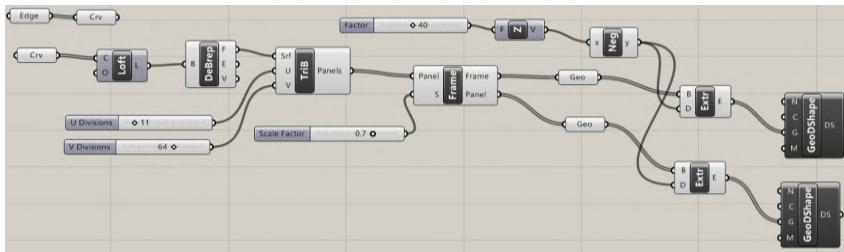


Рис.1. Скрипт для моделирования декоративных фасадных элементов в Grasshopper

Сначала определяются грани, в пределах которых осуществляется моделирование фасада. Затем с помощью команды «Loft» создается замкнутая поверхность, моделируются опорные точки построения, изменяя которые получается нужная геометрия поверхности. Затем с помощью «triB» (triangle panels B) и дополнительно установленного «LunchBox» (LunchBox - это плагин для Grasshopper для изучения математических фигур, панелей, структур и рабочего процесса) смоделированная поверхность разбивается на треугольники, параметры которых определяются «Division». Далее осуществляется работа с геометрией «Panel» - остеклением и «Frame» - рамой витражей, элементам присваиваются материалы [5]. Результатом данного алгоритма является декоративный фасад из стеклянных панелей со стальной рамой, изображенный на рис. 3 и рис. 4.



Рис.3. Фасад в Revit, полученный с помощью возможностей плагина RhinoInside.

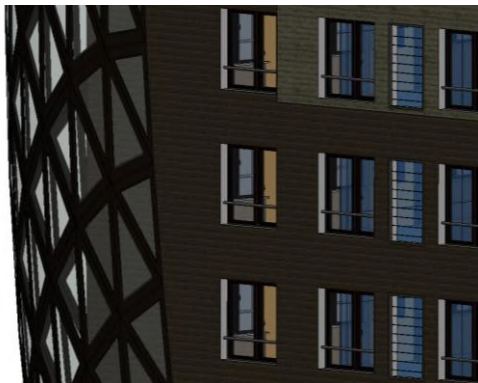


Рис.4. Панели полученного фасад в Revit.

В результате проделанной работы было изучено программное обеспечение для трехмерного моделирования Rhinoceros, язык визуального программирования Grasshopper и особенности их взаимодействия с Revit. Был разработан скрипт для моделирования фасада из панелей. Также был намечен план дальнейших исследований в рамках выпускной квалификационной работы.

Библиографический список

1. *Таланов В.В.* BIM технологии в проектировании: что под этим обычно понимают. URL: <https://maistro.ru/articles/stroitelnye-konstrukcii.-proektirovaniei-raschet/bim-tehnologii-v-proektirovanii-cto-pod-etim-obychno-ponimayut> (дата обращения: 21.02.2022).
2. Руководство по Grasshopper на русском языке. URL: <http://grasshopperprimer.com/ru/index.html> (дата обращения: 05.02.2022).
3. *Шеина С.Г., Упенников Д.К.* Современные технологии, приборы и оборудования для трехмерного моделирования памятников архитектурного наследия // Интернет-журнал «Наукovedение». 2015. Т. 7, №3. <http://naukovedenie.ru/PDF/103TVN315.pdf> (доступ свободный). (дата обращения 24/02/2022)
4. Официальный сайт Rhinoceros. URL: <https://www.rhino-3d.ru> (дата обращения: 04.02.2022).
5. *Сумин А.В.* Связка Rhino и Revit. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ac225ea55876b8b1c40b22f/sviazka-revit-i-rhino-61f2c617d937f22e2f08d185?&> (дата обращения: 24.02.2022).

Сагарь Евгения Вадимовна, студентка 3 курса 3 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Иванов Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОРГАНИЗАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Информационная безопасность (ИБ) – важнейший аспект абсолютно в любой сфере, в том числе и в строительной отрасли. Почему так? Ответ очевиден. Под данным понятием подразумевается не только хранение коммерческой тайны и иная конфиденциальная информация. Речь так же идет об информации, связанной с обеспечением физической безопасности тех лиц, которые эксплуатируют объект. Каждое здание уникально и имеет свои особенности конструкций, строения общественного пользования - не исключение. Поэтому если такие данные, как чертежи плана зданий, инженерных систем попадут, к примеру, в руки террористов, то последствия могут быть необратимыми.

Именно поэтому обеспечение ИБ должно быть прописано на законодательном уровне. Часто преступников останавливают не технические возможности для совершения противоправных действий, а вытекающие из этого последствия. На сегодняшний день основным законодательным актом РФ, определяющим вопросы информационной безопасности, является федеральный закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" от 27.07.2006 N 149-ФЗ [1]. Этот документ содержит базовые определения и достаточно подробно отражает основные направления развития законодательства в данной области.

В период внедрения цифровизации в сфере строительства, которая регламентируется распоряжением Правительства РФ от 27 декабря 2021 г. № 3883-р «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства РФ до 2030 г.» [2], происходит переход на электронный документооборот и повсеместное внедрение BIM-технологий. Но далеко не во всех компаниях уделяется внимание вопросу защиты информации.

К типовым проблемам информационной безопасности в строительной отрасли относятся:

- Утечка конфиденциальной информации, коммерческой тайны;
- Отсутствие контроля за выдачей доступа к информации (отдельным папкам и/или файлам);
- Использование информационных ресурсов в личных целях;

- Нарушение требований законодательства в области работы с персональными данными;
- Низкий уровень осведомленности сотрудников об угрозах ИБ;
- Незащищенность рабочих мест сотрудников от внешних компьютерных атак;
- Использование незащищенных хранилищ;

Утечка информации (УИ) – основной тип инцидентов, который приносит строительным организациям колоссальный ущерб. По словам Я. Гродзенского, руководителя отдела ИБ в компании «Системный софт» «источниками угрозы могут быть как конкуренты, так и собственные сотрудники строительной организации, не обладающими знаниями в области современной информационной безопасности» [3].

По результатам исследования компании SearchInform более 70% строительных организаций столкнулись с утечкой информации [3].

В сферу интересов злоумышленников попадают различные виды информации. Это могут быть маркетинговые данные о будущем проекте, различная техническая информация (шаблоны, регламенты, библиотеки семейств, база данных), сведения о потенциальных клиентах, финансовая информация.

Важно отметить, что помимо УИ, в условиях пандемии и роста числа сотрудников, работающих удаленно, возрастает число инцидентов, связанных с использованием информационных ресурсов в личных целях и с осуществляют и низкой защищенностью рабочих мест сотрудников от внешних компьютерных атак с применением вредоносного программного обеспечения (ПО). Основные типы такого ПО достаточно подробно перечислены в [4].

Передача информации через незащищенные облачные хранилища так же несёт в себе большую потенциальную опасность для ИБ.

Борьба с перечисленными угрозами требует обязательного применения специализированного программного обеспечения.

Возрастающая цифровизация строительной отрасли делает проблему информационной безопасности актуально для любой строительной компании.

Если рассмотреть жизненный цикл объекта строительства, начиная с процесса проектирования и заканчивая его демонтажем, можно убедиться в том, что этот цикл состоит из ряда этапов, включающих те или иные процессы. Для описания всех процессов требуется огромный массив документов, включающий в себя проектно-сметную документацию, различные договора с заказчиками, поставщиками, подрядчиками, органами, акты, фиксирующие объемы выполненных работ и количество использованных материалов, отчеты, в том числе в органы, осуществляющие надзор и контроль и т.д. Каждый такой документ крайне важен, поэтому в современных условиях цифровизации строительства жизненно необходимо обеспечить их надежное хранение и простое использование в электронном виде.

Возникают два важнейших вопроса — как и где физически хранить и как защищать весь этот объем информации.

Стоит начать с вариантов хранения данных. На сегодня есть два основных варианта.

Первый, наиболее распространенный, предполагает, что разные части документации хранятся у различных участников строительства объекта. Что-то хранится у заказчика, что-то – у подрядчика и субподрядчиков. При этом каждая компания располагает техническими возможностями хранения данных. Кто-то из них может хранить информацию в арендуемых облачных хранилищах.

Второй вариант, характерный для строительства крупных уникальных объектов, основан на том, что в состав создаваемой команда проекта, включается группа специалистов по хранению данных. Эта группа организует единое для всех участников строительства информационное пространство, включая вопросы хранения и совместного использования информации [5].

Говоря об удаленном размещении документов, нужно упомянуть о двух важных аспектах: первый - обеспечение сохранности данных при их передаче на удаленные сервера, второй – организация безопасного хранения данных на указанных серверах. Для каждой отдельной организации выделяется конкретное изолированное рабочее пространство. Что исключает передачу информации третьим лицам, которые не имеют прав доступа, выданных администраторами строительной компании. Также при выборе поставщика программного обеспечения важно уделить внимание оффлайн-режиму. Эта функция необходима при строительстве промышленных объектов в труднодоступных местах, где может быть неустойчивое Интернет-соединение. В таком случае необходима реализация сохранения документа, который был сформирован непосредственно на стройке, в систему позже. После того, как будет налажен доступ в сеть, информация загружается на сервер.

Если с хранением данных всё понятно, то возникает следующий вопрос о том, как их защитить. Так как вариантов УИ может быть несколько, то и для каждого из них есть свой метод предотвращения и борьбы.

Системы предотвращения утечек (DLP-система) отслеживают ситуации, связанные с попыткой отправки данных вовне. ПО такого рода защищает данные от несанкционированного доступа, подвергая анализу всю исходящую, а иногда и входящую информацию в различных средствах передачи, таких, как корпоративные каналы, мессенджеры, электронная почта, голосовые сообщения и звонки через IP-телефонию. Не обходится и без контроля печати файлов на принтере [6]. Контроль может быть осуществлен либо на основании анализа специальных маркеров документа, либо в ходе анализа содержимого последнего. Нельзя не отметить, способность системы заключается не только в защите информации, но и в её анализе поведения пользователей, а также помощи управлять продуктивностью их работы, на основе

отслеживания рабочего времени. Примерами таких средств являются продукты McAfee DLP[7], ForcePoint DLP[8], Symantec DLP Suite [9].

Уже в ближайшем будущем работа организаций будет все чаще построена на облачной инфраструктуре, и, соответственно, в таком случае появится необходимость обеспечить информационную безопасность их данных при таком способе хранения. Для реализации обсуждаемого подхода используется набор инструментов, получивших название Cloud Access Security Broker (CASB). В общем случае CASB – это решение, обладающее таким функционалом, который способен обеспечить защиту данных в облачных сервисах и контролировать взаимодействие пользователей и приложений через API и/или прокси-сервера. С помощью инструментов CASB можно управлять правами доступа к определенным сервисам и с определенных устройств, а также разграничивать права доступа к данным. Возможность категоризации позволяет обнаруживать и анализировать хранение и передачу той или иной информации, что представляет собой решение по защите данных от несанкционированного доступа и утечек (DLP) в облаке. Имеется возможность применять полное или выборочное шифрование и использовать различные алгоритмы [10-12]. Ведущими представителями решений данного класса являются Symantec, McAfee, Netskope. Также CASB есть у Microsoft, Oracle, PaloAlto.

Стоит сказать и о внедрении базовых средств защиты информации (СЗИ): файрволлы, антивирусы и системы управления информацией о безопасности и событиями безопасности (Security Information and Event Management, SIEM). Если первые две группы ПО достаточно давно известны, то о третьей следует сказать дополнительно. SIEM – система, анализирующая информацию безопасности, которую она получает от других систем, таких как DLP, антивирусов или различных устройств, например, маршрутизаторов, и затем выявляет отклонения от норм по каким-то критериям, на основе которых генерируется инцидент.

С началом внедрения BIM-технологий возник острый вопрос обеспечения сохранности информационной модели строительного объекта. Обсуждая эту проблему, генеральный директор Vysotsky Consulting А. Высоккий отмечает, что «украсть файлы стало в какой-то степени проще» [13]. По его словам: «Раньше информация об объекте представлялась в виде множества отдельных чертежей, и требовалось определенное время на то, чтобы собрать ее. Теперь, если злоумышленник попадает во внутреннюю сеть компании, ему нужно скопировать всего несколько файлов, например, основных моделей, в которых будут и все чертежи, и трехмерная информация»[13].

Инструмент BIM360 от компании Autodesk справляется с задачей защиты данных, обеспечивая надежную защиту файлов за счет контроля прав доступа к каждой папке проекта. Суть системы заключается в том, что имеется несколько уровней прав доступа. Самый низкий позволяет только

выполнить загрузку данных и исключает возможность просмотра остальных файлов в хранилище. Следующий уровень уже позволяет просматривать документ, пометки и замечания в нем. На третьем уровне добавляется функция редактирования, а на последнем ко всем вышеперечисленным функциям добавляется право менять уровни доступа других пользователей. Это актуально, ведь администратор проекта находится в офисе и не видит того, что происходит на строительном объекте. А доступ к BIM-модели есть у многих лиц, которые непосредственно связаны с проектом. Будь то заказчик, проектировщик, сметчик или специалист в логистике, в любом случае деятельность каждого из них связана с выполнением только определенного вида работ, поэтому и доступ им предоставляется к соответствующей документации.

С обеспечением безопасности уже готовых документов стало понятно. Но вот какие же основные меры по ее обеспечению для систем автоматизированного проектирования (САПР) нужно предпринять, чтобы обеспечить работоспособность САД-систем? Угрозы могут быть реализованы в виде атак, рассчитанных на отказ в обслуживании и выводящих из строя отдельные элементы системы, а также с помощью вирусов и червей, заражающих САПР.

Существует несколько мер, которые позволяют обеспечить информационную безопасность:

- Анализ рисков – позволяет идентифицировать имеющиеся угрозы и оценить их последствия;
- Поиск уязвимых мест в системе защиты;
- Отключение неиспользуемых функций, потенциально создающих точки скрытого проникновения в систему;
- Обучение персонала основам защиты информации;
- Определение ответственности;
- Разработка политики безопасности;
- Использование встроенных механизмов защиты ПО и процедур расширенной безопасности.
- Регулярный аудит - анализ имеющихся мер защиты, их соответствие необходимым нормам и стандартам.

В условиях цифровизации и информационных технологий новые возможности сопровождаются и новыми рисками. Чем глубже информационные технологии внедрены в основную деятельность организации, тем выше вероятность возникновения различных угроз в плане ИБ. Например, хищения конфиденциальной информации. В борьбе с ними необходимо применять специализированные меры защиты.

К сожалению, пока не существует единой технологии обеспечения безопасности, которая могла бы предоставить абсолютную защиту. Но есть меры, которые способны снизить риски и масштаб проблем ИБ.

С учётом того, что значимый процент всех инцидентов, связанных с проблемами ИБ, происходит именно по вине сотрудников в результате их неумышленных действий по причине неосведомленности, халатности или же попросту невнимательности, стоит организовывать корпоративное обучение для персонала. В результате каждый работник будет обладать необходимыми знаниями и навыками при работе информацией в плане ИБ и при этом осознавать ответственность, возлагаемую на его плечи.

Библиографический список

1. Законодательство РФ. Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ. [Электронный ресурс] URL:<http://www.kremlin.ru/acts/bank/24157> (дата обращения: 03.02.2022)
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.12.2021 г. № 3883-р [Электронный ресурс] URL:<http://government.ru/docs/all/138568/> (дата обращения: 04.02.2022)
3. *Гродзенский Я.* Утечка информации в строительных компаниях [Электронный ресурс] URL:<https://pro.rbc.ru/demo/5c7d10c69a7947783abd054b> (дата обращения: 05.02.2022)
4. *Иванов Н.А.* Системное администрирование персонального компьютера: курс лекций / Н. А. Иванов ; [рец.: С. Н. Петрова, А. И. Конилов] ; Московский государственный строительный университет. - Москва : МГСУ, 2014. - 168 с.
5. *Иванов Н.А., Федосеева Т.А.* Применение проектных организационных структур в российском строительстве // Наука и бизнес: пути развития. 2020. № 6(108), С. 51-52.
6. *Барабанов А.В., Гришин М.И., Марков А.С., Цирлов В.Л.* Формирование требований по безопасности информации к DLP-системам / А.В.Барабанов, М.И.Гришин, А.С.Марков, В.Л.Цирлов // Вопросы радиоэлектроники. 2013. №2. С. 67-76.
7. Описание и руководство по McAfee DLP [Электронный ресурс] URL:<https://www.mcafee.com/enterprise/ru-ru/products/dlp-monitor/getting-started.html>(дата обращения: 08.02.2022)
8. Описание и руководство по ForcePoint DLP [Электронный ресурс] URL:<https://www.open-vision.ru/catalog/security/dlp-system/forcepoint-dlp/>(дата обращения: 08.02.2022)
9. Описание и руководство по Symantec DLP Suite [Электронный ресурс] URL:https://www.anti-malware.ru/reviews/Symantec_Data_Loss_Prevention_12_5(дата обращения: 08.02.2022)
10. CASB 2.0: Защита облачных приложений следующего поколения [Электронный ресурс] URL: https://web-control.ru/f/symantec_casb_20.pdf (дата обращения: 09.02.2022)
11. CASB – Брокеры безопасного доступа в облако [Электронный ресурс] URL:<https://roi4cio.com/categories/category/casb-brokerage-bezopasnogo-dostupa-v-oblako/> (дата обращения: 09.02.2022)
12. *Орлов М.А., Нечаев К.А., Иванов Н.А.* Исследование способов формирования псевдослучайных чисел с большим периодом // Наука и бизнес: пути развития. 2022. № 1(127).

13. Как защитить BIM от взлома [Электронный ресурс] URL:
<https://sroportal.ru/publications/kak-zashhitit-bim-ot-vzloma/> дата обращения:
18.02.2022)

Григорян Марина Артуровна, студентка 3 курса 4 группы ИЦТМС
Китаина Дарья Дмитриевна, студентка 3 курса 6 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Гаряев Н. А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В современном обществе для достижения наилучших результатов в логистике используют различные инструменты для построения и оптимизации данных процессов. Одним из них является имитационное моделирование, которое позволяет оптимизировать расходы сырья за счет рационального планирования. Если говорить об имитационной модели, то ею является информационное и точное воспроизведение развертывания логистической системы для выполнения многих необходимых функций, такие как выявления признаков и характеристик данной системы, прогнозирования ее ошибок и поведения, предоставление необходимых знаний и правил для персонала для избежания издержек системы.

Основными процессами имитационной системы являются создание имитационной модели и проведения экспериментов, имитирующих разнообразные высоко возможные ситуации (внешнее воздействие на объект) для исследования работы системы в новых условиях.

Предлагаемая система с определенными данными может быть оценена с точки зрения реализуемой стратегии, общего времени производства, эффективности производства, пропускной способности, конечной вместимости, общего времени транспортировки, индикатора состояния системы.

Подход к моделированию может привести к нахождению удовлетворительного решения с точки зрения одного из критериев. Однако, наилучший достигнутый результат, удовлетворяющий анализируемому критерию, обычно не удовлетворяет другим условиям поставленной цели или задачи.

Этот факт приводит к концепции построения многокритериальных моделей, которые должны выполнять поиск решений, удовлетворяющих все необходимые условия.

Существуют ограничения количества симуляций для требуемого решения. Стоит заметить, что чем больше число симуляций, тем больше вероятность найти более точное решение.

Учитывая все вышеперечисленные особенности в построении моделирования имитационном методом, рассмотрим современные программные обеспечения, использующие данный метод, и их полезные возможности для рационального функционирования логистической системы.

Далее представлена таблица наиболее популярных программ для использования данного метода [2-4].

Таблица 1. Программы для моделирования и анализа имитационного моделирования.

Характеристики программ	Название программ				
	Anylogic	anyLogistix	Arena	SupplyChainGuru	Flexsim
Производитель	AnyLogic North America	AnyLogic North America	Rockwell Automation	LLamasoft	FlexSim Software Products
Язык интерфейса	Русский	Английский	Английский	Русский	Английский
Область применения	Мультимедийный инструмент моделирования общего назначения. Моделирование дискретных событий, на основе агентов и системной динамики.	Проектирование цепей поставок. Оптимизация перевозок. Оптимизация запасов. Управление рисками. Анализ финансовых потоков. Мастер-планирование. Управление закупками. Устройство объектов сети.	Моделирование и анализ существующих и предлагаемых систем, оперативный анализ.	Цепочки поставок.	Симуляция и моделирование любого процесса с целью анализа, понимания и оптимизации этого процесса.
Операционные системы	Windows, Mac, Linux	Windows, Mac, Linux	Windows	Windows	Windows

Совместимое программное обеспечение (ПО)	Excel; Access; OptQuest; Stat::Fit; Java/DLL библиотеки	Excel; Access; OptQuest; Stat::Fit; Java/DLL библиотеки	OptQuest	Excel; OptQues	Excel и другие приложения для работы с базами данных; С++ приложения
Бесплатная студенческая лицензия	Да	Да	Да	Нет	Нет

В данной статье подробно будут рассматриваться только несколько программ, такие как LLamasoft SupplyChainGuru и anyLogistix, т. к. эти программы больше подходят для исследования и анализа результатов логистических задач. Каждая из этих программ будет описана ниже.

Сначала будет рассмотрен LLamasoft SupplyChainGuru [5]. Данная программа является интерфейсом, отображающая логистическую систему в более удобном для понимания и исследования процессов, дающий право на немедленные нужные изменения системы и переходящий от модели к модели оперативно. Итоговые выполнения отображаются в виде таблиц, графиков, карт и диаграмм, которые можно удобно адаптировать под наши требования. Данная программа представлена на рисунке 1.

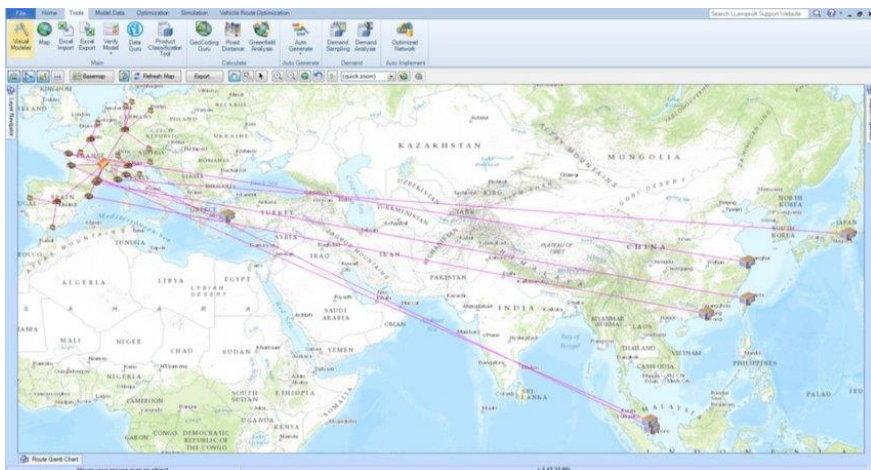


Рис. 1. Симуляция транспортного маршрута в Supply Chain Guru

Supply Chain Guru позволяет выполнять ряд следующих функций:

- Управление транспортом, учитывая все внешние факторы.
- Визуализирование и анализирование процессов в логистической системе поставок на таблицах, графиках, картах и диаграммах.
- Проработка разнообразных сценариев и сохранение в единой базе данных.
- Выполнение сквозного моделирования ряда поставок, комплексных ограничений и затрат.
- Проведение гринфилд-анализа (метод, предполагающий высокий уровень абстракции, что следует необходимость в минимальном количестве изначальной информации) и риск-анализа (метод, вырабатывающий необходимые меры для уничтожения или снижения найденных рисков).
- Эффективное реагирование и оптимизация затрат, уделяющая внимание новым неизвестным факторам, в виде нестабильного состояния рынка и выявление новых логистических задач и логистических поставок.
- Осуществление мульти-эшелонного планирования системы.

Второй программой, подходящей для имитационного моделирования, является anyLogistix. Данное программное обеспечение совмещает различные аналитические методы оптимизации и технологии имитационного моделирования для дальнейшего проектирования, моделирования, оптимизации и анализа логистической системы. Главной особенностью является интеграция anyLogistix с существующими логистическими задачами и создание цифрового двойника логистической системы (точная имитационная модель реальной логистической системы), который строится, основываясь на базе данных и информации о текущем состоянии цепочки поставок, которая позволяет прогнозировать динамику её работы [6]. Программа наглядно продемонстрирована на рисунке 2.

anyLogistix позволяет выполнять ряд следующих функций:

- Проектирование и оптимизация цепи поставок.
- Выполнение динамического моделирования.
- Снижение рисков в цепочке поставок.
- Оптимизация запасов и перевозок.
- Наличие удобной настройки статистика и визуализация.

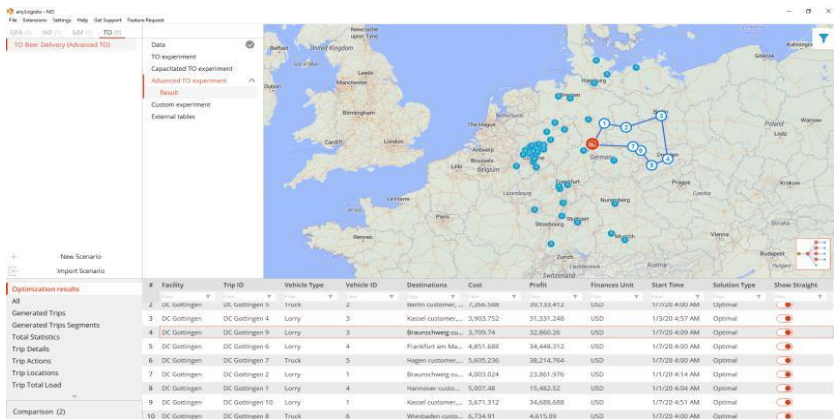


Рис. 2. Моделирование систем поставок в программе anyLogistix

При выборе необходимого программного обеспечения для имитационного моделирования в логистике на практике зависит от множества внутренних условий и внешних факторов. Самым важным компонентом при выборе является интерфейс, что способствует более удобному применению в расчетах и анализе. Также не менее важным критерием является доступность и объективность показа результатов проектирования, моделирования и анализа логистической системы. Еще стоит отметить доступность программного обеспечения: бесплатно ли оно, в ином случае насколько дорога и длительна лицензия.

Таким образом, более универсальной является программа anyLogistix, т. к. ею более интуитивно пользоваться за счет понятного интерфейса и представления результатов использования метода во все возможные и доступные графические отображения, что позволяет более четко оптимизировать логистическую систему. LLamasoft SupplyChainGuru тоже имеет схожие характеристики, но различие заключается в наличии платной лицензии только для подтвержденных компаний, в то время как в предыдущей она отсутствует и подтверждения об компании не требуется, что свидетельствует о ее большей доступности.

Библиографический список

1. *Гаряева В.В.* Разработка методики создания имитационной модели обеспечения удаленных объектов материалами и конструкциями Научное обозрение. 2016. № 9. С. 239-251.
2. *Григорьев Илья,* AnyLogic за 3 дня: практическое пособие по имитационному моделированию [Текст] / И. Григорьев.-Москва: Интернет-издание, 2016. – 257 с.

3. *Иванов Дмитрий*, Моделирование и оптимизация цепочки поставок с помощью anyLogistix [Текст] / Д. Иванов.-Берлин: Берлинская школа экономики и права, 2017. - 210 с.
4. Simulation Software Comparison [Электронный ресурс]: сайт программного обеспечения / URL: <https://www.anylogic.ru/resources/white-papers/simulation-software-comparison/>
5. Supply Chain Guru [Электронный ресурс]: сайт программного обеспечения / URL: <https://supplychain.korusconsulting.ru/platform/llamasoft-supply-chain-guru>
6. Проектирование и оптимизация цепи поставок [Электронный ресурс]: сайт программного обеспечения / URL: <https://www.anylogistix.ru/alx-features/>
7. Милорадов С.В., Горяев Н.А. Системный подход в управлении. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. двенадцатая Международная межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых, докторантов и аспирантов: научные труды. Москва, 2009. С. 304-305.
8. Гранкин С.Л., Горяев Н.А. Применение вычислительной сети физических объектов Научное обозрение. 2015. № 13. С. 159-162.
9. Горяев П.Н. большие данные в строительной отрасли. Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 2. С. 78-80.
10. Garyaeva V. Formation of competitive skills of civil engineers in the field of BIM technologies. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01077.

*Морозов Максим Сергеевич, студент 4 группы 3 курса ИЦТМС
Научный руководитель –
Гаряев Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБУО ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПОДРЯДНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ BUSINESS STUDIO

В процессе строительного производства функционируют и взаимодействуют друг с другом различные группы людей. Данные группы или коллективы на протяжении всего производственного процесса обмениваются между собой разнообразной информацией, образуя множество связей. Подобные связи составляют единую систему, называемую организационной структурой предприятия. От качества и грамотности планирования данной структуры зависит работа всей компании и её конкурентоспособность.

Целью, данной статьи является оценка актуальности и важности моделирования и автоматизации организационной структуры компании подрядчика и её применение на всех этапах производственного цикла. Также будут рассмотрены инструменты позволяющие автоматизировать этот трудоемкий процесс, в частности программный комплекс Business Studio. Теоретической основой статьи являются исследования нескольких экспертов в области управления, а также документация и обзорные статьи возможностей Business Studio.

Особенности отрасли строительного производства, в частности технологическая взаимосвязанность всех операций, входящих в состав строительного процесса, а также длительность производственного цикла обязывают качественно спланировать и организовать все процессы на ранних этапах, что невозможно сделать без проработанной организационной структуры [1][2].

Связи в организации можно условно разделить на горизонтальные и вертикальные. Вертикальные связи обеспечивают передачу распоряжений от аппарата управления к исполняющим объектам, группам, коллективам. Примерами подобной связи в подрядной организации являются: Руководитель строительства объекта – Мастера, Руководитель группы – Специалисты и т. д. Горизонтальные связи в свою очередь обеспечивают передачу технических, документационных и тому подобных данных между различными службами и коллективами компании с целью согласования, например: Руководитель подразделения 1 - Руководитель подразделения 2.

В процессе моделирования организационной структуры компании необходимо обязательно учесть ряд факторов и предпринять определенные меры при разработке, от которых будет зависеть дальнейшее развитие как самой

организации в целом, так и результаты всех её проектов. Можно выделить такие факторы [3]:

1. Правильное распределение обязанностей.

Основные задачи каждого подразделения, а также ответственность его руководителя, необходимо задокументировать и утвердить. На этапах дальнейшего моделирования это поможет грамотно спланировать связи и распределить обязанности, а после обеспечит устойчивый производственный процесс, нивелируя необходимость изменений оргструктуры на протяжении рабочего цикла.

2. Реализация принципа единоначалия.

Данный принцип частично является продолжением предыдущего. В любой компании необходимо четко обозначить управляющих и зоны их ответственности, чтобы у каждого сотрудника (подразделения, компании) был только один начальник (управляющий центр). Пренебрежение этим принципом приведет к неопределённости в производственном процессе и как следствием к недостижению целей.

3. Разработка должностных инструкций.

Формулировка и описание практических задач сотрудников – ещё один фактор необходимый для формирования грамотной организационной структуры. Также необходимо задокументировать отношения между управляющей и управляемой структурами, между сотрудниками, подразделениями и т. д. Особенно это актуально для новых сотрудников компании, так как им следует знать какие решения требуют согласования с начальством, а какие можно принимать самому; на каком этапе проекта необходимо взаимодействовать с другими коллективами; какие конкретно результаты ждет от них команда и т. п. Разумеется все эти задачи могут трансформироваться от проекта к проекту, но основные принципы должны быть постоянными и задокументированными.

Рассмотренные выше факторы необходимо учитывать при моделировании организационной структуры предприятия. Из всего вышесказанного становится понятно насколько важен этот процесс и его колоссальное влияние на дальнейшее развитие компании и её проектов, а также очевидна сложность разработки подобной структуры, поэтому для улучшения качества итогового результата и упрощения процесса разработки необходимо использовать методы автоматизации. Автоматизации также даёт возможность наглядно продемонстрировать ход любого процесса, его параметры, и выполнять типовые задачи в автоматическом порядке [4].

Одним из инструментов позволяющих автоматизировать процесс разработки оргструктуры является программный комплекс Business Studio. Business Studio решает проблему сложности создания комплексной модели бизнеса, позволяя автоматизировать несколько основных элементов, таких как: стратегия (система целей и показателей их достижения), модель бизнес-

процессов и их KPI, организационная структура, ресурсы и документы, информационные системы [5]. В данной статье будут выделены только возможности по автоматизации организационной структуры и связанной с ней документацией.

Business Studio имеет два основных способа формирования оргструктуры, при помощи справочника субъектов или же непосредственно на организационной диаграмме. Справочник — это список субъектов организации, представленный в строгой иерархии. Организационная диаграмма — это графическое представление данных геометрическими фигурами с кратким описанием, позволяющее быстро оценить взаимосвязи между участниками, и их типы, которых четыре: Подразделение, Должность, Внешняя оргединица, Роль. При добавлении объекта одним из способов, он автоматически добавляется в другое представление. Интерфейс диаграммы также содержит ряд инструментов для настроек графического представления и упорядочивания организационной структуры [6].

Электронная оргструктура позволяет провести анализ использования субъекта, то есть посмотреть параметры каждого подразделения, должности и т. д. Изучить в каких проектах задействован субъект, кол-во штатных единиц, и, например, назначить дополнительных сотрудников подразделению при сильной загруженности. Также инструмент предоставляет доступ к контактам сотрудников и нормативно-правовым документам, которыми они руководствуются в своей работе.

Одним из сильнейших инструментов автоматизации в Business Studio является возможность генерирования необходимой документации на основе шаблонов и имеющихся в программе данных для каждого субъекта организационной структуры. За данную функцию отвечает встроенный инструмент «Мастер отчетов». Рассмотрим его работу на примере формирования должностной инструкции, которая включает: титульный лист, раздел с основной информацией, документы, согласно которым работает сотрудник, раздел с должностными обязанностями, показатели за выполнение которых несет ответственность должностное лицо, раздел о правах и ответственности сотрудника, а также раздел о внутренней политике компании, и взаимодействии сотрудников друг с другом и организациями. Такая должностная инструкция может быть экспортирована во множестве форматов, как для office программ, так и для BPMS, ERP-систем. При редактировании определенных параметров системы документация также изменяется, и, таким образом, всегда поддерживается в актуальном состоянии. Инструмент «Мастер отчетов» также можно использовать для стандартизации документации в компании и создания матрицы ответственности [7].

Рассмотрев актуальность, процесс моделирования, и важнейшие составляющие организационной структуры, можно с уверенностью заявлять о возможности, и даже необходимости автоматизации данного процесса. Из всего

вышесказанного становится видно, что формирование оргструктуры процесс очень трудоемкий, а ошибки в его построении влекут значительные издержки. Поэтому автоматизация моделирования — это грамотное решение для упрощения и ускорения производства. Возможности, рассмотренного в статье инструмента автоматизации - Business Studio, позволяют обеспечить полную поддержку цикла моделирования организационной структуры, от разработки стратегии и проектирования бизнес-архитектуры до изменения компании и мониторинга её функционирования, существенно влияя на итоговые результаты проекта и развитие подрядной организации.

Библиографический список

1. *Большаков С.Н., Волков А.А.* К вопросу проектирования и построения виртуальных организационных структур в строительстве // Вестник МГСУ 2013. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-proektirovaniya-i-postroeniya-virtualnyh-organizatsionnyh-strukturv-stroitelstve> (дата обращения: 12.02.2022)
2. *Ключникова О.В.* Совершенствование и оптимизация схем управления организацией в условиях современной экономической ситуации // Инженерный вестник Дона 2016. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-i-optimizatsiya-shem-upravleniya-organizatsiyev-v-usloviyah-sovremennoy-ekonomicheskoy-situatsii/viewer> (дата обращения: 12.02.2022)
3. *Пахомов Ю.* Как создать правильную организационную структуру с нуля. // Ведомости 2018. [Электронный ресурс] URL: <https://www.vedomosti.ru/management/blogs/2018/03/14/753433-pravilnuyu-strukturu-s-nulya> (дата обращения: 12.02.2022)
4. *Гаряев Н.А., Алексеевская Я. А.* Основы автоматизации архитектурного проектирования // МИСИ-МГСУ. Москва, 2020. 76 с. (дата обращения: 14.02.2022)
5. *Вичугова А.* За что аналитику любить Business Studio: 9 главных достоинств и пара недостатков российской системы бизнес-моделирования. // Babok School 2020. [Электронный ресурс] URL: <https://babok-school.ru/blogs/why-analysts-love-business-studio/> (дата обращения: 15.02.2022)
6. *Кинзябулатов Р.* Анализ системы Business Studio. // Trinion 2016. [Электронный ресурс] URL: <https://www.trinion.org/blog/analiz-sistemy-business-studio> (дата обращения: 15.02.2022)
7. *Колмыков А.Н.* Сравнительный анализ отечественных программных продуктов для бизнес-моделирования. // Огарёв-Online 2019. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-otechestvennyh-programmnyh-produktov-dlya-biznes-modelirovaniya> (дата обращения: 17.02.2022)
8. *Гранкин С.Л., Горяев Н.А.* история и принципы технологии создания веб-приложений и веб-сервисов ASP.NET Научное обозрение. 2015. № 14. С. 241-244.
9. *Гранкин С.Л., Горяев Н.А.* Применение вычислительной сети физических объектов Научное обозрение. 2015. № 13. С. 159-162.
10. *Garyaeva V.* Formation of competitive skills of civil engineers in the field of BIM technologies. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01077.

*Алиппиев Константин Олегович, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Гаряев П.Н., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ВОЗМОЖНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

В настоящее время, строительство довольно быстро развивается и с таким же быстрым развитием технологий требует всё более инновационных подходов к решению задач в данной отрасли. На помощь, в решении этих задач, приходит различное программное обеспечение, но и оно, к сожалению, в полной мере не даёт пользователю выполнить узконаправленные задачи, возникающие при работе с уникальными и сложными строительными объектами.

При разработке строительного генерального плана проектно-технологические организации в большинстве случаев пользуются «AutoCAD», либо же отечественными аналогами, такими как «Компас» и «nanoCAD», зачастую не задумываясь об автоматизации данного процесса, но такая возможность есть. [1-2] Разработчики ПО «nanoCAD» - «Нанософт» позаботились об этом и разработали дополнительное ПО «nanoCAD» СПДС Стройплощадка, которое позволяет проектировщику с помощью встроенного функционала СПДС автоматизировать рутинные процессы по разработке и оформлению чертежей разделов «Проект организации строительства» и «Проект производства работ». Рассмотрим приложение «nanoCAD Стройплощадка» к платформе «nanoCAD» подробнее.

При первом открытии приложения можно заметить довольно понятный к использованию интерфейс, разработчику удалось поместить все необходимые функциональные клавиши в одной вкладке, если же у пользователя возникнут трудности с освоением приложения, то на официальном сайте разработчика присутствует подробное руководство [3]. Перед началом построения строительного генерального плана необходимо занести все работы из ведомости работ в соответствующем проекте порядке возведения здания в так называемый Менеджер проекта (рис. 1). [4] Пользователь способен самостоятельно выбрать работы из классификаторов ЕНИР и ГЭСН или же создать свои. Он используется для организации структуры производимых строительных работ и является основой для автоматизированного расчёта:

- площади складских помещений,
- электроснабжения,
- водоснабжения,
- потребности в строительных кадрах,

- временных сооружениях,

а также позволяет выводить отчёты по вышеперечисленным пунктам.

Для каждой созданной работы могут быть заданы параметры по объёмам, срокам, ресурсам и расценкам, а также может быть назначена техника из готовой базы данных.

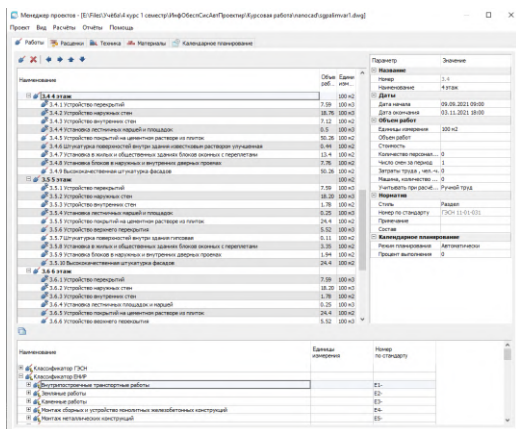


Рис.1 Интерфейс Менеджера проектов

Оформление строительного генерального плана в программе осуществляется за счёт множества готовых параметрических объектов, благодаря которым разработка генплана занимает меньшее количество времени. Каждый из этих объектов содержит информацию, которая используется при выводе и формировании ведомостей и отчётов. Все объекты построения можно найти в удобно сформированных группах объектов, например «Стройгенплан» на рис.2.

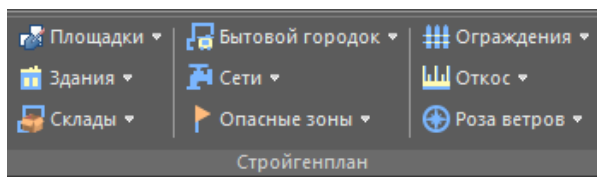


Рис.2 Группа объектов «Стройгенплан»

В данной группе находятся основные ключевые объекты, которые должен содержать любой строительный генеральный план. Инструментарий данного модуля позволяет работать со следующими объектами:

- существующее здание, возводимое здание, сносимое здание, проектируемое здание;

- бытовой городок, временное здание;
- складская площадка, объект складирования;
- инженерные сети: противопожарные объекты, электроснабжение и освещение, водоснабжение, канализация;
- ограждения, ворота, калитки.

Все эти объекты позволяют пользователю повторно не возвращаться к различным ведомостям и держать тонны информации в голове, ему просто необходимо ввести необходимые данные в соответствующие поля с параметрами и разместить в нужном месте геометрию объекта, в программа в это время внесёт все необходимые изменения в выведенные на экран таблицы. Рассмотрим это на примере размещения временных зданий и сооружений. [5] При работе с временными ЗиС всё рассчитывается автоматически, в зависимости от введённых пользователем данных в Менеджере проектов. В зависимости от суммированного с каждой работы количества кадров, программа автоматически рассчитывает площадь, отводимую под бытовой городок. При размещении его на чертеже, программа автоматически редактирует экспликацию помещений и добавляет строку о каждом бытовом здании с пометкой площади. Это в разы сокращает время разработки чертежа. И так с каждым временным зданием на стройплощадке.

Также довольно удобно реализовано построение геометрии, отвечающей за временные дороги на стройплощадке. Пользователю всего лишь необходимо выставить параметры в соответствие с документацией и разместить её на чертеже. Все пересечения, перекрёстки, изгибы, ворота в ограждениях строятся автоматически.

Модуль «Опасные зоны» позволяет проектировщику задать рабочие и опасные зоны, обозначить ограничение зоны действия крана, указать подкрановые пути для башенных кранов. Все объекты модуля имеют параметры, которые настраиваются пользователем самостоятельно под свой проект. Также, опасная зона крана автоматически строится при размещении его на чертёж. При помощи модуля «Подбор техники» имеется возможность выбрать из обширной базы данных необходимую технику любого вида, подходящую по заданным условиям вашему проекту, для каждого из них задаются свои параметрические данные.

База данных включает в себя следующие типы техники:

- грузоподъемная;
- землеройная, отвальная, трубоукладочная;
- сваебойная, техника для бурения;
- бетоносмесительная, бетононасосная;
- автоподъемная, автомобильная;
- катки, асфальтоукладчики, автогрейдеры, погрузчики.

Подробнее рассмотрим выбор башенного крана. Как можно увидеть на рис. 3, геометрия опасной зоны строится и изменяется автоматически, в зависимости от положения груза на стреле крана.

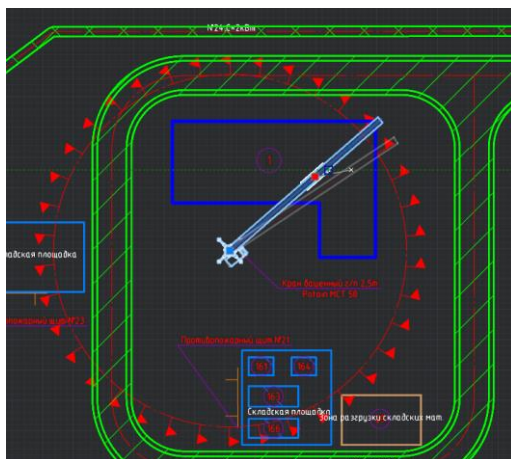


Рис.3 Размещение башенного крана на чертеже

В заключении хотелось бы сказать, что автоматизированное построение строительного генерального плана возможно и реализовано довольно удобно и хорошо благодаря существованию такого ПО как «panoCAD Стройплощадка», оно позволяет ускорить процесс разработки строительного генерального плана и автоматизировать рутинные процессы по его разработке и оформлению. На собственном опыте при работе над двумя курсовыми проектами третьего и четвертого курсов, где в рамках задания курсового проекта мне необходимо было разработать СПП, я пользовался как стандартным способом построения в «AutoCAD» так скажем «от руки», так и автоматизированным и могу сказать, что при работе в «panoCAD Стройплощадка» процесс разработки занял намного меньшее количество времени.

Библиографический список

1. Руководство пользователя panoCAD // URL: <https://download.nanodev.ru/distr/nanocad21/instructions/User%20guide%20nanoCAD.pdf> (дата обращения: 23.02.2021).
2. Курс по обучению работы в panoCAD Стройплощадка// URL: <https://pronanocad.ru/share/onlajn-obuchenie-nanocad-spds-i-strojploshhadka> (дата обращения: 24.02.2021).

3. Проект монтаж Разработка ППР, ППРк, ПОС // URL: <https://proekt-montag.su/stati/chto-takoe-generalnyj-plan-stroitelstva> (дата обращения: 27.02.2021).
4. Стройгенплан в составе ППР URL: <https://stroydoc-abv.ru/blogs/strojgenplan-v-sostave-ppr-chto-takoe-primer-sostavleniya/> (дата обращения: 27.02.2021).
5. *Серебряков С. В., Комоско В. В., Строчков В. М.* Геоинформационная технология 8-уровневой ответственности // Управление развитием территории. 2016. № 3/2016 С. 56-60. [Электронный ресурс] URL: <http://opds.info/wp-content/uploads/2021/04/1-serebryakov-geoinformacionnaya-tehnologiya-8-urovnevoj-otvetstvennosti-short.pdf> (дата обращения: 28.01.2022)
6. *Гаряев П.Н.* большие данные в строительной отрасли. Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 2. С. 78-80.
7. *Гаряев П.Н.* Моделирование энергопотребления городских территорий. Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 3. С. 11-13.
8. *Гаряев П.Н.* Автоматизация градостроительного зонирования. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 546-549.
9. *Кузнецова К.К., Гаряев П.Н.* Применение 4D BIM-технологий для управления архитектурным проектом. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. 2016. С. 300-304.
10. *Garyaev N., Rybakova A.* Cloud interaction technologies in the design and construction. В сборнике: МАТЕС Web of Conferences. 2018. С. 01076

*Ситнова Анастасия Сергеевна, студентка 4 курса 2 группы ИЦТМС
Научный руководитель –*

Князева Н.В., доцент кафедры ИСТАС, к. т. н.

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет»*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЛИЦОВКИ ФАСАДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В сфере строительства с каждым днем появляются все более сложные, необычные и креативные идеи облицовки фасадов. Так как фасад является важной частью здания, определяющим его внешний вид, ему следует уделять немало внимания. Реализация таких проектов невозможна без современных средств проектирования и автоматизации. Постоянно совершенствуются и появляются новые программы и алгоритмы для облегчения работы проектировщиков. Для экономии трудовых и временных ресурсов популярность набирает использование визуального программирования для проектирования облицовки фасадов сложной геометрии.

Фасад здания независимо от вида и варианта проектирования призван защищать конструкцию здания от различных негативных факторов внешней среды, увеличивая срок службы строения, а также исполнять декоративные функции, украшая здание. Современные фасадные конструкции при относительно невысокой стоимости способны симитировать дорогостоящую отделку из камня или древесины, что позволяет создать большое разнообразие внешнего вида строений.

В зависимости от утеплителя можно выделить органические фасады, с использованием пенополистирола, минеральные – минеральная вата и комбинированные, сочетающие предыдущие варианты на разных этапах работы.

Исходя из того, какие материалы используются, какой тип и способ монтажа был выбран, выделяют несколько типов фасадов: мокрые и сухие (сборные и навесные).

Мокрые фасады выполняются с использованием различных строительных смесей.

К преимуществам фасадов мокрого типа относится их стоимость, дополнительный звукоизоляционный эффект, длительный срок эксплуатации и возможность обновления и реконструкции, а также множество вариантов исполнения. Такие фасады обладают маленьким весом и не несут сильной нагрузки на конструкцию.

Однако, такая фасадная системная имеет и ряд недостатков, например, ограничение в температуре проведения ремонтных работ – она должна быть

не ниже пяти градусов тепла. Помимо этого, мокрые фасады чувствительны к повышенной влажности, холоду и осадкам, в следствие чего отделку лучше не проводить под прямыми солнечными лучами и предусмотреть защиту поверхности от различной пыли и грязи.

Второй тип фасадов – навесные выполняется с использованием плит и панелей, прикрепленных на крепежные элементы. При таком монтаже обязательно наличие подсистемы в виде каркаса или обрешетки вдоль всех поверхности стены.

Навесные фасады бывают двух типов, в зависимости от наличия воздушной прослойки:

1.) Вентилируемые. Между установленным каркасом и стеной здания остается пространство для циркуляции воздуха. Между каркасом и стеной можно дополнительно проложить утеплитель, тогда пространство будет оставаться между каркасом и утеплительным материалом.

2.) Невентилируемые (сплошные). Между каркасом и стеной здания нет воздушного пространства.

В зависимости от типа сборки выделяют стоечной-ригельные и модульные фасады. Первый тип состоит из стоек и ригелей, помогает добиться прозрачности и воздушности фасада, второй тип – это металлические профили, продающиеся в разобранном виде и собираемые после транспортировки.

Преимуществом навесных фасадов является большая звукоизоляция чем у мокрого фасада и возможность отводить лишнюю влагу и пары из помещений, если фасад вентилируемый. Также такая конструкция отличается биостойкостью, на ее поверхности не образовывается плесень, грибок и мох. Навесной фасад лучше всего подходит для северных регионов, за счет высоких показателей морозостойкости и длительных периодов эксплуатации. Они надежно защищают поверхность стен, намного увеличивают звуко- и теплоизоляционные показатели. Помимо этого, монтаж и реконструкция таких фасадов мало затратная по времени.

Главный недостаток – высокая стоимость организации такой системы и ее пожароопасность. В вентилируемом фасаде за счет наличия воздушных карманов, огонь может распространяться очень быстро. Также в карманах выше риск появления коррозии на металле и дальнейшего обрушения конструкции.

Современные фасады – это большие сложные системы с огромным разнообразием форм и размеров. Каждый фасад имеет свои проектировочные особенности и отличительные черты. При создании фасадной системы перед проектировщиками стоит сложная и требующая большого количества времени задача. Во время создания модели фасада необходимо вручную создавать небольшие детали, отдельно прорабатывать панели, части которых попадают в проемы, раскладывать материал таким образом, чтобы избежать большого количества обрезков и лишних стыков.

Для помощи в решении этих задач создаются различные программные продукты для проектирования облицовки фасада. Часть из них работает на базе AutoCad, часть представляет собой отдельную систему или онлайн платформу. Все они предоставляют возможности для автоматической раскладки плитки, расчета материалов и площадей, составления спецификаций и учет дополнительных элементов.

Но так как большинство проектов создаются в средах Revit или Archicad поднимается вопрос, как эффективно работать с фасадами в этих программах. Тут на помощь приходит визуальное программирование.

Визуальное программирование – это процесс написания кода с помощью графических блоков. Графическое представление легче для понимания, чем текстовый код, поэтому отпадает необходимость держать в памяти огромное количество правил, спецификаций и особенностей синтаксиса для определенного языка программирования. Такое представление более привычно человеческому восприятию, нет необходимости думать, как компьютер, при создании программы. Несмотря на это, практически все такие средства нуждаются в скриптах – специальных функциях, в виде текстовых выражений на различных языках программирования, дополняющих исходную графическую конструкцию.

В среде проектирования есть два основных средства визуального программирования: Dynamo для Revit и Grasshopper Rhino 3D. Обе программы имеют схожий интерфейс и направлены для выполнения одного ряда задач, а именно: автоматизирование процессов, создание параметрических моделей и генерирование решений. Отличие Grasshopper от Dynamo состоит в том, что ввод информации и вывод результатов можно связать через специальные плагины как с Revit, так и с Archicad, поэтому далее технология автоматизации облицовки фасадов будет рассмотрена на примере этой программы.

Grasshopper – среда визуального программирования, плагин для программы для 3D моделирования Rhino 3D, автоматизирующий процессы в ней с помощью проектирования алгоритмов.

С помощью средств grasshopper можно спроектировать практически любую форму плитки на любой геометрии фасада. Такие скрипты будут состоять из двух основных блоков:

1.) Работа с объектом, на котором будет выполнена облицовка.

Можно как создать весь объект с Grasshopper и в дальнейшем перенести полученную модель в программу для проектирования, так и перенести из программы готовые объекты в Rhino. На последнем этапе после, облицовки также можно либо оставить объект в среде rhino, либо перенести результаты в исходную программу.

2.) Создание раскладки плитки.

Это основная и самая большая часть разработки. Возможности визуального программирования дают большой простор для фантазии проектировщика. Grasshopper позволяет создать любую форму, разместить в любом порядке, а также установить зависимости в расположении при необходимости. Можно как создать раскладку плитки и разместить ее на модели, так и выполнять работы сразу на тех частях фасада, где это требуется. Значительно упрощается работа с повторяющимися объектами. С помощью аттракторов – любой геометрии, которая используется для изменения параметров окружающих ее объектов, в зависимости от удаленности от нее, упрощается работа с фасадами, у которых есть зависимости в расположении и форме панелей. Также гораздо проще работать с панелями, имеющие различные проемы, задавая один параметр, который автоматический будет подстраиваться под различную форму плитки.

Рассмотренный выше вариант походит для облицовки фасада на сплошную стену, где все проемы создаются непосредственно в поле раскладки плитки, но не редко встречаются случаи, когда облицевать необходимо стены с уже заранее вырезанными проемами. Тогда с использованием Grasshopper возможно разработать инструменты автоматизации раскладки фасадных панелей и для таких стен. Также в подобных задачах можно предусмотреть большую вариантивность типов плитки и минимизацию работы пользователя, за счет чего разработанное средство автоматизации смогут использовать даже очень плохо знакомые с данной программой пользователи. Такие способы автоматизации будут иметь немного другой набор действий.

В начале работы пользователю необходимо установить связь с программой для проектирования и воспользоваться нодами – отдельными блоками, выполняющие конкретные операции, и выбрать в модели здания стены, на которых будет расположена облицовка. Возможности grasshopper позволяют сгруппировать ноды и оставить небольшие текстовые заметки, для простоты и облегчения понимания работы, поэтому отпадает необходимость искать блоки в общей схеме и самостоятельно разбираться с их работой.

Далее в созданном скриптом интерфейсе пользователь сможет выбрать размер плитки, ее тип и другие параметры, предусмотренные программой.

Теперь вся работа остается за приложением. Перенесенные модели стены преобразуются в объекты Rhino собирается информация об их размерах, положении проемов для окон, дверей и прочего. Так как главной задачей при облицовке фасада является уменьшение количества обрезанной плитки, следующий шаг – это выбор точки, с которой начнется раскладка материала. После проделанной работы происходит облицовка фасадов и передача полученной модели в исходную среду (Archicad или Revit).

Библиографический список

1. *Васильев Н.Б. Стуглев Н.А. Утков Е.О. Мельник И.С.* Навесные вентилируемые фасады и мокрые // СтройМного. – 2018 [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/navesnye-ventiliruemye-fasady-i-mokrye/viewer> (дата обращения 19.02.2022)
2. *Д.В. Немова* Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал. - 2010. - №5. - С. 7-11. [Электронный ресурс] URL: http://engstroy.spb.ru/index_2010_05/nemova_ventfasady.pdf (дата обращения 19.02.2022)
3. *А. Степанова, Л. А. Шилова* АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ ПРИ СОЗДАНИИ ФАСАДОВ // СИСТЕМОТЕХНИКА СТРОИТЕЛЬСТВА. КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ – 2019. - 2019: МИСИ – МГСУ, 2019. - С. 502-507. [Электронный ресурс] URL: https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdostupa/2019/systemotechnika_stroitelstva_2019.pdf (дата обращения 20.02.2022)
4. *Рогожников П.С.* GDL-ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА RHINOCEROS И GRASSHOPPER // МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ БГТУ ИМ. В.Г. ШУХОВА. - 2019: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (Белгород), 2019. - С. 1032-1035. [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43898126_92821481.pdf (дата обращения 20.02.2022)
5. Что такое мокрый фасад – слои, разновидности, плюсы и минусы, особенности монтажа // Выставка домов малоэтажная страна [Электронный ресурс] URL: <https://m-strana.ru/articles/что-такое-мокрый-фасад/> (дата обращения: 20.02.2022)
6. Современные навесные фасадные системы // Строй подсказка [Электронный ресурс] URL: <https://stroy-podskazka.ru/dom/fasad/navesnye-sistemy/> (дата обращения: 21.02.2022)
7. Дюдюк М.В., Грубич Т.Ю. Визуальное программирование: мифы и области применения // Colloquium-journal. - 2020. - №56. - С. 53-55.

Потапова Анастасия Эдуардовна, студентка магистратуры 2 курса 4 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Иванов Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА

В современном мире, где существует высокая конкуренция, каждое предприятие стремится к автоматизации своей деятельности для повышения эффективности и обеспечения надежности результатов.

Преимущества, которые дает автоматизация бизнес-процессов, позволяет организациям получить больше шансов в борьбе за рынок сбыта. И именно выбранный механизм управления предприятием будет являться основной причиной превосходства над конкурентами.

На данный момент на предприятиях одновременно может выполняться несколько проектов, которые включают в себя одинаковые задачи. Из-за этого организация несет огромные потери во времени, деньгах и человеческих ресурсах. Данная ситуация складывается по причине того, что руководству сложно следить за всеми процессами одновременно.

Для того, чтобы рассмотреть механизм управления предприятием как сеть тесно связанных процессов, необходимо использовать процессный подход, так как именно он подразумевает, что для каждого шага существует человек, который отвечает за его выполнение, и именно при этом подходе обеспечивается более тесное взаимодействие между сотрудниками, что позволяет достигнуть сокращения времени и повысить качество выполнения процессов.

Вопросам автоматизации процессного подхода в последние годы уделяется достаточно серьезное внимание. Работы авторов затрагивают различные аспекты этого процесса, начиная с разработки и внедрения системы управления бизнес-процессами (СУБП)[4] и заканчивая практикой внедрения.

В.В. Репина и В.Г. Елиферов в своей работе представляют общий подход к разработке и внедрению СУБП. Предложенная ими схема представлена на рисунке 1.

В данном алгоритме этап «Разработка СУБП» можно можно представить в виде подпроцессов:

1. Разработка «Положения о СУБП предприятия» (политика предприятия по управлению бизнес-процессами);
2. Разработка документированных процедур;
3. Разработка системы документооборота;

4. Разработка «Регламента выполнения бизнес-процесса»;
5. Разработка положений о подразделении;
6. Разработка должностных и рабочих инструкций;
7. Утверждение документации СУБП [4].



Рис.1. Этапы разработки и внедрения СУБП

Регламент, описывающий практику реализации бизнес-процесса выведен на рисунок 2.



Рис.2. Регламент выполнения бизнес-процесса

В современном мире наблюдается большое разнообразие методов автоматизации процессного подхода, но наиболее часто используемым является моделирование бизнес-процессов при помощи нотации BPMN.

А.Е. Егорова предоставляет следующее определение нотации: «BPMN представляет собой стандарт описания бизнес-процессов и механизмов их взаимодействия, что создает основу для создания гибких бизнес-процессов в информационных системах, которые способны быстро адаптироваться к меняющимся внешним условиям» [3].

В статье Л.А. Ибрагимовой и О.Н. Бабуриной говорится, что «нотация BPMN 2.0 является удобной, гибкой, наглядной, функциональной и имеет ряд достоинств.»[1]. Данное высказывание обосновывает такую популярность обсуждаемого способа автоматизации.

Также преимущества подхода BPMN перед конкурентами описаны в статье Л.А. Олюниной, А.Н. Лариной и И.В. Ларина. Там, в частности, говорится, что «нотация BPMN имеет следующие преимущества: нотация использует базовый набор интуитивно понятных элементов; высокая информативность получаемых диаграмм; возможность отразить на диаграмме сценарий выполнения процесса» [2].

С помощью нотации BPMN можно в наглядном виде представить входы/выходы процесса, последовательность и связь шагов, необходимые ресурсы для выполнения процесса и ответственных лиц за каждый процесс.

Подводя итоги проделанного анализа, можно с уверенностью говорить, что нотация BPMN является наиболее подходящим способом для автоматизации процессного подхода.

Данное средство автоматизации во время информатизации строительной отрасли облегчит работу с бизнес-процессами благодаря тому, что оно представляет все шаги и необходимые для их выполнения ресурсы в удобном для работы виде, для каждого процесса выделяется свой владелец, который отвечает за его выполнение, что приводит к более качественному выполнению процесса.

Нотация BPMN поможет облегчить руководителям отслеживать выполнение нескольких проектов одновременно, что позволит не реализовывать одинаковые задачи для разных процессов и не тратить лишние ресурсы.

Библиографический список

1. *Ибрагимова Л.А., Бабурина О.Н.* Разработка и совершенствование процессов системы менеджмента предприятия с использованием нотации BPMN 2.0 [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35604701> (дата обращения: 20.02.2022)

2. *Олюнина Л.А., Ларина А.Н., Ларин И.В.* Процессный подход как современный инструмент повышения эффективности работы предприятий ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24415552> (дата обращения: 20.02.2022)

3. *Егорова А.Е.* Управление бизнес-процессами: тенденции мирового рынка и стратегии крупных игроков [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43832164> (дата обращения: 20.02.2022)

4. *Репин В.В., Елиферова. В.Г.* Этапы внедрения процессного подхода [Электронный ресурс] URL: <https://quality.eup.ru/MATERIALY3/evpp.html> (дата обращения: 27.02.2022)

5. *Мазур Л.Н.* Информационные системы. Теоретические проблемы // Учеб. пособие. Екатеринбург: УрГУ, 1997. С. 31-37, 51-21 [Электронный ресурс] URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/37398/1/5-230-06786-1_1997.pdf (дата обращения: 05.02.2022)

Чилингарян Марк Арменович, студент 2 курса магистратуры 13 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Суркова Л.Е., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЧАТ-БОТА

Типовыми проблемами в строительной сфере по данным ЦНС-Софт являются [1]:

- Объем вложений в объекты незавершенного строительства.
- Потеря до 30% рабочего времени на поиск информации.
- Применение неинтегрированных информационных систем.
- Выход за пределы лимитов бюджета проекта.
- Сдвиг сроков ввода объектов в эксплуатацию.

На строительных площадках страны регулярно фиксируется большое количество несчастных случаев, среди которых есть тяжелые и со смертельным исходом. С помощью современных датчиков и устройств связи организатор работ легко наладит совместную работу различных бригад на площадке таким образом, чтобы исключить риски несогласованности выполняемых действий [2]. Согласно открытым данным Роструда в России строительство является самой травмоопасной сферой деятельности [3]. Среди всех погибших на трудовом производстве доля работников, умерших на стройках, составляет 21% [4].

Из-за того, что управляющему персоналу, пользователям приходится взаимодействовать с большим количеством информационных систем, тратится большое количество времени на поиск информации. К сожалению, не всегда есть возможность получить нужную информацию быстро и в любое время без привязки к аппаратной части.

С целью сокращения времени доступа, получения и передачи информации могут быть разработаны цифровые инструменты для решения задач управления, принятия решений, реализации технологий информационного моделирования.

Информационное моделирование зданий – это процесс, включающий все этапы жизненного цикла здания, начиная с замысла, этапов, проектирования, строительства, эксплуатации и завершая сносом или реконструкцией. При этом происходит интеграция информации на всех этапах, а также объединение всех участников инвестиционно-строительного проекта. При этом взаимодействие участников и обмен информацией происходит с использованием так называемой среды общих данных.

Среда общих данных (СОД) - комплекс программно-технических средств, представляющих единый источник данных, обеспечивающий совместное использование информации всеми участниками инвестиционно-строительного проекта.

Особую роль СОД играет в применении технологий информационного моделирования (ТИМ) [5, 6]. На стадии проектирования все работают на рабочих станциях, однако на стадиях строительства и эксплуатации не всегда рядом имеется автоматизированное персональное место. Поэтому необходимы инструменты, позволяющие иметь мобильный доступ к информации. При этом информация может быть представлена различными способами и передана на различные типы устройств и систем.

Можно заметить, что интернет вещей уже используется на стройке, но не в качестве системы безопасности, а в качестве информационно-справочной системы и системы контроля правильности выполнения работ. Для этого необходимы специальные программно-аппаратные комплексы (ПАК). Причем их разработка и внедрение требует существенных затрат на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства.

На сегодняшний день информация является одним из важнейших ресурсов. Информационные системы (ИС) и технологии позволяют повышать производительность труда при работе с информацией. ИС используются во всех сферах деятельности и служат для решения разного рода задач. Для определенного профиля имеется определенная ИС, так как охватить все аспекты всех сфер деятельности будет нецелесообразно, невыгодно или неудобно в использовании – будет слишком громоздкий и сложный пользовательский интерфейс. Но зачастую, для автоматизации задач, системам необходимо взаимодействовать между собой. Для решения данного вопроса существует интеграция информационных систем – процесс обеспечения взаимодействия ИС с целью объединения в единое информационное пространство [7].

Сейчас очень развита деловая переписка. По электронной почте люди могут отвечать в течении нескольких дней, однако если направить обращение человеку лично в мессенджер – то человек может получить ответ в течении часа [8]. Как следствие, развивается и технология чат-ботов, с которыми можно взаимодействовать как в печатной форме, так и в голосовой. А так как у всех есть мессенджеры (ВК, Telegram и др.), то для приложения можно иметь только серверную часть, а пользователи будут подключаться в удобной для них форме [9]. Так, на стадии строительства можно будет загружать фотоотчеты, получать техническую информацию и др. Обычные люди, не относящиеся к стройке, смогут посмотреть паспорт объекта и другую открытую информацию, что успешно скажется на маркетинговой функции.

На стадии эксплуатации жильцы через платформу могут отправлять заявки управляющей компании, которая в свою очередь сможет получать

автоматически наряды на выполнение работ. Таким образом, в совокупности данные цифровые инструменты повысят уровень интеграции информационных систем, что существенно скажется на времени обмена информацией.

Интеграция информационных систем происходит в отдельной облачной платформе, которая представлена «умным помощником» посредством чат-бота в мессенджерах (рис. 1). Он позволяет быстро находить, использовать и предоставлять пользователям нужную им информацию, что существенно сокращает потери рабочего времени.

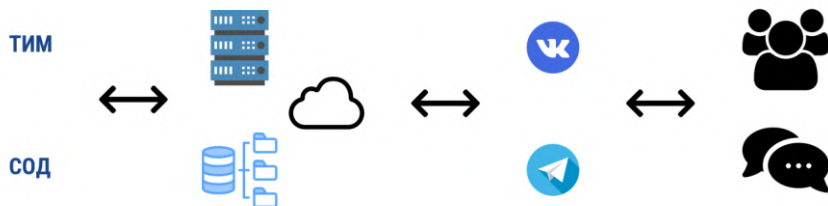


Рис.1. Концепция взаимодействия данных

Для реализации данной концепции предлагается организграмма интеграции и интероперабельности информационных систем для получения, обработки и предоставления информации (рис. 2).

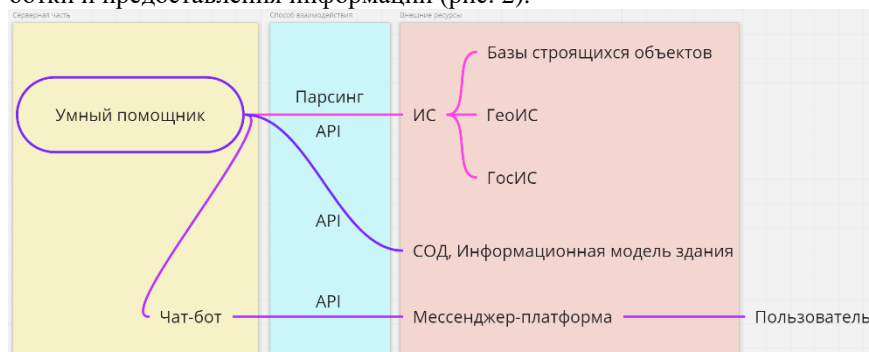


Рис.2. Организграмма интеграции и интероперабельности информационных систем для получения, обработки и предоставления информации

Так, в серверной части умного помощника имеется модуль обмена информацией с внешними ресурсами посредством программных интерфейсов информационных моделей зданий, СОД, государственных и географических ИС, баз строящихся объектов. Взаимодействие чат-бота с пользователем происходит через мессенджер платформу. Для простоты подключения может использоваться не программный интерфейс мессенджера, а его использующие готовые библиотеки для языков разработки.

Таким образом приложение будет:

- Собирать данные по объектам капитального строительства с информационных систем.
- Обрабатывать данные по объектам капитального строительства.
- Получать запрос и геоданные от пользователя.
- Обрабатывать запрос.
- Отправлять ответ пользователю.

Так же приложение-бот для мессенджер-платформы может быть дополнительно расширено в рамках функционала сервиса, а также его монетизации. Одним из преимуществ бота является то, что у пользователя всегда будет свежая версия программного продукта, так как мессенджер выступает в роли тонкого клиента приложения. Нужная информация в нужное время может быть получена с использованием такого чат-бота, что позволяет сократить время на поиск необходимой информации.

Библиографический список

1. Технологии [Электронный ресурс] // ЦНС-софт. [Электронный ресурс] URL: <http://cnsoft.ru/#technologies-anchor> (Дата обращения 20.11.2021)
2. Цифровой сотрудник [Электронный ресурс] // Rightech. URL: <https://rightech.io/digital-staff/> (Дата обращения 20.12.2021)
3. 3. Открытые данные // Федеральная служба по труду и занятости. [Электронный ресурс] URL: <https://rostrud.gov.ru/opendata/> (Дата обращения 20.01.2022)
4. 4. Условия труда // Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс] URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (Дата обращения 20.01.2022)
5. *Деменев А.В.* - Информационное моделирование при эксплуатации зданий и сооружений // Вестник евразийской науки [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-modelirovanie-pri-ekspluatatsii-zdaniy-i-sooruzheniy/viewer> (дата обращения: 05.02.2022)
6. *Савенко А.И.* Среда общих данных при реализации строительных объектов с применением BIM // САПР и ГИС автомобильных дорог № 2(13), 2019. С. 4-5. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sreda-obschih-dannyh-pri-realizatsii-stroitelnyh-obektov-s-primeneniem-bim/viewer> (дата обращения: 05.02.2022)
7. *Мазур Л.Н.* - Информационные системы. Теоретические проблемы // Учеб. пособие. Екатеринбург: УрГУ, 1997. С. 31-37, 51-21 [Электронный ресурс] URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/37398/1/5-230-06786-1_1997.pdf (дата обращения: 05.02.2022)
8. *Ильяхов М.О.* - Новые правила деловой переписки // 2018. С. 6-13. ISBN 978-5-9614-1034-1.
9. *Матвеева Н.Ю.* - Технологии создания и применения чат-ботов // Журнал Научные записки молодых исследователей. 2018 С. 28-30. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-sozdaniya-i-primeniya-chat-botov/viewer> (дата обращения: 12.02.2022)

Давыдкин Павел Павлович, студент магистратуры 1 курса 14 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Евтушенко С.И., профессор кафедры ИСТАС, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДАННЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Строительная отрасль в России приближается, на мой взгляд, к пику своего развития в применении информационных технологий. Государственные строительные компании интегрируют отечественные информационные облачные сервисы в процесс реализации разного рода инвестиционно-строительных проектов. Ежегодно проводятся конференции и форумы, посвящённые вопросам улучшения эффективности применяемых инструментов информационного моделирования. Другими словами, цели по цифровизации строительной сферы, заложенные в далеком 2014 году выполняются весьма успешно [2].

Однако, как и в любой отрасли, при переходе на реализацию проектов или отдельных задач с использованием облачных сервисов и цифровых технологий неминуемо встает вопрос о безопасности хранения данных. В данной статье хотелось бы рассмотреть существующие и применяемые технологии облачного хранения данных на некоторых этапах жизненного цикла объекта капитального строительства (далее – ОКС) и проанализировать вопросы обеспечения их безопасности.

На сегодняшний день, популярной облачной платформой, служащей для автоматизации управления строительными процессами, является платформа Eхon [3]. Данный сервис обеспечивает возможность совместной работы всех участников строительства:

- ◇ заказчик;
- ◇ технический заказчик;
- ◇ генпроектировщик;
- ◇ субпроектировщик;
- ◇ генподрядчик;
- ◇ субподрядчик.

А также осуществления строительного контроля. Отмечу, что Eхon постоянно улучшается путём проведения конференций с участниками строительства. Обсуждаются вопросы повышения стабильности работы сервиса и варианты усовершенствования платформы в целом, с учетом пожеланий пользователей.

Хотелось бы обратить внимание на то, что разработка и интеграция такой облачной платформы должно учитывать подверженность атакам. На данный момент, известно пять видов атак:

- ◇ стандартная атака на программное обеспечение;
- ◇ атаки, целью которых является клиент;
- ◇ сетевые атаки;
- ◇ атаки направленные на серверы облака;
- ◇ реализация разноплановых угроз.

В случае успешной хакерской атаки, угроза безопасности образуется практически для каждого из пяти вышеупомянутых элементов (целостность, приватность, конфиденциальность) [1]. В строительстве, особенно на этапе разработки концепции будущего проекта, для заказчика или заказчика-застройщика важным является уверенность в безопасности хранения данных о будущем объекте капитального строительства.

Рассмотрим подробнее вопрос обеспечения безопасности хранения данных проекта на этапе проектирования. На рисунке 1 представлена диаграмма, увязывающая информационную модель и жизненный цикл ОКС.

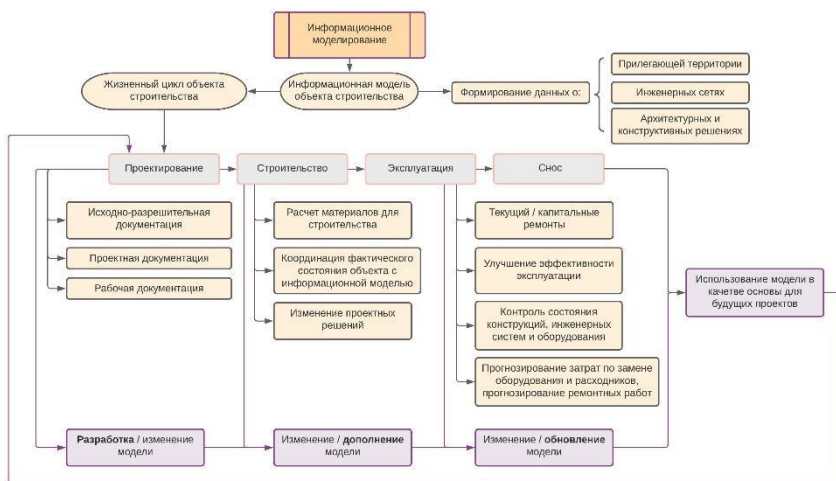


Рис. 1. Взаимосвязь информационной модели и жизненного цикла ОКС

Можно видеть, что на этапе проектирования с применением информационного моделирования решаются следующие задачи:

- ◇ формируется исходно-разрешительная документация;
- ◇ разрабатывается проектная документация;
- ◇ разрабатывается рабочая документация.

Вышеперечисленные задачи, на сегодняшний день, в большинстве своем, решаются с применением облачных сервисов, как внутри компаний участников, так и между участниками инвестиционно-строительной деятельности. Существует следующие модели, обеспечения безопасности: SaaS, PaaS и IaaS. Их различия заключаются в уровне контроля над безопасностью и физической интерпретацией решения. Далее в таблице 1 будет наглядно показано распределение ответственности за обеспечение безопасности данных.

Табл. 1. Сравнение уровня обязанности обеспечения информационной безопасности между пользователем и производителем (п – пользователь, П – производитель).

	SaaS	PaaS	IaaS	Локальный сервер компании
Приложение/софт	П	п	п	п
Данные	П	п	п	п
Реализация	П	П	п	п
ОС	П	П	п	п
Серверы	П	П	П	п
Хранилища информации	П	П	П	п
Оборудование сети	П	П	П	п

Проведенный анализ вопросов обеспечения информационной безопасности данных при реализации инвестиционно-строительных проектов с применением технологий информационного моделирования, в том числе, на этапе проектирования показал следующее:

1. Для различных задач может быть разумным применение разных моделей облачных сервисов;
2. Вопрос обеспечения безопасности данных является на данный момент открытым. Компания, производство или отделы, в зависимости от реализуемых целей, должны понимать и оценивать риски атаки данных при использовании публичного облака, то есть такого, к которому могут иметь доступ все участники инвестиционно-строительного процесса;
3. Соответствие услуг, предоставляемых в области облачного хранения требованиям документов и стандартам для обеспечения информационной безопасности данных является весьма неплохим решением для того, чтобы дать пользователю уверенность в безопасности его данных.

Кроме того, в рамках исследования были изучены и освоены принципы защиты информации в компании ООО «Кипарис МСК». Текущая работа в организации строится с учетом смежного использования двух типов моделей обеспечения безопасности: SaaS и локального сервера компании. Важно упомянуть, что на фоне сегодняшней ситуации, при возможном введении санкций, увеличены риски блокировки работы облачных сервисов, расположенных не только на иностранных серверах, но и на территории России. Поэтому сейчас компаниям наиболее актуально обратить внимание на особую поддержку безопасной и бесперебойной работы облачных сервисов и хранящейся на них информации.

Подводя итог, скажу, что обеспечение информационной безопасности данных напрямую зависит от поставленных пользователем задач. Использование облачных сервисов в строительстве приобрело резкий виток развития и сейчас является популярным цифровым инструментом, что вызывает интерес для продолжения изучения данного направления. Намечен план дальнейших исследований в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.

Библиографический список

1. Вишняков А.С., Макаров А.Е., Уткин А.В., Зажогин С.Д., Бобров А.В. Обеспечение защиты данных, представленных в облачных сервисах // Вестник науки и образования. 2019. №11-2 (65). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-zaschity-dannyh-predstavlennyh-v-oblachnyh-servisah> (дата обращения: 17.02.2022)
2. Давыдкин П.П., Звонов И.А. Некоторые аспекты государственного регулирования ТИМ в строительстве // Экономика и предпринимательство, №4, 2021 г. DOI: 10.34925/EP.2021.129.4.046
3. [Электронный ресурс] URL: <https://exonproject.ru> (дата обращения 17.02.2022)
4. Синенко С. А., Гинзбург В. М., Сапожников В. Н. [и др.] / Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве : учебник — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 235 с. — ISBN 978-5-4487-0372-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79746.html> (дата обращения: 18.02.2022)
5. Павлов А. С., Гинзбург А. В., Гусакова Е. А., Каган П. Б. / Управление крупномасштабными проектами строительства промышленных объектов : монография — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-7264-2007-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101845.html> (дата обращения: 26.02.2022)
6. СП 333.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. М.: Стандартиформ, 2018. 40 с.
7. Mell Peter, Grance Timothy. «The NIST Definition of Cloud Computing (Draft)» // Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, Special Publication 800 – 145 (Draft), Сентябрь, 2017

*Ахмед Раафат Али Ахмед, студент ИЦТМСМ-II-13
Научный руководитель –
Гаряев Николай Алексеевич., доцент кафедры ИСТАС.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЭРОПОРТОВ НА БАЗЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

На сегодняшний день управление строительством объекта требует применения новых решений, в первую очередь цифровых. Резерв для оптимизации сроков строительства находится в первую очередь в автоматизации этапов строительного процесса, позволяющих сократить сроки проектирования и стоимость строительства

Одной из актуальных проблем в расчетах стоимости строительства является быстрое создание сводной ведомости объемов работ Аэровокзал является сложным объектом для проектирования и включает в себя многие требования разных архитектурно-строительных дисциплин, а также обширные требования санитарных норм.

Сейчас в России около 300 действующих аэропортов, а в ближайшие 10-15 лет планируется построить еще более 200 новых и реконструировать значительную часть старых комплексов. В начале 2020 года в стране началась масштабная модернизация региональных аэропортов, на которую было выделено 26,4 млрд рублей. Проект реконструкции входит в состав «Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры до 2024 г».1 В рамках проекта планируется развивать и расширять международные транзитные коридоры, повышать уровень экономической связанности России за счет расширения и модернизации железнодорожной, авиационной, автодорожной, морской и речной инфраструктуры, а также гарантированного обеспечения доступной электроэнергией.

Реконструкция объектов аэропортовой инфраструктуры – очень важный и трудоемкий процесс, требующий значительных материальных инвестиций, времени и сил. Он включает в себя сбор и анализ большого количества информации по объемам будущих перевозок и особенностям функционирования объекта, а также оценку дальнейших перспектив его развития в течение как минимум 20-ти лет после ввода в эксплуатацию.

"Цель работы – добиться снижения количества ошибок в проектной документации на 40%, сокращения времени проектирования на 20-50%, а на проверку проекта — в 6 раз, сокращения сроков координации и согласования документации до 90%, сроков реализации проекта — до 50%, сроков

строительства — до 10%, затрат на строительство и эксплуатацию — до 30%. За счет

Объект исследования - процесс формирования ведомости объемов работ на этапе строительного проектирования.

Степень разработанности темы. Мировым трендом последних лет является переход от трехмерного моделирования (3D) к более сложным форматам: 4D (3D + график строительства), 5D (4D + стоимость), 6D (5D + периоды эксплуатации здания), 7D (6D + периоды ремонта/реконструкции). Эти форматы незаменимы при проектировании и строительстве сложных и крупных проектов.

Мировым трендом последних лет является переход от трехмерного моделирования (3D) к более сложным форматам: 4D (3D + график строительства), 5D (4D + стоимость), 6D (5D + периоды эксплуатации здания), 7D (6D + периоды ремонта/реконструкции). Эти форматы незаменимы при проектировании и строительстве сложных и крупных проектов.

Современный подход к проектированию аэропортов, грузовых терминалов и аэродромов

К каждому инфраструктурному объекту предъявляются повышенные требования с точки зрения обеспечения бесперебойной работы и безопасности. Кроме того, на любом объекте организована работа сложных инженерных сетей: вентиляции, электросетей и других. По этой причине далеко не все могут справиться с непростой задачей по реконструкции аэропорта, здесь необходим комплексный подход. В процессе модернизации аэропортов эксперты стали все чаще обращаться к технологии информационного моделирования (BIM).

Первый опыт применения BIM при реконструкции аэропорта – проект аэропорта Хитроу, осуществленный около 30 лет назад.² В России этот подход также уже долгое время успешно используется в проектно-строительной практике и поддерживается на государственном уровне.

Применение данной технологии позволяет организациям решать основные проблемы и задачи реконструкции: сокращение сроков проектных работ, исключение коллизий, управление проектными данными. Сейчас в России и СНГ уже реализованы сотни проектов с использованием технологии BIM на базе программных продуктов Autodesk. Предлагаем рассмотреть примеры и основные преимущества данного подхода.

Сокращение сроков за счет использования параметрических моделей при проектировании, 3D-координации всех разделов проекта, анализа конструкций и согласования проекта

Повлиять на сроки и бюджеты реконструкции может заказчик проекта, который вправе потребовать от подрядчиков применять технологию информационного моделирования, обеспечивая возможность корректировать и контролировать весь процесс, основываясь на актуальных данных.

Собственник будущего объекта может получить значительные преимущества от использования BIM.

Для обеспечения государственного, частного и технического заказчика методическими материалами был разработан BIM-стандарт, который поможет правильно составлять техническое задание и формулировать требования к информационным моделям и процессам BIM. Данная технология позволяет моделировать любые строительные объекты, включая здания, железные дороги, мосты, тоннели, порты и т.д. Сходство BIM и 3D-моделирования заключается в том, что в обоих случаях проект здания выполняется в трехмерном пространстве. Но в отличие от 3D- модели, BIM напрямую связан с базой данных. Такая модель включает в себя не только несущие линии и текстуру материалов, но и другие данные (технологические, экономические и прочие), которые имеют отношение к зданию. Например, BIM учитывает физические характеристики объекта, варианты размещения в пространстве, стоимость каждого кирпича, плафона, трубы.

Вместе с тем, некоторые компании отмечают, что существуют и проблемы при использовании BIM проектирования. Это отсутствие стабильности нормативно-технической базы, правового основания для внедрения единого цифрового пространства, также нет механизма контроля качества, отсутствует понимание применения модели на стадии эксплуатации, недостаточность отечественного программного обеспечения. Существует также и проблема нехватки кадров. Решить её поможет разработка методики обучения новой практики в вузах, а также создание курсов повышения квалификации.

BIM дает возможность управлять аэропортом на всех этапах его жизненного цикла, в том числе на этапах строительства, эксплуатации и реконструкции. Более того, BIM повышает рентабельность проекта за счет более точного планирования материалов из информационной модели, своевременного поиска и исправления коллизий.

Что аэропорты получают от BIM?

- Снижение стоимости владения объектом
- Значительное сокращение затрат на паспортизацию объектов эксплуатации и запуск системы управления ТОиР
- Сокращение сроков ввода в эксплуатацию за счёт наличия полной и качественной исполнительной документации
- Улучшение эффективности работы специалистов, занятых в эксплуатации и техническом обслуживании здания
- Возможность использования точных и полных данных, хранящихся в информационной модели здания
- Улучшение взаимоотношений между собственниками здания, арендаторами, подрядчиками и субподрядчиками

Исполнение функций заказчика-застройщика

1. Создание среды общих данных: Autodesk Vault; Bentley ProjectWise; Pilot-ICE (Россия); SVIP; IndorBIM (Россия); VitroCAD (Россия)
2. Для создания моделей на этапе предпроекта – эскизного проектирования: InfraWorks; KorFin; OpenRoads ConceptStation
3. Разработка проектной/рабочей документации: IndorCAD (Россия); Robur (Россия); CREDO (Россия); AutoCAD Civil 3D; OpenRoads Designer; Bentley PowerCivil
4. Создание цифровых моделей на основе данных лазерного сканирования и фотограмметрии: Bentley Microstation; IndorCloud (Россия); ContexCapture; Autodesk Recap 360
5. Информационное моделирование на стадии эксплуатации: ESRI ArcGIS; IndorRoad (Россия); ДорГИС (Россия); MapInfo

Библиографический список

1. СП 331.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах».
2. СП 301.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами»;
3. *В. Иванов, А. Баранов, К. Королев.* Предложения по использованию геоинформационных систем и технологий трехмерного моделирования при организации связи [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://gistechник.ru/pub/3-publik/109-3d-gis.html>.
4. СП 328.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели»;
5. ГОСТ Р ИСО 22263–2017 «Моделирование информационное в строительстве. Структура управления проектной информацией»;
6. *Garyaev N., Rybakova A.* Cloud interaction technologies in the design and construction В сборнике: МАТЕС Web of Conferences. 2018. С. 01076
7. *Рыбина А.В., Горяева В.В.* Анализ эффективности применения программ моделирования 3D-объектов в строительном проектировании. Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 5. С. 246-249.
8. *Кузнецова К.К., Горяев П.Н.* Применение 4D BIM-технологий для управления архитектурным проектом. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. 2016. С. 300-304.
9. *Гаряев П.Н.* большие данные в строительной отрасли. Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 2. С. 78-80.
10. *Гранкин С.Л., Горяев Н.А.* Применение вычислительной сети физических объектов Научное обозрение. 2015. № 13. С. 159-162.

*Зозуля Ольга Андреевна, студентка 4 курса 4 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Иванов Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРИИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ В КРУПНОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ

В условиях конкуренции борьбы за клиента в нынешней экономике вкладываются огромные средства. По статистике если потребитель остался неудовлетворенным, например, получение отказа в обслуживании или долгосрочное ожидание в очереди, то компании приходится тратить преимущественно в двадцать раз больше денег на его возвращение. В таких условиях целью каждой организации является четкое и эффективное распределение ресурсов. В строительной индустрии основной смысл заключается в переработке и формировании строительных материалов, полученных от поставщиков, в частности сборных конструкций, которые проходят целый жизненный цикл от заявки до выгрузки непосредственно строительных комплектов на стройплощадку.

Для тех компаний, которые занимаются реализацией проектов жилищного и коммерческого строительства, обеспечивающих объекты строительства сборными конструкциями в строгой увязке с технологической последовательностью работ, вспомогательным инструментом для достижений поставленной цели служит снижение расходов на содержании аппарата управления компании при ежедневном повышении эффективности принимаемых решений. Моделирование процесса снабженческой деятельности управления производственно-технологической комплектации (УПТК), по мнению авторов, можно рассматривать как систему массового обслуживания (СМО). В основном, данной системе выделяют два процесса: первый - оформление заказов потребителей сборных конструкций, а второй – непосредственная поставка материалов в соответствии с графиком поставки на стройплощадку. В работе приводится обоснование показателей функционирования СМО, опираясь на которые, можно провести оценку работы основных служб УПТК.

Для любого строительного предприятия под качеством эффективности функционирования (пропускная способность) системы обслуживания потребителей (объектов строительства) понимается не само качество выполнения технологической операции, приоритетом в данном случае выступает скорость выполнения. Но нельзя забывать про то, что важнейшим фактором

деятельности предприятия является прибыль, зависящая от оптимального соотношения между определенным количеством поступающих заявок на обслуживание и числом обрабатывающих постов, учитывая суммарные расходы и издержки на ресурсы и простои машин, которые стремятся к значению минимума.

В качестве примера возьмем крупное строительное предприятие, моделируемый процесс которого ориентирован на формирование строительных комплектов по количеству гарантированных заявок. Вкратце, наш вышеописанный процесс можно поделить на некоторую часть подпроцессов, который вполне может быть реализован при помощи СМО. Цель УПТК – своевременная поставка комплектов на объекты строительства, а задача моделируемого процесса состоит в определении количества постов, которое необходимо для гарантийного обслуживания заявок, поступивших с объектов.

Первым делом, необходимо представить описываемый процесс как двух-фазную разомкнутую сеть массового обслуживания. На первой фазе определяется количество первичных постов обработки заявок, средние показатели времени формирования материалов в состав комплектов, то есть время ожидания состояния на этапе составления групп по определенному типу сборных конструкций, а также их среднее число. Эта фаза является одноканальной системой массового обслуживания с ожиданием. Вторая фаза включает в себя определение вторичных постов и формирование уже полных комплектов всех видов, которые описаны в заявке и передача их на пункты потребителей. Вторая фаза является многоканальной СМО (N-канальной, где число n-число объектов, которым мы будем поставлять строительные комплекты) с неограниченной очередью. Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о дополнении, например, постов первичной сборки и окончательной сборки, показателях эффективности работы организации, также при желании повышения, можно изменять структуру полученной сети, тем самым составлять альтернативные модели системы, сравнивая их, выбирать наилучшую.



Рис.1. Разомкнутая сеть массового обслуживания

С учетом условия, что система будет выдавать такое же количество заявок как на входе, в определенный промежуток времени, рассмотрим укрупненную схему, описанного ранее моделируемого процесса. (Рис.1)

Из рисунка видно, первичная фаза соответствует функционирующей одноканальной системе, а вторичная фаза многоканальной. Вероятность состояний моделируемого процесса рассчитывается как произведение вероятностей состояний СМО. Количество каналов обслуживания на каждом этапе определяется числу сборочных постов единиц материалов N_i . По классике модель потока поступления заявок в систему применяется пуассоновский (простейший) поток, где интенсивность равна λ . Почему он? Он широко применяется при моделировании и хорошо характеризуется набором вероятностей. Длительность обслуживания заявки на двух фазах – независимые величины, следовательно, распределение будет по экспоненциальному закону. Время обработки формирования сборки строительных материалов на постах i -ой стадии, не опирается на время формирование комплектов на предыдущей стадии, а также не зависит от структуры сети. Порядок поступления будет производиться друг за другом, преимущественно при помощи алгоритма «простой очереди».

Подробнее рассмотрим каждую фазу для лучшего понимания.

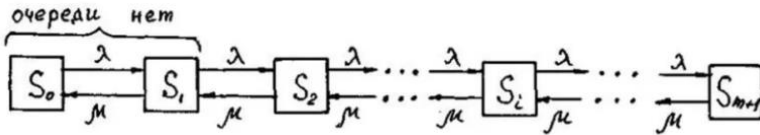


Рис.2. Одноканальная СМО с отказами

Первая фаза (рисунок 2) – первичная сборка сборных конструкций, как мы говорили ранее, что данная система относится к классификации одноканальной СМО с ожиданием, то есть заявки, поступавшие в систему, получают отказ в случае занятости канала, где параметрами (таблица 1) системы являлись:

Таблица 1. Предельные характеристики эффективности для первой фазы

Предельные характеристики	Формулы
Вероятности состояний СМО	$p_k = \frac{T_{об}}{T} p_0, k = 1 \dots m + 1,$ <p>где <i>средний интервал времени между поступающими заявками</i> – T; <i>Среднее время обслуживания одной заявки</i> – $T_{об}$</p>
Относительная пропускная способность СМО	$Q = 1 - p_{откз} = \left\{ 1 - \left(\frac{1-\rho}{1-\rho^{N+1}} \right) \rho^N, \rho \neq 1 \right. \left. 1 - \frac{1}{(N+1)}, \rho = 1, \text{ при } \rho = \frac{\lambda}{\mu} \right.$

Абсолютная пропускная способность	$A = \lambda Q$
Среднее число находящихся в системе заявок	$L_s = \sum_{n=0}^N n P_n = \left\{ \frac{\rho [1 - (N+1)\rho^N + N\rho^{N+1}]}{(1-\rho)(1-\rho^{N+1})}, \rho \neq 1 \right.$ $\left. \neq 1 \frac{N}{2}, \rho = 1 \right.$
Среднее время пребывания заявки в системе	$W_s = \frac{L_s}{\lambda(1 - P_N)}$
Среднее число заявок в очереди	$L_q = \lambda(1 - P_N)W_q$

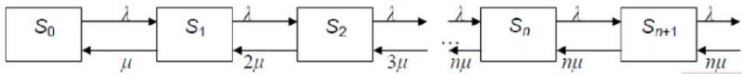


Рис.3. Многофазная СМО с неограниченной очередью

Вторая фаза (рисунок 3) – окончательная сборка, многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью, то есть отказа в обслуживании в таких системах не существует, так как бесконечная очередь, в любом случае, заявка будет обработана. Следовательно, вероятность отказа передачи сформированных комплектов объектам $P_{отказ} = 0$.

Таблица 2. Предельные характеристики эффективности для второй фазы

Предельные характеристики	Формулы
Относительная пропускная способность	$Q=1$
Абсолютная пропускная способность	$A=\lambda Q=\lambda;$
Среднее время поставки комплектов	$t_{обр} = \frac{1}{\mu}$
Вероятности состояний	$p_0 = \left[1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \right]^{-1}; p_1 =$ $= \frac{\rho}{1!} p_0; p_2 = \frac{\rho^2}{2!} p_0 \dots \dots p_n$ $= \frac{\rho^n}{n!} p_0; p_{n+1}$ $= \frac{\rho^{n+1}}{n * n!} p_0 \dots \dots p_{n+r}$ $= \frac{\rho^{n+r}}{n^r * n!} p_0$

Среднее количество комплектов в очереди на поставку	$\bar{r} = \frac{\rho^{n+1} p_0}{n * n! (1 + \chi)^2}$
Среднее число комплектов в системе	$\bar{k} = \bar{r} + \bar{z}$
Среднее время ожидания комплектов к отправке	$t_{ож} = \frac{\rho^n p_0}{n \mu n! (1 + \chi)^2}$
Среднее число занятых машин	$\bar{z} = \frac{A}{\mu} = \frac{\lambda}{\mu} = \rho$
Сетевые показатели (Sum средних значений каждой фразы)	
Среднее число находящихся в сети заявок	$L = L_s + \underline{k}$
Среднее время пребывания заявки в сети	$W = W_s + (t_{ож} + t_{обр})$
Среднее число заявок в очереди	$L_{очереди} = L_q + \bar{r}$
Средняя продолжительность пребывания заявки в очереди	$W_{очереди} = W_q + t_{ож}$

Эффективность работы моделируемой системы, зависит от показателей $W_{очереди}$ и $L_{очереди}$. Чем меньше эти характеристики, тем выше производительность системы.

В рамках выполнения статьи мы рассмотрели управление производственно-технологической комплектации с применением систем массового обслуживания и сделали вывод, что моделирования процесса формирования строительных комплектов, как системы СМО, позволит качественно оценить показатели работы служб обработки гарантийных заявок и поставки комплектов на стройплощадки, оптимизирует число каналов, а также повысит эффективность в случае изменения показателей с минимальными затратами для предприятия.

Библиографический список

1. *Вентцель Е.С.* Исследование операции: Задачи, принципы, методология. - М.: Дрофа, 2006, 206 с.
2. *Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н.* Введение в теорию массового обслуживания. М.: Издательство ЛКИ, 2007
3. *Алмазова Т.А., Иванов Н.А.* Адаптация теории систем массового обслуживания к решению практических задач управления производственным предприятием, Научное обозрение – 2015, № 23. стр. 290-294;

4. *Четыркин Е.М.* Теория массового обслуживания и ее применение в экономике. - М.: Статистика, 1971, 101 с.
5. *Петрова С.Н.* Информационные технологии на предприятиях строительной отрасли//Недвижимость: экономика, управление. 2010. № 3-4. С. 94-95
6. *Коников А.И.* Комбинированный метод ранжирования программных продуктов для управления строительством // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 2 (112). С. 50-53.
7. *Алмазова Т.А., Иванов Н.А.* Применение теории систем массового обслуживания к решению практических задач строительной индустрии, Научное обозрение – 2016, № 7. стр. 217-221.
8. *Garyaev N., Rybakova A.* Cloud interaction technologies in the design and construction В сборнике: МАТЕС Web of Conferences. 2018. С. 01076
9. *Селивёрстов П.Ю., Аубакиров Ш.К.* Система массового обслуживания. Пропускная способность поста. // Вестник науки и образования – 2016. № 6 (18). С. 44-47.

*Бородкин Кирилл Юрьевич, студент 4 курса 1 группы ИЦТМС
Научный руководитель –
Князева Н.В., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫБОРА ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА НА ПЛАНЕ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

В современном мире строительство – неотъемлемая часть городской жизни и городского развития. Города растут, растет количество построенных объектов разных назначений и в условиях плотной городской застройки подбор наиболее удачного расположения объекта, которое учитывало бы, с одной стороны, окупаемость затрат на его возведение, а с другой, сохранение или увеличение комфорта пребывания в данной среде для людей, порой оказывается для проектировщиков и архитекторов трудоемкой задачей.

В связи с этим градостроительству сейчас уделяется большое внимание во всем мире. Необходимо всегда грамотно подбирать участок застройки, анализировать существующие общественные пространства районов, наличие в них продовольственных и не только магазинов. Это является необходимой мерой для того, чтобы все условия комфортной жизни и времяпровождения были соблюдены и обеспечены.

Все больше внимания уделяется автоматизации проектирования в градостроительной сфере, обеспечения открытости и доступности данных для всех участников процесса. Например, одна из многочисленных целей внедрения информационного обеспечения в градостроительство – это своевременное предоставление всех необходимых данных местным органам самоуправления и различным контролирующим органам [5].

Использование информационного моделирования дает возможность визуализировать транспортные узлы, объемы зданий и взаиморасположение на плане застройки. Помимо этого, такое представление позволяет наглядно и быстро выявить проблемы, с которыми может столкнуться генеральный подрядчик в процессе строительства. Широко используется интеграция информационной модели с ГИС (геоинформационные системы) – вид информационного обеспечения, применяемые для создания карт городов, хранящий в большинстве своем данные об объектах, в том числе кадастровые. Они также могут искать, собирать и соответственно анализировать вводимую информацию, и обеспечивают графическое представление полученных карт. Программные обеспечения такого рода помогают пользователю анализировать цифровые карты, а также находить дополнительную об объектах информацию [3].

Выбор строительной площадки – сложная задача, при решении которой необходимо учитывать большое количество разных условий, а перебор и просчет различных вариантов расположения нового объекта – это рутинный труд со множеством повторяющихся операций. Поэтому особенно важно использовать средства автоматизации, которые позволят снизить трудоемкость и обеспечат возможностью просчитывать большее количество вариантов.

Если углубляться в историю, и просмотреть то, как происходила массовая застройка в советские времена, то станет очевидно, что как раз советская политика строительства - богатый материал для анализа процессов изменения среды внутри многочисленных жилых районов. Вся застройка в 70-ых и 80-ых годах прошлого столетия была типовой и порой даже в городах, находящихся в нескольких тысячах километров друг от друга, можно найти улицу или даже целый квартал в каждом из них, сопоставив которые, отличить один город от другого под силу, как правило, только местным жителям [2].

Если начать анализировать то, какой была стройка и каким образом проектировались и возводились жилые массивы в те года, можно убедиться в том, что существует на данный момент определенная тенденция, а именно - сложившаяся неорганизованность среды внутри районов, отсутствие дифференциации территорий по принадлежности конкретным владельцам.

Во многом из этого следует большое количество проблем, с которым современным архитекторам, проектировщикам и градостроителям приходится сталкиваться сейчас. Например:

1. Большое количество пустующих территорий, находящихся внутри двора;
2. Наличие автомобильных парковок там, где по всем законам их быть не должно, а также неухоженные тротуары и проезжие части;
3. Растущее количество возводимых объектов обслуживания, которые по стилю не вписываются в застройку и порой даже усложняют жизнь автомобилистам;
4. Необустроенные пешеходные дороги, их возникновение в неожиданных местах.[1]

Перечисленные выше состояния абсолютного большинства российских дворов, районов, кварталов позволяют предложить алгоритм проектирования как массовой застройки, так и выбора места для организации строительства в современных условиях. Второе подлежит более детальному рассмотрению.

Ниже предложен алгоритм выбора площадки для застройки:

- Основываясь на данных геоинформационных систем о застройке, загрузка в систему данных о близлежащих объектах, оттуда же происходит выгрузка кадастровых данных о них;

- Расчет минимальных габаритов объекта, также параллельно учитываемая площадь социальных зон, примыкающих к зданию;
- Поиск свободных участков, подходящих по площади, проверка функционального назначения, полный их перебор и выбор наиболее удобного;
- В качестве дополнительной проверки – исследование прилегающей территории на наличие развитой социальной инфраструктуры по их функциональному назначению;
- Последняя проверка – исследование жилых объектов на их присутствие в программе реновации, в случае если такие имеются – возвращение к пункту 3 и рассмотрение данного участка как свободного.

Для решения данной проблемы необходимо будет прибегнуть к алгоритмическому проектированию, поскольку пока нет альтернативных подходов автоматизации перебора и оценки большого количества вариантов. Одним из программных комплексов, в которых возможна реализация автоматизированного подбора участка жилого объекта, является «Rhino». Но данную работу нельзя совершить, используя только одно программное обеспечение. Для этого понадобится связь с ГИС, которая позволит построить городскую застройку в объеме, и непосредственно автоматизировать выбор площадки для застройки [4].

При необходимости выгрузки результата в среду информационного моделирования, есть возможность настроить интероперабельность с программными комплексами «Revit» или «ArchiCAD».

Библиографический список

1. Проектирование жилых районов массовой застройки в современных условиях // CYBERLENINKA URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-zhilyh-rayonov-massovoy-zastroyki-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 23.02.2021).
2. Altman I. The Environment and Social Behavior.. - 1975. - 112-120 с.
3. Геоинформационные системы: что это за технология и как работает // РБК URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/61f8fb399a7947618807cc41> (дата обращения: 23.02.2021).
4. АНАЛИЗ ДОСТУПНОСТИ ТЕРРИТОРИИ: ТЕОРИЯ И ПРИМЕРЫ // СОФТКУЛЬТУРА URL: <https://softculture.cc/blog/entries/articles/analiz-dostupnosti-territorii> (дата обращения: 23.02.2021).
5. Проблемы и перспективы создания информационной системы обеспечения градостроительной деятельности // CYBERLENINKA URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-sozdaniya-informatsionnoy-sistemy-obespecheniya-gradostroitelnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 23.02.2021).
6. Баранова О.М., Гаряев Н.А., Гаряева В.В. Операционные системы Москва, 2009.
7. Гаряева В.В., Гаряев Н.А. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Информатика" Москва, 2009.

Мусатов Владимир Михайлович, студент магистратуры 13 группы 1 курса ИЦТМС

Научный руководитель –

Гаряев Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗА ВЫПОЛНЕНИЕМ СМР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ, БПЛА И СТРОИТЕЛЬНОЙ BIM-МОДЕЛИ

В настоящее время все больше новых методов контроля за выполнением строительно-монтажных работ (СМР) интегрируется в строительство. В частности, к таким методам относятся: использование роботизированных средств измерений (РСИ) и использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Все эти методы применяются совместно со строительными BIM-моделями зданий на протяжении всего цикла строительного производства. Контроль с использованием вышеперечисленных технологий позволяет производить качественную оценку рисков при производстве СМР.

Риски при производстве СМР – это, в первую очередь, несоблюдение сроков строительства, низкое качество строительно-монтажных работ, системные ошибки в ведении календарного графика, низкое качество материала, нарушения техники безопасности и охраны труда. Это самые высокие управленческие и производственные риски, от которых зависит конечный результат. Последствия реализации данных рисков заключаются в возникновении дополнительных издержек, срыве сроков сдачи проекта, ущербе деловой репутации [1].

Методы рассматриваемы в данной статье в первую очередь направлены на снижение к минимуму рисков при производстве СМР.

Требования к выполнению таких работ, их описание, требуемый результат, периодичность, инструментарий определяются утвержденным заказчиком техническим заданием (ЕИР), планом выполнения BIM-проекта (ВЕР) на стадии СМР и нормативными документами [2].

Важно понимать, что такие методы как: использование РСИ, БПЛА и строительных BIM-моделей работают в комплексе и совместно обеспечивают контроль за выполнением СМР.

Сущность данных методов состоит в следующем:

С периодичностью обозначенной в ВЕР (например, 1 раз в неделю) или в любое время по запросу заказчика, специалисты по BIM-сопровождению путём выезда на строительную площадку Объекта капитального строительства (ОКС) осуществляют контрольную геодезическую съёмку с использованием

роботизированного тахеометра (РТ) и фотограмметрическую съёмку с использованием БПЛА.

Метод контроля с использованием РСИ:

Перед выполнением контрольной геодезической съёмки специалист проводит предварительную подготовку строительных BIM-моделей ОКС. Намечаются точки, по которым требуется произвести съёмку и определяются их проектные координаты [3].

После проведения контрольной геодезической съёмки, специалист загружает полученные результаты в виде фактических координат намеченных точек напрямую в строительные BIM-модели Объекта. Путём сопоставления проектных координат намечаемых точек с фактическими формируется отчёт об отклонениях построенных элементов Объекта с их проектным положением.

Виды отклонения определяется с использованием допусков для различных категорий элементов. Такие допуски как правило указываются в ВЕР.

По результатам наблюдений формируется ведомость дефектов. Сведения о дефектах вносятся в отчет на еженедельной основе.

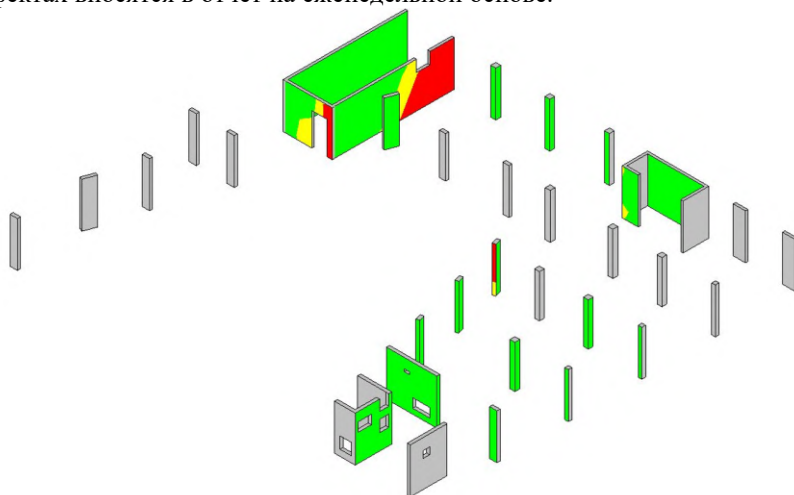


Рис. 1. Представление результата съемки с использованием РСИ в строительной BIM-модели, где показаны: зелѐным - нормальные отклонения, желтым - средние отклонения, красным - критические отклонения.

Метод контроля с использованием БПЛА:

Специалист по BIM-сопровождению еженедельно проводит съёмку строительной площадки с помощью беспилотного летательного аппарата и выполняет фотограмметрию. Результаты фотограмметрии накладываются по опознавательным точкам на строительную BIM-модель для верификации статусов по видам работ и определения несоответствий между фактическим

и проектным/плановым положением элементов. Также для верификации статусов по видам работ (в основном для линейных объектов) могут использоваться ортофотопланы объектов. В дальнейшем описание и анализ причин несоответствий фиксируются в отчёте на еженедельной основе [4].



Рис. 2. Фотограмметрическая модель ОКС на этапе строительства.

По итогу недели формируется актуальная сводная версия строительной BIM-модели, а также на её основе формируется отчет о ходе строительства.

На протяжении всего строительного производства постепенно формируется строительная BIM-модель. Данная модель, на основании фотограмметрии, ортофотопланов, отчётов об отклонениях и осмотров объекта строительства специалистом по BIM-сопровождению, еженедельно дополняется актуальной информацией о строящемся ОКС. В модель вносятся информация о фактически смонтированных элементах ОКС и информация о допуске смонтированных элементов. В дальнейшем формируется журнал выполненных работ и план-фактный анализ в стоимостных показателях с разбивкой по видам работ, сделанных на объекте.

Сводная строительная модель в первую очередь используется заказчиком для контроля за ходом выполнения СМР, за соблюдением сроков строительства и за качеством строительства.

По завершению этапа «строительство» и получения разрешения на ввод объекта в эксплуатацию конечный вариант строительной BIM-модели переходит из статуса «как строится» в статус - «как построено» и сохраняется в неизменном виде, как и BIM-модели на предыдущих этапах [5].

В дальнейшем, для организации этапа «эксплуатация», строительной BIM-модели «как построено» присваивают наименование «как эксплуатируется». Копию такой модели передают организации, осуществляющей этап «эксплуатация», для внесения в неё изменений, осуществляемых в процессе эксплуатации [5].

Методы контроля за выполнением СМР, приведенные в данной статье, уже применяются в практике на реальных объектах. Они значительно автоматизируют и упрощают процесс контроля за ведением строительства, позволяют избежать основную массу ошибок при строительстве, а также позволяют наглядно презентовать информацию о ходе СМР заказчикам и инвесторам. Реализация данных методов на новых объектах со сложной архитектурой или на объектах реконструкции действительно необходима, и рекомендуется к применению.

Библиографический список

1. Шарманов, В. В. Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий / В. В. Шарманов, Т. Л. Симанкина, А. Е. Мамаев // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 12(63). – С. 113-124. – DOI 10.18720/CUBS.63.6. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32389425> (дата обращения: 27.02.2022)
2. Пельменева, Е. И. Основные аспекты нормативного регулирования технологии информационного моделирования в России / Е. И. Пельменева, О. В. Литвинова // Молодежный вестник ИргТУ. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 131-137. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46120546> (дата обращения: 27.02.2022)
3. Гура, Д. А. Цифровой интеллектуальный мониторинг линейных инфраструктурных объектов на основе трехмерных данных / Д. А. Гура, Ю. В. Дубенко, А. П. Павлюкова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2020. – № 2. – С. 103-114. – DOI 10.17308/sait.2020.2/2920. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43798327> (дата обращения: 27.02.2022)
4. Абрамян, С. Г. Перспектива и опыт применения беспилотных летательных аппаратов в строительстве / С. Г. Абрамян, А. О. Бурлаченко, А. В. Кумов // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сборник трудов Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Волгоград, 01–02 декабря 2020 года / Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2020. – С. 10-14. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46109109> (дата обращения: 27.02.2022)
5. Патент № 2686006 С1 Российская Федерация, МПК G06Q 50/08, G05B 17/00, G06N 99/00. Способ и система информационного моделирования бизнес-процессов жизненного цикла производственного объекта : № 2018118342 : заявл. 18.05.2018 : опубл. 23.04.2019 / О. П. Андреев, А. Г. Бочаров, М. Е. Бочаров ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Газпром проектирование". [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38145499> (дата обращения: 27.02.2022)
6. *Garyaev N., Rybakova A.* Cloud interaction technologies in the design and construction В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01076

7. *Garyaev N., Garyaeva V.* Big Data technology in construction/ В сборнике: E3S Web of Conferences. 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. 2019. С. 01032.

8. *Рыбина А.В., Гаряева В.В.* Анализ эффективности применения программ моделирования 3D-объектов в строительном проектировании. Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 5. С. 246-249.

9. *Garyaeva V.* Formation of competitive skills of civil engineers in the field of BIM technologies. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01077.

10. *Гаряев П.Н.* Автоматизация градостроительного зонирования. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 546-549.

11. *Кузнецова К.К., Гаряев П.Н.* Применение 4D BIM-технологий для управления архитектурным проектом. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. 2016. С. 300-304.

12. *Дмитриева И.С., Гаряев П.Н.* Интеграция календарно-сетевых графиков с системами автоматизированного проектирования с использованием SYNCHRO 4D. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. 2016. С. 323-327.

Родюшкин Илья Владимирович, студент магистратуры 2 курса 3 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Гаряев П.Н., доцент, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫБОРА КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ГРУНТОВЫХ РАБОТ.

Актуальность: в настоящее время область автоматизации в строительстве активно развивается, создаются новые технологии, новые строительные материалы, конкуренция на внутреннем рынке растет, требуется повышение эффективности процессов и производства. Ежегодно сложность строительных проектов растет, поэтому оптимальный выбор техники для строительных работ становится все более важной задачей. Исходя из этого автоматизация обеспечит повышение качества и эффективности работы специалистов данной области, а также позволит сэкономить большое количество времени.

Объектом автоматизации является организация, занимающаяся подбором комплектов машин для гидромеханизации грунтовых работ. Основной целью автоматизации является повышение качества и эффективности работы, повышение безопасности, улучшение качества регулирования, улучшение эргономики труда операторов процесса [1].

Основные понятия и терминология гидромеханизации.

Гидромеханизация - способ производства земляных работ, основанный на использовании для разработки, транспортировки и укладки грунта энергии воды.

Средства гидромеханизации, применяемые для производства земляных работ гидромеханизированным способом, подразделяют:

а) для разработки грунта: гидромониторы – приспособления, служащие для создания плотной, компактной водяной струи с большой скоростью и для управления ее полетом; землесосные снаряды – плавучие самоходные и несамоходные суда, предназначенные для разработки грунта в подводных закрытых (мокрых) забоях;

б) для транспортирования грунта (пульпы-гидросмеси): насосные станции, стационарные и передвижные; центробежные насосы для перекачки пульпы (землесосы), для подачи воды к гидромониторам и для вспомогательных работ; землесосные перекачивающие станции; гидроэлеваторы – водоструйные насосы; трубопроводы для транспортирования пульпы и воды;

в) для вспомогательных (сопутствующих) работ – бульдозеры, краны, экскаваторы и т.п. [2].

Вводная часть – создание базы данных

Одним из этапов разработки программной системы является создание базы данных. База данных - это именованная совокупность структурированных данных, отражающая состояние объектов и их отношений в конкретной предметной области. В узком смысле база данных представляет собой набор данных о конкретном объекте, организованных определенным образом. В широком смысле база данных представляет собой совокупность сведений о конкретных объектах. Целью базы данных является необходимость упорядочить фактические данные по различным признакам, так чтобы иметь возможность быстро извлекать требуемую информацию. Как правило, с одной базой данных может работать несколько пользователей. Для реализации будем использовать MS Access [3].

Структура MS Access

MS Access – это функционально полная реляционная СУБД, работающая в среде Windows. Access позволяет создавать сложные базы данных, задавая структуру таблиц и определяя связи между ними. MS Access содержит возможности для создания запросов, отчетов и форм любой сложности. В Access можно использовать все возможности Windows обмена данными между приложениями (DDE и OLE), что позволяет включить в базу данных графическую и звуковую информацию. База данных Access состоит из объектов, связанных с хранимыми данными (таблицы, запросы, формы, отчеты, страницы, макросы, модули). Все объекты Access хранятся в одном файле. В таблицах хранятся данные, которые можно добавлять, редактировать, просматривать. Запросы позволяют быстро выбирать необходимую информацию из таблиц. Используя формы, можно вводить данные в таблицы, выводить на экран в удобном виде, просматривать и изменять их [4].

Проектирование схемы базы данных

Целью проектирования базы данных является сокращение избыточности хранимых данных, а, следовательно, экономия объема используемой памяти, уменьшение затрат на многократные операции обновления избыточных копий и устранение возможности возникновения противоречий из-за хранения в разных местах сведений об одном и том же объекте. База данных должна обеспечить оптимальное использование оперативной и дисковой памяти, возможность изменения данных и обеспечить целостность данных. В работе она будет представлена в виде схемы базы данных, так как это позволяет отобразить основные объекты и взаимосвязь между ними [5].

Выделим основные этапы при разработке базы данных: на первом этапе мы разберемся с таблицами, на втором создадим все возможные формы, на третьем этапе речь пойдет о создании запросов разного вида, на четвертом заключительном этапе мы поговорим про отчеты.

Первый этап – создание таблиц

Таблица базы данных (table) - регулярная структура, которая состоит из однотипных строк (записей, records), разбитых на столбцы (поля, fields).

Создаем таблицы в соответствии с продуманной ранее концептуальной моделью. Рассмотрим основные шаги при создании таблицы:

1. Определяем состав необходимых полей (столбцов) в таблице,
2. Присваиваем имя полю,
3. Определяемся с типом данных для каждого поля.

Обычно используются следующие типы данных:

Текст с возможным различным количеством символов в ячейках – VARCHAR,

Текст с постоянным количеством символов – FIXEDCHAR,

Десятичное число – DECIMAL,

Целое число – INTEGER,

Короткое целое число – SMALLINT,

Число с плавающей запятой – FLOAT,

Дата с указанием требуемого формата – DATE.

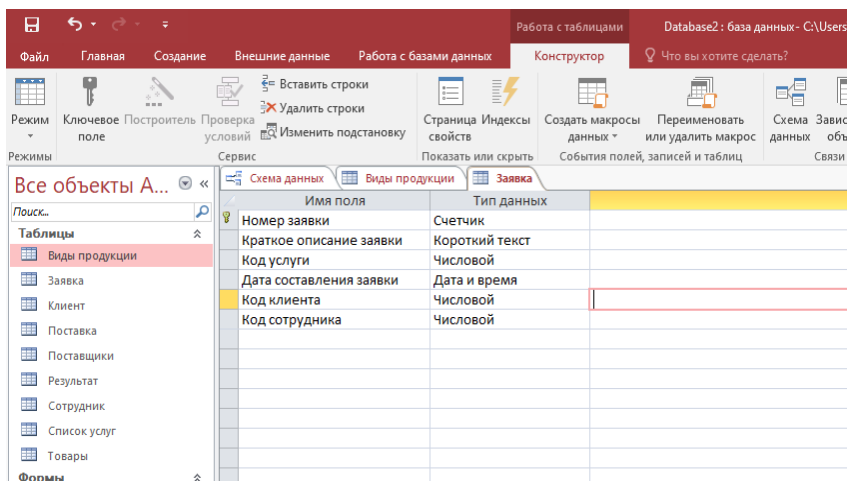


Рис. 1 – Созданные таблицы в конструкторе

Второй этап – создание различных форм

Объект «Формы» используется для удобного ввода необходимых данных в таблицу, просмотра этих данных и для их редактирования.

Пункт 1. Разделенная форма. Как мы видим, сверху располагается текущая запись, а снизу выводятся все записи таблицы «Поставка». В последствие щелкая по каждой поставке в нижней части формы у нас она будет отображаться в верхней части.

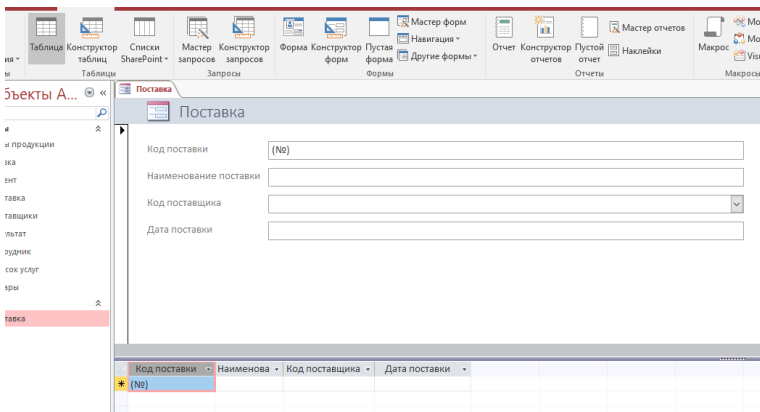


Рис. 2 – Разделенная форма

Пункт 2. Форма. Выберем таблицу «Поставщики», перейдем на вкладку «Создание» и выберем пункт «Форма». После этого все поставки группируются по поставщикам. Перейдем в конструктор форм и для удобства изменим название на «Поставки по поставщикам», после чего вернемся в режим просмотра форм. В результате в верхней части формы оператор сможет просматривать и переключаться между поставщиками, а в подчиненной форме переходить по записям поставок в пределах одного поставщика.

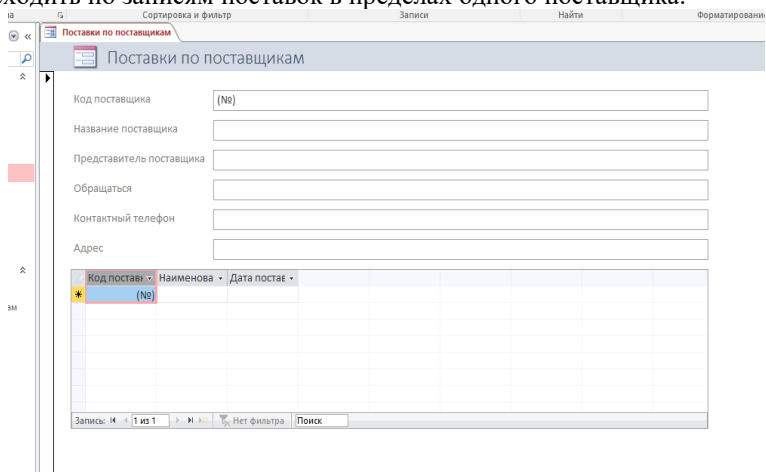


Рис. 3 – Стандартная форма

Пункт 3. Мастер форм. Теперь рассмотрим самый популярный способ создания форм в программе Microsoft Access. Выберем таблицу «Клиенты», перейдем на вкладку создание и выберем пункт «Мастер форм». Выбираем все необходимые поля, далее определяемся с тем, какой внешний вид формы

нам нужен и задаем имя данной форме «Клиенты общий список». Если какие-то данные не поместились полностью на экран, то в режиме макета можно немного отредактировать внешний вид данной формы. Чтобы внести данные в таблицу «Клиенты» с помощью данной формы для этого достаточно перейти на последнюю строчку и набрать данные нового клиента.

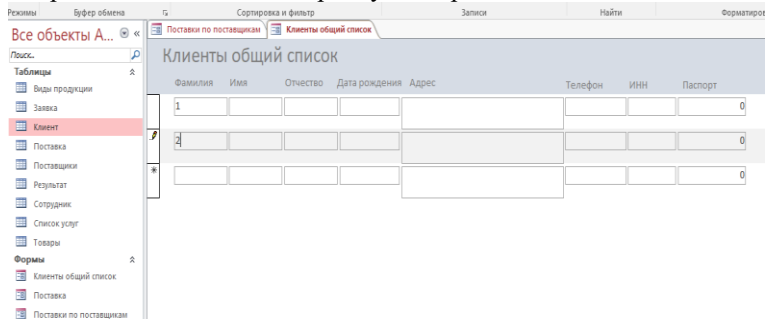


Рис. 4 – Создание формы с использованием «Мастер форм» - режим макета

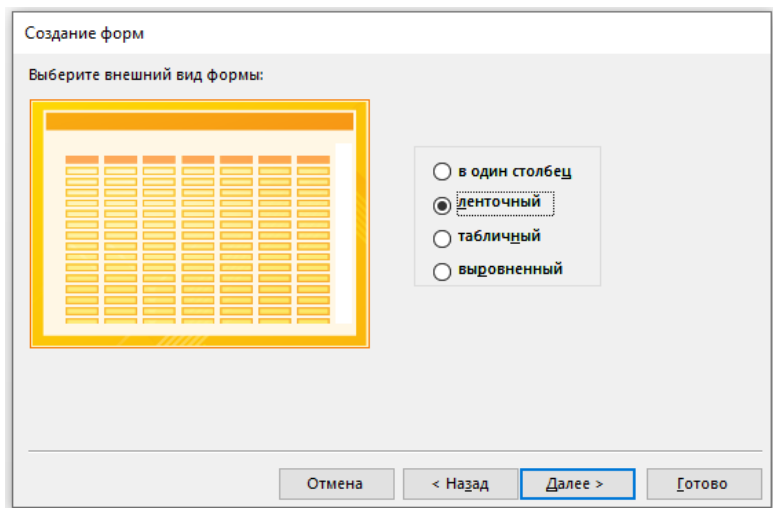


Рис. 5 – Создание формы с использованием «Мастер форм» - внешний вид

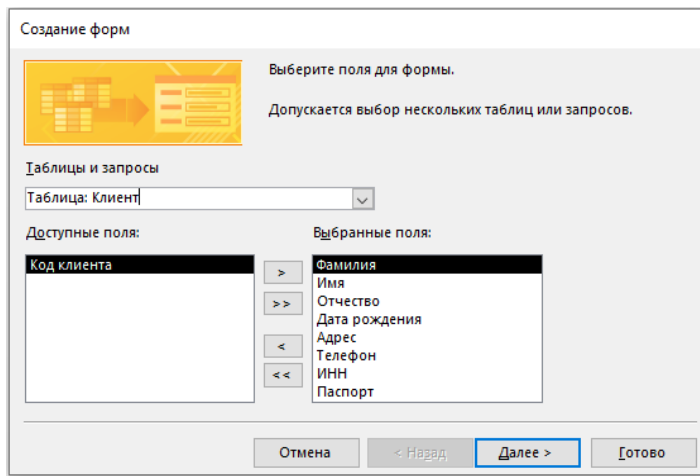


Рис. 6 – Создание формы с использование «Мастер форм» - выбор полей

Пункт 4. Форма главное-подчиненное. Теперь с помощью Мастера форм создадим сложную форму типа главное-подчиненное. Для этого запускаем Мастер форм, здесь, в нужных нам таблицах «Поставки» и «Товары», выбираем необходимые поля. Вид представления данных – подчиненные формы. Для основной формы зададим название «Товары по поставкам». В результате в основной форме мы сможем переходить между поставками, а в подчиненной форме будут отображать товары, относящиеся к конкретной поставке.

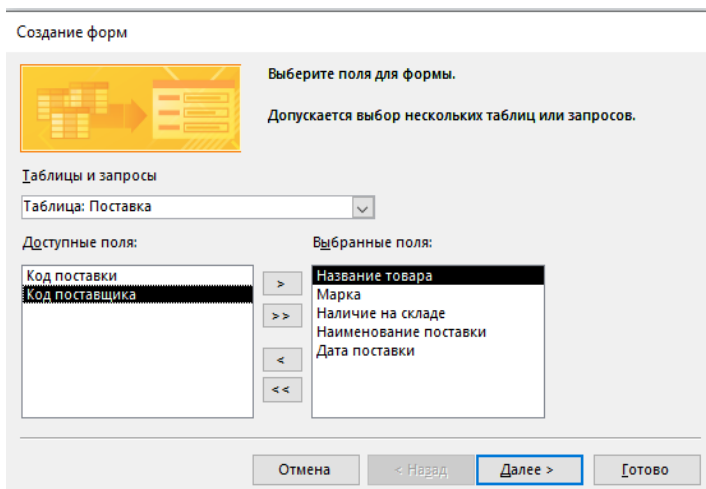


Рис. 7 – Форма главное – подчиненное: выбор полей для формы

Создание форм

Выберите вид представления данных:

- Поставка

- Товары

Код поставщика, Наименование поставки,
Дата поставки

Название товара, Марка, Наличие на
складе

Подчиненные формы Связанные формы

Рис. 8 – Форма главное – подчиненное: выбор вида представления данных

Схема данных Товары по поставкам

Товары по поставкам

Код поставщика

Наименование поставки

Дата поставки

Товары

	Название товара	Марка	Наличие на складе
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>

Записи: 2 из 2 Нет фильтра Поиск

Рис. 9 – Форма главное – подчиненное: режим макета

Библиографический список

1. *Емельянова Н.З.* Основы построения автоматизированных информационных систем: / Н. З. Емельянова, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. - 415 с.
2. *Першин, М. Н.* Возведение земляного полотна автомобильных дорог с применением средств гидромеханизации: учебное пособие / М. Н. Першин, Г. И. Артюхина, А. С. Симонова. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 40 с.
3. *Ахметгалиева, Л. Р.* Базы данных: Microsoft Access: учебно-методическое пособие / В. Р. Ахметгалиева, Л. Р. Галяутдинова. — Москва: Российский государственный университет правосудия, 2017. — 95 с
4. *Сосновиков, Г. К.* Средства разработки реляционных баз данных в СУБД Access 2010: учебное пособие / Г. К. Сосновиков, Л. А. Воробейчиков. — Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2017. — 129 с.
5. *Гурвиц Г.* Microsoft Access 2010. Разработка приложений на реальном примере. СПб.: БХВ-СПб, 2010 – 469 с.
6. *Garyaev N., Rybakova A.* Cloud interaction technologies in the design and construction. В сборнике: МАТЕС Web of Conferences. 2018. С. 01076
7. *Garyaev N., Garyaeva V.* Big Data technology in construction/ В сборнике: E3S Web of Conferences. 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. 2019. С. 01032.
8. *Рыбина А.В., Гаряева В.В.* Анализ эффективности применения программ моделирования 3D-объектов в строительном проектировании. Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 5. С. 246-249.
9. *Garyaeva V.* Formation of competitive skills of civil engineers in the field of BIM technologies. В сборнике: МАТЕС Web of Conferences. 2018. С. 01077.
10. *Гаряев П.Н.* Автоматизация градостроительного зонирования. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 546-549.
11. *Кузнецова К.К., Гаряев П.Н.* Применение 4D BIM-технологий для управления архитектурным проектом. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. 2016. С. 300-304.
12. *Дмитриева И.С., Гаряев П.Н.* Интеграция календарно-сетевых графиков с системами автоматизированного проектирования с использованием SYNCHRO 4D. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. 2016. С. 323-327.

Фадин Дмитрий Александрович, студент магистратуры 2 курса 14 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

Гинзбург А.В., заведующий кафедрой ИСТАС, д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОЗДАНИЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ В ПО BENTLEY ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Аннотация. Исследование направлено на разработку алгоритма автоматизированного создания таблиц спецификаций согласно российским нормативным документам в программном комплексе Bentley Systems. Данная проблема является крайне актуальной в связи с тем, что Bentley Systems, в первую очередь, - американская компания, которая только недавно стала активно занимать российский рынок. В связи с этим у российских проектировщиков при подготовке проектной документации, возникают сложности при создании таблиц спецификаций. Дело в том, что встроенная функция создания таблиц не предусматривает изменение структуры таблиц, а также настройки необходимых размеров. Следовательно, для российских пользователей единственное решение данной проблемы является ручной сбор информации и добавление уже в сформированный чертеж необходимых таблиц, что влечет за собой повышение шанса на ошибку и замедлением создания документации. Сократить влияние человеческого фактора и существенно ускорить создание таблиц можно за счет создания приложения для автоматизированного сбора информации о модели и создания таблиц спецификаций. [1]

В статье рассмотрены нормативные документы, согласно которым необходимо создавать таблицы спецификаций, представлен алгоритм сбора и систематизации данных о модели.

Введение

На сегодняшний день существует множество средств для разработки информационных моделей. Каждое имеет свои преимущества и недостатки. Одним из таких средств является программное обеспечение (ПО) компании Bentley Systems.

Bentley Systems – это компания разработчик программных средств информационного моделирования. Она предоставляет решения на всех этапах жизненного цикла объектов строительства от идеи до сноса здания с учетом потребностей различных специалистов [2].

Согласно ГОСТу 21.501-2018 в состав рабочей документации обязательно входят спецификации на оборудование, изделия и материалы.

Одним из недостатков, с которыми столкнулись российские инженеры-проектировщики: встроенная функция создания спецификаций совершенно не соответствует российским стандартам проектирования. И так же не позволяет динамически настроить вывод таблицы спецификаций по заданным параметрам в модель согласно ГОСТ 21.501-2018. В состав рабочей документации на железобетонную конструкцию включают спецификации, сборочные чертежи, чертежи деталей и, при необходимости, технические условия. Спецификация на железобетонное изделие выполняется по ГОСТ 19.202-78 [3] с учетом требований ГОСТ 21.101-2020 [4]. Пример спецификации элементов представлен на рис. 1.

Спецификация элементов

<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Масса, ед., кг</i>	<i>Приме- чание</i>
		<i>Арматурные изделия</i>			
<i>С7</i>	<i>1020-1/871-1-К11</i>	<i>Сетка арматурная</i>	<i>1</i>	<i>27,83</i>	
<i>С10</i>	<i>1020-1/871-1-К11</i>	<i>Сетка арматурная</i>	<i>3</i>	<i>2,75</i>	
		<i>Детали</i>			
<i>3</i>	<i>ГОСТ 5781-82</i>	<i>φ20 А-1 (А240), l=1716</i>	<i>1</i>	<i>4,24</i>	
<i>5</i>	<i>ГОСТ 5781-82</i>	<i>φ8 А-1 (А240), l=880</i>	<i>8</i>	<i>0,35</i>	
		<i>Материалы</i>			
<i>4</i>	<i>ГОСТ 7473-94</i>	<i>Бетон В15</i>		<i>5300</i>	

Рис. 1. Форма спецификации на железобетонную конструкцию

В связи с этим, инженерам-проектировщикам приходится самостоятельно искать в модели все необходимые элементы и вручную выписывать в таблицу соответствующие свойства, что может увеличить вероятность возникновения ошибок. Следовательно, возникает необходимость в автоматизации данного процесса.

Цели и задачи

Целью данной работы является повышение качества и скорости рабочего процесса проектирования за счет разработки программного обеспечения автоматизированной системы формирования спецификаций стальной и железобетонной конструкции.

В рамках этой работы были решены следующие задачи:

1. Анализ рабочего процесса инженеров конструкторов.

2. Анализ рабочей документации строительного объекта.
3. Описание особенностей работы с моделью и с элементами модели в программной среде Bentley ProStructures API.
4. Особенности создания таблиц спецификаций в программном комплексе Bentley ProStructures.
5. Проведение эксперимента: разработка системы автоматизированного формирования спецификаций в программном комплексе Bentley.
6. Исследование влияния спецификаций на все стадии проектирования.

В рамках проекта выдвинуто предположение, что таблицы спецификаций положительно влияют на стадию сноса и утилизации ОСС (отходы строительства и сноса), так как достоверные данные помогут учитывать количество строительного мусора и количество перерабатываемых материалов, которые можно переработать и использовать в последующих объектах. Схема мигрирования данных для спецификаций представлена на рисунке 2.

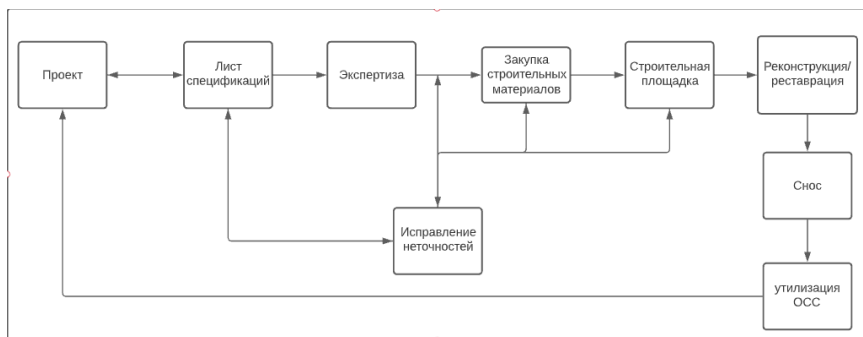


Рис. 2. Схема мигрирования данных для спецификаций

Данная работа будет актуальна для инженеров-проектировщиков, так как позволит ускорить процесс формирования таблицы спецификаций, что существенно сократит время проектирования.

Новизна работы заключается в динамическом подходе к формированию спецификаций железобетонных и стальных конструкций путем автоматизированного сбора информации из модели и формированию необходимой спецификации.

Алгоритм решения поставленной задачи:

1. Получение информационной модели.
2. Извлечение всех элементов, входящих в информационную модель.
3. Выборка только необходимых элементов, входящих под конкретную таблицу спецификаций.
4. Перебор всех элементов, входящих в выборку и получение необходимых свойств.
5. Запись свойств в массив.

6. Работа с массивом свойств (а именно: сортировка, удаление артефактов модели, подсчет количества элементов с одинаковыми свойствами, при необходимости, изменение свойств в информационной модели) [6].

7. Создание таблицы и вывод ее в информационную модель.

Описание алгоритма. При помощи функций API были объявлены переменные, которые будут хранить свойства элементов. Далее получены все элементы модели из ProStructures. Если количество не равно нулю, то запускается цикл по этим элементам, читаются основные свойства элемента и сравниваются по типу элемента. Так как проектировщики используют только определенные типы железобетонных элементов, алгоритм учитывает только эти типы, а именно на бетонной панели, бетонной плите и бетонном основании. Если один из элементов подходит под этот тип, то приложение считывает свойства этого элемента, получает все элементы арматуры, входящие в этот бетонный элемент, и записывает в массив. В конце работы алгоритма приложение выдаст сообщение о том, что спецификация успешно создана, и ее можно размещать на листе.

Результаты

Итогом выполнения данной работы является приложение, легко встраиваемое в программный продукт Bentley ProStructures, которое сможет в автоматизированном режиме создавать все необходимые спецификации для стальных и железобетонных конструкций, что существенно сократит время проектирования и уменьшит шанс появления ошибок при проектировании.

После проведения эксперимента было создано приложение, встроенное в Bentley ProStructures. После вызова этого приложения откроется меню для выбора необходимой таблицы спецификаций, после чего создастся таблица, которую пользователь может разместить в своем проекте.

Спецификация АС (для марок КЖ, КР, КЖ.О)					
Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед., кг	Примечание
ЛХФ-45-18.7	ГОСТ 23120-2016	Марш стальной ЛХФ-45-18.7	1	82,8	
ЛХФ-45-18.7	ГОСТ 23120-2016	Марш стальной ЛХФ-45-18.7	1	82,8	
	ГОСТ 24045-2016	Лестница пожарная			
СХ-40	ГОСТ 23120-2016	Лестница пожарная СХ-40	1	63,6	
ПХФ-219	ГОСТ 23120-2016	Площадка стальная ПХФ-219	1	102,3	
ПХФ-219	ГОСТ 23120-2016	Площадка стальная ПХФ-219	1	102,3	
ОПБХ-12.9	ГОСТ 25772-83	Ограждение лестниц стальное ОПБХ-12.9	1	10,4	
ОЛХ45-12.18	ГОСТ 25772-83	Ограждение лестниц стальное ОЛХ45-12.18	1	10,9	

Рис. 3 Результат выполнения программы

Библиографический список

1. Для разработчиков ПО Bentley Systems [Электронный ресурс] URL: <https://www.bentley.com/ru/software-developers> (дата обращения 10.02.2022)
2. О компании «Bentley Systems» [Электронный ресурс] URL: https://rk6.bmstu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=138:bentley-systems-incorporated&catid=16&Itemid=168 (дата обращения 10.02.2022)
3. ГОСТ Р 19.202-78 «Единая система программной документации. Спецификация. Требования к содержанию и оформлению»
4. ГОСТ 21.101-2020 «Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. *Ж. Л. Наумова, Е. А. Шабельникова*. Инженерная графика. Строительное черчение: Методические указания для бакалавров направлений «Строительство», «Нефтяное дело», «Техника безопасности» заочной формы обучения.– Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос.ун-та, 2016
6. Основные виды сортировок [Электронный ресурс] URL: <https://academy.yandex.ru/posts/osnovnye-vidy-sortirovok-i-primery-ikh-realizatsii> (дата обращения 10.02.2022)
7. *Гинзбург А.В.* BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России, 2016, №5 (153), – с. 28–31.
8. *Ginzburg A.V.* LE IM: Living Environment Information Modelling / International Scientific Conference Environmental Science for Construction Industry, ESCI 2018; Ho Chi Minh City; Viet Nam: MATEC Web of Conferences, Volume 193, 05030 (2018)
9. *Гинзбург А.В., Каган П.Б.* САПР организации строительства. / САПР и графика, 1999 № 9 – с. 32–34.
10. *Тюгашев, А. А.* Об автоматизированной спецификации, верификации и синтезе управляющих программ реального времени на базе логического и алгебраического подходов / А. А. Тюгашев // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2006. – Т. 1. – С. 143-146.
11. Инструментальная система создания автоматизированных информационных систем на основе спецификаций / Е. С. Фереферов, И. В. Бычков, Г. М. Ружников, А. Е. Хмельнов // Информационные и математические технологии в науке и управлении Иркутск- Байкал: Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, 2012. – С. 264-271.

*Шаровская Яна Вадимовна, студентка 4 курса 2 группы ИЦТМС
Научный руководитель-
Гаряев Н.А., доцент кафедры ИСТАС, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ХОДА СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Для фото/видеосъемки хода строительства различных объектов с воздуха в настоящее время очень удобными являются беспилотные летательные аппараты [1]. Панорамные снимки с дрона дают более детальную информацию, чем снимки с земли. Беспилотные летательные аппараты при помощи программного обеспечения создают динамическую 3D-модель стройплощадки, которая накладывается на строительный проект, схему участка, что позволяет точно мониторить и анализировать динамику строительных работ, планировать дальнейший процесс действий [2].

Опираясь на п. 8 ч. 2 ст. 3.1 Федерального закона 214-ФЗ с 1 января 2017 года обязанность застройщика по размещению фотографий строящегося объекта введена поправками в закон о долевом строительстве. «Фотографии, указанные в п.8 ч.2 настоящей статьи, подлежат размещению в единой информационной системе жилищного строительства ежемесячно.» Согласно закону, застройщик должен предоставлять фотоматериалы. Исходя из этого можно сделать вывод об актуальности данной темы.

Такой подход, с применением БПЛА, позволяет сократить команду специалистов на площадке и в несколько раз снижает сроки и стоимость работ. Тем самым предоставленные данные после съемки с дрона помогают принять верные решения членам строительства о дальнейшем ходе работ, что в свою очередь увеличивает эффективность работы и повышает качество итогового продукта.

В наши дни длительное время практически любой строительной команды строительного проекта затрачивается на такие действия, как сбор данных и устранение ошибок. Это создает большие задержки по времени выполнения проекта. Новые дрон-технологии позволяют автоматизировать данные процессы строительства.

Почему именно беспилотники? Вся прелесть состоит в скорости и точности. Данные, полученные после съемки облета дрона руководители строительства могут получить в «реальном времени» с актуальной информацией о строительной площадке на сегодняшний день.

Одним из платформ для помощи автоматизации системы мониторинга строительства с применением беспилотного летательного аппарата является

ПО DroneDeploy [3]. Оно представляет собой облачный сервис, который создан специально для картографии и анализа данных, полученных с дронов [4]. Программные решения DroneDeploy на базе облачной платформы позволяют контролировать рабочие процессы и отображать их в реальном времени, а также, обрабатывать данные.

Осуществлять мониторинг хода строительства позволяет достаточно простой и доступный интерфейс программы [5]. Несомненным достоинством является наличие мобильной версии приложения для IOS и Android для мониторинга дрона. В мобильном приложении можно спланировать маршрут и запустить дрон в полет по заданному маршруту. Приложение работает с Google Maps, что позволяет в свою очередь назначать точные координаты для облета дрона [6]. Он автоматически сделает фото в нужных точках и под нужным ракурсом. Что необходимо для запуска?

1. Через Google Maps в ПО DroneDeploy зафиксировать необходимые точки для облета строительной площадки;
2. Задать точку старта полета БПЛА
3. Выставить количество фотографий для миссии
4. Автоматически высчитывается время полета и количество батареек на миссию
5. Установить высоту облета дрона
6. По необходимости угол наклона камеры

После полета отснятые фото с SD-карты памяти необходимо загрузить на сервер DroneDeploy для обработки. После обработки фотопланы и 3D модели можно посмотреть как через мобильное приложение, так и через браузер, а также отправить по почте с возможностью просмотра в браузере без специального ПО.

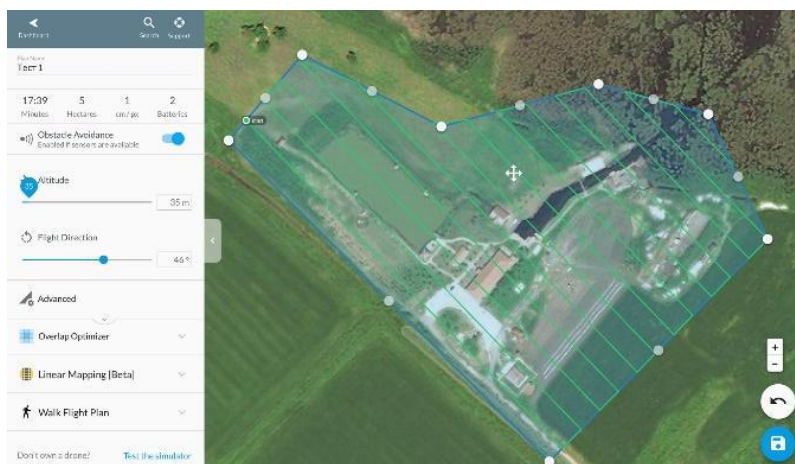


Рис. 1. Разрешение 1 см на пиксель: высота полета 35 м, время полета 17:39 минут.

На выходе получаем ортофотопланы (измерения длины, площади и объемов объектов), 3D модели, карту перепадов высот [7].

БПЛА взлетает утром, когда на площадке ещё не начались работы, снимает, по заданным координатам, местность, затем передаёт фото ПО, фотографии уходят на обработку на сервер и к началу рабочего дня у инженеров и прорабов появляется точная 3D-модель строительной площадки со всеми высотами, размерами и изменениями с предыдущей съемки, а самое главное, 3D-модель сразу сравнивается с имеющимися чертежами и проектными 3D-моделями объектов, что позволяет выявить и исправить отклонения на самых ранних этапах строительства.

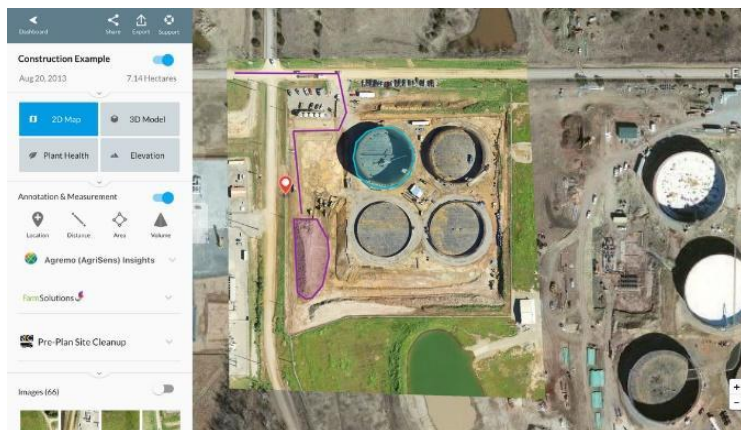


Рис. 2. Ортофотоплан

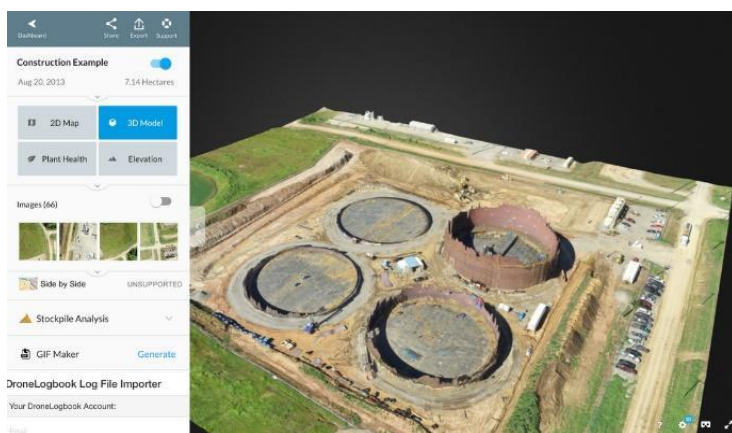


Рис. 3. 3D модель

По завершению рабочего дня тоже можно произвести облет и пронаблюдать динамику и темпы проделанной работы за день [8]. С помощью дронов создают 3D-модели зданий и сравнивают объём выполненных работ с данными сметы. Это позволяет удалённо следить за ходом строительства и ускорять сдачу проектов. Аэромониторинг дешевле и быстрее традиционной геодезии: обычная съёмка может занимать 2–3 недели, а на облёт беспилотником объекта в 40 гектар и выгрузку данных на платформу уйдёт не более 24 часов. Из недостатков стоит отметить опасность запуска в неблагоприятную погоду, а также для запуска БПЛА в России необходимо получение разрешений.



Рис. 4. Карта перепадов высот

С имеющимися полученными данными после полета и обработки, следующим этапом будет являться грамотный анализ данных и работа с ними [9]. В DroneDeploy есть соответствующий функционал, но предлагаю переходить в BIM360 для совместной работы с другими участниками строительства. Регулярное выявление несоответствия факта плану - одно из главных преимуществ применения беспилотных летательных аппаратов. Сопоставив данные облета и проектные решения можно с легкостью выявить отклонения и в кратчайшие сроки скорректировать календарный план или принять необходимые меры [10].

В данной статье рассмотрена система мониторинга строительства с применением беспилотного летательного аппарата, которая позволит контролировать изменения на строительной площадке за любой интервал времени. А также осуществлять ряд других функций, таких как взаимодействие с коллегами и принятие оперативных управленческих решений. Внедрение

цифровых технологий в строительство позволит облегчить работу участникам строительства, повысить качество продукта, сократить сроки и стоимость работ. Аэромониторинг хода строительства с помощью БПЛА в наши дни всё больше набирает обороты и внедряется в процесс строительства. В статье рассмотрено практическое применение работы в ПО DroneDeploy, но рынок развивается и у данного софта возрастает конкуренция с каждым годом.

Библиографический список

1. Применение БПЛА [Электронный ресурс] URL: <https://rusdrone.ru/otrasli/stroitelstvo/> (дата обращения 26.02.2022).
2. *Любенко И.В., Ильиных Е.Д.* Использование новых технологий в строительной отрасли // Дни студенческой науки. М.: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2021. С. 63–66.
3. DroneDeploy [Электронный ресурс] URL: <https://www.dronedeploy.com/> (дата обращения 26.02.2022).
4. Настройка квадрокоптера перед полетом [Электронный ресурс] URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Wtvfe0GRNLE> (дата обращения 26.02.2022).
5. *Гололобов В.Н., Ульянов В.И.* Беспилотники для любознательных.-СПб.: Наука и Техника, 2018.
6. Программы для картографии и геодезических исследований совместимые с дронами [Электронный ресурс] URL: <https://dji-blog.ru/naznachenie/geodesia/sravniyaem-programmy-dlja-kartografii-i-geodezicheskikh-issledovanij-sovmestimye-s-dronami-dji-pix4d-drone-deploy-i-dji-terra.html> (дата обращения 26.02.2022).
7. Обзор лучших БПЛА [Электронный ресурс] URL: <https://aeromotus.ru/obzor-luchshih-dronov-dlya-vseh-vidov-inspektirovaniya-2/>(дата обращения 26.02.2022).
8. Дроны в строительстве [Электронный ресурс] URL: <https://slysky.ru/blog/building-dron.html> (дата обращения 26.02.2022).
9. *Носков И.В., Носков К.И., Тиненская С.В., Ананьев С.А.* Дрон-технологии в строительстве- современные решения и возможности // Вестник Евразийской науки, 2020 №5 [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dron-tehnologii-v-stroitelstve-sovremennye-resheniya-i-vozmozhnosti/viewer> (дата обращения 26.02.2022).
10. *Дроны на стройке* [Электронный ресурс] URL: <https://realty.rbc.ru/news/5fd50579a7947e1dba2a822>(дата обращения 26.02.2022).
11. *Рыбина А.В., Гаряева В.В.* Анализ эффективности применения программ моделирования 3D-объектов в строительном проектировании. Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 5. С. 246-249.
12. *Garyaeva V.* Formation of competitive skills of civil engineers in the field of BIM technologies. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01077.

*Алешин Артем Александрович, студент 2 курса 1 группы ИЦТМС
Научный руководитель –*

Рыбакова А.О., ст. преподаватель кафедры ИСТАС

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ 3D ПЕЧАТИ В ВУЗАХ РОССИИ

Стремительное развитие технологий позволило создать множество представляющих интерес науке устройств. В их число входит 3D-принтер, основанный на технологии 3D-печати. Применение этой технологии огромно: строительство, медицина, машиностроение, дизайн, геоинформационные системы и т.д. Активное применение началось с 2008 и сразу же возымело успех. Технология новая и, как и для любой области науки, нужны специалисты. С 2012 года 3D-принтеры стали активно внедряться в школы и высшие учебные заведения (институты и университеты) Америки, Великобритании, Франции и Японии. В России преподавание этой технологии началось позже — с 2014 года. В последующие годы, из-за нарастающего интереса учёного общества к 3D-печати, многие вузы, такие как МФТИ, МИФИ, МИРЭА, стали активно применять 3D-принтеры для обучения студентов. [1]

Технология 3D-печати является одной из наиболее перспективных научных направлений нашего времени. Её методы активно совершенствуются, а сфера применения увеличивается. Как было сказано выше, для каждой технологии требуются обученные специалисты. Вуз, будь он университетом или институтом, является местом приобретения прикладных навыков и профессионального образования. [2] В некоторых из российских институтов уже существуют отдельные направления. Например, в МИРЭА (Московском Институте Радиотехники, Электроники и Автоматики) существует отдельное направление, связанное с применением технологий 3D-технологий, в том числе и 3D-печати в машиностроении. Как было упомянуто ранее, технология новая и поэтому явно ощущается нехватка подготовленных кадров в этой области.

Многие компании, производящие профессиональное ПО, сильно заинтересованы в обученных студентах и предоставляют бесплатные лицензии для студентов. Autodesk, крупнейший поставщик программного обеспечения для промышленного и гражданского строительства, предоставляет лицензии на множество программ. В их число входят наиболее популярные у компании продукты 3DsMax, AutoCAD и Revit. Венгерская компания Graphisoft даёт бесплатную лицензию на программу Archicad, предназначенную для проектирования архитектурно-строительных конструкций и решений. [3] А

российская компания Аскон предоставляет возможность пользоваться программой Компас-3D.

Кроме этого, для студентов есть возможность поучаствовать в международных олимпиадах. Ярким примером является олимпиада WorldSkills, где участники могут испытать свои навыки в компетенции «Инженерный дизайн CAD(CAPP)».

С практической точки зрения, у студентов существует возможность создавать уникальные объекты, а затем создавать по ним физические модели (объекты), что значительно повышает интерес к дисциплине и тягу к дальнейшему обучению. Кроме этого, развивается творческий подход и предлагается возможность решения прикладных задач разными способами, невозможными без применения технологии 3D-печати. [4]

В МАИ (Московский Авиационный Институт) коллективу учёных и студентов института понадобилось создать точные стендовые копии пилотируемых космических кораблей «Союз ТМА-М», «Союз ФГ», а также макета космодрома для использования в качестве учебных пособий. Для этого было решено использовать технологию 3D-печати и проектирование в ПО SolidWorks. С помощью технологий 3D-моделирования и 3D-печати макеты были изготовлены с идеальной точностью.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана был проведён эксперимент по внедрению технологий трехмерной печати в учебный план кафедры «Аэрокосмические системы» для обучения студентов основам компоновки бортового оборудования космических аппаратов. Поскольку готовый физический макет не допускает ошибок компоновки в отличие от виртуального макета, где интерференция компонентов может остаться незамеченной, работа над проектом требовала от студентов большей вовлеченности и ответственности. Коллективная работа над проектом оказалась полезным тренингом групповой работы по решению общей творческой задачи. Результаты тестирования методики были признаны успешными, и данная технология активно используется. [5]

Но существуют проблемы, из-за которых до сих пор не осуществлено более массовое изучение направления 3D-печати в вузах. Первое – безопасность. Неопытные пользователи могут повредить и вывести из строя аппарат. Из этого вытекает вторая проблема – дороговизна устройства. Сам по себе 3D-принтер является дорогим устройством, а затраты на замены деталей могут увеличить и без того крупные затраты на приобретение такого прибора. К тому же, требуются расходные материалы, а это тоже требует денежных средств. Хорошо, если компания предоставляет лицензию бесплатно, но если такого нет, то придётся вузу тратить деньги на покупку, установку и внедрение программ.

В заключение можно с уверенностью сказать, что развитие технологии 3D-печати несомненно улучшит систему образования, позволив обучающимся получить как можно больше прикладных навыки будущей профессии.

Пока 3D-печать только начинает свой путь в образовании и крупной промышленности. Следует привлекать как можно большее количество студентов к данному направлению и качественно обучать их. В ближайшем будущем студенты, закончившие обучение, смогут без трудностей найти стажировку или учебную практику в известных компаниях, а впоследствии получить высокооплачиваемую должность и, самое главное, по специальности.

Библиографический список

1. *Самсонова А.Н.* Внедрение 3D печати в образовательный процесс по технологии // СЕТЕВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ВУЗЕ И ШКОЛЕ», Санкт-Петербург, 20-24 апреля 2015 г.
2. *Барбудхе А. Р., Гаврилов Д. О., Гаврилов Д. С.* Технология 3D -печати в ракетостроении. // Решетневские чтения. 2021. Том 2. С. 244-246
3. *Воробьев К. А., Ложкин Ю. В.* Использование технологии 3D -печати в изготовлении сувенирной продукции // «Выставка инноваций - 2021" (осенняя сессия). 2021.
4. *Шейко Т. И., Максименко-Шейко К. В., Морозова А. И., Толок А. В.* Математическое и компьютерное моделирование аэрокосмических объектов для реализации технологии 3D -печати / информационные технологии в проектировании и производстве. 2019. Т. 17. № 3. С. 45-52
5. *Баирова Д.Б., Иванова И.В.* Строительство с помощью 3D-печати // уральский научный вестник. 2017. Т. 2. № 11. С. 67-69

**СЕКЦИЯ НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Азаров Артур Александрович, аспирант 2 года обучения 01 группы ИФО.
Научный руководитель
А. Л. Попов, профессор, д.ф.-м.н.*

О СООТВЕТСТВИИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕРЖНЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

Аннотация

Для описания поперечных колебаний стержня широко применяются несколько моделей. В работе представлен анализ четырех наиболее распространенных моделей поперечных колебаний однородного стержня. Это модели Эйлера-Бернулли, Рэлея, сдвига и Тимошенко. По каждой модели представлены дифференциальные уравнения и граничные условия, описывающие свободные колебания стержня с незакрепленными концами, получены частотные уравнения. Расчёт частот проведён в звуковом диапазоне для цилиндрического стержня с характерным отношением радиуса к длине - 1/100, удовлетворяющим всем моделям. Полученные наборы по 20 расчётным собственным частотам сопоставлены с экспериментально определёнными частотами спектра поперечных колебаний такого стержня.

Введение

Поперечные колебания стержня имеют значительную теоретическую базу. Ещё в конце 18-го века Бернулли и Эйлером была сформулирована исходная механико-математическая модель таких колебаний, получившая впоследствии название "классической", по которой поперечные сечения при колебаниях остаются плоскими и перпендикулярными к нейтральной линии стержня [1]. Рэлей модифицировал теорию Бернулли-Эйлера, введя учёт угловой массы или инерции вращения [2]. Тимошенко добавил к этой теории учёт сдвиговых деформаций [3]. В современных работах одним из направлений исследований является уточнение теорий [4], учёт продольного движения, переменной изгибной жесткости, сопротивление внешней среды [5], проявление поперечных форм при продольном ударе [6].

Математическая постановка задачи

Модель Эйлера-Бернулли. Дифференциальное уравнение, описывающее свободное движение при поперечных колебаниях имеет вид:

$$\rho A \frac{\partial^2 w(x, t)}{\partial t^2} + EI \frac{\partial^4 w(x, t)}{\partial x^4} = 0$$

, где ρ – плотность, A – площадь поперечного сечения, E – модуль упругости, I – момент инерции, w – вертикальное перемещение стержня

Граничные условия:

$$\left. \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right|_{x=0,l} = 0, \quad \left. \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} \right|_{x=0,l} = 0$$

Трансцендентное уравнение частот имеет вид:

$$\cos(al) \operatorname{sh}(al) = 0$$

$$a = \sqrt{\frac{\omega}{ci}}$$

, где i – радиус инерции, c – скорость распространения волн в среде, ω – угловая частота

Модель Рэлея учитывает угловую массу, дифференциальное уравнение движения имеет вид:

$$\rho A \frac{\partial^2 w(x, t)}{\partial t^2} + EI \frac{\partial^4 w(x, t)}{\partial x^4} - \rho I \frac{\partial^4 w(x, t)}{\partial t^2 \partial x^2} = 0$$

Граничные условия для случая подвешенной на нитях балки со свободными концами:

$$\left. \frac{\partial w}{\partial x^3} \right|_{x=0, l} - \rho I \left. \frac{\partial^3 w}{\partial t^2 \partial x} \right|_{x=0, l} = 0, \quad \left. \frac{\partial w}{\partial x^2} \right|_{x=0, l} = 0$$

Трансцендентное частотное уравнение по модели Рэлея принимает вид:
 $2a^2 b^2 \cos(al) (b^2 c^2 + \rho \omega^2) (a^2 c^2 - \omega^2) (1 - ch(bl))$

$$+ (2a^2 b^2 c^2 + a^2 \omega^2 - b^2 \omega^2) \omega^2 (a^2 + b^2) \sin(al) \operatorname{sh}(bl) = 0$$

$$, \text{ где } a = \sqrt{\frac{\omega^2}{2c^2} + \sqrt{\left(\frac{\omega^2}{2c^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{ci}\right)^2}}, \quad b = \sqrt{-\frac{\omega^2}{2c^2} + \sqrt{\left(\frac{\omega^2}{2c^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{ci}\right)^2}}$$

Сдвиговая модель учитывает соответствующие деформации, дифференциальные уравнения движения имеют вид:

$$\rho A \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - kGA \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) = 0$$

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + kGA \left(\frac{\partial w}{\partial x} - \theta \right) = 0$$

, где $k = \frac{6(1+\mu)}{7+6\mu}$ – сдвиговой коэффициент, G – модуль сдвига второго рода, θ – угол вращения нормали по отношению к срединной поверхности

Граничные условия:

$$\left. \frac{\partial \theta}{\partial x} \right|_{x=0, l} = 0, \quad kGA \left(\frac{\partial w}{\partial x} - \theta \right) \Big|_{x=0, l} = 0$$

$$a = \sqrt{\frac{(1+\mu)\omega^2}{kc^2} + \sqrt{\left(\frac{(1+\mu)\omega^2}{kc^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{ci}\right)^2}},$$

$$b = \sqrt{-\frac{(1+\mu)\omega^2}{kc^2} + \sqrt{\left(\frac{(1+\mu)\omega^2}{kc^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{ci}\right)^2}}$$

, где μ – коэффициент Пуассона

Трансцендентное частотное уравнение по сдвиговой модели принимает вид:

$$\sin(al) \operatorname{sh}(bl) \left((a^3 - b^3)c^2k - 2(1 + \nu)(a + b)\omega^2 \right) \left((a^3 + b^3)c^2k - 2(1 + \nu)(a - b)\omega^2 \right) + 8ab(2(1 + \nu)\omega^2 - a^2c^2k)(2(1 + \nu)\omega^2 + b^2c^2k) \cdot (ch(bl) \cos(al) - 1) = 0$$

Модель Тимошенко. Дифференциальные уравнения, описывающие свободное движение при поперечных колебаниях, имеет вид:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{kAG}{EI} \left(\frac{\partial w}{\partial x} - \theta \right) - \frac{\rho}{E} \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = 0$$

$$\rho A \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - kAG \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) = 0$$

Граничные условия и частотное уравнение повторяют вид результатов, полученных для сдвиговой модели с отличием в a, b :

$$a = \sqrt{\left(\frac{1}{2} + \frac{1 + \mu}{k} \right) \frac{\omega^2}{c^2} + \sqrt{\left(\left(\frac{1}{2} - \frac{1 + \mu}{k} \right) \frac{\omega^2}{c^2} \right)^2 + \left(\frac{\omega}{ci} \right)^2}}$$

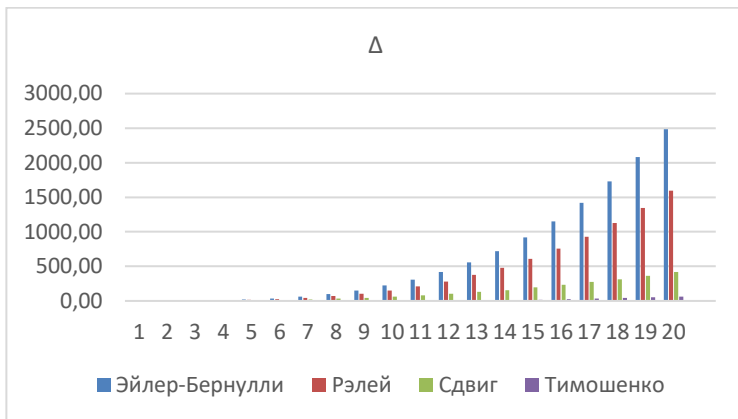
$$b = \sqrt{\left(\frac{1}{2} + \frac{1 + \mu}{k} \right) \frac{\omega^2}{c^2} + \sqrt{\left(\left(\frac{1}{2} - \frac{1 + \mu}{k} \right) \frac{\omega^2}{c^2} \right)^2 + \left(\frac{\omega}{ci} \right)^2}}$$

Экспериментальное измерение спектра поперечных колебаний

Предметом изучения были послееударные поперечные колебания стержня, горизонтально подвешенного на нитях, имитирующих граничные условия свободных торцов стержня. В качестве образца был взят прямолинейный цилиндрический стержень из алюминиевого сплава длиной $L=1\text{ м}$ и диаметром $d=20\text{ мм}$. Колебания возбуждались ударом металлическим шариком по концу стержня. В состав экспериментального оборудования для анализа колебаний стержней входили лабораторный микрофон, установленный у противоположного торца от места удара, спектроанализатор, где обрабатывалась с помощью программного комплекса ZETLab на ЭВМ.

Таблица 1. Собственные частоты $f, \frac{1}{\text{с}}$

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}
Эйлер-Бернулли	90	249	488	807	1205	1683	2241	2879	3596	4393
Рэлей	90	249	487	804	1199	1672	2222	2847	3548	4322
Сдвиг	90	249	486	802	1193	1660	2199	2810	3488	4235
Тимошенко	90	248	485	799	1188	1650	2183	2783	3449	4177
Эксперимент	90	247	484	796	1185	1647	2177	2778	3444	4171
	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	f_{16}	f_{17}	f_{18}	f_{19}	f_{20}
Эйлер-Бернулли	5269	6226	7261	8377	9572	10847	12202	13636	15150	16744
Рэлей	5170	6089	7079	8137	9263	10455	11712	13032	14413	15855
Сдвиг	5040	5911	6837	7813	8849	9929	11056	12217	13428	14678
Тимошенко	4964	5806	6701	7646	8638	9673	10749	11732	13012	14197
Эксперимент	4960	5807	6704	7657	8653	9697	10782	11906	13067	14261



Выводы

Расчет частот в звуковом диапазоне для цилиндрического алюминиевого стержня с характерным отношением радиуса к длине – $1/100$ показал, что эффекты при высокочастотных колебаниях, вызванные деформацией сдвига и вращениями при изгибе, оказываются значительными.

Библиографический список

1. История механики в России / Под ред. А. Н. Боголюбова, И. З. Штокало. — Киев: Наукова думка, 1987. — 392 с.
2. Стрэтт Дж.В. (Лорд Рэлей). Теория звука, пер. с англ. Т. 1. Москва, ГИТТЛ, 1940. — 499 с.
3. Timoshenko S.P. On the correction for shear of the differential equation for transverse vibrations of bars of uniform cross-section // Philosophical Magazine, 1921. — pp. 744-746. doi :10.1080/14786442108636264
4. Han S. M., Benaroya H., Wei T., 1999, Journal of Sound and Vibration. “Dynamics of transversely vibrating beams using four engineering theories”. 5. <https://doi.org/10.1006/jsvi.1999.2257>
5. В. Н. Анисимов, В. Л. Литвинов, “Вычисление собственных частот поперечных колебаний кабеля на участке наложения на него изоляции”, *Журнал СВМО*, **21:1** (2019), 70–77 <https://doi.org/10.15507/2079-6900.21.201901.70-77>
6. Морозов, Н. Ф. Поперечные колебания стержня, вызванные кратковременным продольным ударом / Н. Ф. Морозов, П. Е. Товстик // Доклады Академии наук. — 2013. — Т. 452. — № 1. — С. 37. — DOI 10.7868/S0869565213260095.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ АРМИРОВАНИЯ НА СДВИГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТОВ

В любой отрасли, в том числе и в строительстве, предполагается научно-технический прогресс, благодаря которому вводятся в применение новые и более эффективные строительные материалы различного назначения и с различными наборами свойств.

Основными строительными материалами в течение длительного времени были древесина, керамика, сталь, бетон и железобетон. Рост интереса к использованию композиционных материалов, без которых сегодня неосуществимо строительство большинства объектов промышленного, гражданского и жилого комплексов, а также развитие технологий в этой сфере пришелся на вторую половину 60-х годов XX века. Композиты активно вошли в нашу жизнь и заменили традиционные материалы в строительстве, энергетике, транспорте, электронике и других сферах деятельности.[1]

В случае рационального сочетания нескольких исходных компонентов образуются новые материалы с заданными свойствами, не присущими исходным компонентам, но сохранившие в то же время индивидуальные особенности каждого из них.

Меняя порядок укладки слоёв или изменения ориентации волокон, можно изготовить оптимальное в известном смысле изделие, например, обеспечить его разнопрочность в поперечном или продольном направлении или обеспечить необходимую жёсткость.

1. Предел прочности при статическом изгибе является одной из важнейших эксплуатационных характеристик слоистых композитных материалов, так как подавляющее число изделий из них испытывает в процессе эксплуатации деформацию статического изгиба и сжатия.[2]

2. При нагружении в определенных направлениях, свойство материала в основном определяется свойствами полимерной матрицы. Низкие сдвиговая прочность и жесткость являются определяющими при выборе того или иного композитного материала.[3]

Постановка задачи:

Изгиб является самым простым в реализации и одновременно самым сложным в интерпретации видом испытания. Для начала рассмотрим, что же упрощает, а что усложняет испытание на изгиб в сравнении с испытанием на растяжение.

За основу методики испытаний использовался ГОСТ 25.604-82. В качестве объекта исследования была выбрана плоская пластина из стеклопластика с перекрестным армированием при температуре 22°C. Длина l пластины равна 200 мм, ширина b равна 29,22 мм, а средняя толщина h равна 5,31 мм.

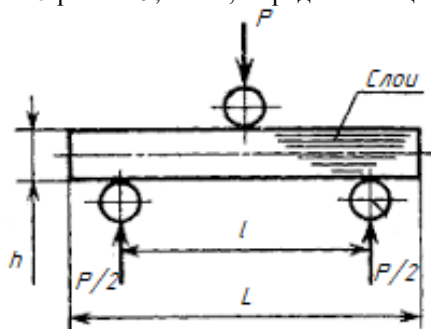


Рис. 1 – Схема нагружения прямоугольной пластины на поперечный изгиб.

Для измерения прогиба образца использовался тензодатчик, обеспечивающий автоматическую запись "нагрузка-прогиб".

В процессе обработки результатов произведены расчет изгибного модуля упругости Юнга E (кПа) по формуле:

$$\sigma_B = \frac{\Delta F \cdot l^3}{4b \cdot h^3 \cdot \Delta w}$$

где ΔF – приращение нагрузки, Н;

l – расстояние между опорами, мм;

b, h – ширина и высота образца, мм;

Δw – приращение прогиба в середине образца, мм, соответствующее изменению нагрузки на ΔF .

После измерения размеров осуществлялось жесткое нагружение. На рисунках 2 – 3 представлены этапы нагружения с пошаговым измерением нагрузки и прогиба.

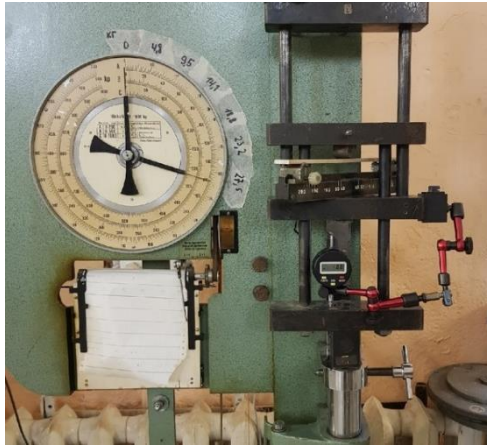


Рис. 2 – Нулевой момент нагружения стеклопластиковой пластины.

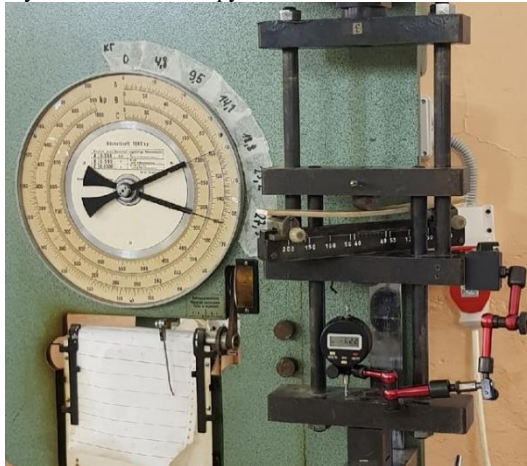


Рис. 3 – Четвёртый момент нагружения стеклопластиковой пластины.

В таблице 1 представлены результаты эксперимента на изгиб при расстоянии между опорами в 200 мм и определения механических характеристик. На рисунке 4 представлена диаграмма деформирования.

Таблица 1. Результаты эксперимента на изгиб для образца при расстоянии между опорами в 200 мм.

№	Расстояние между опорами l (мм)	Максимальная изгибающая нагрузка m_{const} (кгс)	Максимальная изгибающая нагрузка P (Н)	Прогиб при максимуме нагрузки v (мм)	Изгибный модуль упругости Юнга E (кПа)

1	200	4,8	48	1,55	14,62
	200	9,5	95	3,02	13,93
	200	14,1	141	4,53	12,71
	200	18,8	188	6,22	13,06
	200	23,2	232	7,76	13,19
	200	27,5	275	9,25	13,59
Сред- нее					13,52

В результате проведенного эксперимента для одной и той же пластины были получены четыре разные модуля упругости.

Данные показывают, что изгиб самый простой для технического исполнения, но при этом один из самых сложных в интерпретации видов экспериментов, основной проблемой которого является появления масштабного фактора, который влияет на прочность и упругие характеристики изделия.

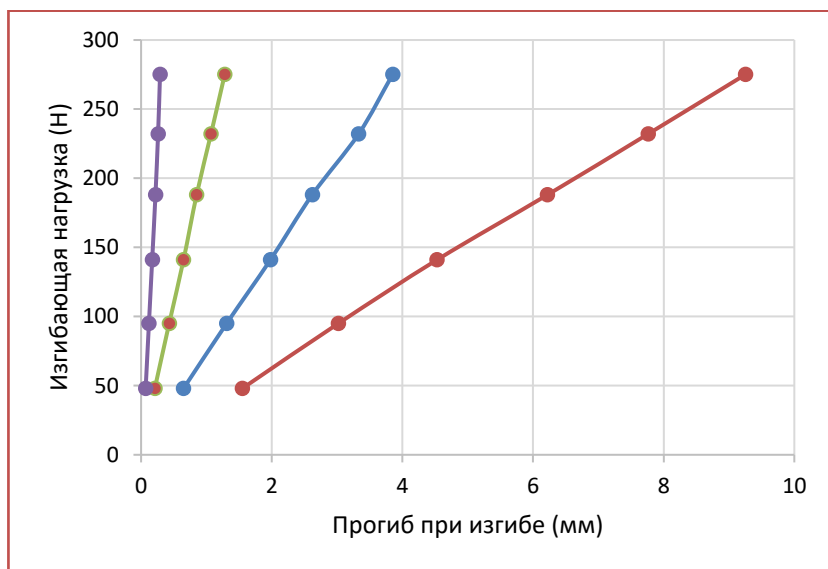


Рис. 5 – Диаграммы деформирования при изгибе для всех случаев

Далее планируется оценить влияние условий нагружения на получаемые характеристики образцов при разном армировании.

Библиографический список

1. Полилов А.Н., Татусь Н.А. Биомеханика прочности волокнистых композитов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018. – 328 с. – ISBN 978-5-9221-1760-9.

2. Полилов А.Н. Экспериментальная механика композитов. – Учебное пособие — Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 375 с.: ил. — ISBN 978-5-7038-4169-3.

3. Гребенюк С.Н. Модуль сдвига волокнистого композита с трансверсально-изотропными матрицей и волокном // Прикладная математика и механика, 2014, Т. 78, № 2. – С. 270-276.

4. Лавров А.В., Смирнова М.К. Некоторые особенности определения прочности при сжатии КМ с однонаправленным армированием // Механика композитных материалов. – 1989. — №4. – С. 631-634.

5. Зуйко В.Ю., Лобанов Д.С., Аношкин А.Н. Методики определения предела прочности полунатурных образцов-панелей из композиционных материалов при статических испытаниях на растяжение, сжатие и сдвиг // 130 Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. — 2012. — № 2. — С. 99-111

*Лохова Екатерина Михайловна, аспирантка 1 курса 11 группы ИСА
Научный руководитель –
Мкртычев Олег Вартанович, зав. каф. «Сопротивление материалов»,
д.т.н, проф.
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»*

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

В настоящее время одной из актуальных задач сейсмостойкого строительства является разработка методик расчета конструкций, учитывающих податливость и диссипативные свойства узлов сопряжения.

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа сейсмостойкости железобетонного и стального узлов сопряжения при действии циклических нагрузок. В ходе работы была разработана подробная конечно-элементная модель железобетонного узла сопряжения, учитывающая деградацию прочности и жесткости строительной конструкции, а также накопление повреждений при циклических нагрузках. Также была разработана конечно-элементная модель стального узла сопряжения.

Используемая конечно-элементная модель железобетонного узла сопряжения показана на рис. 1. При разработке модели была использована замкнутая модель материала Continuous Surface Cap Model, разработанная в Федеральном управлении шоссейных дорог Министерства транспорта США [1]. На рис. 2 представлена поверхность разрушения в пространстве главных напряжений [2].

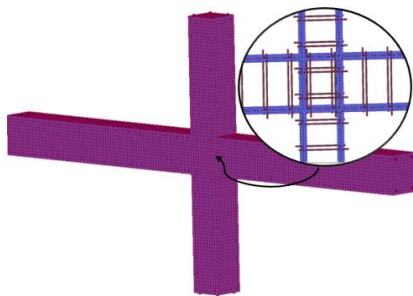


Рис.1. - Используемая конечно-элементная модель ЖБ узла

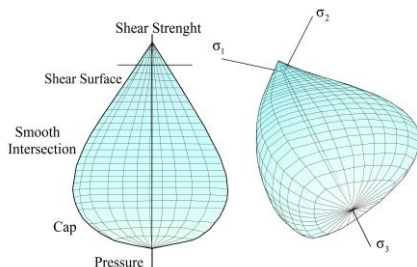


Рис.2. - Математическая модель бетона
(Continuous Surface Cap Model)

Данная модель материала учитывает накопление повреждений. Формула накопления повреждений имеет следующий вид:

$$\sigma_{ij}^d = (1-d)\sigma_{ij}^{vp} \quad (1)$$

Скалярный параметр повреждений d принимает значения от нуля (без повреждений) до 1 (при полной потере прочности) и преобразует тензор напряжений без повреждений в тензор напряжений с повреждениями.

Данная модель материала учитывает, как хрупкое (2), так и пластическое (3) повреждение материала:

$$\tau_b = \sqrt{E\varepsilon_{\max}^2} \quad (2)$$

$$\tau_d = \sqrt{\frac{1}{2}\sigma_{ij}\varepsilon_{ij}} \quad (3)$$

Также объектом исследования являлся равнопрочный стальной узел сопряжения (рис. 3). Основной особенностью модели материала стали является учет кинематического упрочнения (рис. 4), используемая диаграмма работы стали приведена на рис.5.

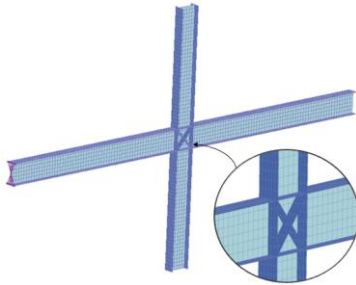


Рис.3. - Используемая конечно-элементная модель стального узла

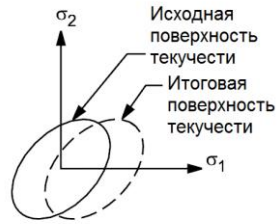


Рис. 4 – Кинематический закон упрочнения

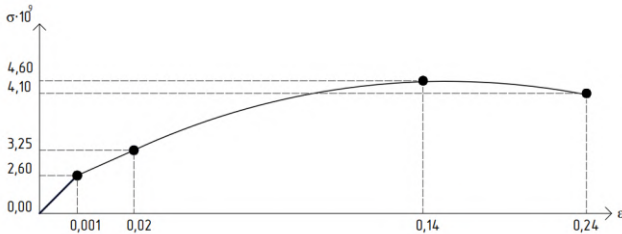


Рис. 5 – Расчетная диаграмма работы стали

К моделям была приложена вертикальная циклическая нагрузка с различными амплитудами. Амплитуды воздействия изменялись от 10 до 100 кН, график приложенного воздействия приведен на рис. 6.

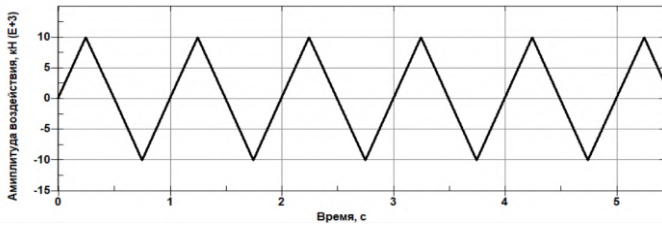


Рис.6 - График приложенного воздействия

На рис.7-8 представлены изополя функции накопления повреждений для железобетонного узла сопряжения в различные моменты времени. На рис.9-10 представлены изополя интенсивности напряжений для железобетонного узла сопряжения в различные моменты времени. На рис.11-12 представлены изополя интенсивности деформаций для железобетонного узла сопряжения в различные моменты времени.

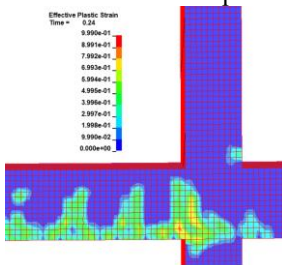


Рис. 7 – Изополя функции накопления повреждений (0,24 с)

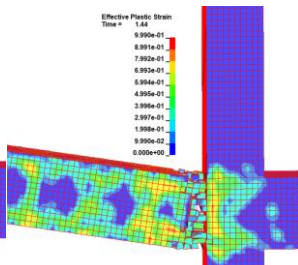


Рис. 8 – Изополя функции накопления повреждений (1,44 с)

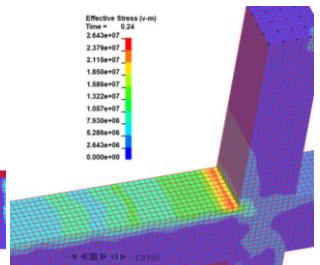


Рис. 9 – Изополя напряжений, Па (0,24 с)

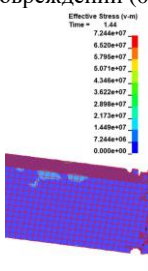


Рис. 10 – Изополя напряжений, Па (1,44 с)

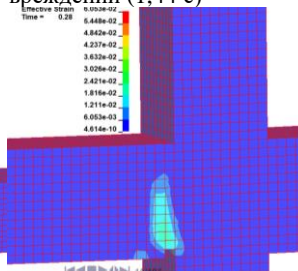


Рис. 11 – Изополя интенсивности деформаций (0,24 с)

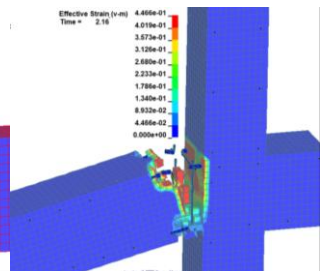


Рис. 12 – Изополя интенсивности деформаций (1,44 с)

На рис 13-14 представлены изополя интенсивности напряжений для стального узла в различные моменты времени. На рис 15-16 представлены изополя интенсивности деформаций для стального узла в различные моменты времени.

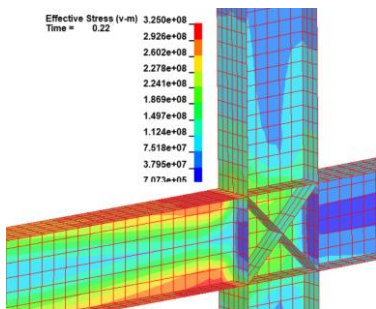


Рис. 13 Изополю интенсивности напряжений, Па (0,22 с)

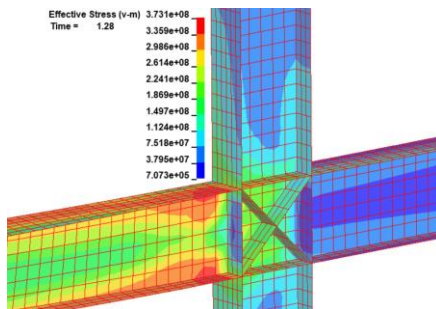


Рис. 14 Изополю интенсивности напряжений, Па (1,28с)

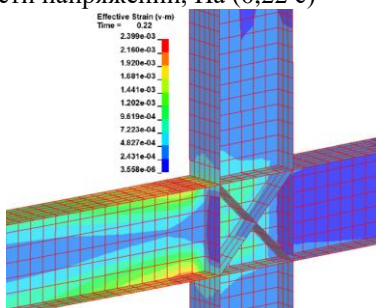


Рис. 15 Изополю интенсивности деформаций (0,22 с)

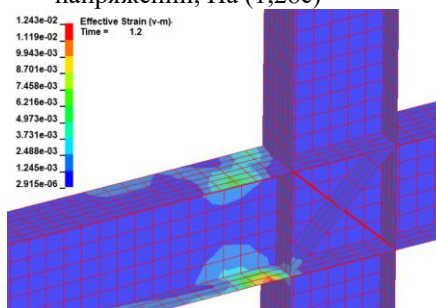


Рис. 16 Изополю интенсивности деформаций (1,28с)

После анализа полученных результатов было проведено сравнение деградационных зависимостей для стального и железобетонных узлов. Результаты сравнения приведены на рис. 17.

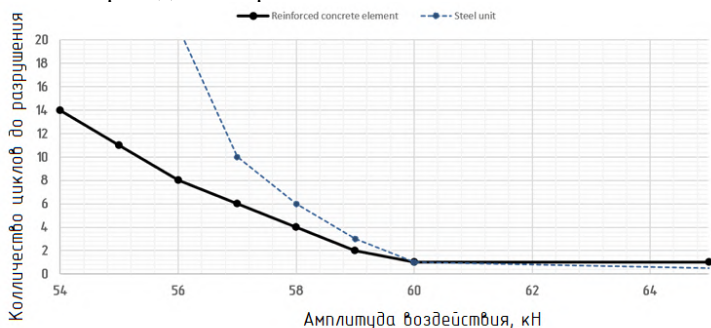


Рис.17 - Сравнение деградационных кривых для стального и железобетонного узлов сопряжения

Результаты исследований свидетельствуют о диссипации энергии в рассматриваемых конструкциях. Как видно, интервал возможной циклической работы для ЖБ конструкций является весьма небольшим, при увеличении амплитуды воздействия всего на 10% может произойти полное исчерпание несущей способности. Способность ЖБ узлов работать в режиме циклических нагрузок ниже, чем у равнопрочных аналогичных стальных узлов.

Библиографический список

1. *US Department of Transportation. Federal Highway Administration. Evaluation of LSDYNA Concrete. Material Model 159 (2007), p.190.*
2. *Y.D. Murray, User's Manual for LS-DYNA Concrete Material Model 159, p.132 (2007).*
3. *O.V. Mkrtychev, M.S. Busalova, V.B. Dorozhinskiy MATEC Web of Conferences, 00124 (2017).*
4. *O.V. Mkrtychev and E.M. Likhova, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1015 012038 (2021).*
5. *O.V. Mkrtychev and E.M. Likhova, Collection of reports of the scientific and technical conference, pp. 220-224 (2020).*

Саиян Сергей Гургенович, аспирант 1 курса 11 группы ИСА

Научный руководитель –

Андреев В.И., профессор кафедры «Сопротивление материалов», д.т.н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет»

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК И ВОЗДЕЙСТВИЙ НА УНИКАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

С увеличением высотности зданий и сооружений ветровое воздействие становится все более значимым фактором в формировании напряженно-деформированного состояния. Изучение ветровых потоков является актуальной задачей в строительстве, являясь в значительной степени случайным и нестационарным воздействием.

Современные подходы к изучению ветровых потоков и воздействий в строительной аэродинамике базируются на 4 методах исследования:

1. Нормативные инженерно-аналитические методики [1];
2. Мониторинг и реальные замеры;
3. Аэродинамические испытания (физическое моделирование) [2];
4. Математическое (численное) моделирование [3-5].

Рассматривая каждый из подходов, можно выделить ряд преимуществ и недостатков каждого из методов.

Нормативные инженерно-аналитические методики позволяют, используя упрощенные модели, описать ветровое воздействие на здания и сооружения. Такой подход позволяет применять полученные зависимости в инженерных расчетах, нормативных документах, а также для реализации в специализированных программных комплексах, однако имеет низкую точность и неспособность описывать важные свойства потока при обтекании.

Мониторинг и реальные замеры являются наиболее точными способами исследования ветровых потоков и воздействий на здания и сооружения, однако являются наиболее дорогостоящими и на практике слабо реализуемыми, так как возможны только лишь для уже возведенных зданий и сооружений. К тому же, недостатком является тот факт, что исследование возможно только лишь в определенных местах расположения датчиков замера, что ограничивает спектр получаемых результатов.

Аэродинамические испытания (физическое моделирование в АДТ) широко применяются в исследовательских и практических задачах. Они представляют особый интерес ввиду своей доступности и выполнения серий экспериментальных исследований объектов. Однако данный подход имеет множество недостатков, главным из которых является проблема несоблюдения полного аэродинамического подобия моделей их реальным параметрам. В

данном случае прибегают к более слабым требованиям автомодельности течения (независимости аэродинамических коэффициентов от чисел Рейнольдса при достаточно больших скоростях набегающего потока).

Математическое (численное) моделирование является, пожалуй, наиболее мощным методом исследования ветровых потоков и воздействий на сегодняшний день. Используя современные математические модели, численные методы и вычислительные мощности ЭВМ, возможно непосредственно смоделировать сложное трехмерное нестационарное и турбулентное течение воздушного потока при обтекании различных архитектурных форм объектов строительства с учетом существующего рельефа местности и изменяющейся городской застройки.

Современные подходы и тенденции развития численного моделирования ветровых потоков и воздействий, основанные на решении задач вычислительной гидрогазодинамики (CFD), отличаются между собой по своей сути и распространенности. Рассмотрим существующие подходы к исследованию задач CFD применительно к строительной аэродинамике:

1. Молекулярная динамика. Данный подход используется для микроскопического масштаба, на уровне взаимодействия (движения и столкновения) молекул между собой. Основанное на уравнении Гамильтона, взаимодействия молекул являются наиболее точным описанием микроскопического масштаба (не считая квантовой механики), однако, являются чрезмерно затратными и в современном мире практически нереализуемыми.

2. Молекулярно-кинетическая теория. Данный подход является достаточно новым (по сравнению с подходом Навье-Стокса) и представляет собой описание на уровне мезоскопического масштаба. Основанное на статистической физике, в частности, на цепочке уравнений Боголюбова или, в более упрощенном виде, на кинетическом уравнении Больцмана, исследуются укрупненные группы молекул жидкости или газа, для которых определяются наиболее вероятные направления движения. Уравнение Больцмана описывает эволюцию конечной системы движения жидкости или газа во времени, основанное на функции распределения. Наиболее используемым численным подходом уравнений Больцмана является метод решетчатых уравнений Больцмана (LBM), являющийся одним из наиболее перспективных современным методов CFD.

Данный подход вполне может применяться для исследований ветровых потоков и воздействий на здания и сооружения, однако, в современной литературе отсутствует применение и обоснование данного метода для решения задач строительной аэродинамики. Существующие программные комплексы, основанные на LBM представлены, в основном, только open-source проектами отдельных групп исследователей.

3. Машинное обучение. Данный подход, основанный на регрессионных математических моделях, пока недостаточно широко представлен в научной

литературе, чтобы делать какие-то конкретные выводы о его применимости в строительной аэродинамике, однако, данный подход совершенствуется и имеются перспективы развития и применения в строительстве.

4. Механика сплошных сред (гидродинамика). Данный подход является наиболее распространенным методом исследования течения жидкости или газов. Как и в других разделах механики сплошных сред, прежде всего осуществляется переход от реальной среды, состоящей из большого числа отдельных атомов или молекул (как в описанных выше подходах), к сплошной среде, для которой записываются уравнения движения, представляющие собой неразрывные векторные поля. Остановимся более подробно на изложении основных уравнений к описанию задачи CFD.

Моделирование ветровых потоков и воздействий на высотные здания и сооружения сводятся к численному решению трехмерных нестационарных нелинейных уравнений гидрогазодинамики, основанное на уравнениях Навье-Стокса, описывающих движение жидкости или газа (3 уравнения для компонент векторов скорости), в векторном виде записывается как:

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} \right) = -\nabla p + \mu \Delta \vec{v} + \left(\zeta + \frac{\eta}{3} \right) \nabla \operatorname{div}(\vec{v}). \quad (1)$$

Кроме того, должны удовлетворяться уравнения неразрывности потока (сохранения массы) и состояния:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

$$\rho = \text{const}, \quad (3)$$

где: u, v, w – искомые компоненты вектора скорости \vec{v} (по осям x, y, z), p – давления, t – физическое время, μ – динамический коэффициент вязкости для воздуха, ρ – плотность.

Существующие программные комплексы, основанные на численном решении уравнений Навье-Стокса, успешно применяются в строительной аэродинамике, как в практических, так и в наукоемких задачах. Наиболее широко используемыми программными комплексами в мире, основанными на уравнениях Навье-Стокса, являются программы семейства ANSYS (ANSYS CFX и ANSYS Fluent). Однако существуют и отечественные разработки, которые успешно применяются для моделирования задач гидрогазодинамики, например, Логос Аэро-Гидро (РФЯЦ-ВНИИЭФ «РОСАТОМ») и FlowVision («ТЕСИС»). Данные программные комплексы применяются в различных отраслях науки и техники и могут заменить зарубежное ПО.

Библиографический список

1. Рекомендации по уточненному динамическому расчету зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки. – Госстрой России, сост. Попов Н.А. // М.: ГУП ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2000. – 45 с.
2. *Казакевич М.И.* Основы расчетов сооружений на ветровые воздействия. Монография. – М.: МГСУ, 2019. – 180 с.
3. *Дубинский С.И.* Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания. Дисс. на соискание ученой степени к.т.н. М., МГСУ, 2010 г., 199 с.
4. Методическое пособие «Математическое (численное) моделирование ветровых нагрузок и воздействий» (к СП 20.13330.2016), М., ФАУ ФЦС Минстроя России, 2020 (разработано ЗАО НИЦ СтаДиО).
5. *Белостоцкий А.М., Акимов П.А., Афанасьева И.Н.* Вычислительная аэродинамика в задачах строительства. М., Издательство АСВ, 2017, 720 с.

Синякин Даниил Сергеевич, студент 1 курса 1 группы ИЦТМС

Научный руководитель –

*Саиян С.Г., аспирант кафедры «Соппротивление материалов», инженер
Научно-образовательного центра компьютерного моделирования уникаль-
ных зданий, сооружений и комплексов им. А.Б. Золотова (НОЦ КМ)*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Ветровое воздействие является одним из основных факторов нагружения на здания и сооружения, необходимые для проведения расчетного анализа прочности и деформативности. Являясь крайне случайным и нестационарным процессом, ветровое воздействие можно исследовать с позиции спектрального анализа, для изучения совокупности качественных и количественных характеристик.

Современное описание ветрового потока строится на основе спектральных характеристик для описания пульсационной составляющей ветрового потока. Пульсационная компонента определяется турбулизацией ветрового потока, поэтому требует расширенных исследований в этой области.

Современные подходы к описанию турбулизации ветрового потока описаны в нормативных документах различных стран [1].

Существует большое количество спектральных функций для описания ветрового потока. Наиболее широкоприменяемыми энергетическими спектрами являются спектры, применяемые в отечественных нормативных документах, а также в Еврокодах. В рассматриваемых нормативных документах они представлены спектрами Давенпорта и Солари соответственно [1-3].

Полученные спектральные характеристики были получены в результате длительных замеров ветрового потока с последующей обработкой результатов. Однако они были получены в обобщенном случае потока и не учитывают то, как здание будет реагировать на ветровое воздействие. Для подобного индивидуального подхода к определению спектрального ветрового воздействия на здания и сооружения необходимо разработать программу обработки на основе спектральных характеристик.

Основой получения спектральных характеристик является натурный замер, экспериментальное (физическое) или численное моделирование ветровых потоков и воздействий, определенный индивидуально для каждого здания или сооружения. Данный подход позволяет исследовать спектральные воздействия ветра на здания и сооружения, которое зависит от множества факторов, к которым относят: архитектурную форму здания или сооружения, высоту объекта, а также окружающая застройка и рельеф местности.

На основе выделенной проблематики индивидуализации спектральных характеристик ветрового воздействия на здания и сооружения была

сформулирована цель настоящего исследования, которая заключается в разработке программы обработки ветрового воздействия на основе спектральных характеристик, на базе которой будут проанализированы некоторые спектры ветровых воздействий на здания и сооружения, полученные по результатам численного моделирования задач вычислительной гидрогазодинамики.

В настоящее время существует множество методов для обработки временных сигналов, из которых можно выделить следующие:

- преобразование Фурье [4], делящийся на: быстрое преобразование Фурье (БПФ) [5,6], быстрое дискретное преобразование Фурье, неоднородное дискретное преобразование Фурье;
- Вейвлет-преобразования;
- Чирплет-преобразование;
- преобразование Гильберта-Хуанга;

Самым распространенным преобразованием, на данный момент, является преобразование Фурье, т.к. существуют алгоритмы быстрого дискретного преобразования Фурье (БДПФ), отличающийся высокой эффективностью вычисления при достаточно высоком качестве обработки сигнала с возможностью встраивания «фильтров» паразитных сигналов, то при разработке программы обработки ветрового воздействия будет применяться именно данный подход.

Для исследования энергетической составляющей спектра ветрового воздействия используют понятие спектральной плотности мощности. Спектральная плотность мощности ветрового воздействия сохраняет информацию только об амплитудах спектральных составляющих. Информация о фазах колебания теряется.

Оболочка программы написана на языке программирования Python, с использованием библиотек NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib, Kivy, KivyMD, которые являются Open-source решениями на рынке ПО и поддерживаются мировым сообществом программистов. Определенные таблично исходные данные ветрового воздействия считываются из xlsx формата при помощи Pandas и преобразуются во внутренний массив данных программы. Далее полученные исходные данные могут быть обработаны, используя NumPy. Для получения спектральных характеристик ветрового потока используется RFFT из библиотеки SciPy. Спектральная плотность мощности, описывающий энергетическую составляющую спектра ветрового воздействия получается с использованием SciPy. Полученные графики исходного нестационарного сигнала, а также спектральных характеристик и спектральной плотности мощности (энергетический спектр сигнала) строятся в Matplotlib, отображения происходит посредством GUI (Graphical User Interface) написанным на Kivy и KivyMD.

В качестве примера получения спектральных характеристик рассмотрим обтекание двумерной призмы 42×42 м, представляющая собой сечение высотного здания высотой 201 м [7]. Скорость ветрового потока составляет $V=20$ м/с. В качестве исследуемых параметров ветрового воздействия на высотное здание будем рассматривать аэродинамические коэффициенты C_x и C_y , определенные вдоль и поперек потока соответственно.

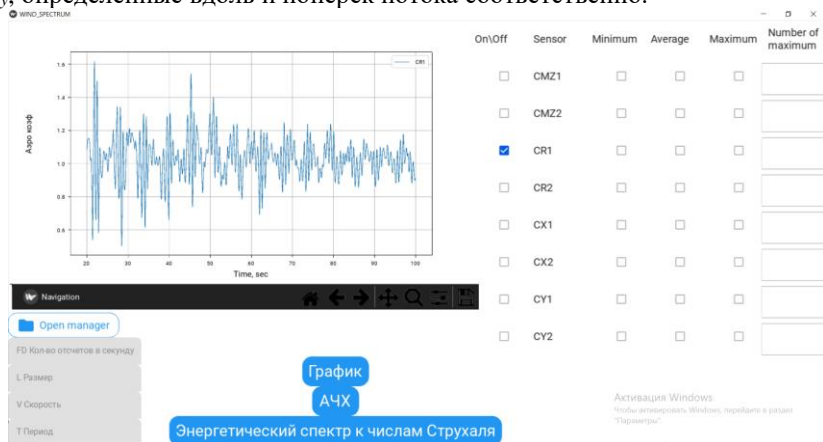


Рис.1. Пример работы программы с выбранным датчиком

Исходный нестационарный сигнал представляет собой изменение во времени аэродинамических коэффициентов, которые, при домножении на активное ветровое давление, образуют собой аэродинамическую силу.

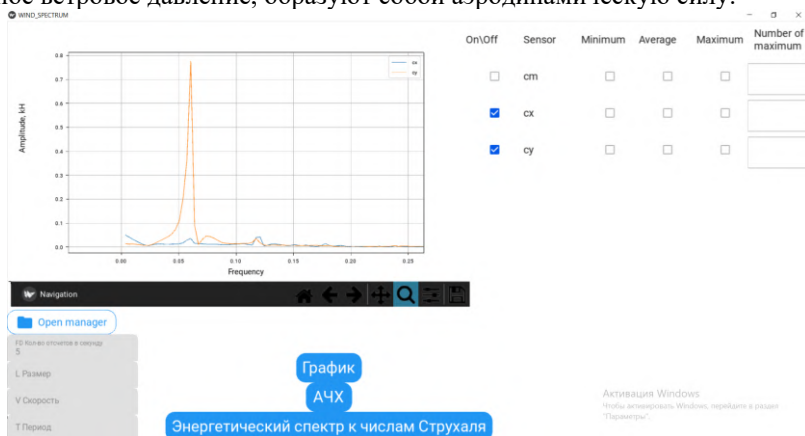


Рис.2. Спектры C_x и C_y .

На основе разработанной программы алгоритма RFFT исходные графики аэродинамических коэффициентов преобразуются в спектральные

характеристики в виде спектра и спектральной плотности мощности ветрового воздействия.

На основе проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Была разработана программа обработки ветрового воздействия, позволяющая определять спектральные характеристики на основе входных данных о ветровом воздействии, которые могут быть получены путем натурного замера, экспериментального (физического) или численного моделирования.

2. Проведенный обзор существующих методов спектрального преобразования нестационарных сигналов позволил обосновать эффективное применение в разработанной программе быстрого дискретного преобразования Фурье для решения задачи о спектральных характеристиках ветрового воздействия.

3. На основе разработанной программы обработки ветрового воздействия, базирующаяся на спектральных характеристиках, были исследованы спектры ветрового воздействия. Их анализ позволил сделать вывод о зависимости частотных характеристик ветрового воздействия по отношению к обтеканию зданий и сооружений.

Библиографический список

1. *В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, В.А.Павшинский, А.В. Перельмутер, С.Ф.Личугин.* Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / Под общей ред. А.В. Перельмутера – 3-е изд., перераб. — М.: Издательство С, 2009. — 528 стр.
2. *Дубинский С.А.* Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания и комплексы: Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Москва, 2010.- 21с.
3. *Обухов С.Г.* Динамическая модель продольной составляющей скорости ветра / Обухов С.Г., Плотников И.А., Сарсикеев Е.Ж. // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. -С.139.
4. *Рональд Н. Брейсуэлл.* Преобразование Фурье. // Scientific American. В мире науки. - 1989. - № 8. -С. 48-56.
5. *Кошелева Д.Д.* Преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье / Кошелева Д.Д., Доронина А.В. // Инновации. Наука. Образование. – 2021. -№ 38. -С. 626-632.
6. *Мазурова Е.М.* Алгоритмы быстрого преобразования Фурье // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. -2004. -№3. -С.18-35.
7. *Саян С.Г.* Моделирование ускорений верхних этажей высотного здания при ветровом воздействии // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов Института фундаментального образования НИУ МГСУ за 2019-2020 учебный год. 2020 Издательство: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Москва). – 2020. С. 295-298.