

3. Волков И.А., Алиханов Д.М., Яковлев А.А. Результаты экспериментальных исследований режимов работы струйного теплового модуля: Журнал №3 Исследования, результаты : Механизация и электрификация сельского хозяйства. КазНАУ , Алматы , 2016.С.243- 248.

4. Д.М.Абсамат, Е.С.Саркынов, Ж.З.Жакупова. Результаты экспериментальных исследований и лабораторных испытаний струйного теплового модуля // «II Международное книжное издание стран СНГ / «Лучший научный сотрудник-2023» - Астана, 2023 г. – с.54-60

5. Махмудова Л.К. Методология научных исследований в водных ресурсах и водопользовании для магистрантов, обучающихся по образовательной программе 7M08601 – «Управление водными ресурсами с использованием IT-технологий: учеб. пособие / Махмудова Л.К., Жакупова Ж.З.- Алматы: КазНАИУ, 2020.- 135 с. <http://lib.kaznau.kz/default.asp?sign=1&dbid=BOOKS>

6. Фисенко В.В. Новая энергосберегающая технология в системах отопления и горячего водоснабжения // Теплоэнергетика: Журнал № 1. - М., 2000.

7. Фисенко В.В. Некоторые свойства термодинамики дфухфазного потока и их использование в аппаратах "Фисоник" // Промышленная энергетика: Журнал № 12. - М., 2001.

8. Кешуов С.А., Барков В.И. Математическое моделирование процессов на границе раздела фаз в электродных водонагревателях сельскохозяйственного назначения. В сб. "Проблемы эффективного использования энергии в отраслях АПК", Ташкент, 2003 г.

9. Патент № 29678 Струйный тепловой модуль/ Яковлев А.А., Саркынов Е., Асанбеков Б.А., Алиханов Д.М., Тлеукулов А.Т., Сапаров Н.М.; опубл.16.03.2015, Бюл.№3.

УДК 721

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

Усс Н. В.¹, Кулаков Н. И.², Лисовец А. Ю.³, Акулова О. А.⁴

¹ Магистрант кафедры природообустройства, БрГТУ, Брест, Беларусь, natallyanovosad@mail.ru

² Студент строительного факультета, БрГТУ, Брест, Беларусь, p0035817@g.bstu.by

³ Студент факультета инженерных систем и экологии, БрГТУ, Брест, Беларусь, alexlisovets@icloud.com

⁴ Заведующий кафедрой начертательной геометрии и инженерной графики, БрГТУ, Брест, Беларусь, akylovaolya@yandex.by

Аннотация

В статье рассмотрены современные подходы к проектированию городской среды, связанные с использованием BIM-технологий, ГИС-технологий, технологий расширенной реальности.

Ключевые слова: градостроительство, концепция «умного города», информационное моделирование зданий, BIM-технологии, ГИС-технологии, технологии виртуальной реальности.

INFORMATION TECHNOLOGIES IN URBAN PLANNING

Us N. V.¹, Kulakov N. I.², Lisovets A. Y.³, Akulova O. A.⁴

Abstract

The article discusses modern approaches to the design of the urban environment related to the use of BIM technologies, GIS technologies, augmented reality technologies

Keywords: urban planning, the concept of a "smart city", building information modeling, BIM technologies, GIS technologies, virtual reality technologies.

Введение.

Согласно Указу Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 №156 первым приоритетным направлением научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы являются «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства», среди которых отмечаются «цифровые пространственные модели, технологии дополненной реальности».

Градостроительство – это одна из наиболее социально значимых отраслей экономики, которая остро нуждается во внедрении современных информационных технологий и повсеместной цифровизации.

Материалы и методы. В работе применялся общенаучный метод анализа научной литературы и публикаций по теме научного исследования.

Результаты и обсуждения. Современное градостроительство тесно связано с концепцией «умного города» (smart-city), которая предполагает модернизацию инфраструктуры города с принципиально новыми возможностями централизованного управления, новым уровнем сервисного обслуживания и безопасности.

Реализация этой концепции обеспечивается внедрением информационного моделирования (BIM-технологии). Применение BIM-технологий на стадии градостроительства является новым этапом в их развитии. В связи с этим можно выделить два наиболее перспективных направления использования BIM [1]: стратегическое социально-экономическое развитие (создание единой базы

данных о состоянии развития социума и качественных показателей жизни населения); пространственное развитие (создание единой базы данных по уровню развития территории и качественных показателей городской среды). В комплексе это позволит прогнозировать и анализировать возможные сценарии развития города и соответственно принимать эффективные управленческие решения, а также осуществлять мониторинг развития городов и целых регионов.

К элементам городской застройки относят: здания и сооружения (жилые, общественные, административные и др.); элементы благоустройства (детские и спортивные площадки, автостоянки, парки, скверы, площади, водные объекты, набережные, улицы и дороги, транспортные и инженерные коммуникации и др.); линейные объекты (линии связи и электропередач, трубопроводы, автомобильные и железные дороги и др.); подземная часть (инженерные сети, метрополитен, паркинги и др.).

При этом следует учитывать ряд параметров: плотность и площадь застройки, этажность зданий, плотность и численность населения, соответствие зданий санитарным, инсоляционным и противопожарным требованиям, экологические мероприятия и озеленение, оптимизация дорожно-транспортной системы и другие.

На настоящий момент отсутствует отечественное программное обеспечение, позволяющее учитывать все эти нюансы, а использование зарубежного ограничено необходимостью соблюдения государственной тайны в процессе градостроительства.

Важным для градостроительства является возможность объединения ВМ-систем и ГИС-систем в единую модель [2]. Ярчайшим примером, успешно реализовавшим такой подход, например, является Сингапур. Для объединения ВМ-технологий и ГИС-технологий чаще всего используют следующие системы:

- FME Desktop (features manipulation engine) – разработан Safe Software для манипулирования пространственными и семантическими данными и является идеальным дополнением любой геоинформационной системы, обеспечивающим: трансляцию и конвертацию данных; преобразование систем координат; преобразование данных с использованием библиотеки из более чем 300 преобразователей данных (transformers) и создание собственных для реорганизации, преобразования, модификации, создания элементов и их атрибутов без необходимости кодирования;

- InfraWorks – это программное обеспечение разработано фирмой Autodesk для концептуального проектирования и позволяет специалистам в области архитектурно-строительного проектирования моделировать, анализировать и визуализировать проектные концепции объектов инфраструктуры в контексте антропогенной и естественной среды;

- ESRI CityEngine – это приложение для трехмерного моделирования и планирования городской среды, использующее процедурное моделирование, которое позволяет значительно сократить время создания 3D-моделей городской застройки по сравнению с традиционными методами. Создаваемые в CityEngine города могут быть основаны на реальных ГИС-данных или представлять результат реконструкции, фантазии или сценарий развития городского ландшафта.

Софт генерирует подробные модели города на основе простых процедурных правил, импортируя данные в стандартных форматах файлов, таких как OBJ и DXF и экспортируя в такие форматы, как FBX, Alembic и USD.

В настоящее время визуализация градостроительных проектов в основном осуществляется в специальном программном обеспечении, позволяющем на базе BIM-модели создавать виртуальную (VR) среду. Его условно можно разделить на две группы [3, 4]: с возможностью постобработки и внесения изменений в самой программе (Lumion, LumeneRT, Twinmotion и др.); без возможности постобработки – изменения необходимо вносить непосредственно в информационную модель (Euscapse, Autodesk Live, Fuzor и др.).

Следующим этапом развития VR-технологии является использование средств виртуальной реальности, с помощью которых можно свободно перемещаться в трехмерном пространстве города и изменять параметры объектов в режиме реального времени. Одним из инструментов, позволяющих этого достичь, является приложение Unreal Engine. Оно позволяет реализовать два принципиально разных подхода к созданию виртуальной реальности: кроссплатформенный (с использованием плагина Pixel Streaming) – аудио- и видеопоток генерируются в режиме реального времени, при этом каждый из участников по очереди может вносить изменения в объекты; мультиплеерный (реализуется встроенными средствами) – информация передается между несколькими компьютерами, каждый из участников может управлять своими действиями внутри проекта (напоминает видеоигру).

Заключение. В настоящее время в проектах городских комплексов используют высокотехнологичные решения, учитывающие энергоэффективность и защиту окружающей среды. При их проектировании создаются информационные модели зданий и сооружений, а сами проекты сопровождаются большим количеством фотореалистичных изображений, анимацией, а также расширенной реальностью. Изучение этого опыта полезно при разработке градостроительных проектов в Республике Беларусь.

Список цитированных источников

1. Орловская, Т. Н. Концепция применения BIM-моделирования в управлении социально-пространственным развитием мегаполиса / Т. Н. Орловская // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы IV Международной научно-практической конференции ; под общ. ред. А. А. Семенова. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2021. – С. 200–204. DOI: <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2021.026>.

2. Сеницына, И. А. BIM-моделирование и синтаксические оценки городского пространства / И. А. Сеницына., Ю. М. Моисеев // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы IV Международной

научно-практической конференции ; под общ. ред. А. А. Семенова. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2021. – С. 401–407. DOI: <https://doi.org/10.23968/VIMAC.2021.050>.

3. Ожиганова, М. Е. Консолидация BIM и VR / М. Е. Ожиганова, А. В. Ремпель // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы II Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2019. – С. 164–169. DOI: <https://doi.org/10.23968/VIMAC.2019.029>.

4. Шакшак, О. М. Оценка BIM проекта на основе многопользовательского VR-тура / О. М. Шакшак, И. А. Евсиков // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы III Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2020. – С. 304–310. DOI: <https://doi.org/10.23968/VIMAC.2020.039>.

УДК 628.3:621.3

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Шикунец А. Б.¹, Штена В. Н.², Смелов В. В.³, Карнович Д. С.⁴

¹Аспирант, Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь, leshashikunets@gmail.com

²Проректор по научной работе, Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь, trproless@gmail.com

³Заведующий кафедрой программной инженерии, Белорусский государственный технологический университет, smw@belstu.by

⁴Заведующий кафедрой автоматизации производственных процессов и электротехники, Белорусский государственный технологический университет, karovich@tut.by

Аннотация

Оценены подходы к формализации цифровых двойников, которые применяются в стандартах ГОСТ Р и ISO, выбран второй как базис при решении задач водоотведения. Создана структура цифровых двойников систем водоотведения коммунально-промышленных объектов; обоснованы дальнейшие направления исследований использования цифровых решений в водопроводно-канализационных хозяйствах.

Ключевые слова: цифровой двойник, водоотведение, международный стандарт.