

архитектуры (функция, форма, цвет, пластика, масштаб), сформулированы выводы:

1. Зритель способен воспринимать окружающую архитектурную среду как в комплексном, целостном смысле, так и выборочно – акцентируя внимание на тот или ином объекте;

2. Целостное восприятие пространства является приоритетным, зритель испытывает негативные состояния дискомфорта при нарушении гармоничных соотношений геометрических форм зданий и их сомасштабности не только между собой, но и относительно самого зрителя;

3. При проектировании среды или отдельных архитектурных единиц зритель может иметь визуальные сценарии, где будут учитываться вопросы оптических иллюзий и искажений, которые, в свою очередь, могут исправить существующее дисгармоничное восприятие среды;

4. Необходимо пользоваться психоэмоциональным откликом человека на цветовую палитру среды – создание благоприятной визуальной атмосферы значительно повышает уровень комфортности архитектурного пространства.

Воспроизведение архитектурных типов приводит к возникновению свежее испеченных

своеобразных психических образований – представлений. Представление – это воспроизведенный образ архитектурного объекта, зяждущийся на предыдущем опыте. Познание окружающей архитектурной реальности завязывается с ощущения и восприятия. От ощущения и восприятия оно переходит к пространственно-образному мышлению. С точки зрения дискурсивного аппарата пространственно-образное познание – это опосредованное – основанное на раскрытии связей, отношений – и общее постижение беспристрастной реальности.

Пространственно-образное мышление соотносит данные ощущения и восприятия – сопоставляет, сравнивает, различает, выявляет взаимоотношения и посредством взаимоотношения выявляет свежие спекулятивные их свойства. Задача пространственно-образного мышления в архитектурном проектировании заключается в том, чтобы выявить существенные, необходимые связи, основанные на реалистичных зависимостях, изолировав их от случайных совпадений в архитектурном объекте.

Список литературы

1. Маклаков А. Г. Общая психология: Учебник для вузов. 2018.
2. Генрих Вельфлин. Основные понятия истории искусств. Проблема эволюции стиля в новом искусстве. 2009.
3. Barker R. Ecological psychology: Concepts and methods for studying the environment of human behavior. - Stanford, 1968.
4. Шилин В.В. Архитектура и психология. Краткий конспект лекций. – Н. Новгород: НГАСУ, 2011.
5. Bruner J., Postman L. Emotional selectivity in perception and reaction // Journal of Personality, 1947, 16.
6. Рябов О.Р., Николаева И.В. Резонансное восприятие архитектурной среды // Всероссийская научная конференция по проблемам архитектуры и строительства: тезисы докладов. - Казань: КГАСУ, 2016.
7. Исина А.З. «Восприятие архитектурного пространства и архитектурной среды в современной архитектуре» [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://archvuz.ru/cont/299>
8. Ткачѳв В.Н. «Структура архитектурного пространства» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://bral.info/?p=16>
9. Шевелев. И.Ш. Логика архитектурной гармонии. – М.: Стройиздат, 1973
10. Шубенков М.В. Структурные закономерности архитектурного формообразования: учеб. пособие / Шубенков М.В. – М.: Архитектура-С, 2006.

© В. С. Салахутдинова, Н. А. Новинская

Ссылка для цитирования:

Салахутдинова В. С., Новинская Н. А. Эмпирические особенности восприятия архитектурного пространства и формы // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 58–62.

УДК 69: 681.51; 620.98

DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-62-67

ИНСТРУМЕНТАРИЙ BIM-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ И ОБСЛУЖИВАНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ГОРОДСКИХ ОКРУГОВ

А. В. Исанова, Д. А. Дралюк, Д. А. Дегтярева, Д. В. Кириченко

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

В статье проанализирована сфера гражданского строительства с точки зрения необходимости внедрения различных инструментов BIM-моделирования при управлении энергоэффективными зданиями. Собрана информация об инструментарии BIM-моделирования, который может быть необходим при обслуживании энергоэффективных зданий. В работе было выделено и описано пять основных инструментов, в том числе BEM и CFD технологии, которые были рассмотрены более подробно. Также были определены требования, предъявляемые к информационным моделям, которые интегрируются со сторонними инструментами BIM-моделирования для анализа теплотехнических характеристик здания и микроклимата помещений. В работе приводятся примеры зарубежного опыта применения инструментов BIM-моделирования, которые используются при анализе существующих энергоэффективных зданий.

Ключевые слова: BIM-моделирование, BIM-технологии, энергоэффективность, моделирование энергопотребления, энергосбережение, управление инженерными системами зданий.

BIM-MODELLING TOOLS FOR THE MANAGEMENT AND MAINTENANCE OF ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS AND FACILITIES IN URBAN AREAS

A. V. Isanova, D. A. Drapalyuk, D. A. Degtyareva, D. V. Kirichenko

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

The article analyses the field of civil engineering from the point of view of the necessity of implementing various BIM modelling tools in the management of energy-efficient buildings. Information on BIM modelling tools that may be needed in the maintenance of energy-efficient buildings has been collected. Five main tools have been identified and described, including BEM and CFD technologies, which have been reviewed in more detail. The requirements for information models that integrate with third-party BIM modelling tools for analysing building thermal performance and indoor climate have also been identified. The article provides examples of foreign experience in the use of BIM modeling tools used in the analysis of existing energy-efficient buildings.

Keywords: BIM-modelling, BIM technology, energy efficiency, energy modelling, energy savings, building engineering systems management.

Одной из актуальных проблем на сегодняшний день является повышение энергоэффективности гражданских зданий. При создании современных сооружений уже на этапе разработки проекта происходит выбор конструктивных и объемно-планировочных решений, которые позволят компенсировать увеличивающееся потребление энергоресурсов [1].

Стремительный рост и развитие городских округов приводит к возведению и реконструкции большого количества зданий и сооружений. Согласно показателям Росстата [2] в 2019 году общая площадь введенных зданий составила 146,7 млн м². На сегодняшний день, согласно [3] все здания должны отвечать требованиям энергетической эффективности, а это означает, что почти все введенные в эксплуатацию строения, за исключением тех, что указаны в статье 11, п. 5 [3], обязаны быть энергоэффективными. Именно поэтому не менее актуальной задачей является автоматизация мониторинга, управления и обслуживания жилого и общественного фонда.

Автоматизация в сфере строительства связана не только с производством работ и бизнес-процессами, но и цифровизацией проектов, созданием информационных моделей зданий и сооружений. Для этого в настоящее время широко используют BIM-технологии. Понятие «BIM-технология» включает в себя информационное моделирование, а также организацию качественного и тщательного контроля всех выполняемых операций на каждой стадии жизненного цикла объекта [4]. Именно поэтому инструменты BIM-моделирования могут быть полезны при управлении и обслуживании энергоэффективных зданий и сооружений.

Для того чтобы определить какой именно инструментарий BIM-моделирования необходим для осуществления поставленных задач, следует определить требования, предъявляемые к информационной модели эксплуатируемого объекта. В первую очередь, возведенное здание должно точно соответствовать BIM-модели и отражать все отступления от проекта, допущенные при строительстве. Это позволяет обслуживающим, техническим и финансовым

службам, обращаясь к архиву, получать всю необходимую информацию по интересующему элементу строения в виде графических и неграфических данных [5].

Следующим немаловажным аспектом является внесение изменений при модернизации или реконструкции здания, что обеспечит удобное централизованное хранение, накопление и отображение данных по эксплуатируемому объекту. Благодаря чему, управляющие организации будут заранее иметь график обслуживания и ремонта оборудования. Контроль энергопотребления зданием на основе BIM-модели позволит оперативно принимать требуемые меры при превышении его расчетных показателей.

После определения параметров информационной модели здания или сооружения рассмотрим основные понятия и инструментарий для получения данных от BIM-модели, который могут быть использованы компаниями при обслуживании возведенных объектов:

- BEM (Building Energy Modeling) – моделирование энергопотребления здания (энергомоделирование зданий), симбиоз архитектурной модели и инженерных систем здания (рис. 1). BEM отражает данные о геометрических размерах, строительных материалах, инженерных системах, описывая конфигурацию систем, использующих возобновляемую энергию, если они есть в здании. Так же BEM позволяет оценить: энергопотребление с разной периодичностью (в течение года, по месяцам, дням и часам), сравнить аналитическую модель с базовой [6]. Модель включает в себя такие характеристики как, расчет отопительной нагрузки, анализ тепловыделения, эффект «населенности». В модели приведены расходы на внутреннее и наружное водоснабжение здания, затраты на них, описана теплоизоляция (можно визуализировать теплоизоляцию окон и поверхностей в течение заданного периода) и естественное освещение (расчет показателей естественного освещения и определение уровней освещенности в любых точках здания), тени и блики (визуализация положения и траектории движения солнца по отношению к модели в любое время и в любом месте). Программное

обеспечение (ПО) позволяет спрогнозировать окупаемость и проанализировать энергоэффективность применяемых решений. Энергомоделирование существенно дополняет раздел проектной документации «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов» [7], являющийся обязательным в России;

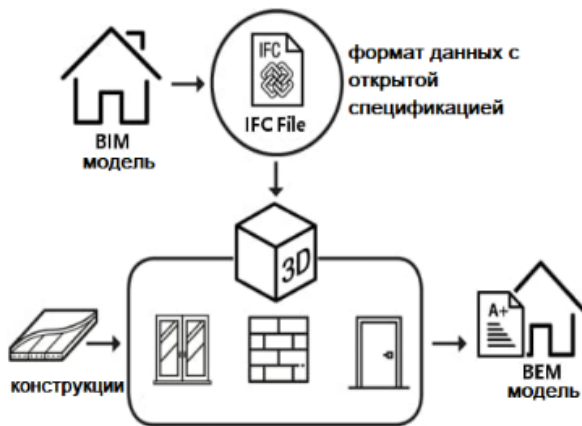


Рис. 1. BEM (Building Energy Modeling): связь BIM-модели с BEM-моделью

- BAS (Building automation systems) – система автоматизации здания. Это интеллектуальная система, состоящая из аппаратного и программного обеспечения, объединяющая системы отопления, вентиляции и кондиционирования (HVAC), освещения, безопасности и другие системы для связи на единой платформе [8]. Таким образом, система автоматизации предоставляет важную информацию об эксплуатационных характеристиках здания, а также повышает безопасность и комфорт жителей или посетителей зданий и сооружений. Цель данной системы обеспечить комфортную и стабильную среду и снизить затраты на электроэнергию.

- CFD (Computational Fluid Dynamics). Вычислительная газодинамика (CFD) является инструментом, который может быть использован в зданиях для моделирования воздушных потоков и теплопередачи внутри зданий. CFD-моделирование – единственный на сегодня инструмент, обладающий сравнимой с натурным экспериментом достоверностью. Он даёт возможность качественно рассмотреть проектируемые решения и их энергоэффективность [5]. Погрешность CFD-моделирования составляет 3–5 % (рис. 2). ПО основанное на CFD прогнозирует параметры микроклимата внутри зданий и сооружений. С помощью данных CFD возможно рассмотреть различные «сценарии» функционирования систем вентиляции и кондиционирования, выбрав наиболее подходящий (рис. 2 а–в). Все это позволяет создавать комфортные условия пребывания в помещениях,

отвечающие требованиям энергоэффективности во время управления и обслуживания зданий. К функциям, которые описывает вычислительная газодинамика, относятся:

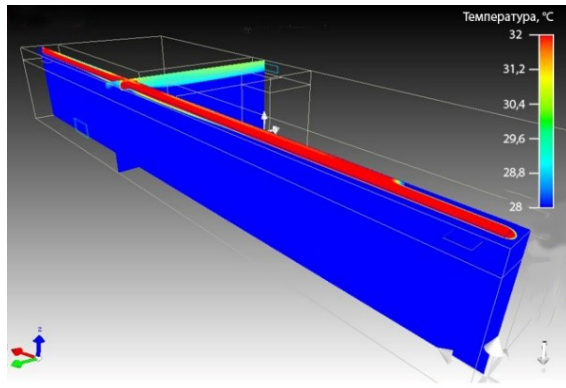
- создание оптимального теплового комфорта жителей;
- уменьшение количества оборудования, необходимого для управления воздушным потоком;
- учет теплоступлений для оптимизации работы отопления;
- оценка ветровой нагрузки на здание;
- оценка источников шума;
- соблюдение требований охраны труда и техники безопасности;
- управление риском заражения в медицинских учреждениях, таких как «чистые комнаты», и даже повышение урожайности сельскохозяйственных культур в домашних условиях;

- COBie (Construction Operations Building Information Exchange) представляет собой информационную модель, дополненную базами данных BIM, отражающую сведения об оборудовании и конструктивных элементах строения. Он является скорее не инструментом, а форматом данных для передачи информации, полученной на основе BIM-модели для энергоэффективного обслуживания и эксплуатации сооружения после завершения строительства. COBie даёт возможность получить необходимые сведения о здании с меньшими затратами и более высокого качества, чем при проведении технического обследования, обеспечивая межсистемный обмен информацией о конструктиве и оборудовании. Данный сервис может использоваться и при возведении объекта, так как вся ключевая информация объединяется в один формат и изменяется строительной бригадой на всех этапах строительства проекта;

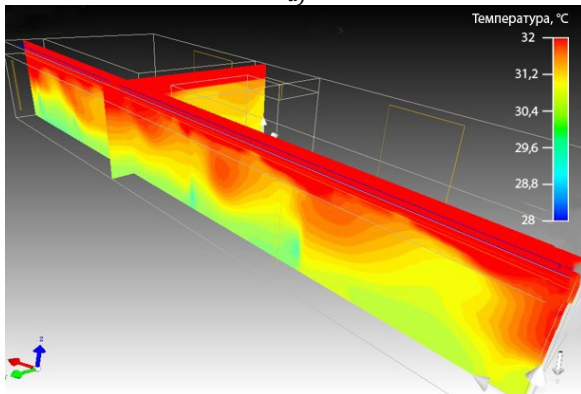
- CMMS (Computerized Maintenance Management Systems) – компьютеризированная система управления техническим обслуживанием. CMMS берет на себя все аспекты эксплуатации и обслуживания здания после строительства, сопровождая здание в ходе всего его жизненного цикла. Использование в энергоэффективных зданиях CMMS способствует снижению потребления энергии за счет регулирования работы их инженерного оборудования. Первые системы CMMS появились примерно в 1965 году и представляли собой статичную систему, доступную только для крупных строительных организаций. Развитие и совершенствование вычислительной техники, появление Интернета сделало ее доступной для малых и средних предприятий. Образовав симбиоз с BIM, CMMS трансформировалась в динамичную отвечающую современным требованиям модель. CMMS – программное обеспечение, автоматизирующее эксплуатацию зданий и сооружений на основе данных, полученных с системы

датчиков, которые оптимизируют рабочие процессы [8]. CMMS даёт возможность:

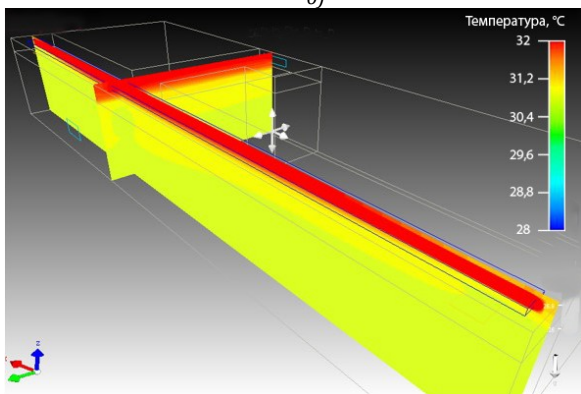
- осуществлять управление снабжением при подключении мобильных устройств;
- планирование ремонтов и закупки запасных частей;
- создания бухгалтерских отчетов с расчётом заработных плат обслуживающему персоналу.



а)



б)



в)

Рис. 2. Примеры моделирования тепловых потоков ПО, основанных на CFD:

- а) температура в коридоре без использования систем вентиляции; б) температура коридора при простой вентиляции; в) температура коридора, в которой применены системы кондиционирования

Стоит отметить, что BIM-модель содержит избыточное количество данных для рассмотренного выше расчетного инструментария. Поэтому при интегрировании модели в BEM и CFD-среду её следует упростить, сохранив минимальные требуемые элементы. Например, для

CFD-расчета важно сохранить компоненты модели, которые влияют на ход движения воздуха, а именно: инженерные устройства и основные несущие конструкции. В расчетных программах необходимо заполнить исходные данные, для BEM это параметры инженерных систем, математические модели оборудования, информацию о микроклимате.

Рассмотрим зарубежный опыт использования инструментария BIM-моделирования при управлении и обслуживании энергоэффективных зданий и сооружений. Одной из лидирующих компаний в сфере внедрения BIM-тех-нологий, способствующих повышению энерго-эффективности зданий и сооружений, является компания «EcoDomus». Она осуществляет энергоаудит объектов, а также услуги по проектированию и установке систем электроснабжения, использующих возобновляемые источники энергии. «EcoDomus» представили решение, позволяющее сравнивать прогнозируемые энергетические характеристики с фактическими показателями, полученными при помощи датчиков и счетчиков автоматизированных систем здания. Данное ПО объединяет в себе несколько модулей, которые упрощают сбор данных. Помимо общей реализации COBie «EcoDomus» совершенствует способы управления зданиями [9].

Типовая эксплуатация здания основана на обратной связи с жильцами, то есть решении вопросов, касающихся энергоэффективности и не только, на основе жалоб. Таким образом управляющая организация обычно корректирует локальные недостатки вместо того, чтобы искать и устранять причины неисправностей. Преимущество подхода «EcoDomus EM» состоит в том, что энергоаудиты могут выявить больше проблем, затрачивая меньшее количество времени, а также прогнозировать их возможное появление. «EcoDomus EM» («Управление энергопотреблением») (рис. 3) – это программный модуль, обеспечивающий непрерывный поток данных между BIM/COBie и программой моделирования энергии EnergyPlus. Пользователи могут не только сравнить смоделированное потребление энергии с фактическим потреблением всего объекта, но и определять зоны и компоненты, которые отклоняются от нормы и, следовательно, требуют более детальной проработки при обслуживании или даже ремонт.

Одним из первых главных клиентов «EcoDomus» являлся Оперный театр в Сиднее [10]. Совместно с BIM-разработчиками была создана информационная модель здания, в дальнейшем благодаря программному энергоаудиту компании «EcoDomus» была произведена модернизация инженерных систем здания, что способствовало снижению энергопотребления и улучшению микроклимат помещений.

При внедрении BIM-технологии в масштабах отдельного здания, микрорайона или городского округа, контроле и анализе информационных моделей можно добиться существенного снижения средств, которые выделяются на капитальные ремонты или мероприятия по повышению энергоэффективности, поскольку исходя из модели будет четко определено место приложения ресурсов. Можно сказать, что рассмотренные BIM-

технологии управляют процессами жизненного цикла зданий или сооружений. Кроме того, они являются объективными источниками информации с высокой степенью достоверности, с помощью которых дополняется, изменяется и заменяется информационная модель, отражая при этом состояние здания или сооружения в реальном режиме.

ИНТЕГРАЦИЯ С СИСТЕМАМИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗДАНИЯ (ДЕТАЛЬНАЯ СХЕМА)

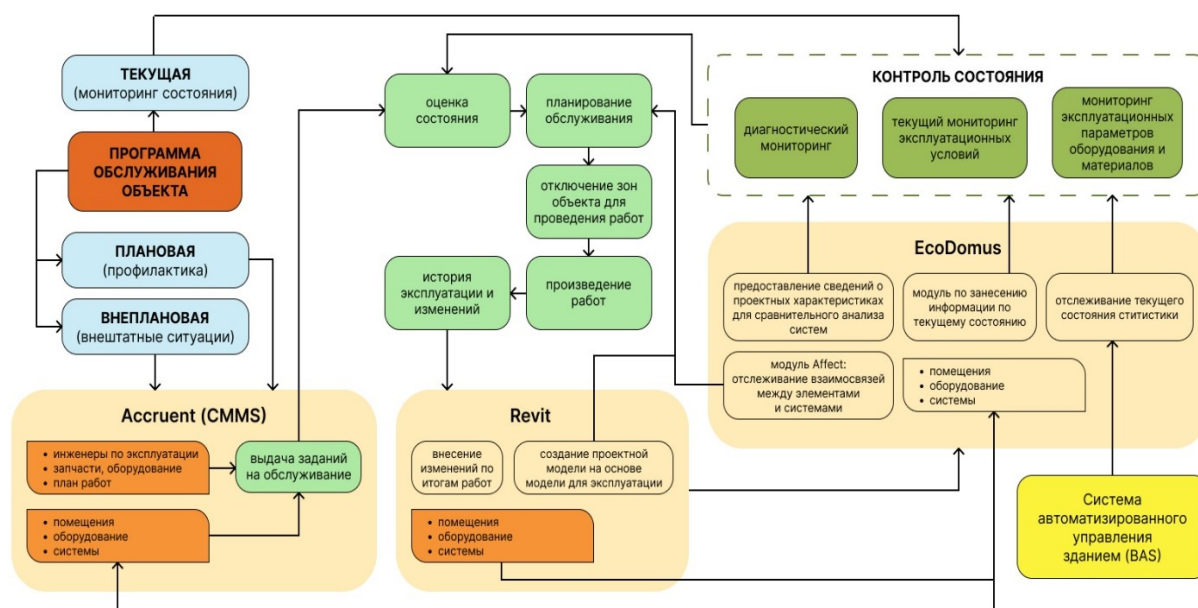


Рис. 3. Связь программы BIM-моделирования Revit с ПО EcoDomus; Информационная модель исследовательского центра фундаментальной науки в области биологии Howard Hughes Medical Institute Janelia Research Campus (HHMI) [11]

В городских округах каждое отдельное здание является элементом сложной системы. Создание информационной модели энергосберегающей городской среды поспособствует анализу износа и аварийности, поможет спрогнозировать различ-

ные сценарии развития зданий в городских округах. На сегодняшний день данная паспортизация и созданная виртуальная BIM-среда является необходимостью, которая поспособствует качественному управлению городом.

Список литературы

- Исанова А.В. Обеспечение теплового комфорта в жилых комплексах повышенной этажности // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2018. № 2 (5). С. 47-52.
- ЕМИСС Государственная статистика. Общая площадь введенных зданий [сайт]. Россия, 2021 – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/40560> (дата обращения 22.03.2021). – Текст: электронный.
- Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 (ред. от 26.07.2019) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"
- Султанова А.Д. Особенности технологии информационного моделирования зданий (BIM-технологии) – Текст: непосредственный // Научный журнал Modern Science. – Москва, 2019. – ISSN: 2414-9918, №3. с.389-391
- Д.С. Королев, А.В. Липатова BIM-технологии при эксплуатации зданий и сооружений. Внедрение технологии информационного моделирования в сфере ЖКХ– Текст: непосредственный // Научный журнал Master'S Journal. – Пермь: ПНИПУ. – 2019, №2. с.56-68
- Энергомоделирование зданий [сайт]. – 2021 – URL: <http://cni.ru/энергомоделирование-зданий/> (дата обращения: 23.03.2021). – Текст: электронный
- Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 21.12.2020) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".
- Lewis, A. Elmualim, A Linking Energy and Maintenance Management to Improve Knowledge Transfer within Building Operation and Management Текст: непосредственный // Fraunhofer IBD. – Штутгарт. – 2019, № 1. с. 232 – 246
- EcoDomus Consulting [сайт]. – 2019 – URL: <http://www.ecodomusconsulting.ca/#> (дата обращения: 23.03.2021). – Текст: электронный.
- BimAcademy. Sydney Opera House [сайт]. – 2019 – URL: <https://www.bimacademy.global/work/sydney-opera-house/> (дата обращения: 23.03.2021). – Текст: электронный.

11. Информационная модель исследовательского центра фундаментальной науки в области биологии Howard Hughes Medical Institute Janelia Research Campus (HHMI) [сайт] – 2018 – URL: <https://ardexpert.ru/project/12171> (дата обращения: 23.03.2021). – Текст: электронный.

© А. В. Исанова, Д. А. Драпалюк, Д. А. Дегтярева, Д. В. Кириченко

Ссылка для цитирования:

Исанова А. В., Драпалюк Д. А., Дегтярева Д. А., Кириченко Д. В. Инструментарий BIM-моделирования при управлении и обслуживании энергоэффективных зданий и сооружений городских округов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 62–67.

УДК 711

DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-67-71

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА

Я. Н. Александрова, Т. О. Цитман

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

Преобразование города в существующих границах города, но с перспективным развитием является основным вектором совершенствования города в градостроительном аспекте. В данной статье рассматривается актуальность современных тенденций развития города, которые являются основополагающими мастер-плана. Мастер-план служит будущим ориентиром для развития города не только в архитектурном векторе, но и в экономическом, демографическом факторах. Комплексная оценка позволяет выбрать ключевые направления развития территории и предложить способы достижения целей мастер-плана. Грамотный подход и правильные решения позволят территории, с учетом ресурсов и потенциала получить толчок к развитию. Общая характеристика территории подчиняется не только градостроительным аспектам, но и пространственной организации городской структуры.

Ключевые слова: город, история, проблемы города, тенденции преобразования города, мастер-план, структура.

MODERN TRENDS IN THE TRANSFORMATION OF THE CITY

Y. N. Alexandrova, T. O. Tsitman

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

The transformation of the city within the existing boundaries of the city, but with a promising development is the main vector for improving the city in the urban planning aspect. This article examines the relevance of modern trends in the development of the city, which are the fundamental of the master plan. The master plan serves as a future reference point for the development of the city, not only in the architecture, but also in the economic and demographic factors. A comprehensive assessment allows you to select key areas for the development of the territory and propose ways to achieve the goals of the master plan. A competent approach and the right decisions will allow the territory, taking into account resources and potential, to get an impetus for development. The general characteristics of the territory are subject not only to urban planning aspects, but also to the spatial organization of the urban structure.

Keywords: city, history, problems of the city, trends in the transformation of the city, master plan, structure.

Астрахань – город, располагающийся в дельте реки Волги, которая впадает в Каспийское море. По историческим данным, город сформировался в XIII веке и назывался Таджи-Тархан. При царе Иване Грозном город вошел в состав России и в 1556 году был переименован в Астрахань. Астрахань стала крепостью на южной границе государства и также важной торговой «столицей» России и Азии (рис. 1).

В самом сердце города на высоком бурге располагается главная достопримечательность – белокаменный кремль. Кремль был построен в XVI веке. По объемно-планировочному решению кремль представляет собой вытянутый треугольник, стены, которого в виде «ласточкиного хвоста». Башни кремля уникальны, так как

приспособлены к круговой обороне. Ансамбль кремля состоит из Успенского собора, главной колокольни, Троицкого собора. Успенский собор имеет свою отличительную черту, так как на уровне второго этажа собор обвенчан открытой обходной галереей. Астрахань являлась «младшей сестрой» Москвы, и основной соборный храм города получил свое название, как и главный московский храм – Успенский.

Белый город, который прилегает к территории кремля, тоже представляет собой уникальные артефакты. В нём находится Спасо-Преображенский монастырь и много памятников архитектуры. В настоящее время, в центре Белого города сохранились подворья восточных купцов, мечети и католический храм [14].