



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

ҚҰРЫЛЫС. СӘУЛЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА
CONSTRUCTION. ARCHITECTURE

DOI 10.51885/1561-4212_2025_1_332
MPHTI 67.23.13

В.В. Яскевич

Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

E-mail: v.yaskevich@satbayev.university*

ПРИМЕНЕНИЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРОЙ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСОВ: ОПЫТ SATBAYEV UNIVERSITY

ШЕКТЕУЛІ РЕСУРС ЖАҒДАЙЫНДА ИНФРАҚҰРЫЛЫМ БАСҚАРУЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ ҮШІН BIM ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ: СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ТӘЖІРИБЕСІ

APPLICATION OF BIM TECHNOLOGIES FOR BUILDING INFRASTRUCTURE MANAGEMENT IN RESOURCE-CONSTRAINED CONDITIONS: THE EXPERIENCE OF SATBAYEV UNIVERSITY

Аннотация: Статья посвящена исследованию возможностей использования технологий информационного моделирования зданий (BIM) в условиях ограниченных ресурсов. Рассматривается опыт внедрения BIM в управление инфраструктурой одного из корпусов Satbayev University. Основной целью исследования было изучение преимуществ и ограничений BIM при моделировании существующих объектов, а также выявление оптимальных уровней детализации для различных задач. Особое внимание уделено методам снижения затрат на программное обеспечение и оптимизации процессов моделирования. Результаты исследования могут быть полезны для организаций, заинтересованных во внедрении BIM технологий при ограниченных бюджетах.

Ключевые слова: BIM, информационное моделирование зданий, Satbayev University, управление инфраструктурой, ограниченные ресурсы, уровни детализации, оптимизация затрат, Revit, Microsoft Teams, Navisworks.

Аңдатпа Мақала ғимараттарды ақпараттық модельдеу технологияларын (BIM) шектеулі ресурстар жағдайында қолдану мүмкіндіктерін зерттеуге арналған. Satbayev University-дің бір корпусының инфрақұрылымын басқаруда BIM-ді енгізу тәжірибесі қарастырылады. Зерттеудің негізгі мақсаты – қолданыстағы объектілерді модельдеу кезінде BIM-нің артықшылықтары мен шектеулерін зерттеу, сондай-ақ әртүрлі тапсырмалар үшін оңтайлы деңгейлерін анықтау болды. Ерекше назар бағдарламалық қамтамасыз ету шығындарын азайту және модельдеу процестерін оңтайландыру әдістеріне аударылады. Зерттеу нәтижелері шектеулі бюджетпен BIM технологияларын енгізуге мүдделі ұйымдар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Түйін сөздер: BIM, ғимараттарды ақпараттық модельдеу, Satbayev University, инфрақұрылымды басқару, шектеулі ресурстар, деңгейлерді детализациялау, шығындарды оңтайландыру, Revit, Microsoft Teams, Navisworks.

Abstract: The article is devoted to the study of the possibilities of using building information modeling (BIM) technologies in conditions of limited resources. The experience of implementing BIM in infrastructure management of one of the buildings of Satbayev University is considered. The main objective of the study was to study the advantages and limitations of BIM in modeling existing objects, as well as identifying optimal levels of detail for various tasks. Particular attention is paid to methods for reducing software costs and optimizing modeling processes. The results of the study can be useful for organizations interested in

implementing BIM technologies with limited budgets.

Keywords: BIM, building information modeling, Satbayev University, infrastructure management, limited resources, levels of detail, cost optimization, Revit, Microsoft Teams, Navisworks.

Введение. В последние десятилетия цифровые технологии получили широкое распространение в архитектурно-строительной отрасли. Одной из наиболее эффективных можно считать информационное моделирование зданий (Building Information Modeling, BIM). BIM позволяет интегрировать все аспекты проектирования, строительства и эксплуатации зданий в единую цифровую модель, что значительно повышает эффективность работы, снижает затраты и улучшает качество конечного продукта. В условиях растущей урбанизации и ужесточающихся требований к устойчивому развитию BIM технологии становятся неотъемлемым инструментом для архитекторов, инженеров и управляющих объектами.

Многочисленные исследования показывают, что применение BIM технологий способствует достижению различных аспектов устойчивости зданий. Например, использование датчиков, сенсоров и систем «умного» управления позволяет существенно повысить энергоэффективность и безопасность объектов, оптимизировать эксплуатационные расходы (Wong & Zhou, 2015). Тем не менее, несмотря на очевидные преимущества, внедрение BIM сопряжено с рядом трудностей, главным образом связанных с высокой ресурсоемкостью процесса моделирования и необходимостью значительных инвестиций в программное и аппаратное обеспечение и обучение персонала (Sriyolja et al., 2021).

Отдельно можно выделить область внедрения цифровых технологий в эксплуатацию существующих объектов, где BIM также играет существенную роль (Wong et al., 2018). В то же время исследователи отмечают особые трудности во внедрении BIM именно на этапе эксплуатации объекта (Volk et al., 2014).

Особенно остро эта проблема стоит для организаций, занимающихся эксплуатацией уже существующих зданий, таких как университеты, больницы и государственные учреждения. Как правило, такие организации не располагают достаточными фондами для закупки дополнительного оборудования и оплаты дорогостоящих услуг специалистов, что значительно ограничивает их возможности по внедрению BIM технологий (Kassem et al., 2015). В связи с этим возникает вопрос: какие преимущества информационного моделирования могут быть доступны широкому кругу пользователей и как можно их достичь в условиях ограниченных ресурсов?

Новизна данного исследования заключается в разработке и внедрении оптимизированного подхода к использованию BIM технологий в условиях ограниченных ресурсов. В отличие от традиционных методов, требующих значительных финансовых и временных затрат, предложенный подход фокусируется на использовании простых методов, доступного программного обеспечения и минимально необходимого уровня детализации модели (LOD) для эффективного управления инфраструктурой существующих зданий. Исследование демонстрирует практическое применение данного подхода на примере одного из корпусов Satbayev University, что позволяет получить ценные данные о возможностях и ограничениях BIM при минимальных ресурсах. Это открывает новые перспективы для широкого круга пользователей, особенно для образовательных и государственных учреждений, испытывающих ограничения в бюджете.

Авторы уже публиковали опыт по моделированию другого корпуса, где были выявлены сложности с организацией среды общих данных и внедрением стандартов и регламентов (Yaskevich et al., 2022), и настоящее исследование является продолжением данной работы. Основной задачей было оптимизировать процессы управления инфраструктурой университета, учитывая такие проблемы, как отсутствие необходимой проектной документации, разрозненность неграфической информации и сложности в управлении

данными о здании.

Конечная цель проекта включает моделирование архитектурного раздела, инженерных сетей и оборудования, а также формирование платформы для использования и управления полученными моделями. Особое внимание уделялось оптимизации уровня графической детализации модели (LOD) для различных задач эксплуатации здания, что позволило существенно снизить трудозатраты и повысить эффективность использования модели. В данной статье отражены итоги первого этапа, направленного на выполнение архитектурно-строительной части.

Результаты исследования показали, что при рациональном подходе к уровню детализации и использовании доступного программного обеспечения_ информационное моделирование может стать эффективным инструментом для управления инфраструктурой даже при ограниченных ресурсах. Такой подход позволяет не только упростить и ускорить рутинные операции по получению, хранению и изменению информации, но и создать основу для дальнейшего внедрения более сложных и ресурсоемких технологий в будущем.

Основные задачи и принципы моделирования. Несмотря на то, что целью является оптимизировать усилия, в работе сохраняются основные принципы информационного моделирования, выработанные передовыми практиками, – использование регламентов и среды общих данных для корректной совместной работы, применение специализированного программного обеспечения, организация модели с целью дальнейшего использования и др. (Sacks et al., 2018) Упрощение моделей и процессов основано на ограничении функциональных задач наиболее часто применяемыми при ограничении точности и детализации модели требованиями этих задач.

Основанием для выполнения рассматриваемой работы стало задание руководства университета. Основной целью была оптимизация процессов управления инфраструктурой университета. При этом были выделены следующие проблемы: отсутствие необходимой проектной документации по зданиям университета, разрозненность неграфической информации и источников ее получения, сложности в управлении информацией о здании (например, внесение изменений в ходе ремонта, реконструкции). Для составления плана реализации информационного моделирования было запрошено техническое задание и проведена беседа с руководителем управления инфраструктуры университета, на основе чего была составлена табл. 1.

Таблица 1. Техническое задание по информационному моделированию от департамента управления инфраструктурой

| № | Раздел | Запрошенная информация |
|----|----------------------------------|--|
| 1. | Архитектурно-строительный раздел | Размеры помещения (пол, потолок, стены, окна, дверь) Материал стен, потолков Цвет стен, потолков Материал окон (+специфические характеристики – цвет, открытие) Материал дверей Материал покрытия пола Материал плинтусов Наличие штор/жалюзи/ролл-штор Наличие и вид мебели, включая стулья, журнальные столики, диваны, кресла, ковры, холодильники, СВЧ-печи, сейфы и др. |
| 2. | Электрические сети | Расположение, кол-во и вид (накладные/внутренние/напольные) розеток Наружная/внутренняя прокладка кабелей Кол-во и характеристики светильников Наличие, модель и год установки кондиционера(ов) Наличие электрических радиаторов |

| | | |
|----|------------------|--|
| | | Наличие 3-х фазного питания (схема, расположение розеток) |
| 3. | Слаботочные сети | Расположение, кол-во и характеристики розеток Схема прокладки кабелей для интернета (кабелегон/гофра) Схема прокладки кабелей для телефонизации (кабелегон/гофра) Схема прокладки кабелей для пожарной сигнализации (кабелегон/гофра) |

Окончание табл. 1

| № | Раздел | Запрошенная информация |
|--|-----------------------------|---|
| | | Схема прокладки кабелей для охранной сигнализации (кабелегон/гофра) Схема прокладки кабелей для видеонаблюдения Характеристики телефонного аппарата |
| 4. | Водоснабжение и канализация | Наличие умывальника/раковины (гор., хол. вода, канализация) Возможность монтажа коммуникаций Наличие пожарного гидранта |
| 5. | Отопление и вентиляция | Наличие естественной вентиляции Наличие принудительной вентиляции Наличие зонтов в лабораторных помещениях Наличие и мощность вентиляторов Схема и расположение радиаторов Кол-во и вид радиаторов |
| <i>Примечание – составлено автором</i> | | |

Процесс было решено провести в несколько этапов: на первом этапе выполнить моделирование архитектурного раздела как основы, с которой далее смогут работать инженеры; на втором – моделирование необходимых инженерных сетей и оборудования; на третьем – формирование платформы для использования и управления полученными моделями. В данной статье отражены результаты первого этапа работы.

С точки зрения моделирования существующих объектов одним из основных вопросов является детализация графической и неграфической частей модели. Очевидно, что основные трудозатраты возникают именно при моделировании геометрии объектов, значит оптимизация может быть достигнута рациональным уровнем графической детализации. Для определения такого уровня необходимо составить перечень основных задач, возникающих в ходе эксплуатации здания, определить роль, которую информационная модель может играть при их выполнении, выделить необходимую для этого информацию, на основе чего можно определить необходимый уровень детализации LOD и уровень информации LOI (здесь целесообразно использовать именно такое значение данных терминов).

Таблица 2. Сопоставление задач и параметров информационной модели

| № | Задачи, возникающие в ходе эксплуатации рассматриваемого здания | Задачи, требующие использования информационной модели | Необходимые сведения | Требуемые уровни детализации и информации |
|----|---|---|--|---|
| 1. | Ремонт (восстановление существующих характеристик объекта) | Расчет объема работ и материалов | Общие габаритные характеристики – линейные размеры, количество, площади покрытий и др. | LOD 200 LOI 300 |
| 2. | Управление | Определение функции | Данные о помещении, | LOD 100 |

| | | | | |
|----|---|---|--|--------------------|
| | помещениями (расписание, доступ) | помещения, его принадлежности и возможных сценариев использования | его расположении, примерных габаритах | LOI 300 |
| 3. | Инвентарный учет (мебель, оборудование) | Учет наличия, своевременная замена | Наименование и количество, характеристики, общие габариты, состояние | LOD 100 LOI 300 |

Окончание табл. 2

| № | Задачи, возникающие в ходе эксплуатации рассматриваемого здания | Задачи, требующие использования информационной модели | Необходимые сведения | Требуемые уровни детализации и информации |
|--|--|---|--|---|
| 4. | Обслуживание помещений (уборка, мелкие работы) | Определение графика и объема работ | Примерные габариты помещения и его расположение | LOD 100 LOI 300 |
| 5. | Инженерные расчеты (расчет водоснабжения, отопления, вентиляции) | Настройка инженерных систем здания | Примерные габариты помещения и материалы ограждающих конструкций | LOD 100 LOI 300 |
| <i>Примечание – составлено автором</i> | | | | |

Как можно видеть из таблицы, практически все основные задачи решаются при минимальном уровне LOD 100-200. Создание такой модели требует значительно меньших ресурсов, чем LOD 300-400, которые обычно фигурируют при проектировании. Общая гипотеза состоит в том, что для каждой из задач при моделировании должен быть определен минимальный уровень детализации, при котором необходимые задачи выполняются. В отличие от 3D-моделирования, создание и обработка информации, привязанной к элементам модели, гораздо менее требовательны к ресурсам, поэтому высокие значения LOI приемлемы (Alavi & Forcada, 2019).

Вторым ресурсоемким направлением являются затраты на специализированное программное обеспечение, используемое для моделирования и работы с данными. Для исключения подобных расходов в проекте были использованы решения, которые для студентов и сотрудников университета являются бесплатными или условно бесплатными. Так, для моделирования использовалась учебная версия Revit 2024, для проверки и дальнейшего использования модели – Navisworks (Inojosa & de Araújo Vilanova, 2023). Среда общих данных (CDE) была сформирована на основе Microsoft Teams.

Процесс моделирования корпуса ГМК. Для выполнения работы была собрана команда из 10 студентов 4 курса, обучающихся по образовательной программе 6B07301 Архитектура в рамках дисциплины «Основы BIM технологий». Для моделирования был выбран один из старых корпусов университета – ГМК. Данный корпус представляет собой сложное переплетение различных внутренних департаментов старых и новых конструкций, что усложняет ведение любых работ. Общая площадь составляет более 15000 м². Для того чтобы студенты получили разносторонний опыт, объем работы был разделен между всеми участниками по этажам и частям здания. Условно были выделены центральная часть и два крыла – восточное и западное. Моделирование окружающей территории не проводилось.

Основные работы, которые были выполнены в рамках проекта:

- Формирование ВЕР
- Обмер здания.
- Моделирование необходимых семейств – дверей, окон, витражей
- Информационное моделирование здания

На первых этапах работы предполагалось разработать BIM стандарт Университета для использования во всех подобных работах. Однако эта мысль была пересмотрена ввиду большой трудоемкости процесса, отсутствия четкого представления о всех возможных сценариях использования информационного моделирования в Университете и недостатка опыта во взаимодействии между департаментами. В итоге было решено изучить и использовать передовой опыт MIT. Дальнейшая работа строилась на открытых шаблонах MIT Design Standards T03, T04 (MIT Facilities, n.d.), а также шаблонах и стандартах Autodesk (Шаблоны Revit для Казахстана, n.d., 2019). Некоторые моменты, такие как списки параметров, требования к семействам и др., корректировались в соответствии с целью работы. В процессе определились базовые части стандартов, такие как правила наименования, хранения, использования, управления данными, которые в дальнейшем планируется использовать для формирования BIM стандартов Сатпаев Университета.

Основные требования по параметрам, прописанные в ВЕР, указаны в табл. 3.

Таблица 3. Основные требования к использованным семействам

| № | Категории элементов | Необходимые параметры | Требования |
|----------------------|--|------------------------------------|---|
| 1. | Помещения | Номер | Номер помещения, если таковой имеется |
| | | Принадлежность (для идентификации) | Департамент, к которому оно относится |
| | | Назначение | Для чего используется (аудитория, лаборатория, преподавательская и др.) |
| | | Ответственное лицо | Сотрудник, ответственный за помещение |
| | | Контакт ответственного лица | Контакт сотрудника |
| | | Расписание | Табличный файл, синхронизированный с образовательным порталом |
| | | Режим допуска | Ограничения по допуску |
| | | Состояние | В каком состоянии находится |
| | | Список оборудования | Табличный файл, составленный на основе инвентаризации |
| | | Фотографии помещения | Общий вид помещения |
| | | Отделка потолка | Материал (с производителем и индексом модели, если имеется) |
| | | Отделка стен | |
| | | Отделка пола | |
| | | Тип плинтуса | |
| | | Тип занавесей на окнах | |
| | | График обслуживания | Табличный файл с отметками об обслуживании |
| План ремонтных работ | Табличный файл с отметками о проведенных и запланированных работах | | |
| 2. | Окна и двери | Ширина | Размер с точностью 10 см |
| | | Высота | |
| | | Год установки | Например: 2010 |
| | | Состояние | Состояние изделия |
| | | Материал | Например: дерево |
| | | Фотография | Актуальная фотография изделия |
| | | Свойства аналитической модели | Теплотехнические и шумоизоляционные характеристики |

| | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------|--|
| 3. | Ограждающие конструкции | Толщина | Размер с точностью 10 см |
| | | Материал | Материал конструкции |
| | | Свойства аналитической модели | Теплотехнические и шумоизоляционные характеристики |
| <i>Примечание – составлено автором</i> | | | |

Для формирования среды общих данных, кроме стандартных рекомендуемых программ Autodesk, BIM 360, BIM Collaborate Pro, в профессиональной среде достаточно часто используются обычные облачные сервисы (Evans, n.d., 2022). Они менее эффективны с точки зрения удобной и надежной синхронизации, зато более универсальны, просты в обращении и относительно дешевы. Поскольку у SU имеется дописка на сервисы Microsoft для сотрудников и студентов, за основу было принято использование облачного сервиса OneDrive, не требующее дополнительных ресурсов.

Для организации совместного доступа ссылка на папку (BIM_Satbayev_University_GMK) в хранилище руководителя была выслана всем участникам проекта. После установки OneDrive и добавления ярлыка общей папки в директорию остальным участникам стало возможным синхронизировать данные в облачной среде. Ввиду того, что многопользовательская синхронизация через стандартные процедуры Autodesk Revit в данном случае оказалась не полностью стабильна (происходили ошибки), был выбран вариант совместной работы через «связи». Для этого каждому участнику был подготовлен свой шаблон, с настройками общих координат и параметров. Файл сборки был сформирован как общий файл с ограниченным доступом. Таким образом, каждый участник мог редактировать свою часть, не опасаясь потери данных. А руководитель мог проверять и координировать работу через общий файл (Solanki et al., 2024).

Обмеры здания проводились с помощью лазерных рулеток, по традиционной методике (Соколова, 2008). Учитывая необходимый уровень точности и детализации, помещения были приняты прямоугольными и замер проводился, как правило, по двум сторонам. Во избежание расхождения расположения основных несущих стен между этажами—были сняты осевые размеры, которые в дальнейшем использовались как приоритетные. Нюансные изменения уровня было решено игнорировать. Кроме обмера помещений, были определены размеры проемов, проведена фотофиксация.

Результаты и их обсуждение. В результате была сформирована единая модель горно-металлургического корпуса Satbayev University (рис. 1), содержащая информацию, необходимую для более эффективного решения задач по управлению инфраструктурой, как обозначенных в техническом задании, так и других, выявленных при анализе процессов эксплуатации. Работа была проведена группой студентов под руководством преподавателя кафедры «Архитектура» Яскевича В.В. в течение весеннего семестра 2024 года без привлечения каких-либо дополнительных ресурсов.

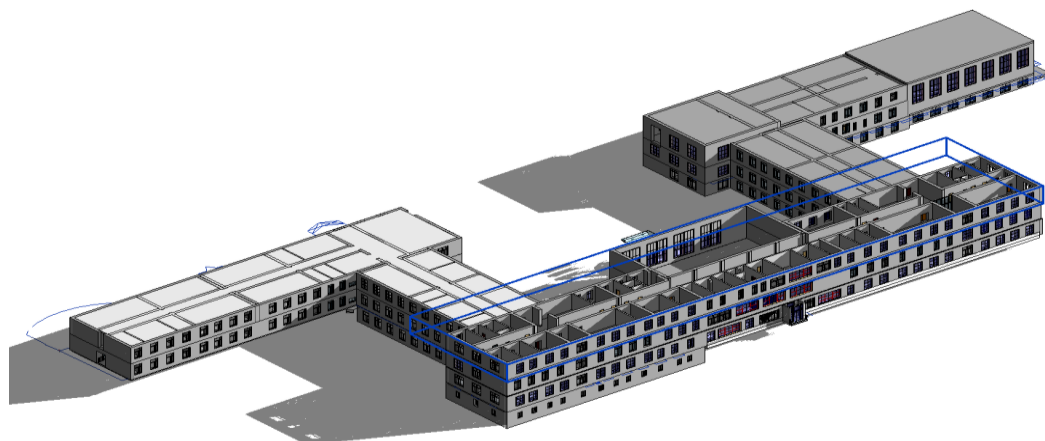


Рисунок 1. Общий вид модели

Примечание – составлено автором

По подходу к моделированию данную работу можно сравнить с моделью, выполненной для Туринского Университета (Meschini et al., 2022). Однако, ввиду того, что в рассматриваемом случае, кроме административного управления, подразумевались еще и работы по материальному обслуживанию помещений, модель содержит больше деталей и информации, необходимой для ремонтных и других работ.

Модель выполнена в соответствии с существующими параметрами здания с точностью до 10 см, что дало, с одной стороны, возможность относительно быстро выполнить обмеры, с другой стороны, достаточно точную информацию для задач по управлению инфраструктурой. Однако даже с подобными допущениями именно обмерные работы заняли большую часть времени, то есть именно эти операции представляют наибольший потенциал для дальнейшей оптимизации моделирования. В этой связи большой интерес представляют исследования по 3D-сканированию и полуавтоматическому моделированию на основе облака точек (Jung et al., 2014) Такой подход требует специализированного оборудования, но позволяет существенно сократить трудозатраты.

Несмотря на то, что задачей было оптимизировать процесс, можно отметить, что излишне много времени занял процесс подготовки моделей семейств дверей и окон с учетом их конфигурации и материала (было создано более 50 типов окон и более 70 типов дверей). При аналогичных задачах возможно использовать модели с уровнем графической проработки LOD 100, а остальную информацию вводить в виде параметров. Это позволит сократить количество ресурсов и устранить лишние погрешности в модели.

По выполненной модели возможен вывод любых необходимых данных по запросу департамента управления инфраструктурой ППС или студентов в табличном формате (рис. 2) либо в формате схем зонирования (рис. 3) или иных визуально понятных диаграмм (рис. 4–5). Данные в таблице интерактивно отражают данные модели, т.е. при изменении в таблице данные в модели также меняются, что позволяет удобно управлять данными в процессе эксплуатации.

| A | B | C | D | E | F |
|--------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------|---------------|
| Номер | Назначение | Принадлежность | Ответственное лицо | Контакт ответств | Режим допуска |
| 105 | Помещение | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | По расписанию |
| 103 | Преподавательская | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | По расписанию |
| 109 | Учительская | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | По расписанию |
| | Коридор спорт.зала | Департамент управления ин | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | Свободный |
| 127 | Помещение | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 118 | Именная аудитория | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 120 | Лаборатория процессов массообр | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 122 | Помещение | Департамент управления ин | Директор Департамента Управ | +7 701 760 77 33 | По расписанию |
| 133 | Компьютерный класс | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 131 | Учительская | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | ППС |
| 129 | Помещение | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 112 | Специальная аудитория об автог | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 114 | Комната докторантов | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | Докторанты |
| 116 | Помещение | Департамент управления ин | Директор Департамента Управ | +7 701 760 77 33 | По расписанию |
| 119 | Специальная аудитория по черно | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 121 | Помещение кафедры Металлурги | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 123 | Учебная лаборатория | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 125 | Дипломированная проектирово | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 111 | Научно-исследовательская лабо | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | ППС |
| 101 | Именная аудитория | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | По расписанию |
| | Помещение инвентаря спорт.зал | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | ППС |
| 102 | Преподавательская кафедры | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | ППС |
| 104 | Мужская раздевалка | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | По расписанию |
| | Душ М | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | По расписанию |
| 106 | Женская раздевалка | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | По расписанию |
| | Душ Ж | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | По расписанию |
| 108 | Научно-исследовательская лабо | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | ППС |
| 110 | Именная аудитория | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 113 | Учебная аудитория | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 115 | Помещение | Департамент управления ин | Директор Департамента Управ | +7 701 760 77 33 | По расписанию |
| 117 | Учебная аудитория | Кафедра металлургии | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| 101(2) | Помещение | Кафедра Физической культур | Комендант ГМК | +7 777 615 54 60 | По расписанию |
| | Спорт-зал | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | По расписанию |
| | С/У Ж | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | Свободный |
| | С/У М | Кафедра Физической культур | Заведующий кафедрой физичес | +7 701 523 76 26 | Свободный |
| | Коридор | Департамент управления ин | Директор Департамента Управ | +7 701 760 77 33 | Свободный |

Рисунок 2. Пример таблицы сведений о помещениях 1-го этажа восточного крыла здания
Примечание – составлено автором

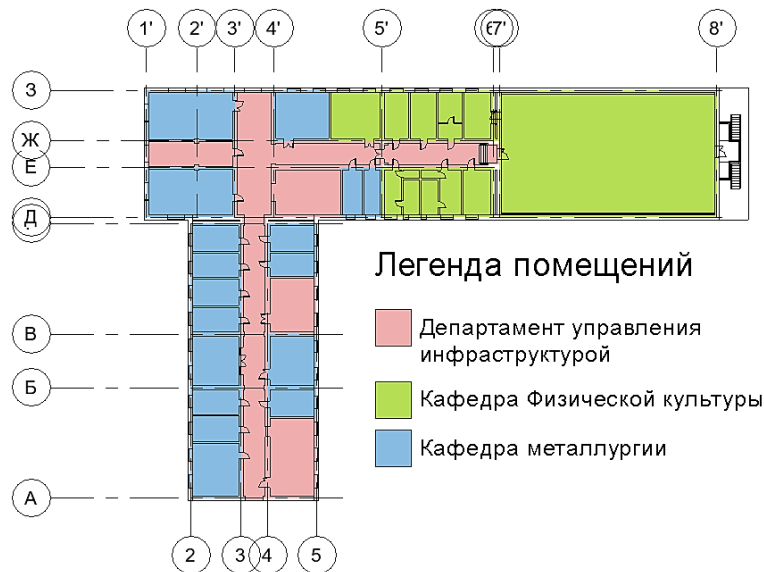


Рисунок 3. Пример зонирования помещений по принадлежности
Примечание – составлено автором






| Спецификация дверей | | Спецификация дверей | |
|--|--|---|--|
| Тип | Изображение | Тип | Изображение |
| Дверь-Витраж-полупорка-Остекление |  | Дверь_Деревянная_Однос творчатая_840x2150 |  |
| Дверь_Деревянная_Однос творчатая_880x2200 |  | Дверь_Деревянная_Однос творчатая_840x2150 |  |
| Дверь_Деревянная_Двухс творчатая_1260x2170 |  | | |

Рисунок 4. Пример вывода информации о заполнении дверных проемов

Примечание – составлено автором



Рисунок 5. Примеры вывода информации с информационной модели, общий вид 3-мерной модели этажа

Примечание – составлено автором

На рисунке 6 приведено сравнение двух процессов получения данных – существующего и с использованием информационной модели. Как видно из схемы, использование модели может значительно сократить количество операций и затрачиваемое на них время, что позволит решать задачи в более сжатые сроки. В то же время надо учитывать, что для поддержания модели в актуальном состоянии необходимо вносить изменения в модель при выполнении каких-либо изменений самого здания. Однако эти операции достаточно просты и не требуют много ресурсов (Soliman et al., 2022).



Рисунок 6. Сравнение двух процессов получения данных – существующего и с использованием информационной модели

Примечание – составлено автором

Заключение. В настоящее время мир переживает небывалое развитие технологий. Так называемые технологии 4-й промышленной революции несут в себе огромный потенциал по увеличению эффективности и устойчивости всех сфер человеческой жизни. Однако применение таких технологий зачастую ассоциируется с большими затратами материальных и нематериальных ресурсов. Это отталкивает как индивидуальных пользователей, так и крупные организации. Ресурсоемкость также является одним из главных барьеров внедрения технологий BIM.

Но с развитием современных технологий, в том числе и BIM, многие формы их применения получили широкое распространение и доступны для широкого круга потребителей. Это стало возможным благодаря как более широкому выбору программного обеспечения, так и огромному количеству информации со свободным доступом к самой технологии: всевозможным шаблонам, руководствам и стандартам, разработанным ведущими производственными, государственными и научными институтами.

Благодаря этому применение информационного моделирования сегодня целесообразно не только в высокобюджетных проектах. При весьма ограниченных ресурсах информационная модель может стать эффективным инструментом по управлению инфраструктурой существующих зданий и особенно полезными при управлении сложными разветвленными структурами, такими как университеты и государственные учреждения. Особенно актуально создание информационной модели для старых зданий, по которым не сохранилось проектной и строительной документации. Такая модель позволит значительно упростить и ускорить рутинные операции по получению, хранению и изменению

информации, что, в свою очередь, улучшит качество и безопасность эксплуатации. Кроме того, наличие информационной модели представляет собой основу для применения более сложных ресурсоемких технологий впоследствии. Также использование информационной модели позволит получать информацию о здании более широкому кругу пользователей: профессорско-преподавательскому составу, студентам, арендаторам.

Для оптимизации процесса моделирования архитектурно-строительного раздела могут быть применены следующие подходы:

- упрощение стандартов и процедур с учетом ограниченного спектра наиболее востребованных задач для оптимизации моделирования и последующего использования модели;
- уменьшение работ по моделированию за счет использования неграфической информации, привязанной к объектам (большую часть необходимой информации можно привязать к параметрам помещений);
- использование универсальных облачных хранилищ для организации среды общих данных (например, OneDrive);
- использовать приемлемые в рамках основных эксплуатационных задач допуски для оптимизации процесса моделирования геометрии здания.

Для дальнейшего развития проекта рекомендуется:

- расширить использование информационной модели для других зданий университета;
- разработать внутренние BIM_стандарты для Satbayev University на основе полученного опыта;
- исследовать возможности интеграции модели с другими системами управления университетом, такими как системы безопасности и управления доступом.

Данное исследование демонстрирует, что BIM технологии могут быть эффективными и доступными даже при ограниченных ресурсах, что открывает новые перспективы их применения для широкого круга организаций.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Уведомление об использовании генеративного ИИ и технологиях с его помощью в процессе написания рукописи. При подготовке данной работы авторы не использовали генеративный ИИ.

Список литературы

- Alavi, H., & Forcada, N. (2019). BIM LOD for facility management tasks (с. 163). <https://doi.org/10.35490/EC3.2019.187>
- Evans, J. (2022, январь 21). One open common data environment to rule them all? BIM+. <https://www.bimplus.co.uk/one-open-common-data-environment-to-rule-them-all/>
- Inojosa, L., & de Araújo Vilanova, K. (2023). BIM interoperability in the maintenance planning process for existing buildings. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, 8, 45. <https://doi.org/10.1007/s41024-023-00292-4>
- Jung, J., Hong, S., Jeong, S., Kim, S., Cho, H., Hong, S., & Heo, J. (2014). Productive modeling for development of as-built BIM of existing indoor structures. *Automation in Construction*, 42, 68–77. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.02.021>
- Kassem, M., Kelly, G., Dawood, N., Serginson, M., & Lockley, S. (2015). BIM in facilities management applications: A case study of a large university complex. *Built Environment Project and Asset Management*, 5(3), 261-277. Scopus. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-02-2014-0011>
- Meschini, S., Pellegrini, L., Locatelli, M., Accardo, D., Tagliabue, L.C., Di Giuda, G.M., & Avena, M. (2022). Toward cognitive digital twins using a BIM-GIS asset management system for a diffused university. *Frontiers in Built Environment*, 8. Scopus. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.959475>
- MIT Facilities-Maps & Floor Plans. (б.д.). Извлечено 7 июль 2024 г., от <https://web.mit.edu/facilities/maps/standards.html>
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers.*

- <https://doi.org/10.1002/9781119287568>
Solanki, D., Raichura, P., Pitroda, Dr. J., & Macwan, E. (2024). Enhancing Construction Project Management through the Implementation of Revit for Effective Planning and Coordination: A Review. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT*, 08, 1–7. <https://doi.org/10.55041/JSREM39400>
- Soliman, K., Gunduz, M., Tokdemir, O., Faqih, F., & Zayed, T. (2022). BIM-based Facility Management Models for Existing Buildings. *Journal of Engineering Research*, 10, 21–37. <https://doi.org/10.36909/jer.11433>
- Sriyolja, Z., Harwin, N., & Yahya, K. (2021). Barriers to Implement Building Information Modeling (BIM) in Construction Industry: A Critical Review. 738(1). Scopus. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012021>
- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 38, 109-127. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
- Wong, J.K. W., Ge, J., & He, S. X. (2018). Digitisation in facilities management: A literature review and future research directions. *Automation in Construction*, 92, 312-326. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.04.006>
- Wong, J.K.W., & Zhou, J. (2015). Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. *Automation in Construction*, 57, 156-165. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.06.003>
- Yaskevich, V., Tagliabue, L. C., & Kuspangaliev, B. (2022). Smart campus as a core of project-based BIM education in aeoo, case study in satbayev university, kazakhstan. 3, 0–0. <https://doi.org/10.35490/EC3.2022.165>
- Соколова, Т.Н. (2008). Архитектурные обмеры. Архитектура-С. // Sokolova, T.N. (2008). Arkhitekturnye obmery. Arkhitektura-S.
- Шаблоны Revit для Казахстана. (б.д.). Извлечено 7 июль 2024 г., от <https://cad.kz/about/news/shablony-revit-dlya-kazakhstana/> // Shablony Revit dlya Kazakhstana. (n.d.). Retrieved July 7, 2024, from <https://cad.kz/about/news/shablony-revit-dlya-kazakhstana/>

Information about authors

Yaskevich Vladimir Vladimirovich – Master of Arts in Architecture, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, v.yaskevich@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-5595-3285>, +77773704976.