

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)"

ФАКУЛЬТЕТ ИННОВАЦИЙ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ ИННОВАЦИЙ

---

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**(МАГИСТЕРСКАЯ РАБОТА)**

Направление подготовки: "Прикладные математика и физика"

НА ТЕМУ:

**ЕДИНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ  
СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ  
ПРОЕКТОВ, СОЗДАНЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАНДАРТА  
VIM**

Студент \_\_\_\_\_ Княжев В.А.

Научный руководитель \_\_\_\_\_ Зырин С.В.

г. Москва, 2019

# Оглавление

<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>2</b>
1.1	Актуальность проблемы . . . . .	2
1.2	Постановка задачи . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Основная часть</b>	<b>5</b>
2.1	Стандарт BIM . . . . .	5
2.2	Формат данных . . . . .	6
2.3	Пользовательские истории . . . . .	7
2.3.1	Набор персонажей . . . . .	7
2.3.2	Действия пользователей . . . . .	11
2.3.3	Карта пользовательских историй . . . . .	11
2.4	Бизнес-требования . . . . .	12
2.4.1	Исходные данные . . . . .	12
2.4.2	Бизнес-цели . . . . .	13
2.4.3	Критерии успеха . . . . .	13
2.4.4	Положение о концепции проекта . . . . .	13
2.5	Ограничения системы . . . . .	14
2.5.1	Основные функции . . . . .	14
2.5.2	Ограничения и исключения . . . . .	14
2.6	Функции системы . . . . .	15
2.7	Описание системы . . . . .	20
2.8	Описание алгоритмов . . . . .	21
2.9	Инфраструктура веб-платформы . . . . .	22
2.10	Характеристики качества . . . . .	23
<b>3</b>	<b>Заключение</b>	<b>24</b>

# Глава 1

## Введение

### 1.1 Актуальность проблемы

Темпы строительства зданий и промышленных объектов в мире и сложность конструкций увеличивается с каждым годом [1]. Ранее использовавшиеся методы проектирования чертежей на бумаге отходят на второй план, и все более активно используются компьютерные технологии [2], а также становится очевидной необходимость повсеместного введения стандартов проектирования зданий.

Одним из наиболее современных стандартов проектирования является стандарт BIM (Building Information Modeling) [3]. Его концепция позволяет не только проектировать здания, но также охватить весь их жизненный цикл: от управления затратами и строительством здания до его эксплуатации.

Подобная всеобъемлемость хороша тем, что вся информация о конструкции содержится в одном проекте. Это помогает сохранять целостность данных, позволяет быстрее выявлять ошибки и уменьшать стоимость ремонта. Но также из этого вытекает необходимость координации одновременной работы большого количества людей над одним проектом: крупных команд архитекторов, иногда распределенных по всему миру, эксплуатирующих организаций и всех других людей, участвующих в обслуживании здания.

Поэтому очень важно иметь возможность одновременного изменения

ВІМ представления объекта разными людьми без потери каких-либо данных. Но малейшая ошибка в одном из элементов конструкции, не обнаруженная вовремя, может привести к серьезным последствиям, например к дополнительным затратам на проект. Поэтому важно в любой момент времени иметь доступ к электронному журналу аудита всех изменений проекта.

В настоящий момент программ, специализирующихся на архитектурных проектах стандарта ВІМ, и которые бы в полной мере решали задачу по координации работы большого количества людей и отслеживания изменений, не существует.

## 1.2 Постановка задачи

Требуется разработать веб-систему, которая бы могла предоставить пользователям следующие возможности:

1. Управление жизненным циклом проектов.  
Создание проекта, добавление, редактирование и удаление файлов, управление правами доступа к проекту.
2. Отслеживание изменений проекта во времени.  
Отображение списка всех изменений проекта, а также возможность просмотра версии данных или внесенных в проект изменений в конкретный момент времени.
3. Одновременное внесение изменений в проекты несколькими пользователями.  
Пользователи могут работать над разными частями проекта в одно и то же время. При наличии конфликтующих изменений предоставляется возможность сохранения изменений, внесенных как другими пользователями, так и текущим.
4. Подготовка окружения, запуск системы и ее масштабируемость.  
Возможность быстрой подготовки окружения и запуска сервиса для мгновенного развертывания веб-платформы. В моменты пиковой нагрузки пользователей, веб-платформа не должна терять производительность.

## Глава 2

# Основная часть

### 2.1 Стандарт BIM

## 2.2 Формат данных

## 2.3 Пользовательские истории

Пользовательские истории (user story) – способ описания требований к разрабатываемому продукту, которые сформулированы на понятном пользователю языке. Каждая пользовательская история должна быть ограничена в размере и сложности ее реализации.

Пользовательские истории – быстрый способ документирования основных требований клиента, их целью является оперативное регистрирование на изменения требований реального мира.

Текст каждой пользовательской истории должен пояснять роль пользователя и его действия в системе. Для начала требуется определить список основных пользователей нашей системы.

### 2.3.1 Набор персонажей

Для получения конечного списка персонажей воспользуемся иерархически кластеризацией. Требуется составить список протоперсонажей (персонажей-гипотез), создать список шкал умений, поведенческих и мотивационных переменных. Далее, с помощью кластеризации персонажей по ранее составленным критериям (в данной работе проводится кластеризация с помощью дендограмм), проанализировать первоначальный список персонажей и сократить его до самых значимых.

#### Персонажи-гипотезы

1. Архитектор
2. Главный архитектор
3. Дизайнер
4. Студент технического направления
5. Инвестор
6. Строитель



## **Умения, поведенческие и мотивационные переменные**

Выделены следующие характеристики, в той или иной мере описывающие наших персонажей-прототипов.

1. Уровень технического образования  
1 - законченная средняя школа, 5 - PhD
2. Знание иностранных языков  
1 - beginner, 5 - proficiency
3. Опыт работы с персональными компьютерами  
1 - обычный пользователь, 5 - администратор ПК
4. Цели использования нашей системы  
1 - протестировать систему, 5 - коммерческое использование
5. Частота использования нашей системы  
1 - единичное использование, 5 - постоянное взаимодействие с системой
6. Масштабы создаваемых проектов  
1 - домашние маленькие проекты, 5 - проекты крупных зданий
7. Умение проектировать архитектурные модели  
1 - нет опыта, 5 - опыт более 5 лет и профессиональное образование
8. Платежеспособность  
1 - отсутствие постоянного дохода, 5 - наличие крупных бизнесов

## Матрица сходства персонажей

В данной матрице в первом столбце перечислены все персонажи-прототипы, в первой строке перечислены номера указанных выше описательных характеристик.

Таблица 2.1: Матрица сочетаний персонажей и характеристик

Персонаж	1	2	3	4	5	6	7	8
Архитектор	4	2	3	4	4	4	4	3
Гл. архитектор	5	5	4	5	5	5	5	4
Дизайнер	3	2	3	3	3	2	3	3
Студент	3	2	3	2	2	2	3	1
Инвестор	4	5	4	5	2	5	1	5
Строитель	2	1	2	3	3	4	2	2

## Построение дендограммы

Под дендрограммой понимается дерево, которое построено на основе матрицы мер близости. Она позволяет отобразить взаимные связи между объектами из первоначально заданного множества объектов. Для построения дендрограммы требуется составить матрицу сходства, которая определяет уровень сходства между парами кластеров.

При построении дендограмм могут использоваться следующие способы кластеризации данных:

- *Агломеративные методы*

Когда новые кластеры создаются путем объединения более мелких кластеров, дерево строится от листьев к корню.

- *Дивизивные или дивизионные методы*

Когда более крупные кластеры делятся на более мелкие, дерево строится от корня к листьям.

В данной работе используется агломеративный метод, а именно метод одиночной связи (ближайшего соседа). Расстояние между двумя раз-

личными кластерами берется равным минимальному расстоянию между двумя элементами из них

$$dist(\mathcal{A}, \mathcal{B}) = \min\{d(a, b) : a \in \mathcal{A}, b \in \mathcal{B}\} \quad (2.1)$$

где  $d(a, b)$  – расстояние между элементами  $a$  и  $b$ , принадлежащими кластерам  $\mathcal{A}$  и  $\mathcal{B}$

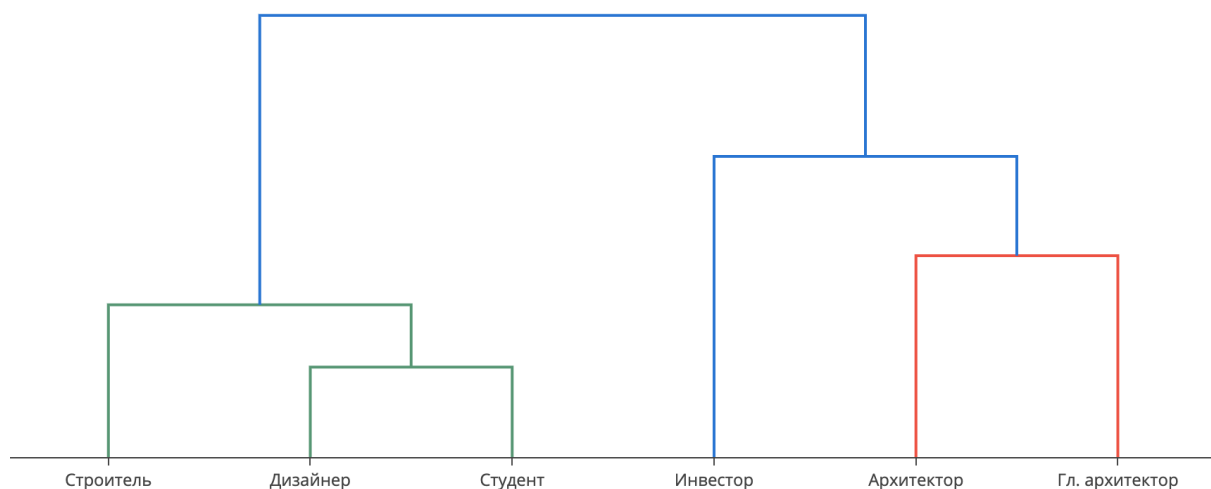


Рис. 2.1: Дендограмма.

## Итоговый набор персонажей

Конечный набор персонажей, которые будут анализироваться в данной работе, представлен ниже:

- Главный архитектор
- Архитектор
- Куратор проекта
- Строитель

Куратором проекта в данном случае является любое лицо, которое желает следить за процессом разработки архитектурных проектов, например, инвестор.

## 2.3.2 Действия пользователей

Описанные в разделе ранее пользователи имеют следующие цели при работе с нашей системой, а также планируют выполнять определенные действия с некоторыми ограничениями.

### Главный архитектор

*Личные цели:*

1. Управление жизненным циклом проекта
2. Контроль над процессом разработки проекта
- 3.

*Действия*

- 1.

*Требования*

- 1.

### Архитектор

*Личные цели:*

- 1.

*Действия*

- 1.

*Требования*

- 1.

## Куратор

*Личные цели:*

1.

*Действия*

1.

*Требования*

1.

## Строитель

*Личные цели:*

1.

*Действия*

1.

*Требования*

1.

### 2.3.3 Карта пользовательских историй

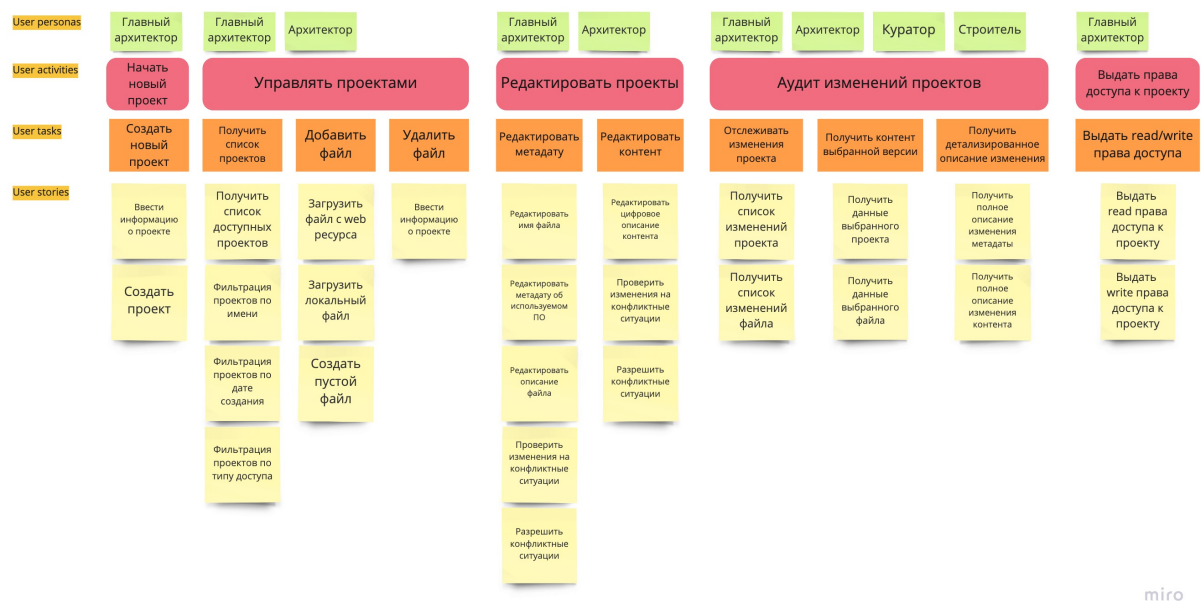


Рис. 2.2: Пользовательские истории.

## 2.4 Бизнес-требования

Бизнес-требования (business requirements) – информация, в совокупности описывающая потребность, которая инициирует один или больше проектов с целью предоставить решение и получить требуемый конечный результат. В основу бизнес-требований ложатся бизнес-возможности, бизнес-цели, критерии успеха и положение о концепции.

Бизнес-требования определяют концепцию решения и границы проекта, в котором оно будет реализовываться.

Концепция и границы – два базовых элемента бизнес-требований.

Концепция продукта (product vision) должна кратко описывать конечный продукт, который в свое время должен достигать заданных бизнес-целей.

Границы проекта (project scope) показывают, какая часть конечной концепции продукта будет реализована в текущей итерации.

В данной работе границы проекта совпадают с концепцией решения.

Документ о концепции и границах (vision and scope document) – единый документ, который включает в себя все бизнес-требования.

Далее будут представлены основные пункты этого документа.

### 2.4.1 Исходные данные

На данный момент архитекторам требуется веб-платформа для одновременной работы с архитектурными проектами без потери данных, которая также предоставляла бы доступ к электронному журналу аудита всех изменений проектов.

## 2.4.2 Бизнес-цели

Таблица 2.2: Нефинансовые цели

№	Цель
Н1	Разработать веб-платформу для управления жизненным циклом архитектурных проектов
Н2	Реализовать возможность одновременного редактирования проектов и разрешения конфликтов в случаях их наличия
Н3	Реализовать хранение журнала аудита всех изменений проектов и возможность его просмотра

## 2.4.3 Критерии успеха

- Веб-платформа позволяет управлять жизненным циклом архитектурного проекта.
- Веб-платформе предоставляет возможность просмотра электронного журнала аудита изменений проекта.
- Веб-платформа позволяет разрешать конфликты, возникающие при одновременном редактировании, без потери данных.

## 2.4.4 Положение о концепции проекта

Для пользователей, которым требуется управлять жизненным циклом архитектурных проектов и иметь возможность отслеживать изменения во времени, данная работа является веб-платформой, которая будет выступать в качестве единой системы по хранению и изменению архитектурных проектов без потери данных с возможностью просмотра электронного журнала аудита изменений.



## 2.5 Ограничения системы

### 2.5.1 Основные функции

1. Просмотр списка доступных пользователю проектов.
2. Создание проекта.
3. Управление правами доступа к проекту.
4. Добавление файлов в проект.
5. Изменение метадаты проекта и его файлов.
6. Удаление файла из проекта.
7. Просмотр контента файла.
8. Редактирование контента файла.
9. Просмотр журнала аудита изменений проекта.
10. Просмотр контента проекта в определенный промежуток времени.
11. Просмотр списка изменений, внесенных в проект в определенный момент времени.
12. Разрешение конфликтных ситуаций при редактировании файлов проекта.

### 2.5.2 Ограничения и исключения

- Размер каждого файла должен не превышать 150 Мб (ограничение IFC формата).
- В данной работе не предполагается возможность создания файлов со связанными между собой BIM представлениями объектов.

## 2.6 Функции системы

### 1. Просмотр списка проектов

Таблица 2.3: Просмотр списка проектов

Описание	Пользователь может просмотреть список доступных ему преоктов. Также для поиска проектов имеется возможность фильтрации данных.
Функциональные требования:	
ПСПФ1	Система должна предоставить список всех проектов по заданным фильтрам
ПСПФ2	Записи проектов должны содержать следующую информацию: имя, описание проекта, даты создания и последнего изменения, имя владельца, а также краткую информацию о файлах.
Нефункциональные требования:	
ПСПН1	Пользователю отображаются только те проекты, владельцем которых он является, или к которым он имеет доступ на чтение или редактирование .

## 2. Создание проекта

Таблица 2.4: Создание проекта

Описание	Создание проекта с указанием его названия и описания.
Функциональные требования:	
СПФ1	При создании проекта система должна предоставить пользователю идентификатор, по которому он теперь сможет работать с только что созданным проектом.
СПФ2	При создании проекта система предоставляет пользователю возможность ввести имя и описание нового проекта.

## 3. Управление правами доступа к проекту

Таблица 2.5: Управление правами доступа

Описание	Предоставление доступа к проекту другим пользователям
Функциональные требования:	
ПДФ1	Каждому пользователю можно выдать права доступа к проекту
Нефункциональные требования:	
ПДН1	Права пользователей подразделяются на чтение, редактирование. Права на чтение подразумевают только просмотр всех данных проекта и его изменений. Права на редактирование включают в себя права на чтение, а также возможность управлять жизненным циклом проекта.
ПДН2	Только владелец проекта имеет возможность предоставлять какие-либо права доступа к проекту.
ПДН3	По умолчанию новый проект доступен только его владельцу.

#### 4. Добавление файлов в проект

Таблица 2.6: Добавление файлов в проект

Описание	В уже созданный проект происходит добавление нового файла с контентом. Загружаться данные могут как по ссылке, так и самим файлом с данными. Также файлы можно удалять.
Функциональные требования:	
ДФФ1	При невозможности загрузить данные система должна оповестить об этом пользователя (с указанием причины)
ДФФ2	Для удаления файла из проекта система требует указание его идентификатора и повторное подтверждение запроса на удаление
ДФФ3	При удалении файла из проекта система отображает этот файл только пользователям, имеющим права на редактирование
Требования к данным:	
ДФД1	Формат загружаемых данных должен соответствовать стандарту IFC
ДФД2	Максимальный размер загружаемых данных - 150 Мб

## 5. Редактирование контента файла

Таблица 2.7: Редактирование контента файла

Описание	Пользователь имеет возможность изменить контент неудаленных файлов в проектах.
Функциональные требования:	
ВИФ1	После внесения изменений в контент текущей версии файла система должна проверить корректность данного изменения и оповестить пользователя либо о невозможности выполнения, либо об успешности операции
ВИФ2	После внесения изменений в контент файла система должна обновить историю проекта
Нефункциональные требования:	
ВИН1	Вносить изменения разрешается только в неудаленные файлы

## 2.7 Описание системы

## 2.8 Описание алгоритмов



## 2.9 Инфраструктура веб-платформы

## 2.10 Характеристики качества

## Глава 3

# Заключение

# Литература

1. *GlobalData*. **Global construction output growth to reach 3.4% in 2019** // Публикация на [www.globaldata.com](http://www.globaldata.com). 11 April 2019.
2. *Author1, Author2*. **The name of example** // conference of this article. 2019. pp. 45-49
3. *Karen M. Kensek, Douglas E. Noble*. **Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice (1st ed.)** // 2014 Hoboken, New Jersey: John Wiley
4. *Author1, Author2*. **The name of example** // conference of this article. 2019. pp. 45-49