

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

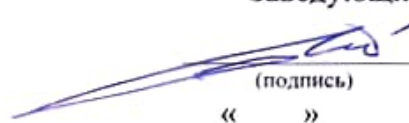
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Институт Строительства и Архитектуры

Кафедра Информационное моделирование в строительстве

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ ПЕРЕД ГЭК

Заведующий кафедрой «ИМС»

  
(подпись) С. В. Придвижкин  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**РАЗРАБОТКА ПРАВИЛ СТАНДАРТИЗАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ**  
**ЦИФРОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ**  
**И ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ГК «КОРТРОС» С ИХ ПОСЛЕДУЮЩИМ**  
**ВНЕДРЕНИЕМ**

Научный руководитель: д-р эконом. наук,  
профессор С. В. Придвижкин  
Нормоконтролер: Т.А. Варгина  
Студент группы СТМ-211001  
И. В. Столбов

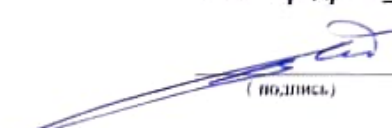

Екатеринбург

2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт Строительства и Архитектуры  
Кафедра Информационное моделирование в строительстве  
Направление 08.04.01 – Строительство  
Образовательная программа «Информационное моделирование зданий, сооружений и тер-  
риторий»

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой ИМС

  
(подпись) Придвижкин С.В.  
(Ф.И.О.)  
«   »     2023 г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

студента Столбова Игоря Валерьевича группы СТМ-211001  
(фамилия, имя, отчество)

1. **Тема ВКР:** «Разработка правил стандартизации и классификации цифровых информаци-  
онных моделей зданий и территорий для ГК «КОРТРОС» с их последующим внедрением»  
Утверждена распоряжением по институту от «11» октября 2022 г. № 33-03-05/12(02)а

2. **Руководитель** Придвижкин С.В., заведующий кафедрой, профессор, д-р экон. наук  
(Ф.И.О., должность, ученое звание, ученая степень)

#### 3. Исходные данные к работе

Существующие системы классификации строительной информации. Литературные и нор-  
мативные материалы по стандартизации цифровых информационных моделей.

#### 4. Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

##### Введение

1. Обзор существующих исследований в области стандартизации ЦИМ

2. Анализ существующих на рынке систем классификации строительной информации

3. Постановка требований к правилам стандартизации и классификации ЦИМ для  
ГК «КОРТРОС»

4. Создание документа «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ»

5. Разработка системы классификации строительной информации







6. Создание библиотеки элементов ЦИМ

##### Заключение


##### Список литературы


**5. Перечень демонстрационных материалов** (в этих позициях - схемы, алгоритмы, методики,  
результаты в удобной последовательности изложения)

1. Слайды, показывающие результаты разработки документа «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ».
2. Слайды, демонстрирующие разработанную систему классификации строительной информации.
3. Слайды, демонстрирующие разработанную библиотеку элементов ЦИМ.
6. **Консультанты по проекту (работе) с указанием относящихся к ним разделов проекта**

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
Обзор существующих исследований в области стандартизации ЦИМ	Придвижкин С.В.		
Анализ существующих на рынке систем классификации строительной информации	Придвижкин С.В.		
Постановка требований к правилам стандартизации и классификации ЦИМ для ГК «КОРТРОС»	Придвижкин С.В.		
Создание документа «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ»	Придвижкин С.В.		
Разработка системы классификации строительной информации	Придвижкин С.В.		
Создание библиотеки элементов ЦИМ	Придвижкин С.В.		

### 7 Календарный план


Наименование этапов выполнения работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
Обзор существующих исследований в области стандартизации ЦИМ	25.02.2023	
Анализ существующих на рынке систем классификации строительной информации	15.03.2023	
Постановка требований к правилам стандартизации и классификации ЦИМ для ГК «КОРТРОС»	20.03.2023	
Создание документа «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ»	15.04.2023	
Разработка системы классификации строительной информации	25.04.2023	
Создание библиотеки элементов ЦИМ	15.05.2023	

Руководитель  Придвижкин С.В.  
(подпись) Ф.И.О.

Задание принял к исполнению Столбов И.В.  
(подпись)

8 Выпускная работа закончена « 05 » июня 2023 г.

Считаю возможным допустить Столбова Игоря Валерьевича к защите его выпускной квалификационной работы в экзаменационной комиссии.

Руководитель 

9. Допустить Столбова Игоря Валерьевича к защите выпускной квалификационной работы в экзаменационной комиссии (протокол заседания кафедры № 5 от « 06 » июня 2023г.)

Зав. кафедрой 

## РЕФЕРАТ

Отчет 57 с., 12 рис., 7 табл., 41 источн.

Ключевые слова: информационное моделирование в строительстве, цифровая информационная модель, EIR, классификация строительной информации, Revit, Civil 3D, внедрение, библиотека элементов

Объект ВКР – существующие правила стандартизации и классификации цифровых информационных моделей зданий и территорий.

Цель работы – разработка документа «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ», системы классификации информации и их внедрение в ГК «КОРТРОС».

Методы исследования: теоретические и практические методы исследования, среди которых можно отметить анализ, классификацию, обобщение, сравнение, беседы в формате видеоконференций.

Результатами работы стали документ «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ», классификатор зданий и сооружений, классификатор элементов, классификатор материалов, библиотека элементов ЦИМ.

Область применения полученных результатов – проектные бюро, застройщики, в т. ч. ГК «КОРТРОС».

Практическая значимость исследования заключается в том, что результат работы внедрен в ГК «КОРТРОС», который занимается строительством жилья, инфраструктурных и коммерческих объектов, и может быть использован и другими застройщиками.

## СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ .....	2
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ЦИМ.....	13
1.1 Обзор научных трудов.....	13
1.2 Анализ нормативных документов.....	15
1.3 Выводы к главе 1.....	17
2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ НА РЫНКЕ СИСТЕМ КЛАССИФИКАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	19
2.1 Классификация данных .....	19
2.2 Кодирование .....	21
2.3 Классификаторы в строительной индустрии .....	22
2.4 Выводы к главе 2.....	25
3 ПОСТАНОВКА ТРЕБОВАНИЙ К ПРАВИЛАМ СТАНАДАРТИЗАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ЦИМ ДЛЯ ГК «КОРТРОС» .....	26
3.1 Выводы к главе 3.....	29
4 СОЗДАНИЕ ДОКУМЕНТА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ЗАКАЗЧИКА К РАЗРАБОТКЕ ЦИМ».....	30
4.1 Общие требования.....	30
4.2 Наполнение стандарта .....	31
4.3 Выводы к главе 4.....	37
5 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	39

5.1 Общие положения.....	39
5.2 Классификатор зданий и сооружений.....	40
5.3 Классификатор элементов.....	43
5.4 Классификатор материалов.....	44
5.5 Выводы к главе 5.....	44
6 СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИМ.....	45
6.1 Выводы к главе 6.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	51

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Валидация	– процесс приведения доказательств того, что требования конкретного пользователя, продукта, услуги или системы удовлетворены
Заказчик	– общество (ГК «КОРТРОС»), которое заключает договор с Исполнителем на разработку тендерной документации на все стадии жизненного цикла объекта с использованием BIM-технологий, в том числе архитектурно-градостроительную концепцию, проектную и/или рабочую стадии
Информационная модель	– совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства
Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ	– стандарт, который разрабатывается Заказчиком для регламентации взаимодействия с Исполнителем и согласовывается с ним. Отражает информационные требования Заказчика, способы использования информационных моделей, правила именования файлов, стратегию разделения модели на объемы, требуемые уровни проработки элементов модели проекта, роли участников процесса информационного моделирования и другие аспекты

Исполнитель	– проектная, строительная генподрядная или субподрядная организация, разрабатывающая документацию на все стадии жизненного цикла объекта с использованием BIM-технологий, в том числе архитектурно-градостроительную концепцию, проектную и/или рабочую стадии по договору с Заказчиком
Коллизия	– дефект, содержащийся в цифровой информационной модели и заключающийся в пространственном или ином пересечении двух или более элементов цифровой информационной модели
Объект капитального строительства	– здание, строение, сооружение, объекты, строительство которых не завершено, за исключением некапитальных строений, сооружений и неотделимых улучшений земельного участка
План реализации BIM-технологий	– технический документ, содержащий основную информацию по проектируемому объекту и общие правила работы с ИМ, стратегию разделения модели на составные части, список файлов ИМ, способы использования ИМ, роли участников процесса информационного моделирования и другие аспекты, регламентирующие процесс взаимодействия Заказчика с подрядными организациями
Цифровая информационная модель	– электронный документ в составе информационной модели объекта капитального строительства, представленный в цифровом объектно-пространственном виде



## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АГК	– Архитектурно–градостроительная концепция
АР	– Архитектурные решения
ГК	– группа компаний
ЖЦ	– жизненный цикл
ИОС	– Инженерное оборудование и сети
КР	– Конструктивные решения
КРТ	– комплексное развитие территории
КСИ	– классификатор строительной информации
МАФ	– малая архитектурная форма
ОКС	– объект капитального строительства
П	– Проектная документация
ПО	– программное обеспечение
ПШТ	– проект планировки территории
ПР	– Порядок разработки
РД	– Рабочая документация
СП	– Свод правил
ТЗ	– техническое задание
ТИМ	– Технологии информационного моделирования
ТЭО	– Технико–экономическое обоснование
ФОП	– файл общих параметров
ЦИМ	– Цифровая информационная модель
Э	– Эскизный проект
БЕР	– BIM Execution Plan
BIM	– Building Information Modeling
EIR	– Employer’s Information Requirements
ISO	– International Organization for Standardization
LOD	– Level of Development

- PAS – Publically Available Specification
- RFA – Revit Family file
- RTE – Revit Template file

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время Россия переживает подъем уровня технологий информационного моделирования зданий, сооружений и территорий (англ. BIM – Building Information Modeling). Этому способствует активная поддержка технологии на государственном уровне, что выражается в выпускаемых правовых актах [1, 2]. Так, с 1 июля 2024 года технологии информационного моделирования начнут применяться при реализации крупных проектов долевого строительства, а с 2025 года – при долевом строительстве малоэтажных жилых комплексов [3].

Таким образом, требования Правительства РФ стимулируют все больше компаний, связанных со строительными процессами, внедрять технологии информационного моделирования. Но даже в этом случае, ТИМ в России находится на первом уровне зрелости – проектные бюро, застройщики и другие строительные компании используют цифровые информационные модели в своей работе только на стадии проектирования и не применяют их на стадиях строительства, эксплуатации, реконструкции, ремонта и демонтажа объекта капитального строительства [4, 5, 6]. Только 15 % компаний, внедривших ТИМ, применяют информационные модели на стадии строительства и ещё 5 % – на стадии эксплуатации [7].

Этому способствуют такие проблемы, как:

- дефицит квалифицированных кадров в области технологий информационного моделирования;
- обеспечение рабочих мест необходимым программным обеспечением;
- появление некачественных цифровых информационных моделей, не позволяющих проводить по ним аналитику.

В решении первой заявленной проблемы помогают высшие учебные заведения нашей страны, в которых появляются кафедры, направленные на подготовку и выпуск новых качественных кадров в сфере BIM-моделирования и менеджмента.

Проблема обеспечения рабочих мест необходимым программным обеспечением остро встала в последний год – в связи с приостановлением деятельности компании Autodesk в Российской Федерации рынок потерял одного из главных поставщиков программных решений в проектные бюро страны. Но параллельный импорт и внедрение в производство отечественного ПО помогает решить и эту проблему.

Но основной проблемой остаются некачественные цифровые информационные модели. К целям создания информационной модели можно отнести: принятие основных проектных решений, оперативный анализ технико–экономических показателей проекта, автоматическое формирование ведомостей объемов работ и смет, отслеживание проектных ошибок и коллизий и другое. И здесь стоит отметить, что использование некачественной BIM–модели для вышеперечисленных целей не будет иметь смысла, так как расчет стоимости строительства, полученный на основе CIM, будет некорректен, проектные ошибки не будут отмечены и исправлены.

Для решения проблемы стоит обратиться к стандартизации цифровых информационных моделей и классификации информации в ней, что при взаимодействии с автоматизацией валидации BIM–модели позволит создать качественный продукт, позволяющий в последствии уменьшить затраты на инвестиционно–строительный проект. В настоящее время тема стандартизации и классификации информации в цифровых информационных моделях актуальна из–за отсутствия универсальных правил создания BIM–модели, способов обмена информации между Заказчиком и Исполнителем для всех застройщиков, каждый из которых выделяет свои цели использования конечного продукта.

В связи с этим многие девелоперы и застройщики создают свои правила создания, стандартизации и классификации CIM, которые затем отражают в «Информационных требования Заказчика к разработке BIM–модели» (EIR) и в технических заданиях, созданных на основе первого документа. Среди таких Заказчиков можно выделить и ГК «КОРТРОС», для которой в рамках

настоящей диссертации будут разработаны правила стандартизации и классификации цифровых информационных моделей зданий и территорий с их последующим внедрением в производство, а также возможностью автоматической валидации BIM-моделей.

**Тема исследования:**

Правила стандартизации и классификации цифровых информационных моделей зданий и территорий.

**Степень разработанности темы:**

На сегодняшний день нет единых универсальных правил стандартизации и классификации цифровых информационных моделей зданий и территорий, подходящих под цели применения BIM-модели для каждого Заказчика. В научной среде проблема, поставленная в настоящем исследовании практически не отражена. Поэтому многие застройщики и девелоперы создают собственные требования и системы классификации информации, опираясь на требования сводов правил и экспертизы.

**Целью исследования** является разработка документа «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ», системы классификации информации и их внедрение в ГК «КОРТРОС».

Для достижения заданной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. произвести обзор существующих исследований в области стандартизации цифровых информационных моделей;
2. проанализировать существующие на рынке системы классификации строительной информации;
3. выявить требования к правилам стандартизации и классификации ЦИМ для ГК «КОРТРОС»;
4. разработать документ «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ»;
5. разработать систему классификации строительной информации для ГК «КОРТРОС»;
6. создать библиотеку элементов цифровой информационной модели;

7. внедрить полученный документ и систему классификации в ГК «КОРТРОС».

**Объект исследования** – существующие правила стандартизации и классификации цифровых информационных моделей зданий и территорий.

**Предмет исследования** – способы создания документа «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ» и системы классификации информации.

**Научная новизна** заключается в разработке системы правил стандартизации и классификации цифровой информационной модели, которые позволят рационально использовать BIM–модель на всех стадиях жизненного цикла объекта – от технико–экономического обоснования до демонтажа.

**Практическая значимость исследования** заключается в том, что результат работы внедрен в ГК «КОРТРОС», который занимается строительством жилья, инфраструктурных и коммерческих объектов, и может быть использован и другими застройщиками.

При решении поставленных задач использовались теоретические и практические методы исследования, среди которых можно отметить анализ, классификацию, обобщение, сравнение, беседы в формате видеоконференций.

# 1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ЦИМ

В разделе представлен анализ научных трудов и нормативных документов по теме исследования.

## 1.1 Обзор научных трудов

Преимущества от внедрения технологий информационного моделирования в строительные компании, в том числе стандартизации ЦИМ, описаны в исследовательских работах Косовцевой И. А. и Клокова И. А. [8], Мырина С. П. и Сергеева А. С. [9], Свиридовой Т. А. и Кузнецовой У. В. [10], среди которых можно отметить: снижение затрат на управление проектами, улучшение контроля над расходами, создание более эффективного календарного планирования, непрерывный расчет финансово–экономических показателей.

Трудности внедрения и развития BIM–технологий в России описаны в статье Чегодаевой М. А. [11], а также в исследовании Злобиной Д. А., Сухотерина А. В., Гопкало В. Н. и Пиотровича А. А. [12]. Нельзя не согласиться с авторами, что внедрение ТИМ должно развиваться не только в среде проектировщиков, но и в среде застройщиков.

Суржиков Р. И. в своей работе отразил преимущества технологии информационного моделирования при ее внедрении в управлении жилым комплексом. Для получения положительного эффекта от внедрения на стадии эксплуатации объекта капитального строительства автор предлагает включать в технические задания на разработку ЦИМ требования эксплуатационных организаций, которые в дальнейшем будут пользоваться информационной моделью [13].

В работе Кравченко В. рассказывается опыт внедрения среды общих данных и программного комплекса для автоматизированного проектирования в проектное бюро. Выбранные системы были протестированы на пилотном проекте, по результатам которого сделаны выводы о необходимости обучения сотрудников технологиям информационного моделирования и разработки и внедрения BIM–стандарта, информационных требований Заказчика и плана реализации информационной модели [14].

Стоит отметить, что разработка и внедрение BIM–стандарта и других регламентов должны происходить перед реализацией пилотного проекта, что также отражено в работе Чубрика Д. С. о начале внедрения технологий информационного моделирования в строительные компании [15].

Задача внедрения программных комплексов для автоматизированного проектирования затронута в исследовании Петрова К. С., Кузьминой В. А. и Федоровой К. В. [16]. Одной из проблем является отсутствие стандартизации ТИМ на федеральном уровне. Нельзя не согласиться с авторами статьи в том, что отсутствие единого стандарта проектирования снижает эффективность внедрения технологий информационного моделирования. Создание требований к разработке ЦИМ является задачей объемной и сложной, так как должны быть учтены все тонкости создания цифровой информационной модели. Но только благодаря прописанным правилам создания ЦИМ можно получать качественные модели с корректно заполненной атрибутивной информацией.

Стоит отдельно отметить, что свой стандарт на разработку ЦИМ должен иметь каждый застройщик для создания стандартизированных в рамках одной компании цифровых информационных моделей. Иначе может получиться ситуация, когда проектные компании выдают Заказчику модели, разработанные по своим стандартам (качественно смоделированные и с корректно заполненными атрибутами), но Заказчик не сможет ими воспользоваться для решения своих целей, так как они созданы в другом программном обеспечении или нужны службе Заказчика атрибутивные



данные не заполнены. Создание своего стандарта позволит также разработать универсальный для всех проектов автоматизированный валидатор цифровой информационной модели, позволяющий ускорить проверку моделей от проектировщиков.

Описанная выше мысль о необходимости создании своего стандарта на разработку ЦИМ для каждого застройщика получила свое отражение в работе Гришиной Н. М. и Мицко Д. И [17]. В статье разобран международный опыт создания BIM-стандартов, после чего авторы предлагают свою структуру документа. Отдельно нужно отметить, что авторы описывают процесс внедрения BIM-стандарта в строительную компанию.

В работе Бачуриной С. С. и Голосовой Т. С. можно также выделить мысль, что ещё одним фактором, определяющим успех внедрения ТИМ в производство, помимо наличия стандартов и сводов правил информационного моделирования, является наличие шаблонов оформления проектов и документации [18]. Эту идею можно дополнить, создав библиотеку стандартных компонентов, которую Заказчик будет передавать Исполнителю в качестве исходных данных для моделирования. Вся библиотека будет основана на информационных требованиях Заказчика к разработке ЦИМ и будет содержать все нужные для моделирования элементы. Обязав Исполнителя использовать только полученные элементы библиотеки, можно будет сократить количество некачественных элементов в модели или неправильно заполненных атрибутивных данных. Любой новый компонент библиотеки, созданный Исполнителем, должен быть проверен Заказчиком, после чего Заказчик самостоятельно добавляет новый элемент в базу.

## **1.2 Анализ нормативных документов**

В мировой и отечественной практике разработкой документов, отражающих опыт создания качественных цифровых информационных моделей, а также систем классификации информации занимаются

государственные органы и бизнес. Государственные органы создают нормативные документы, в которых отражены основные положения, на которые необходимо опираться при разработке BIM-модели. Застройщики, девелоперы и проектные бюро либо изменяют эти положения, либо дополняют их в соответствии с целями применения ЦИМ.

В Великобритании разработана серия стандартов PAS (Publically Available Specification – Публичная Общедоступная Спецификация), среди которых можно выделить нормативный документ PAS 1192-2:2013 [19]. В рамках стандарта определяется, что требования к правилам создания BIM-модели создаются Заказчиком и прописываются в документе «Employer's Information Requirements» (EIR). Требования могут быть дополнены Исполнителем в отдельно разработанном документе «BIM Execution Plan» (BEP).

В PAS 1192-2:2013 прописано минимальное содержание EIR. В документе должны быть отражены цели применения ЦИМ, требования к информации, получаемой из BIM-модели, способ взаимодействия Заказчика и Исполнителя, а также первоначальная матрица ответственности вместе с оценкой компетентности участников проекта.

Стоит отметить, что на основе британских стандартов PAS 1192 создаются международные стандарты ISO серии 19650 [20].

Одним из требований к информации является требование к уровню проработки BIM-модели. В Соединенных Штатах Америки в 2013 году сообщество BIM Forum, являющимся филиалом международного альянса BuildingSMART, опубликован документ «Level Of Development Specification» (спецификация уровней проработки), который развивается до сих пор [21]. В документе прописано различие между уровнями проработки элементов ЦИМ, как геометрической, так и атрибутивной части.

В России созданы собственные национальные стандарты в области технологии информационного моделирования, многие из которых опираются на зарубежные нормативные документы. Среди них можно отметить

СП 328.1325800.2017 [22], где прописаны правила описания компонентов ИМ (функциональные требования, требования к кодированию, форматам, атрибутивному составу и геометрической детализации), и СП 333.1325800.2020, опирающийся на британский стандарт PAS 1192–2 [23].

Свои требования к информационным моделям объектов капитального строительства выдвигает и московская государственная экспертиза, которые также, как и российские стандарты, следует учитывать в рамках создания правил стандартизации и классификации цифровой информационной модели для ГК «КОРТРОС» [24–29].

### **1.3 Выводы к главе 1**

Обзор научных трудов показывает, что тема разработки правил стандартизации элементов цифровой информационной модели остается малоизученной.

Было установлено, что основные преимущества применения технологий информационного моделирования, такие как – снижение затрат на управление проектами, улучшение контроля над расходами, создание более эффективного календарного планирования, непрерывный расчет финансово–экономических показателей – раскрываются только при использовании корректной цифровой информационной модели. Для создания такой модели необходимо опираться на строго прописанные правила, которые должны быть закреплены в стандарте. В качестве стандарта может выступать как BIM–стандарт строительной компании, так и документ «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ» (EIR).

Стоит отдельно отметить, что свой стандарт на разработку ЦИМ должен иметь каждый застройщик для создания стандартизированных в рамках одной компании цифровых информационных моделей.

Помимо разработки стандарта, необходимо создать библиотеку элементов и материалов, а также шаблоны для программных комплексов для автоматизированного проектирования, с помощью которых проектировщик сможет собирать информационную модель из готовых стандартизированных и проклассифицированных объектов.

В настоящее время наиболее развитыми странами в области стандартизации BIM-технологий можно назвать Великобританию и США. На основе их стандартов создаются не только отечественные, но и международные нормативные документы.

## **2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ НА РЫНКЕ СИСТЕМ КЛАССИФИКАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

В разделе приводится описание типов классификации и кодирования данных, а также какие системы классификации строительной информации существуют на рынке в настоящее время.

### **2.1 Классификация данных**

Классифицирование данных – это структурирование их определенным согласованным образом, для того чтобы различные пользователи этих данных могли найти нужную информацию и понять ее.

С точки зрения технологии информационного моделирования классификация позволяет участникам проекта и применяемому ими программному обеспечению эффективно обмениваться информацией о строительном объекте и упрощает использование данных, содержащихся в информационной модели для различных способов применения ТИМ: проектирования, строительства, оценки затрат и эксплуатации.

Опираясь на правила стандартизации ПР 50.1.024.2005, можно сказать, что классификация – это разбиение множества объектов на группировки в зависимости от их сходств и различий, учитывая принятые методы классификации [30].

Классификатор – это систематизированный свод кодов и названий классификационных группировок, а также объектов классификации.

Существует два основных метода классификации строительной информации – иерархический и фасетный.

Иерархический метод классификации – это метод, при котором конкретизация объекта классификации происходит за счет последовательного деления заданного множества на подмножества. В этом случае основой

разбиения являются выбранные атрибуты. Такой метод классификации позволяет иерархическую древовидную структуру в виде ветвящегося графа с подмножествами в качестве узлов. Иерархический метод классификации представлен на рисунке 2.1.

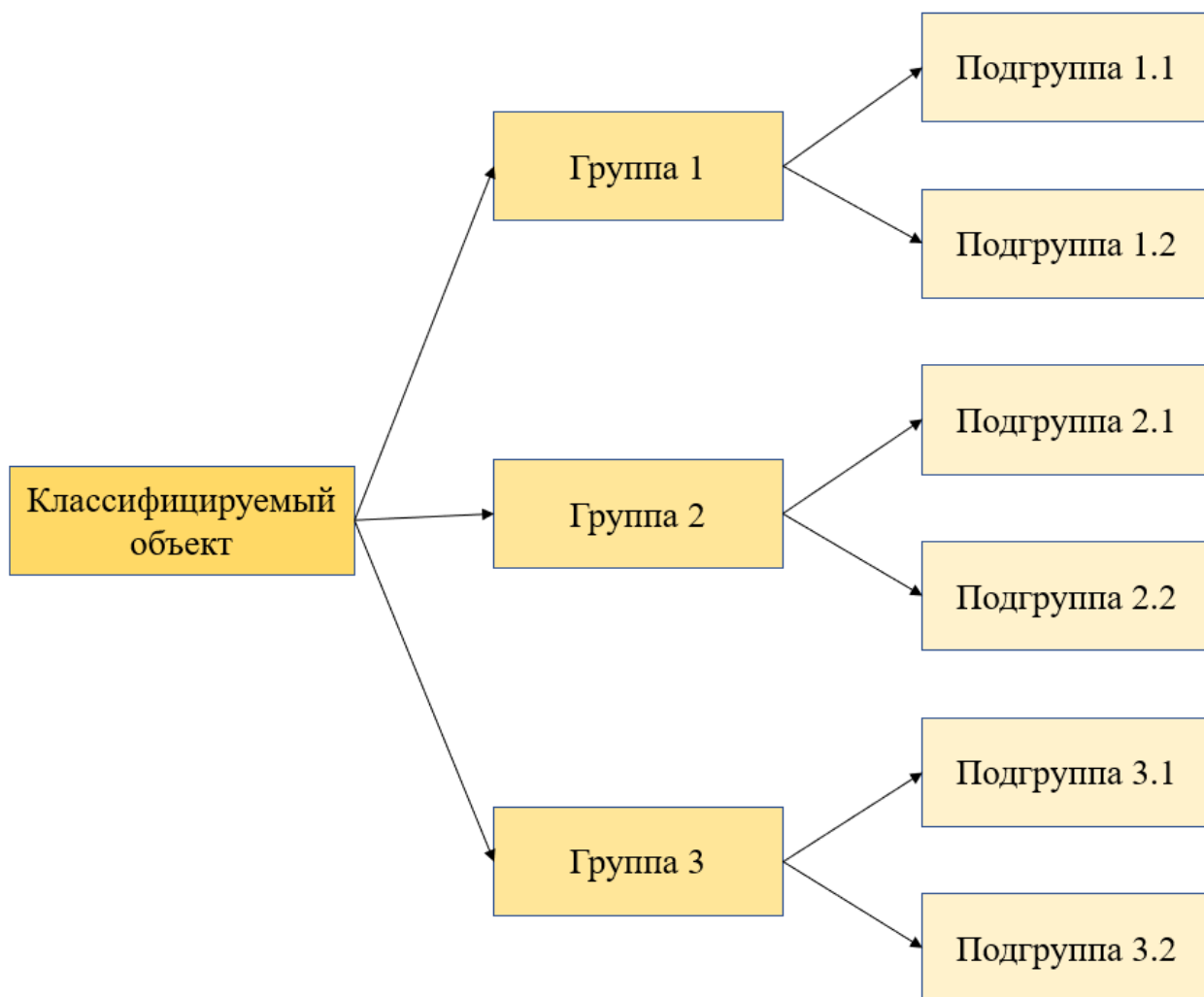


Рисунок 2.1 – Иерархический метод классификации

В информационном моделировании наиболее часто применяется именно иерархический подход.

При фасетном методе классификации происходит параллельное разбиение множества объекта классификации на независимые друг от друга классификационные группировки. В методе не предполагается жёсткой структуры классификации и заранее построенных конечных группировок. Классификационные группировки формируются путем комбинации значений, взятых из соответствующий фасетов. Порядок расположения фасетов при создании классификационной группировки задается с помощью фасетных

формул, количество которых определяется возможными сочетаниями признаков. На рисунке 2.2 показан фасетный метод классификации.

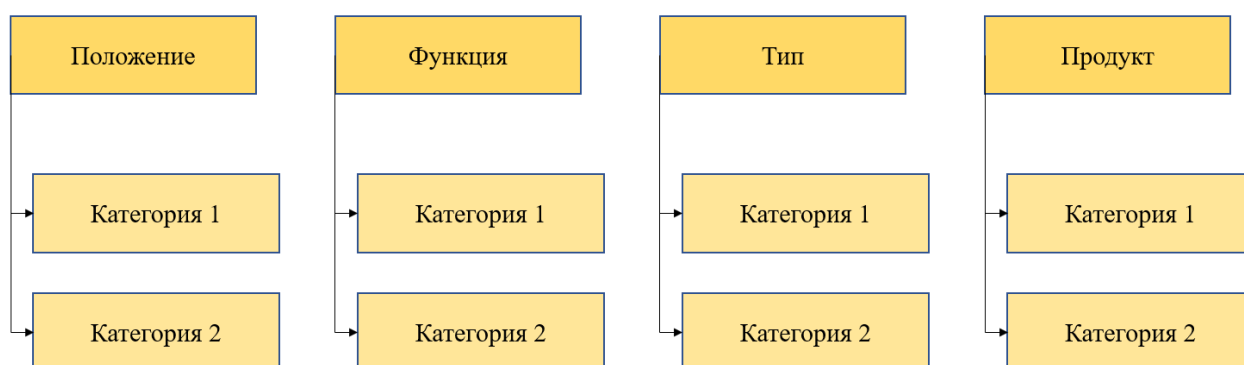


Рисунок 2.2 – Фасетный метод классификации

Классификаторы можно разделить по уровням:

- системные – используются в рамках отдельных организаций для решения специализированных задач;
- отраслевые – используются в рамках конкретной отрасли (например, строительной);
- национальные или межотраслевые – используются в пределах государств;
- межгосударственные – используются в рамках экономических союзов и других межгосударственных объединений;
- международные – используются по всему миру [30].

## 2.2 Кодирование

В системах классификации для классифицируемых объектов или их групп создаётся специальный код. Процесс присвоения кода классификационной группировке или объекту классификации называется кодированием. Код состоит из буквенно–цифровых символов и формируется на основе определенного набора правил.

В настоящее время используется четыре метода кодирования: порядковый, серийно–порядковый, последовательный и параллельный.

При порядковом методе кодирования каждый из объектов множества кодируется по порядку с помощью текущего номера. К преимуществам способа можно отнести краткость кода и простоту добавления новых объектов, к недостаткам – код не включает в себя информацию об объекте.

В серийно–порядковом методе в качестве кодов используются числа натурального ряда, которые закреплены отдельной серией за объектами классификации с одинаковыми признаками.

При последовательный методе код следующего разбиения множеств наследуют результаты предыдущей ступени деления. В этом случае код включает в себя всю информацию об объекте. Последовательный метод наиболее подходит для использования в иерархическом методе классификации.

Для фасетной классификации объектов в основном используется параллельный метод, при котором признаки классификации кодируются независимо друг от друга определенными разрядами или группы разрядов кодового обозначения [31].

### **2.3 Классификаторы в строительной индустрии**

В строительной индустрии применяется классификатор строительной информации. КСИ представляет собой информационный ресурс, содержащий распределенную по классификационным группировкам информацию об ОКС и связанную с ними информацию в зависимости от принятых методов классификации (разбиение по классам, группам, видам и другим характеристикам).

В настоящее время существует около десятка классификаторов строительной информации, принятых в различных странах мира. В таблице 2.1 приведены международные классификаторы строительной информации.



Таблица 2.1 – Международные классификаторы строительной информации

Страна	Классификаторы
США	OmniClass, MasterFormat, UniFormat
Великобритания	Uniclass 2015
Япония	JCCS
Финляндия	TALO 2000
Швеция	CoClass
Дания	CCS
Норвегия	NS 3451

Существующие классификаторы разработаны на основе международного стандарта ISO 12062, а также новой группы стандартов ISO 81346, которая представляет собой систему классификации для различных отраслей [32, 33].

Классификаторы строительной информации обычно представлены в виде описательной части, разъясняющей принципы кодирования, и таблиц классификации. Также большинство современных классификаторов строительной информации реализованы на уровне сетевых сервисов или информационных ресурсов, которые позволяют работать с классификатором как вручную, так и программными способами через специализированные внешние интерфейсы.

С 1 декабря 2020 года в Градостроительном кодексе Российской Федерации определены понятие и область применения классификатора строительной информации. КСИ, разрабатываемый ФАУ «ФЦС», состоит из двадцать одной классификационной таблицы [34]. Таблица классификатора позволяет кодировать результаты, процесс, ресурсы и характеристики строительной деятельности.

Классификатор строительной информации позволяет применять стандартную классификацию элементов различным участникам строительного процесса, независимо от используемого ими программного обеспечения, в которое обычно заложены собственные уникальные классификационные системы.

Участники строительного процесса могут получать информацию из модели в единообразном и понятном виде для дальнейших работ. Например, для учёта затрат, планирования графиков строительства и так далее. Для задач эксплуатации использование единой системы классификации с точки зрения процесса информационного моделирования позволяет упростить вопросы передачи исполнительных моделей различных подрядчиков в эксплуатацию и дальнейшего поддержания эксплуатационной модели в актуальном состоянии. Проектировщики используют систему классификации для создания спецификаций и ведомостей работ, а также определения стоимости реализации проекта.

Для классификации элементов цифровой информационной модели в КСИ предназначены следующие таблицы:

- 1 RZo – зона, помещение;
- 2 FnS – функциональная система;
- 5 TeS – техническая система;
- 6 Com – компонент;
- 21 Prp – характеристика.

К недостаткам классификатора строительной информации от ФАУ «ФЦС» можно отнести:

- КСИ не синхронизирован с СП 333.1235800.2020;
- дублирование кодовых обозначений в разных таблицах;
- большой объем данных увеличивает трудозатраты проектировщиков на поиск нужного кода;
- некорректный синтаксис кодовых обозначений [35].

В настоящее время КСИ проходит пилотное внедрение в РЖД, «Татнефти» и других крупных компаниях. Параллельно ФАУ «ФЦС» получает предложения, обрабатывает их и вносит изменения в текущую версию (при этом предыдущие версии КСИ сохраняются) [36].

## 2.4 Выводы к главе 2

В главе были подробно рассмотрены виды и методы классификации и кодирования данных, а также существующие в строительной индустрии классификаторы.

Классификаторы, которые в настоящее время есть на рынке, не подходят для внедрения в ГК «КОРТРОС» – международные классификаторы не соответствуют российским реалиям, а КСИ, разрабатываемый ФАУ «ФЦС», имеет недостатки:

- КСИ не синхронизирован с СП 333.1235800.2020;
- дублирование кодовых обозначений в разных таблицах;
- большой объем данных увеличивает трудозатраты проектировщиков на поиск нужного кода;
- некорректный синтаксис кодовых обозначений.

На основе полученных данных в главе 3 будет принято решение о виде и структуре системы классификаторов, которая будет разрабатываться для ГК «КОРТРОС».

### **3 ПОСТАНОВКА ТРЕБОВАНИЙ К ПРАВИЛАМ СТАНДАРТИЗАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ЦИМ ДЛЯ ГК «КОРТРОС»**

Одной из главных задач в процессе любого проекта является постановка требований, которые необходимо достичь. Для создания правил стандартизации и классификации ЦИМ, которые будут полностью соответствовать ожиданиям ГК «КОРТРОС», были проведены совещания в формате видеоконференций.

Отдельно стоит отметить, что ГК «КОРТРОС» занимается строительством жилья, инфраструктурных и коммерческих объектов и ведет свою деятельность в Москве, Санкт–Петербурге, Екатеринбурге и Перми.

В ходе совещаний были выделены цели применения технологий информационного моделирования в строительной компании:

- повышение эффективности деятельности компании за счет увеличения роста производительности, уменьшения человеческого фактора, непроизводственных расходов, количества исправлений в документации и сокращения сроков производственных циклов;

- использование информационной модели на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства.

Стоит отдельно выделить список характерных задач применения технологии информационного моделирования на различных стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства (таблица 3.1).

Также были выделены программные продукты в области ТИМ, которые используют специалисты ГК «КОРТРОС» – это продукция компании Autodesk:

- AutoCAD;
- Revit;
- AutoCAD Civil 3D;
- Navisworks Manage.

Таблица 3.1 – Характерные задачи применения ТИМ в ГК «КОРТРОС»

Стадия/этап ЖЦ объекта	Характерные задачи применения ТИМ
Обоснование инвестиций (ТЭО)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ местоположения, инженерно–геологической и экологической ситуации будущего объекта, оценка развития транспортной и социально–культурной инфраструктуры;</li> <li>– Сравнение вариантов площадок размещения будущего объекта;</li> <li>– Разработка вариантов размещения жилого или общественного комплекса относительно окружающей застройки;</li> <li>– Расчет инсоляции и коэффициента естественной освещенности (КЕО);</li> </ul>
Инженерные изыскания и проектирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Формирование информационной модели инженерных изысканий;</li> <li>– Проектирование с применением инструментов ТИМ;</li> <li>– Пространственная междисциплинарная координация и выявление коллизий (3D–координация);</li> <li>– Выявление пространственно–временных коллизий;</li> <li>– Проверка и оценка технических решений;</li> <li>– Производство чертежей и спецификаций;</li> <li>– Инженерно–технические расчеты;</li> <li>– Подсчет объемов работ и оценка сметной стоимости;</li> </ul>
Строительство	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Визуализация процесса строительно–монтажных работ (ТИМ 4D) и оптимизация календарно–сетового графика;</li> <li>– Сравнение различных сценариев строительно–монтажных работ;</li> <li>– Мониторинг и контроль процесса строительства на базе ТИМ 4D;</li> <li>– Контроль объемов работ на основании данных в ЦИМ;</li> <li>– Геодезические разбивочные работы;</li> <li>– Геодезический контроль;</li> <li>– Строительный контроль;</li> <li>– Исполнительная модель/актуализация проектной ЦИМ;</li> </ul>
Эксплуатация	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Использование BIM–моделей для создания цифровых двойников;</li> <li>– Планирование ремонта или реконструкции;</li> <li>– Поиск места расположения инженерных сетей.</li> </ul>

Создание проектной документации в ГК «КОРТРОС» делится на следующие стадии:

- Эскизный проект на этапе проекта планировки территории;
- расширенная Архитектурно–градостроительная концепция;
- расширенная Проектная документация;
- Рабочая документация.

Полученные данные позволяют выделить требования к правилам стандартизации ЦИМ. Эти правила должны быть описаны в документе «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ» (EIR).

Данный стандарт будет являться основой для технических заданий и описывать требования к составу и принципам разработки информационных моделей со стороны ГК «КОРТРОС», предъявляемые к Исполнителю проектных работ, а также определять порядок их взаимодействия для достижения требуемого качества модели и проектных решений.

Помимо этого, документ должен описывать основные ТИМ–процессы по созданию и наполнению информационных моделей, которые позволят получить более высокую степень наполнения ЦИМ, а также организацию передачи и проверки модели со стороны Заказчика.

Стандарт также должен формализовать процесс согласования и конечной приемки ЦИМ совместно с получаемой из нее документацией согласно описанным правилам взаимодействия Исполнителя и Заказчика.

Правила классификации строительной информации должны включать в себя классификацию зданий и сооружений, элементов и материалов. Одним из требований к классификаторам является то, что они должны взаимодействовать между собой и наследовать значение каждого предыдущего деления множества.

### 3.1 Выводы к главе 3

В ходе видеоконференций с ГК «КОРТРОС» были выделены текущие процессы строительной компании, которые можно улучшить с помощью технологии информационного моделирования, а также отмечены программные решения, для которых необходимо создать правила стандартизации ЦИМ.

Правила стандартизации BIM-модели должны быть отражены в документе «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ», который будет являться основой для технических заданий и описывать требования к составу и принципам разработки информационных моделей со стороны ГК «КОРТРОС», предъявляемые к Исполнителю проектных работ.

Также были выделены требования к системе классификации строительной информации. Так как классификаторы должны взаимодействовать между собой и наследовать значение каждого предыдущего деления множества, то оптимальным решением будет использование иерархического метода классификации и последовательного метода кодирования.

## **4 СОЗДАНИЕ ДОКУМЕНТА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ЗАКАЗЧИКА К РАЗРАБОТКЕ ЦИМ»**

В разделе описаны общие требования к документу по стандартизации ЦИМ, а также его наполнение.

### **4.1 Общие требования**

Для обобщения и структурирования правил стандартизации BIM-модели создается документ «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ», он же EIR [37]. Стандарт является обязательным приложением к договору на выполнение работ по разработке проекта с применением ТИМ и служит основным критерием оценки качества модели.

В стандарте определяют административные, коммерческие и технические аспекты производства информации в рамках проекта [38].

Документ должен решать следующие задачи:

- обеспечение эффективного процесса ТИМ-моделирования среди участников проекта;
- обеспечение разработки моделей, пригодных для использования на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства;
- описание используемого программного обеспечения для различных задач проекта;
- формирование требования к моделям и их элементам, получаемых от Исполнителя на всех этапах моделирования;
- организация работы над моделью;
- регламентирование именования файлов, элементов и объектов модели;
- обеспечение единообразных по структуре конечных результатов информационного моделирования.



На базе этого документа разрабатываются различные Технические задания на разработку цифровой информационной модели (здания, объекта или территории).

Отклонения от данного стандарта могут быть оформлены в виде «Плана реализации BIM-технологий» (BEP).

## **4.2 Наполнение стандарта**

В первую очередь в документе прописывается назначение, область применения стандарта и нормативные документы, которые использовались при разработке стандарта. Это позволяет сразу определить, как и для чего должны быть использованы правила, описанные в стандарте.

Раздел «Термины и определения» призван закрепить используемую в стандарте терминологию для исключения двойных значений. Здесь описываются как общие определения, принятые в области технологий информационного моделирования, так и поясняется содержимое атрибутивных данных, необходимых для заполнения в ЦИМ.

Не менее важно указать в стандарте, какое программное обеспечение и какой версии должен использовать Исполнитель в ходе работы над проектом. В ином случае может случиться ситуация, когда проектное бюро, использующее более свежую версию программных решений, не может выдать документацию по проекту своему Заказчику из-за отсутствия обратной совместимости между ПО. Требования стандарта базируются на программных продуктах Autodesk Revit, Autodesk AutoCAD Civil 3D и Autodesk Navisworks.

В разделе «Порядок взаимодействия Заказчика и Исполнителя» описываются процессы согласования технического задания, приемки информационной модели, структура среды общих данных и порядок работы в ней.

От Исполнителя назначается представитель, отвечающий за обмен данными в среде общих данных, техническую поддержку проектировщиков

подрядной организации, взаимодействие с BIM–специалистами Заказчика и проверку ЦИМ перед её передачей. Чаще всего в этой роли выступает ТИМ–координатор.

Далее идет описание требований к предоставлению данных от Исполнителя и требования к функциональности модели – в разделах описаны общие правила координации и моделирования ЦИМ, правила подготовки файлов документации перед их публикацией в среде общих данных.

Требования к уровням проработки моделей прописаны в разделе «Информационное и геометрическое наполнение модели».

В разделе необходимо прописать основные элементы модели и категории Revit и AutoCAD Civil 3D, используемые при моделировании соответствующих элементов. В таблице 4.1 приведены моделируемые элементы и типы объекта AutoCAD Civil 3D.

Таблица 4.1 – Основные элементы модели и категории AutoCAD Civil 3D

<b>Типы объекта AutoCAD Civil 3D</b>	<b>Моделируемые элементы</b>
Триангуляционная (TIN) поверхность	Поверхность рельефа, кровля и подошва геологических слоев
Тела (солиды) AutoCAD	Мощность геологического слоя, ограниченная границами поверхностей
Конструкции	МАФы, ограждения, бортовые камни и т.п.
Коридор	Дороги, каналы, откосы
Труба	Трубопроводы
Колодец	Колодцы
Устройства регулирования потока	Арматура трубопроводов
Фитинг	Соединительные детали трубопроводов

Отдельно стоит выделить требования к геометрическому наполнению моделей, которые представлены в таблице 4.2. В таблице 4.3. описаны пояснения к уровням геометрической проработки LOD.

Таблица 4.2 – Соответствие уровней геометрической проработки LOD различным этапам проекта

Стадия	LOD
Концепция	100
Расширенная Архитектурно–градостроительная концепция (точечная застройка), расширенная Архитектурно–градостроительная концепция (комплексное развитие территории)	200
Проектная документация	300
Тендерная документация	
Рабочая документация / расширенная Проектная документация	350
Строительно–монтажные работы	400
Ввод объекта в эксплуатацию	500
Эксплуатация объекта	
Закрытие/демонтаж объекта	

Таблица 4.3 – Пояснения к уровням геометрической проработки LOD для Информационных моделей

LOD	Описание
100	Базовые формы с примерными размерами и расположением (2D или 3D)
200	Общие модели с приблизительным размером, формой, ориентацией и данными объекта
300	Уточнены элементы, геометрия объекта, размеры, объемы, точки подсоединения
350	Элементы с точной геометрией, формами, содержащие параметры об изготовителе, технические характеристики и материал элемента
400	Модели с точными размерами и параметрами для строительства
500	Исполнительные модели с точными размерами и параметрами необходимыми для эксплуатации объекта, отражающие фактическое положение элементов

В EIR также прописываются и правила именования элементов, материалов, файлов. Для наименования файлов моделей обязательно использование принципа уникальности – каждая модель должна носить уникальное имя. Для формирования имен файлов моделей необходимо

использовать принцип кодификации, в котором имя файла модели – составное, состоящее из нескольких блоков. В качестве разделителя полей необходимо использовать символ «\_» (нижнее подчеркивание).

Далее идет описание информационных моделей инженерных изысканий, планировочной организации земельного участка, архитектурных решений, конструктивных решений и внутренних инженерных сетей. Для корректного создания этих разделов необходимо выделить стадийность проектирования, принятую у Заказчика. Проектирование в ГК «КОРТРОС» начинается со стадии Эскизного проекта на проекте планировке территории. На этом этапе формируется информационная модель инженерных изысканий, которая включает в себя:

- цифровую модель рельефа;
- цифровую модель ситуации;
- цифровую модель существующих искусственных сооружений (опорного плана);
- цифровую модель землепользования;
- цифровую модель существующих инженерных коммуникаций;
- цифровую модель геологического строения;
- цифровую модель гидрометеорологического строения;
- цифровую модель инженерно–экологических изысканий.

Для создания информационной модели инженерных изысканий применяются AutoCAD Civil 3D для проектов комплексного развития территории или Autodesk Revit для проектов точечной застройки.

Уровень геометрической и атрибутивной проработки для объектов на этой стадии принят LOD 200. Здесь можно выделить исключение для цифровой модели существующих искусственных сооружений. В указанном выше LOD прорабатываются существующие здания, для которых проверяется инсоляция и КЕО, для остальных сооружений он составляет LOD 100.

Цифровая модель геологического строения разрабатывается в том случае, если есть существующая архивная информация по геологии.

В таблице 4.4 представлен пример уровня проработки объектов ЦИМ существующего рельефа.

Таблица 4.4 – Уровень проработки объектов ЦИМ существующего рельефа

	Параметры	Стадия					Пример заполнения, ед. изм.
		Э (ПШТ)	АГК (ТЧК)+	АГК (КРТ)+	П+	РД	
LOI	Код по классификатору зданий	+	+	+	+	+	Z.X.X.X
	Площадь	+	+	+	+	+	10 Га
	Периметр	+	+	+	+	+	220 м
	Наименование	+	+	+	+	+	Черная поверхность
	Отметка верха	+	+	+	+	+	+X,XXX (макс. отметка)
	Отметка низа	+	+	+	+	+	+X,XXX (мин. отметка)
LOD	Уровень геометрической проработки LOD	200	300	300	350	350	

Следующая этап проектирования объекта делится на две стадии: расширенная Архитектурно–градостроительная концепция для точечной застройки и расширенная Архитектурно–градостроительная концепция для комплексного развития территории.

На этом этапе начинает разрабатываться планировочная организация земельного участка, архитектурные и конструктивные решения, а также внутренние инженерные сети.

Информационная модель планировочной организации земельного участка состоит из:

- цифровой модели планировочного (проектного рельефа);

- цифровой модели земляных работ;
- цифровой модели благоустройства и озеленения территории;
- наружных внутриплощадочных сетей.

Информационная модель внутренних инженерных сетей разделяется на:

- цифровую модель систем электроснабжения;
- цифровую модель систем водоснабжения и водоотведения, системы внутреннего противопожарного водопровода и автоматического водяного пожаротушения;
- цифровую модель отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, тепловых сетей;
- цифровую модель сетей связи.

На этих стадиях уровень проработки элементов составляет LOD 200.

Следующая стадия – расширенная проектная документация, на которой уровень проработки элементов составляет LOD 300–350. Здесь прорабатываются основные архитектурные и конструктивные решения, инженерные сети.

Заключительным этапом проектирования выступает стадия Рабочей документации (уровень проработки элементов – LOD 400). На этой стадии появляется 3D–армирование железобетонных элементов, позволяющее точнее рассчитать необходимый для строительства здания объем арматуры, в отличие от стадии П+, где для железобетонных изделий идет подсчет коэффициента армирования.

В разделе «Критерии проверки модели» приведены таблицы проверок на коллизии и допуски для групп элементов. Автоматическая проверка на коллизии производится в программе Autodesk Navisworks. В таблице 4.4 приведена матрица проверок на коллизии и допуски для групп элементов.

Таблица 4.4 – Матрица проверок на коллизии и допуски для групп элементов

Проверки на коллизии документации и допуски (метры)	АР Вертикальные	АР Горизонтальные	АР Паркинг	ИОС Арматура	ИОС Воздуховоды	ИОС Оборудование	ИОС Трубы	ИОС Электролинии	КР Вертикальные	КР Горизонтальные
АР Вертикальные	0.05	0.05			0.05		0.05	0.05	0.01	0.01
АР Горизонтальные									0.01	0.01
АР Паркинг					0.05		0.05	0.05		
ИОС Арматура									0.01	0.01
ИОС Воздуховоды					0.05	0.05	0.05	0.05	0.01	0.01
ИОС Оборудование							0.05	0.05	0.01	0.01
ИОС Трубы							0.05	0.05	0.01	0.01
ИОС Электролинии								0.05	0.01	0.01
КР Вертикальные									0.01	0.01
КР Горизонтальные										0.01

Отдельным пунктом можно выделить возможность автоматизации валидации информационной модели в соответствии с «Информационными требованиями Заказчика». Это позволит исключить влияние человеческого фактора и сократить трудозатраты ТИМ–специалистов на проверку информационной модели [39, 40].

### 4.3 Выводы к главе 4

Полученный документ позволяет решить следующие задачи:

- принятие основных проектных решений (тип несущего каркаса, тип внутренних и наружных конструкций, базовое оборудование и изделия), их оценку, согласование и изменение;
- отсутствие противоречивой информации в разных документах и источниках данных, связанных с проектом (количественные и объемные

показатели в спецификациях, габариты, длины и площади на чертежах и так далее);

- оперативный анализ планировочных решений, технико–экономических показателей проекта, подсчет показателей по квартирам;
- оперативный подсчет основных объемов материалов;
- автоматическое формирование ведомостей объемов работ и смет;
- возможность повторного использования элементов информационных моделей в других проектах;
- увязка с календарно–сетевым планированием и проведение план–факторного анализа;
- отслеживание проектных ошибок и коллизий;
- формирование документации, связанной с информационной моделью;
- визуальный контроль проектных решений;
- импорт информационной модели в сервисы строительного контроля по цифровой информационной модели.



## **5 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

В разделе описываются общие правила построения классификаторов, особенности их заполнения и применения.

### **5.1 Общие положения**

Система классификации разрабатывается исходя из целей и задачи применения технологий информационного моделирования. Разработанная система классификации состоит из:

- классификатор зданий и сооружений;
- классификатор элементов;
- классификатор материалов.

В основе классификаторов использован иерархический метод классификации и последовательный метод кодирования. Каждый отдельный классификатор относится к одному определенному аспекту информации по объекту капитального строительства.

Код каждого отдельного классификатора записывается в отдельный параметр программного комплекса для автоматизированного проектирования ОКС.

Коды классификаторов состоят из полей, отделенных друг от друга точками. В классификаторах может быть использовано меньшее или большее количество полей, в зависимости от необходимости детализации кодировки объектов. В одно поле входит отдельный уровень иерархии. Для буквенных обозначений используются латинские буквы.

## 5.2 Классификатор зданий и сооружений

На самом верхнем уровне классификации представлен классификатор зданий и сооружений. Классификатор предназначен для однозначной идентификации объектов в цифровом представлении проектной ситуации, разрабатываемой по проекту планировки территории (ППТ).

Объектами классификации являются точечные, линейные и площадные объекты цифрового представления проектной ситуации, представленные проектируемыми реальными объектами – улично–дорожной сетью, зданиями и сооружениями, наружными сетями в границах земельного участка. На рисунке 5.1 представлена структура классификатора зданий и сооружений.

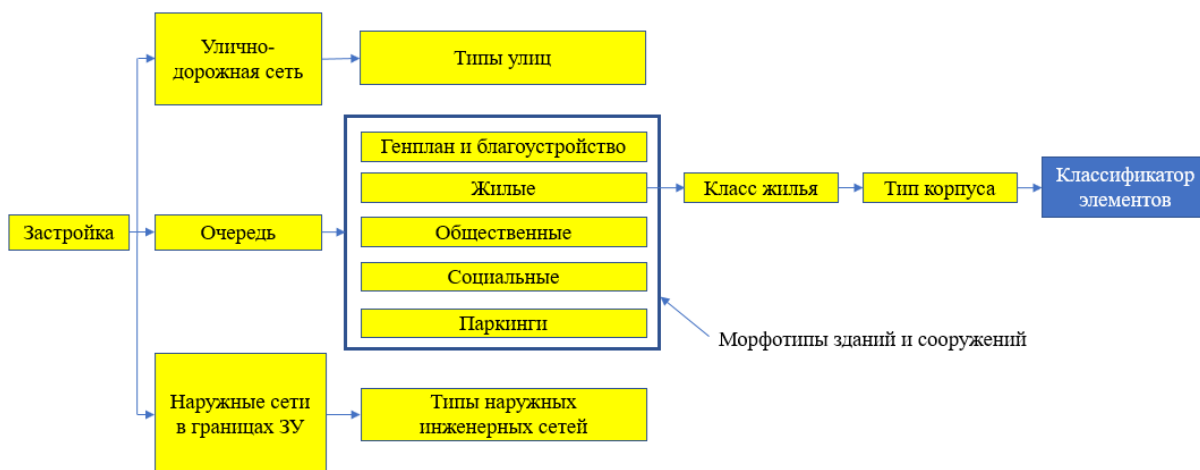


Рисунок 5.1 – Структура классификатора зданий и сооружений  
(выделен желтым цветом)

В соответствии с классификатором зданий и сооружений должны быть идентифицированы все объекты цифровой информационной модели, в том числе объекты ситуации, путем присвоения соответствующего кода параметру «Код по классификатору зданий».

Параметр «Код по классификатору зданий» добавляется в каждый проект для всех элементов модели. На рисунке 5.2 показан порядок добавления параметра в Autodesk Revit.

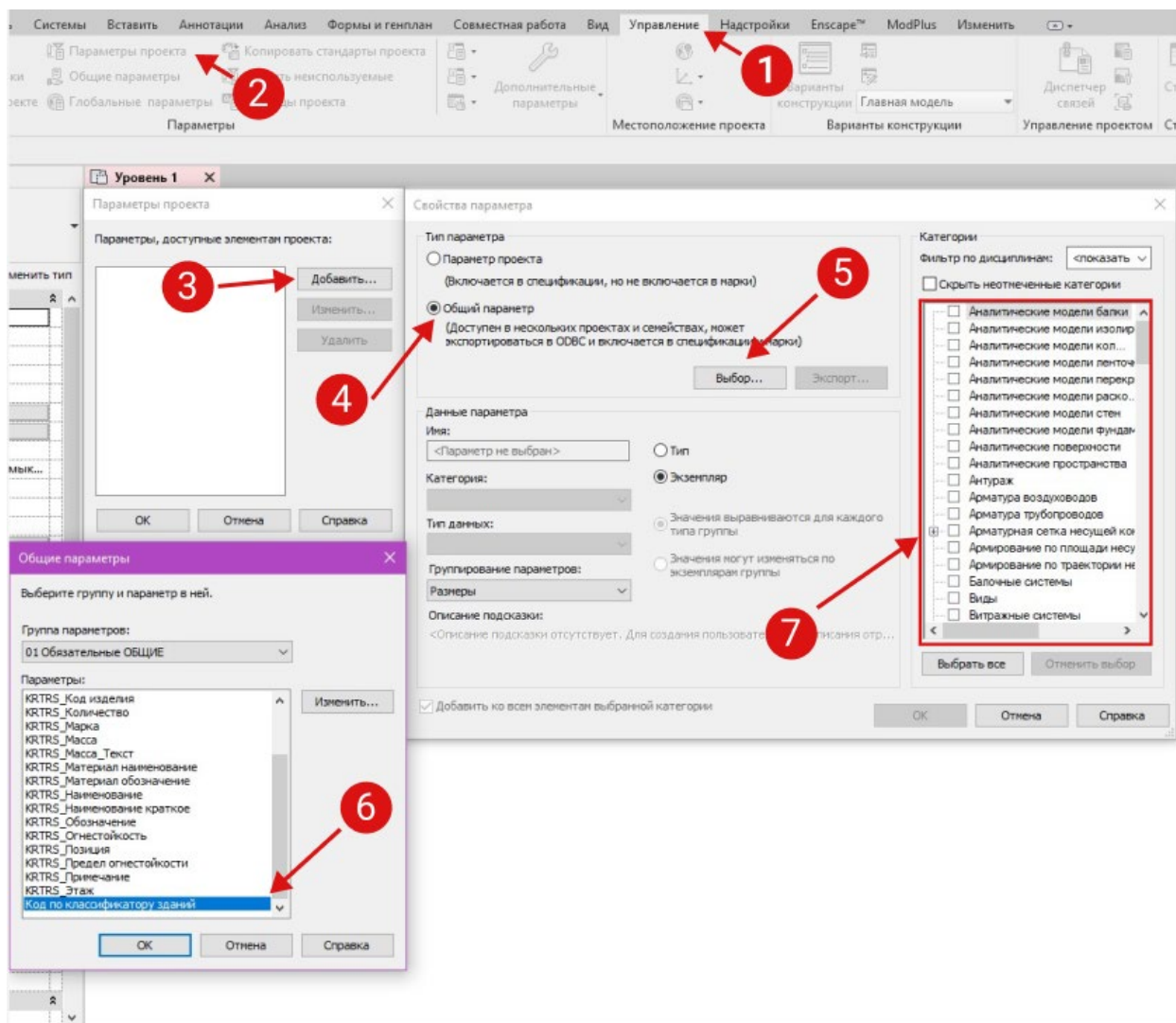


Рисунок 5.2 – Порядок добавления параметра «Код по классификатору зданий» в Autodesk Revit

Для добавления параметра нужно перейти на вкладку «Управление» (1) и вызвать окно «Параметры проекта» (2). Далее нажимаем кнопку «Добавить» (3). В появившемся окне «Свойства параметра» необходимо переключить тип параметра на «Общий параметр» (4). Нажимаем на кнопку «Выбор...» (5) и выбираем в появившемся окне нужный параметр («Код по классификатору зданий») (6). На последнем шаге выбираются категории элементов Revit, которые применяются для создания ЦИМ.

Для добавления параметра в AutoCAD Civil 3D необходимо воспользоваться следующей инструкцией (на рисунке 5.3 показаны шаги 1–4, на рисунке 5.4 представлен шаг 5, на рисунке 5.5 – шаги 6 и 7):

1) переходим на вкладку «Управление»;

2) вызываем окно «Диспетчер стилей», нажав на «Определить наборы характеристик»;

3) нажимаем правой кнопкой мыши на строку «Наборы характеристик» и выбираем пункт «Новый»;

4) во вкладке «Общие» в строке «Имя:» прописываем название группы параметров «KRTRS\_Классификация»;

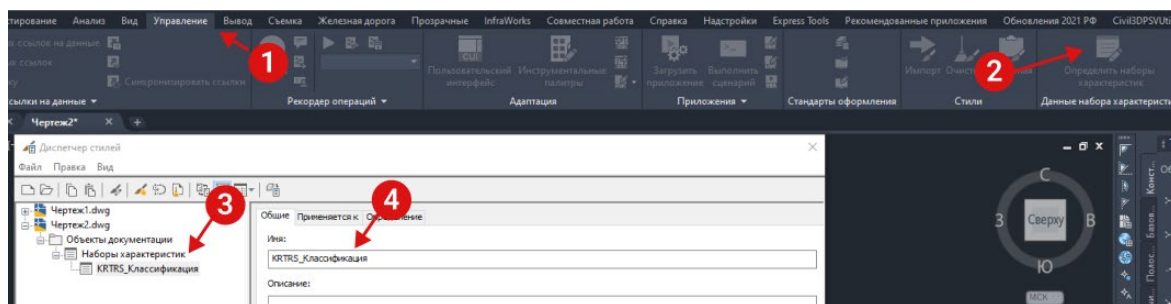


Рисунок 5.3 – Создание группы параметров в AutoCAD Civil 3D

5) переходим во вкладку «Применяется к» и выбираем типы объектов Civil 3D, которые применяются для создания ЦИМ;

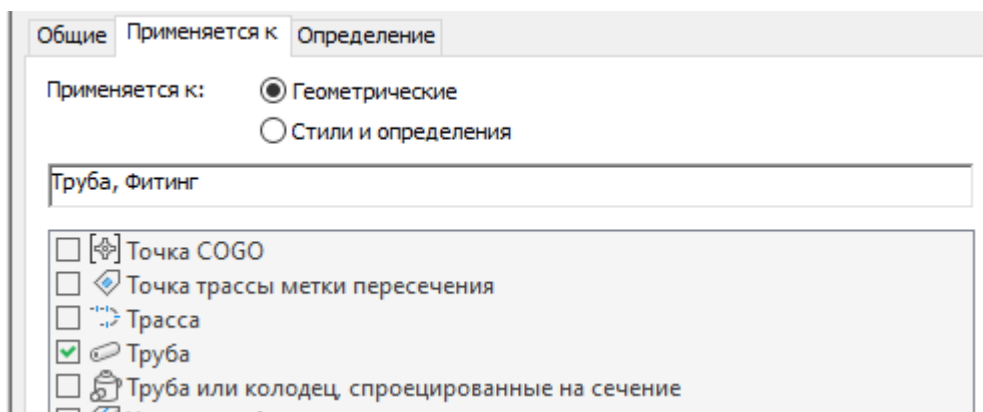


Рисунок 5.4 – Выбор типов объекта, которым будут назначены пользовательские характеристики в AutoCAD Civil 3D

6) во вкладке «Определение» нажимаем на кнопку «Добавить определение произвольной характеристики»;

7) в окне «Создание характеристики» в строке «Имя» вписываем название параметра «Код по классификатору зданий», после чего выходим из окна, нажав кнопку «ОК».

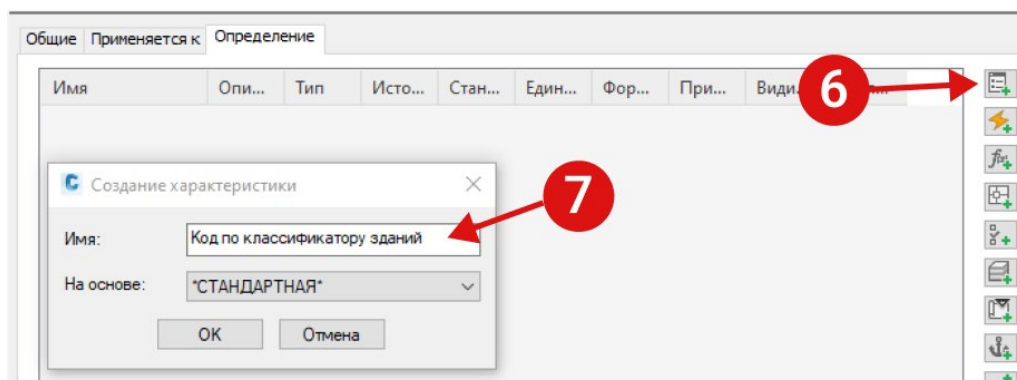


Рисунок 5.5 – Добавление параметра в AutoCAD Civil 3D

Классификатор зданий и сооружений позволяет автоматизировать работу по инвестиционному анализу и предварительному просчету инвестиционной привлекательности той или иной территории застройки.

### 5.3 Классификатор элементов

Классификатор элементов идет непосредственно за классификатором зданий и сооружений. Ключевой особенностью классификатора является подробная детализация элементов – субэлементы, которые являются составной частью объекта, включают в своей кодировке его идентификацию по классификатору. На рисунке 5.5 представлена структура классификатора элементов.

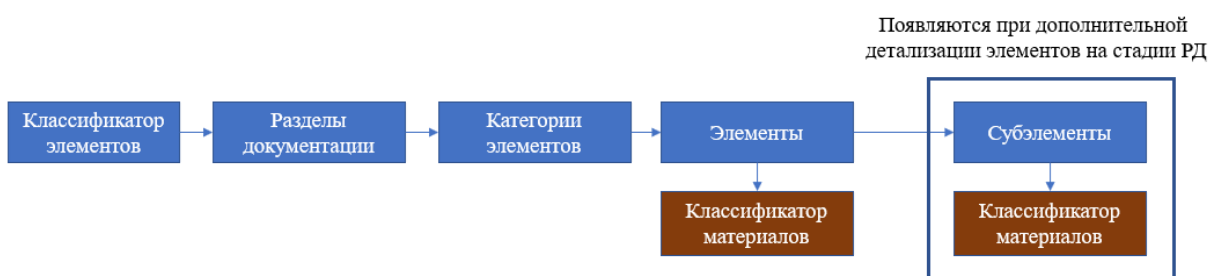


Рисунок 5.5 – Структура классификатора элементов (выделен синим цветом)

Классификатор элементов предназначен для однозначной идентификации элементов цифровой информационной модели в зависимости от его назначения, типа, раздела проектной документации.

В соответствии с классификатором элементов идентифицируются все элементы цифровой модели здания путем присвоения соответствующего кода параметру «Код по классификатору».

#### **5.4 Классификатор материалов**

Для идентификации материалов в ЦИМ объекта капитального строительства применяется классификатор материалов. Эти данные должны быть занесены в цифровую модель ОКС в виде значения параметра материала «Код по классификатору материалов».

Объектом классификации являются строительные материалы и изделия, применяемые в строительстве.

На рисунке 5.6 представлена структура классификатора.

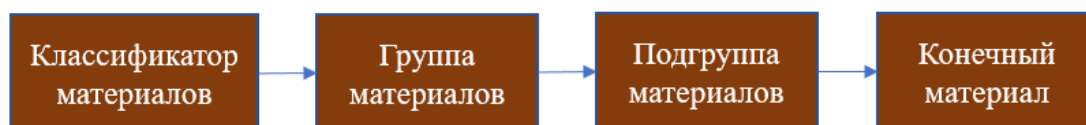


Рисунок 5.6 – Структура классификатора материалов

Параметр «Код по классификатору материалов» добавляется для всех материалов в Autodesk Revit в качестве пользовательского параметра материалов, по принципу, описанному в разделе 5.2.

#### **5.5 Выводы к главе 5**

В результате исследовательской работы была разработана система классификации, состоящая из классификатора зданий и сооружений, классификатора элементов и классификатора материалов.

Классификация элементов ЦИМ позволяет не только структурировать данные в BIM-модели, но и вести автоматический расчет всех необходимых финансово-экономических параметров, задав несколько исходных данных.

## 6 СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИМ

На основе EIR и системы классификации разрабатывается библиотека элементов цифровой информационной модели. Библиотека представляет собой папочную структуру, повторяющую структуру классификатора элементов (рисунок 6.1).

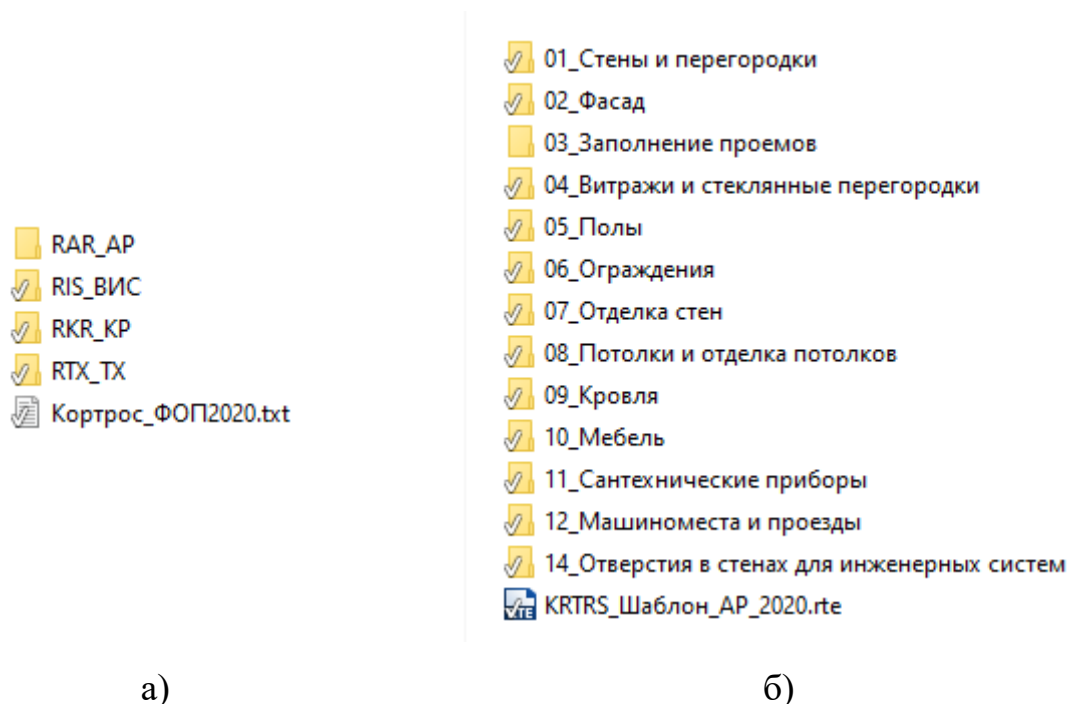


Рисунок 6.1 – Структура библиотеки элементов: а) деление на разделы проектной документации; б) деление раздела Архитектурные решения на категории объектов

Также в библиотеке элементов содержится файл общих параметров, предназначенный для программного комплекса для автоматизированного проектирования Autodesk Revit. В ФОП содержатся все параметры, которые предписаны для заполнения в документе «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ».

В Autodesk Revit можно выделить два основных типа семейств – это системные и загружаемые. К системным относятся те семейства, которые не могут быть изменены пользователем с помощью редактора семейств. К таким элементам модели относятся стены и перекрытия, планы этажей,

уровни, данные проекта и другие. Также отличительной особенностью системных семейств является то, что их нельзя создавать или удалять.

Загружаемые семейства, в отличие от системных, можно создавать отдельно от проекта в редакторе семейств. К загружаемым семействам можно отнести двери, окна, колонны, сваи и другие. Каждое созданное таким образом семейство можно сохранить в файл формата \*.rfa [41].

Так как системные семейства нельзя сохранять в отдельный файл, то для их хранения создается файл шаблона формата \*.rte. Файлы шаблонов создаются для каждого раздела, которые разрабатываются в BIM-модели. На рисунке 6.2 представлен шаблон для AP, включающий в себя файл общих параметров и системные и загружаемые семейства.

Загружаемые семейства создаются с помощью Редактора семейств и сохраняются и в шаблоне, и в папочной структуре библиотеки элементов.

Во всех семействах заполняется параметр «Код по классификатору». Шаблон включает в себя также и библиотеку материалов, созданную в соответствии с классификатором материалов. В материалах заполняется пользовательский параметр «Код по классификатору материалов».

На рисунке 6.3 представлена спецификация в Autodesk Revit, в которой показаны проклассифицированные элементы и материалы.

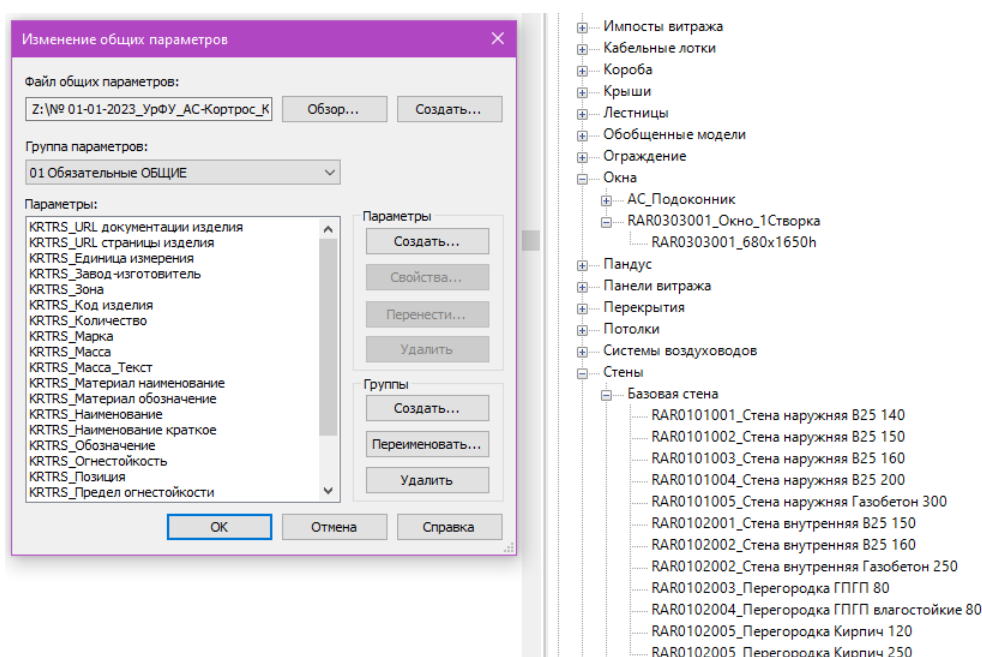


Рисунок 6.2 – Файл шаблона для раздела AP



A	B	C	D
Семейство и типоразмер	Код по классификатору зданий	Код по классификатору материалов	Код по классификатору материалов
Базовая стена: RAR0102005_Перегородка Кирпич 250	Z.O.J.E.B	RAR0102002	M0101001
Базовая стена: RAR0102005_Перегородка Кирпич 250	Z.O.J.E.B	RAR0102002	M0101001
Базовая стена: RAR0102005_Перегородка Кирпич 250	Z.O.J.E.B	RAR0102002	M0101001
Базовая стена: RAR0102005_Перегородка Кирпич 250	Z.O.J.E.B	RAR0102002	M0101001
Базовая стена: RAR0102005_Перегородка Кирпич 120	Z.O.J.E.B	RAR0102002	M0101001
Базовая стена: RAR0102005_Перегородка Кирпич 120	Z.O.J.E.B	RAR0102002	M0101001
RAR030101_Дверь_Однопольная_Деревянная: RAR030101014_860x2080h C Л	Z.O.J.E.B	RAR030101	M0202003
RAR030101_Дверь_Однопольная_Деревянная: RAR030101014_860x2080h C Л	Z.O.J.E.B	RAR030101	M0202003
RAR030101_Дверь_Однопольная_Деревянная: RAR030101014_860x2080h C Л	Z.O.J.E.B	RAR030101	M0202003
RAR030101_Дверь_Однопольная_Деревянная: RAR030101014_860x2080h C Л	Z.O.J.E.B	RAR030101	M0202003
RAR030101_Дверь_Однопольная_Деревянная: RAR030101014_860x2080h C Л	Z.O.J.E.B	RAR030101	M0202003
RAR030101_Дверь_Однопольная_Деревянная: RAR030101014_860x2080h C Л	Z.O.J.E.B	RAR030101	M0202003
RAR030102_Дверь_Двупольная_Деревянная: RAR030102001_1260x2080h B	Z.O.J.E.B	RAR030102	M0202003
RAR030102_Дверь_Двупольная_Деревянная: RAR030102001_1260x2080h B	Z.O.J.E.B	RAR030102	M0202003
RAR030102_Дверь_Двупольная_Деревянная: RAR030102001_1260x2080h B	Z.O.J.E.B	RAR030102	M0202003
RAR0303001_Окно_1Створка: RAR0303001_680x1650h	Z.O.J.E.B	RAR0303001	M0301001
RAR0303001_Окно_1Створка: RAR0303001_680x1650h	Z.O.J.E.B	RAR0303001	M0401001
RAR0303001_Окно_1Створка: RAR0303001_680x1650h	Z.O.J.E.B	RAR0303001	M0202001
RAR0303001_Окно_1Створка: RAR0303001_680x1650h	Z.O.J.E.B	RAR0303001	M0301001
RAR0303001_Окно_1Створка: RAR0303001_680x1650h	Z.O.J.E.B	RAR0303001	M0401001
RAR0303001_Окно_1Створка: RAR0303001_680x1650h	Z.O.J.E.B	RAR0303001	M0202001
RAR0303001_Окно_1Створка: RAR0303001_680x1650h	Z.O.J.E.B	RAR0303001	M0301001
RAR0303001_Окно_1Створка: RAR0303001_680x1650h	Z.O.J.E.B	RAR0303001	M0401001
RAR0303001_Окно_1Створка: RAR0303001_680x1650h	Z.O.J.E.B	RAR0303001	M0202001

Рисунок 6.3 – Спецификация в Autodesk Revit, в которой показаны проклассифицированные элементы и материалы

Отдельно стоит отметить, что код по классификатору элементов заполняется в названии семейств и типоразмеров, а код по классификатору материалов – в названии материалов. Это позволяет структурировать все элементы библиотеки и облегчить поиск нужного семейства.

## 6.1 Выводы к главе 6

По результатам работы была создана библиотека элементов и материалов, включающая в себя шаблоны проектов в формате \*.rte, файл общий параметров в формате \*.txt и загружаемые семейства в формате \*.rfa.

Библиотека элементов и материалов передается проектировщикам и позволяет стандартизировать состав цифровой информационной модели, снизить трудозатраты проектных отделов на поиск и создание семейств, автоматизировать процесс ценообразования и любые экономические расчеты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках исследовательской работы был проведен обзор научных трудов, который показал, что тема разработки правил стандартизации элементов ЦИМ остается малоизученной.

Преимущества применения технологий информационного моделирования раскрываются только при использовании корректной цифровой информационной модели. Для создания такой модели необходимо опираться на строго прописанные правила, которые должны быть закреплены в стандарте. В качестве стандарта может выступать как BIM–стандарт строительной компании, так и документ «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ» (EIR).

Следующим шагом был произведен анализ существующих на рынке классификаторов, где также рассмотрены виды и методы классификации и кодирования данных.

Те классификаторы, которые используются в настоящее время на рынке не подходят для внедрения в ГК «КОРТРОС» – международные классификаторы не соответствуют российским реалиям, а КСИ, разрабатываемый ФАУ «ФЦС», имеет недостатки.

Далее были поставлены требования к правилам стандартизации и классификации ЦИМ.

Правила стандартизации BIM–модели должны быть отражены в документе «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ», который будет являться основой для технических заданий и описывать требования к составу и принципам разработки информационных моделей со стороны ГК «КОРТРОС», предъявляемые к Исполнителю проектных работ.

Классификаторы, в свою очередь, должны взаимодействовать между собой и наследовать значение каждого предыдущего деления множества, то оптимальным решением будет использование иерархического метода классификации и последовательного метода кодирования.

На следующем этапе были разработаны стандарт «Информационные требования Заказчика к разработке ЦИМ» и система классификации данных для ГК «КОРТРОС», которые позволят создавать корректную информационную модель. При выполнении всех требований EIR и при использовании классификаторов информации, с помощью ЦИМ можно будет решать следующие задачи:

- принятие основных проектных решений (тип несущего каркаса, тип внутренних и наружных конструкций, базовое оборудование и изделия), их оценку, согласование и изменение;

- отсутствие противоречивой информации в разных документах и источниках данных, связанных с проектом (количественные и объемные показатели в спецификациях, габариты, длины и площади на чертежах и так далее);

- оперативный анализ планировочных решений, технико–экономических показателей проекта, подсчет показателей по квартирам;

- оперативный подсчет основных объемов материалов;

- автоматическое формирование ведомостей объемов работ и смет;

- возможность повторного использования элементов информационных моделей в других проектах;

- увязка с календарно–сетевым планированием и проведение план–факторного анализа;

- отслеживание проектных ошибок и коллизий;

- формирование документации, связанной с информационной моделью;

- визуальный контроль проектных решений;

- импорт информационной модели в сервисы строительного контроля по цифровой информационной модели.

Для уменьшения количества ошибок со стороны проектировщиков при разработке семейств и классификации элементов и материалов была создана библиотека элементов ЦИМ.

В результате исследовательской работы все поставленные цели и задачи были выполнены.

Следует отметить, что настоящее исследование является началом внедрения технологий информационного моделирования в ГК «КОРТРОС». В качестве дальнейших путей развития можно выделить автоматизацию валидации цифровой информационной модели на основе EIR, а также разработку классификатора работ.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1431 (ред. от 27.05.2022) «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, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства» [Электронный ресурс] // «Техэксперт». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565738494> (дата обращения 25.02.2023).
2. Ревенков Е. Д. Внедрение BIM–технологий в промышленное и гражданское строительство в России // Инновационные подходы в отраслях и сферах. 2018. Т. 3, № 7. С. 16–19.
3. Постановление Правительства РФ от 20.12.2022 № 2357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 5 марта 2021 г. № 331» [Электронный ресурс] // «Техэксперт». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300337838> (дата обращения 02.04.2023).
4. A report for the Government Construction Client Group. Building Information Modelling (BIM) Working Party strategy paper // Department for Business, Innovation and Skills. London : Department for Business, Innovation and Skills, 2011. 107 с.
5. Москвина М. С. Оценка уровня развития BIM–технологий в российских регионах через призму потребности в специалистах данного профиля на региональных рынках труда // XVII международная конференция «Российские регионы в фокусе

- перемен» : сборник докладов (Екатеринбург, 17–19 ноября 2022 г.).  
Екатеринбург : ООО Издательский Дом «Ажур», 2023. С. 211–221.
6. Kassem M., Succar B. Macro BIM adoption: Comparative market analysis // *Automation in Construction*. 2017. Vol. 81. P. 286–299.
  7. PropTech в России: Обзор практики применения BIM–технологий и инновационных решений в области проектирования // ООО «ПрайсвотерхаусКуперс Консультирование». М. : PwC, 2020. 15 с.
  8. Косовцева И. А. Автоматизация строительных процессов путем внедрения BIM–технологий // *Строительство и недвижимость*. 2021. № 1 (8). С. 186–191.
  9. Мырнин С. П., Сергеев А. С. Целесообразность внедрения BIM–технологий для различного рода объектов проектирования // *Химия. Экология. Урбанистика*. 2022. Т. 3. С. 120–124.
  10. Свиридова Т. А., Кузнецова У. В. Целесообразность внедрения BIM–технологий в процесс управления строительными проектами // *Проектное управление в строительстве*. 2021. № 1 (22). С. 155–161.
  11. Чегодаева М. А. Трудности внедрения и развития BIM–технологий в России // *Молодой ученый*. 2017. № 29 (163). С. 29–32.
  12. Вопросы внедрения BIM технологий в России / Д. А. Злобина, А. В. Сухотерин, В. Н. Гопкало, А. А. Пиотрович // *Научно–техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке*. 2020. Т. 1. С. 397–402.
  13. Суржиков Р. И. Внедрение BIM технологий в управление жилым комплексом // *E–Scio*. 2019. № 4 (31). С. 250–257.
  14. Кравченко В. Комплексное внедрение BIM: опыт компании «Евротехнологии» // *САПР и графика*. 2021. № 10 (300). С. 60–63.
  15. Взаимосвязь BIM–сценариев в рамках инвестиционно–девелоперского проекта / С. А. Кривой, А. И. Сёмин, А. В. Попов, Б. О. Бебякин // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2017. № 2. С. 20–39.

16. Петров К. С., Кузьмина В. А., Федорова К. В. Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM–технологии) // ИВД. 2017. № 2 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-vnedreniya-programmnyh-kompleksov-na-osnove-tehnologiy-informatsionnogo-modelirovaniya-bim-tehnologii> (дата обращения: 20.04.2023).
17. Гришина Н. М., Мицко Д. И. Разработка и внедрение BIM–стандарта: исследование методов управления в строительстве // Известия КазГАСУ. 2017. № 3 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-vnedrenie-bim-standarta-issledovanie-metodov-upravleniya-v-stroitelstve> (дата обращения: 21.04.2023).
18. Бачурина С. С., Голосова Т. С. Инвестиционная составляющая в проектах внедрения BIM–технологий // Вестник МГСУ. 2016 № 2. С. 126–134.
19. PAS 1192–2:2013 Спецификация по управлению информацией для фазы капитального строительства/поставки строительных проектов с использованием информационного моделирования [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.bim.kz/images/BIMNEWS/PAS\\_1192-2\\_2013.pdf](https://www.bim.kz/images/BIMNEWS/PAS_1192-2_2013.pdf) (дата обращения: 21.04.2023).
20. ISO 19650–1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles [Электронный ресурс] // Официальный сайт «ISO – International Organization of Standardization». – URL: <https://www.iso.org/standard/68078.html> (дата обращения: 23.04.2023).
21. Level of Development Specification [Электронный ресурс] // Официальный сайт «BIM Forum». – URL:

- <https://bimforum.org/resource/level-of-development-specification/> (дата обращения: 26.04.2023).
22. СП 328.1325800.2020 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели. [Электронный ресурс] // «Техэксперт» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/556793891> (дата обращения: 01.05.2023).
23. СП 333.1325800.2020 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. [Электронный ресурс] // «Техэксперт» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573514520> (дата обращения: 01.05.2023).
24. Требования к информационным моделям объектов капитального строительства. Часть 1. Общие требования к цифровым моделям зданий для прохождения экспертизы при использовании технологии информационного моделирования. Редакция 4.0 [Электронный ресурс] // Официальный сайт ГАУ города Москвы «Московская государственная экспертиза». – URL: [https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/01\\_Obshietrebovaniya\\_kSMzdanii\\_40.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/01_Obshietrebovaniya_kSMzdanii_40.pdf) (дата обращения: 02.05.2023).
25. Требования к информационным моделям объектов капитального строительства. Часть 2. Требования к цифровым моделям архитектурных решений зданий для прохождения экспертизы при использовании технологии информационного моделирования. Редакция 4.0 [Электронный ресурс] // Официальный сайт ГАУ города Москвы «Московская государственная экспертиза». – URL: [https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/02\\_TrebovaniyakSMAR\\_40.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/02_TrebovaniyakSMAR_40.pdf) (дата обращения: 02.05.2023).
26. Требования к информационным моделям объектов капитального строительства. Часть 3. Требования к цифровым моделям конструктивных решений зданий для прохождения экспертизы при



использовании технологии информационного моделирования. Редакция 4.0 [Электронный ресурс] // Официальный сайт ГАУ города Москвы «Московская государственная экспертиза». – URL: [https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/03\\_TrebovaniyakCMKR\\_40.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/03_TrebovaniyakCMKR_40.pdf) (дата обращения: 02.05.2023).

27. Требования к информационным моделям объектов капитального строительства. Часть 4. Требования к цифровым моделям инженерных систем и оборудования зданий для прохождения экспертизы при использовании технологии информационного моделирования. Редакция 4.0 [Электронный ресурс] // Официальный сайт ГАУ города Москвы «Московская государственная экспертиза». – URL: [https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/04\\_TrebovaniyakSMIOS\\_40.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/04_TrebovaniyakSMIOS_40.pdf) (дата обращения: 02.05.2023).
28. Требования к информационным моделям объектов капитального строительства. Часть 5. Требования к представлению планировочной организации земельного участка в составе информационной модели ОКС для прохождения экспертизы при использовании технологии информационного моделирования. Редакция 1.0 [Электронный ресурс] // Официальный сайт ГАУ города Москвы «Московская государственная экспертиза». – URL: [https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/05\\_TrebovaniyakPOZY\\_10.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/05_TrebovaniyakPOZY_10.pdf) (дата обращения: 02.05.2023).
29. Требования к информационным моделям объектов капитального строительства. Часть 6. Требования к представлению результатов инженерных изысканий для прохождения экспертизы при использовании технологии информационного моделирования. Редакция 1.0 [Электронный ресурс] // Официальный сайт ГАУ города Москвы «Московская государственная экспертиза». – URL: [https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/06\\_TrebovaniyakrezyltatamII\\_10.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/06_TrebovaniyakrezyltatamII_10.pdf) (дата обращения: 02.05.2023).

30. ПР 50.1.024–2005 Правила стандартизации. Основные положения и порядок проведения работ по разработке, ведению и применению общероссийских классификаторов (ред. от 19.09.2017) [Электронный ресурс] // «КонтурНорматив». – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=364932> (дата обращения: 10.05.2023).
31. Классификаторы [Электронный ресурс]. – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/969078> (дата обращения: 11.05.2023).
32. ISO/IEC ISP 12062–1:2003 Information technology — International Standardized Profiles AMH2n — Message Handling Systems — Interpersonal Messaging — Part 1: IPM MHS Service Support [Электронный ресурс] // Официальный сайт «ISO – International Organization of Standardization». – URL: <https://www.iso.org/standard/30707.html> (дата обращения: 11.05.2023).
33. IEC 81346–1:2022 Industrial systems, installations and equipment and industrial products — Structuring principles and reference designations — Part 1: Basic rules [Электронный ресурс] // Официальный сайт «ISO – International Organization of Standardization». – URL: <https://www.iso.org/standard/82229.html> (дата обращения: 11.05.2023).
34. Официальный сайт ФАУ «ФЦС» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ksi.faufcc.ru> (дата обращения: 11.05.2023).
35. КСИ для BIM–модели – подмога или помеха? Эксперты пробуют и размышляют... // Агентство новостей «Строительный бизнес». 2021. 02 сен. URL: <http://ancb.ru/publication/read/11791> (дата обращения: 15.05.2023).
36. На одном языке. Как идет разработка Классификатора строительной информации // Строительный эксперт. 2022. 01 нбр. URL: <https://ardexpert.ru/article/23879> (дата обращения: 15.05.2023).

37. Employer's information requirements EIR [Электронный ресурс] // Institute Of Historic Building Conservation. – URL: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Employer%27s\\_information\\_requirements\\_EIR](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Employer%27s_information_requirements_EIR) (дата обращения: 25.03.2023).
38. Регламентирующие документы для ТИМ / BIM [Электронный ресурс] // ООО «Инжиниринговый Центр РЕГИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ». – URL: <https://www.ec-rs.ru/blog/drugoe/reglamentiruyushchie-dokumenty-dlya-tim-bim/> (дата обращения: 25.03.2023).
39. Solihin W., Eastman C. Classification of rules for automated BIM rule checking development // Automation in Construction. 2015. Vol. 53. P. 69–82.
40. Логвинова М. В., Шаламов М. А., Придвижкин С. В. Автоматизация валидации информационной модели в ПО Autodesk Revit в соответствии со стандартом компании. Новые технологии управления и стандартизации в строительной отрасли // Экономика и управление: проблемы, решения. 2022. Т. 3. № 5. С. 39–46.
41. Семейства Revit: пошаговое введение [Электронный ресурс] // Официальный сайт Autodesk. – URL: <https://www.autodesk.com/autodesk-university/ru/article/Revit-Families-Step-Step-Introduction-2018> (дата обращения: 25.05.2023).