
**Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации**

**Федеральное автономное учреждение
«Федеральный центр нормирования, стандартизации
и оценки соответствия в строительстве»**

Методическое пособие

**КЛАССИФИКАЦИЯ И КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ
МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Москва 2024

Содержание

Содержание	2
Введение	4
1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки и сокращения.....	5
3 Термины и определения.....	7
3.1 Общие термины	7
3.2 Базовые категории строительной информации	9
3.3 Классы строительной информации.....	9
3.4 Кодовые обозначения.....	12
4 Классификация и кодирование ИМ ОКС непроизводственного назначения....	13
4.1 Описание тестовой ЦИМ.....	14
4.2 Последовательность процесса классификации и кодирования	17
4.2.1 Формирование структуры ЦИМ (декомпозиция на системы и подсистемы)	22
4.2.2 Формирование перечня атрибутов для элементов модели.....	26
4.2.3 Выбор аспектов представления системы	29
4.2.4 Атрибутивное наполнение элементов ЦИМ.....	32
4.2.5 Формирование одноуровневых кодовых обозначений элементов	34
4.2.6 Формирование многоуровневых кодовых обозначений элементов	38
4.2.7 Формирование составных кодов элементов	44
Приложение А. Системная декомпозиция тестовой ЦИМ.....	47
Приложение Б. Примеры практического применения системы кодирования КСИ .	60
Б.1 Формирование пользовательских запросов	61
Б.2 Получение количественных показателей ЦИМ	62
Б.2.1 Получение количественных показателей ЦИМ из БД « <i>CADLib</i> Модель и Архив»	62
Б.2.2 Получение количественных показателей ЦИМ в « <i>CADLib</i> Модель и Архив»	65
Б.2.3 Получение количественных показателей ЦИМ в <i>Autodesk Navisworks</i>	67
Б.3 Структурирование данных ЦИМ	68
Б.3.1 Формирование структуры представления в « <i>CADLib</i> Модель и Архив» .	69
Б.3.2 Формирование структуры представления в <i>Autodesk Navisworks</i>	71
Б.4 Проверка ЦИМ на нормативные требования	72
Б.4.1 Проверка расстояний между сваями	73

Б.4.2 Проверка высоты эвакуационных выходов	76
Б.4.3 Проверка плит перекрытий на толщину и класс бетона	78
Приложение В. Примеры классификации и кодирования элементов ЦИМ ОКС непроизводственного назначения	80
Приложение Ж. Шаблон системного представления ОКС непроизводственного назначения.....	83
Список использованных источников.....	86

Введение

Настоящее методическое пособие содержит разъяснения по применению классификатора строительной информации для задач классификации и кодирования (КиК) элементов информационных моделей объектов капитального строительства непроизводственного назначения и является дополнением к методическому пособию «Классификация и кодирование информационных моделей объектов капитального строительства. Основные положения» [1].

Методическое пособие разработано авторским коллективом Общества с ограниченной ответственностью «Научно-инженерный центр цифровизации и проектирования в строительстве» (ООО «НИЦ ЦПС») под руководством В.А. Волкодава. Авторский коллектив разработчиков настоящего пособия выражает благодарность за содействие в разработке, консультировании и технической поддержке следующим коллегам:

- Алексей Балышев (Талан);
- Дмитрий Пархоменко (ФАУ «ФЦС»);
- Ренат Кольцов (ФАУ «ФЦС»);
- Алла Землянская (ООО «Тангл»);
- Мария Субботина (АО «СиСофт Разработка»);
- Алексей Андрейченко (Министерство строительства и развития инфраструктуры Свердловской области);
- Леонид Вибе (АО «Атомэнергопроект»);
- Алексей Савченко (АО «Атомэнергопроект»).

1 Область применения

Настоящее методическое пособие предназначено для специалистов в области автоматизации процессов проектирования, разработки САПР и информационного моделирования в строительстве.

Положения настоящего пособия могут рассматриваться разработчиками ПО в качестве методического обеспечения при разработке специализированных программных решений ориентированных на автоматизацию процессов классификации и кодирования (декодирования) информационной составляющей элементов ЦИМ с применением

классификатора строительной информации. Положения настоящего пособия не должны рассматриваться в качестве инструкций для процесса ручного¹ кодирования ЦИМ.

Для профильных специалистов в области инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации ОКС данное пособие носит справочный характер и может применяться в качестве дополнительных методических материалов при работе с ИМ ОКС в части реализации сценариев применения ЦИМ (приложение Б), закодированных при помощи КСИ.

Представленная в настоящем пособии методика классификации и кодирования является универсальной, не зависит от используемого программного обеспечения и может быть применена в различных программных продуктах, ориентированных на разработку цифровых информационных моделей объектов капитального строительства.

2 Нормативные ссылки и сокращения

В настоящем методическом пособии использованы ссылки на следующие документы:

- 1) ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009) «Промышленные системы, установки, оборудование и промышленная продукция. Принципы структурирования и коды. Часть 1. Основные правила»;
- 2) ГОСТ Р 58908.12–2020 (ИСО 81346-12:2018) «Промышленные системы, установки, оборудование и промышленная продукция. Принципы структурирования и коды. Часть 12. Объекты капитального строительства и системы инженерно-технического обеспечения»;
- 3) СП 24.13330.2021 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты»;
- 4) СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»;
- 5) СП 52-103-2007 «Железобетонные монолитные конструкции зданий»;
- 6) ГОСТ 31311-2022 «Приборы отопительные. Общие технические условия»;

¹ Под процессом «ручного» кодирования подразумевается кодирование элементов ЦИМ без применения специализированных программных решений (программных расширений, плагинов, пользовательских скриптов и прочее), позволяющих формировать и присваивать элементам модели кодовые обозначения автоматизированным или полу- автоматизированными способами.

7) ГОСТ 32395-2020 «Щитки распределительные для жилых зданий. Общие технические условия»;

8) ГОСТ Р ИСО 22274-2016 «Системы управления терминологией, базами знаний и контентом. Концептуальные аспекты разработки и интернационализации систем классификации»;

9) ГОСТ Р 10.0.05-2019 «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Строительство зданий. Структура информации об объектах строительства. Часть 2. Основные принципы классификации»;

10) ГОСТ 21.501-2018 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»;

11) ГОСТ 15971–90 «Системы обработки информации. Термины и определения»;

12) ГОСТ Р ИСО 3534-2-2019 «Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 2. Прикладная статистика».

В настоящем методическом пособии использованы следующие сокращения:

АР	– архитектурные решения;
БД	– база данных;
ВК	– водоснабжение и канализация;
ИМ	– информационная модель;
КиК	– классификация и кодирование;
КР	– конструктивные решения;
ОКС	– объект капитального строительства.
САПР	– система автоматизированного проектирования;
ПО	– программное обеспечение;
ЦИМ	– цифровая информационная модель;
<i>BEP</i>	– <i>BIM execution plan</i> ;
<i>BPMN</i>	– <i>business process management notification</i> ;
<i>EIR</i>	– <i>employer information requirements</i> ;
<i>SSMS</i>	– <i>SQL Server Management Studio</i> .

3 Термины и определения

В настоящем методическом пособии применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Общие термины

3.1.1

атрибут: Элемент данных для машиночитаемого описания *свойства* (3.1.6), отношения или *класса* (3.1.2).

[ГОСТ Р ИСО 22274-2016]

П р и м е ч а н и е – Для целей настоящего раздела термины, примененные в тексте терминологических статей, выделены курсивом с указанием после такого термина в скобках номера соответствующей терминологической статьи

3.1.2

класс: Описание совокупности *объектов* (3.1.7), обладающих одинаковыми *характеристиками* (3.2.4).

[ГОСТ Р ИСО 22274-2016]

3.1.3

классификация: Процесс отнесения *объектов* (3.1.7) к определенным *классам* (3.1.2) в соответствии с критериями.

[ГОСТ Р ИСО 22274-2016]

3.1.4

система классификации: Построенный по известному множеству правил систематизированный набор *классов* (3.1.2), в которые могут группироваться *объекты* (3.1.7).

[ГОСТ Р ИСО 22274-2016]

3.1.5

уровень: Значение количественной величины, отсчитываемое по отношению к некоторому опорному значению.

[ГОСТ Р ИСО 22274-2016]

3.1.6

свойство: Конкретная *характеристика* (3.2.4), подходящая для описания и разграничения *объектов* (3.1.7) в рамках *класса* (3.1.2).

[ГОСТ Р ИСО 22274-2016]

3.1.7

объект: Любая часть воспринимаемого или воображаемого мира.
[ГОСТ Р 10.0.05-2019/ИСО 12006-2:2015]

3.1.8

система: Совокупность взаимосвязанных *объектов* (3.1.7), отделенных от окружающей среды и рассматриваемых в определенном контексте как единое целое.
[ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009)]

3.1.9 **классификатор строительной информации;** КСИ: Информационный ресурс, распределяющий информацию об *объектах капитального строительства* (3.3.4) и ассоциированную с ними *информацию* (3.3.14) в соответствии с ее *классификацией* (3.1.3).

3.1.10

функция: Предполагаемая или выполненная цель или задача.
[ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009)]

3.1.11

аспект: Определенный способ рассмотрения *объекта* (3.1.7).
[ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009)]

3.1.12

местоположение: Предполагаемое или занятое *пространство* (3.3.1).
[ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009)]

3.1.13

структура: Организация отношений между *объектами* (3.1.7) *системы* (3.1.8), которая может быть описана посредством отношений *часть/целое* (состоит из/является частью).
[ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009)]

3.1.14 **вход:** Совокупность *объектов* (3.1.7), необходимых для реализации *процесса* (3.2.1).

3.1.15 **выход:** Совокупность *объектов* (3.1.7), являющихся результатом реализации *процесса* (3.2.1).

3.1.16 **отношение:** Единица информации, описывающая взаимодействие между элементами.

3.2 Базовые категории строительной информации

3.2.1

процесс: Совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующих *входы* (3.1.14) в *выходы* (3.1.15).

[ГОСТ ISO 9000-2011]

3.2.2 **ресурс:** *Объект* (3.1.7), который используется или потребляется в ходе выполнения *процесса* (3.2.1).

3.2.3 **результат:** Представление итогов *процесса* (3.2.1) по типу вида деятельности и используемых *ресурсов* (3.2.2).

3.2.4

характеристика: Отличительное *свойство* (3.1.6).

[ГОСТ Р ИСО 22274-2016]

3.2.6 **категория строительной информации:** Высокоуровневый класс строительной информации, являющийся родительским для набора отдельных классов строительной информации.

3.3 Классы строительной информации

3.3.1

пространство: Ограниченный трехмерный объем, определяемый физически или теоретически.

[ГОСТ Р 10.0.05-2019/ИСО 12006-2:2015]

3.3.2 **помещение:** *Пространство* (3.3.1) в здании, ограниченное строительными конструкциями.

3.3.3

зона: *Пространство* (3.3.1) или пространства, предназначенные для выполнения определенной *функции* (3.1.10).

[ГОСТ Р 10.0.05-2019/ИСО 12006-2:2015]

3.3.4 **объект (капитального) строительства:** Здание, строение, сооружение, объект незавершенного строительства, за исключением некапитальных строений, сооружений и неотделимых улучшений земельного участка.

3.3.5 **комплекс объектов (капитального) строительства:** Совокупность одного или более *объектов (капитального) строительства* (3.3.4), предназначенных для обеспечения выполнения минимум одной *функции* (3.1.10) или вида деятельности.

3.3.6

строительный элемент: Составляющая часть какого-либо объекта строительства, имеющая характерную *функцию* (3.1.10), форму или расположение.

[ГОСТ Р 10.0.05-2019/ИСО 12006-2:2015]

3.3.7

функциональная система: *Объект* (3.1.7) с *характеристиками* (3.2.4), которые преимущественно представляют собой общую неотъемлемую функцию.

[ГОСТ Р 58908.12–2020 (ИСО 81346-12:2018)]

3.3.8

техническая система: Объект, обладающий определенными характеристиками, который, как правило, представляет собой согласованное техническое решение и имеет определенное функциональное назначение.

[ГОСТ Р 58908.12–2020 (ИСО 81346-12:2018)]

3.3.9

компонент: Продукт (изделие), используемый в качестве составной части собранного продукта (изделия), системы или установки.

[ГОСТ Р 58908.12–2020 (ИСО 81346-12:2018)]

3.3.10

строительное изделие: Изделие, предназначенное для применения в качестве элемента зданий, сооружений и строительных конструкций.

[ГОСТ 21.501–2018, пункт 3.6]

3.3.11

строительный материал: Материал, в т. ч. штучный, предназначенный для изготовления строительных изделий и возведения строительных конструкций зданий и сооружений.

[ГОСТ 21.501–2018, пункт 3.8]

3.3.12

вспомогательный строительный ресурс: Строительный ресурс, предназначенный для оказания помощи в строительном процессе.

[ГОСТ Р 10.0.05-2019/ИСО 12006-2:2015]

3.3.13 **трудовой ресурс:** Участник строительного процесса.

3.3.14

информация: Сведения о фактах, концепциях, объектах, событиях и идеях, которые в данном контексте имеют вполне определенное значение.

[ГОСТ 15971–90, приложение]

3.3.15

управление процессом: Скоординированная деятельность по контролю и управлению *процессом* (3.2.1).

[ГОСТ Р ИСО 3534-2–2019]

3.3.16 стадия жизненного цикла объекта капитального строительства: Период жизненного цикла объекта капитального строительства, характеризующий его определенным состоянием.

3.3.17 процесс инженерных изысканий: *Процесс* (3.2.1) комплексного изучения природных и техногенных условий места размещения объекта строительства, сбор материалов, необходимых для принятия обоснованных проектных решений.

3.3.18 процесс проектирования: *Процесс* (3.2.1) создания информации, необходимой для реализации *процессов* (3.2.1) строительства, эксплуатации, капитального ремонта и сноса здания или сооружения.

3.3.19 процесс строительства: *Процесс* (3.2.1), направленный на создание нового *объекта строительства* (3.3.4).

3.3.20 процесс эксплуатации: *Процесс* (3.2.1) технической эксплуатации, заключающийся в поддержании технически исправного состояния строительной части объекта капитального строительства (3.3.4).

3.3.21 процесс реконструкции: *Процесс* (3.2.1), направленный на изменение основных технико-экономических показателей *объекта строительства* (3.3.4) или его назначения.

3.3.22 процесс капитального ремонта: *Процесс* (3.2.1), направленный на восстановление эксплуатационных показателей *объекта строительства* (3.3.4) и/или его строительных элементов.

3.3.23 процесс сноса здания или сооружения: *Процесс* (3.2.1), направленный на ликвидацию *объекта строительства* (3.3.4).

3.4 Кодовые обозначения

3.4.1

идентификатор: *Атрибут* (3.1.1), связанный с *объектом* (3.1.7) и предназначенный для того, чтобы отделить его от других объектов в определенном домене.

[ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009)]

3.4.2

кодовое обозначение: *Идентификатор* (3.4.1) конкретного *объекта* (3.1.7), сформированного в соответствии с требованиями к *системе* (3.1.8), в которой объект является составным с точки зрения одного или нескольких *аспектов* (3.1.11) этой системы.

[ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009)]

3.4.3

одноуровневое кодовое обозначение: *Кодовое обозначение* (3.4.2), присваиваемое с учетом объекта, частью которого является рассматриваемый компонентный объект в определенном *аспекте* (3.1.11).

[ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009)]

3.4.4

многоуровневое кодовое обозначение: *Кодовое обозначение* (3.4.2), состоящее из объединенных *одноуровневых кодовых обозначений* (3.4.3).

[ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009)]

4 Классификация и кодирование ИМ ОКС непроизводственного назначения

Данный раздел методического пособия описывает полный процесс классификации и кодирования элементов ЦИМ ОКС непроизводственного назначения.

Описание процесса разделено на отдельные этапы (рисунок 4.2.1). Для каждого из этапов процесса КиК приведены соответствующие схемы, инструкции, представлены примеры по их реализации для отдельных фрагментов тестовой ЦИМ и даны рекомендации по возможным способам автоматизации отдельных задач этапа. Атрибутивная информация рассматриваемых элементов ЦИМ приводится в табличной форме, согласно рисунку 4.1.

КСИ Составной код#XNKC0004	
КСИ Код класса#XNKC0001	
КСИ Наименование класса#XNKC0002	
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	
КСИ Функциональный код#XNKF0001	
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	
...	



Рисунок 4.1 – Форма отображения атрибутивной информации для произвольного элемента ЦИМ²

Для удобства восприятия информации, рекомендации общего характера и рекомендации по автоматизации отдельных задач, выделены курсивом и заключены в специальные текстовые блоки с соответствующими графическими обозначениями и имеют следующий вид:

² Атрибут «КСИ Осевая привязка#XNKL0003» для формы отображения атрибутивной информации в рамках данного методического пособия не применяется, данный атрибут используется для элементов ЦИМ линейных ОКС.



Пример рекомендации общего характера: при кодировании элементов ЦИМ, следует использовать последнюю версию классификатора строительной информации.



Пример рекомендации по автоматизации: для быстрого выбора в модели элементов одного класса (по КСИ), рекомендуется использование встроенного функционала среды проектирования («Выбрать все экземпляры класса», «Выбрать подобные» и проч.).

4.1 Описание тестовой ЦИМ

В качестве тестовой ЦИМ³ использована модель 25-и этажного жилого здания (рисунки 4.1.1-3), разработанная проектной мастерской Новация и предоставленная девелопером Талан. ЦИМ тестовой модели имеет файловую структуру представления и состоит из отдельных подмоделей, соответствующих следующим разделам (подразделам) проектной документации:

- архитектурные решения;
- конструктивные и объемно-планировочные решения;
- система электроснабжения;
- система водоснабжения;
- система водоотведения;
- отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети.

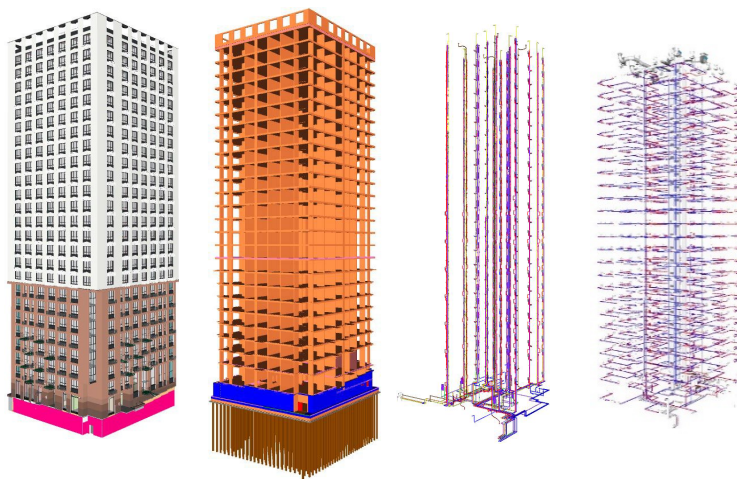


Рисунок 4.1.1 – Внешний вид подмоделей тестовой ЦИМ

³ Тестовая ЦИМ предоставлена в формате разработки (Autodesk Revit 2022).

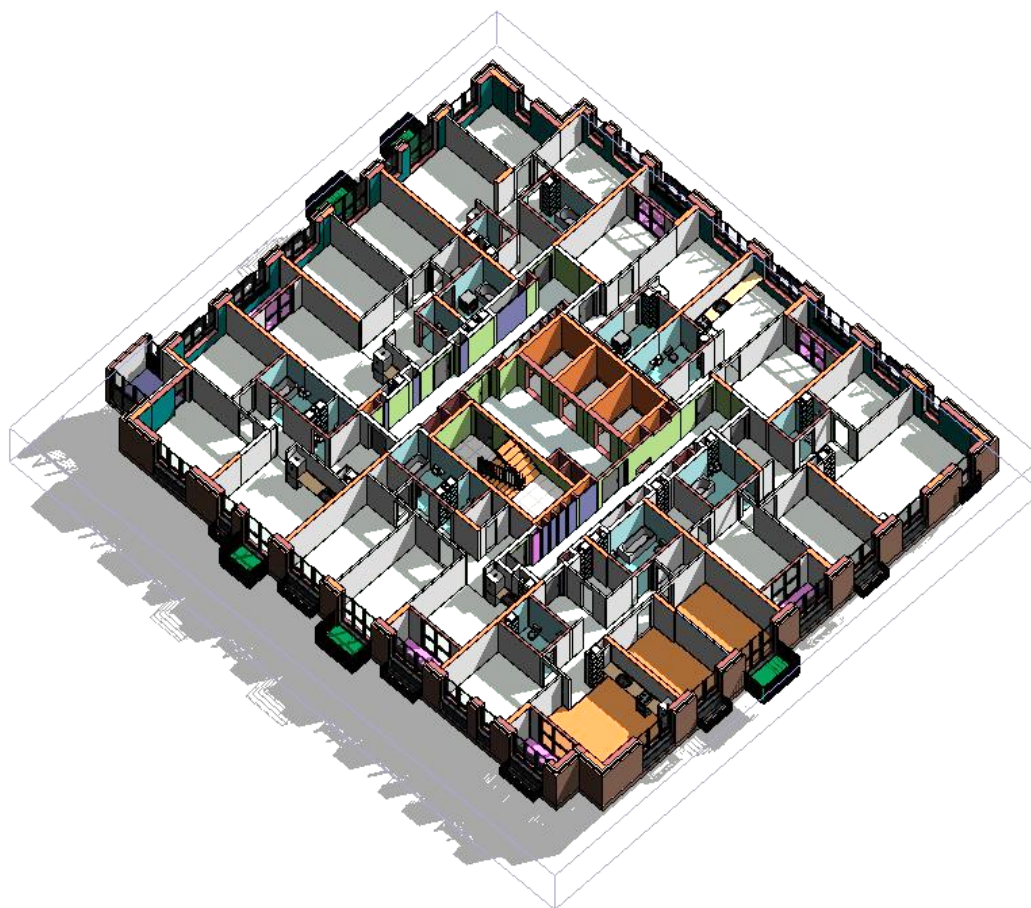


Рисунок 4.1.2 – 3d-модель и план типового этажа тестовой ЦИМ

В качестве демонстрационных примеров по классификации и кодированию из состава отдельных технических систем выделены следующие элементы ЦИМ:

- свая железобетонная С120.30-8;
- внутриквартирная стена-перегородка из кирпичной кладки;
- дверь входная квартирная;
- монолитное перекрытие на отм. +7.110;
- помещение ванной комнаты;
- умывальник в помещении ванной комнаты;
- редуктор давления в системе ХВС;
- тройник канализационный;
- радиатор системы водяного отопления;
- вентилятор крышный системы приточно-вытяжной вентиляции;
- щиток внутриквартирный, распределительный системы электрического снабжения.

4.2 Последовательность процесса классификации и кодирования

На рисунке 4.2.1 представлена общая схема процесса классификации и кодирования элементов ЦИМ. На схеме обозначены отдельные этапы процесса (верхняя дорожка «Процесс КиК») и соответствующие им артефакты – документы или источники данных (нижняя дорожка «Информационные источники»)⁴. Все артефакты сгруппированы в три тематические группы: требования к ЦИМ, КСИ и пользовательская документация по КиК.

Для этапов процесса КиК, которые могут быть полностью автоматизированы (все задачи этапа могут быть реализованы без участия пользователя), назначены соответствующие значки автоматизации (иконки в виде шестеренок).

Представленная схема процесса классификации и кодирования является универсальной и может применяться как для способа кодирования «сверху-вниз», так и способа «снизу-вверх»⁵.

⁴ Исчерпывающее описание графических элементов нотации *BPMN 2.0* приведено в [5].

⁵ Более подробная информация о способах кодирования элементов ЦИМ изложена в методическом пособии [1].

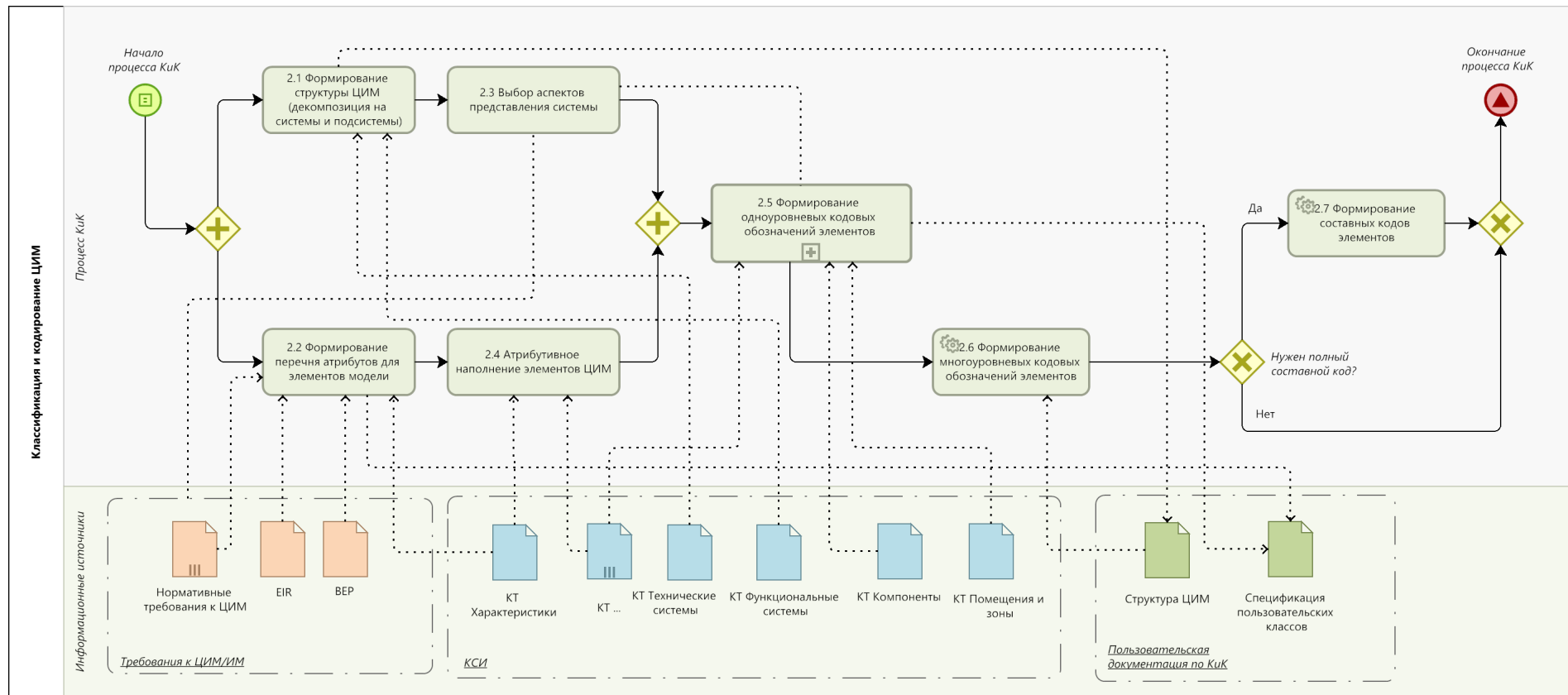
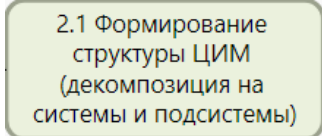
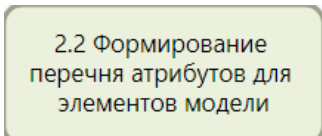
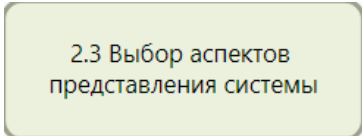
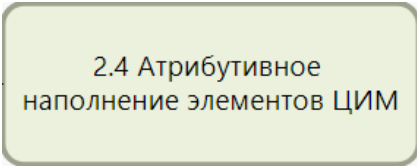
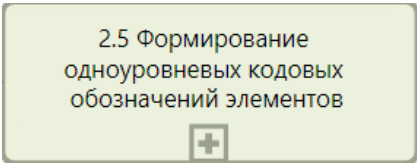
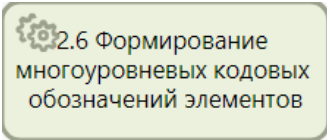
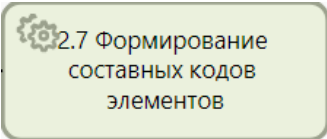


Рисунок 4.2.1 – Общая схема процесса классификации и кодирования ЦИМ (формат BPMN 2.0)

В таблице 4.2.1 представлены описания для каждого из этапов процесса, соответствующих им артефактов и даны краткие рекомендации по возможной автоматизации (частичной или полной).

Таблица 4.2.1 – Описание основных этапов процесса КиК

№ этапа	Этап / артефакт процесса	Раздел МП	Описание, входы/выходы процесса, возможная степень автоматизации
-	<i>Начало процесса КиК</i> 	-	Начало процесса классификации и кодирования элементов ЦИМ.
2.1		п. 4.2.1	Первый этап процесса КиК, в ходе которого разрабатывается древовидная структура представления ЦИМ, используемая впоследствии для формирования многоуровневых кодовых обозначений (этап 2.6 процесса). <i>Входы:</i> КТ Функциональные системы, КТ Технические системы <i>Выходы:</i> Структура ЦИМ <i>Автоматизация:</i> частичная, за счёт применения готовых шаблонов системной декомпозиции.
2.2		п. 4.2.2	Этап процесса КиК, в ходе которого формируется сводный перечень необходимых для заполнения атрибутов элементов. <i>Входы:</i> Нормативные требования к ЦИМ, EIR, ВЕР, КТ Характеристики <i>Выходы:</i> Спецификация пользовательских классов. <i>Автоматизация:</i> частичная, за счёт преднастроенных списков атрибутов с привязкой к группам элементов.
2.3		п. 4.2.3	Этап, по результатам которого производится определение требуемого количества аспектов кодирования для различных групп элементов ЦИМ (применяется в рамках этапа 2.5). <i>Входы:</i> группа требований к ЦИМ/ИМ. <i>Автоматизация:</i> частичная, за счёт применения готовых шаблонов системной декомпозиции модели (этап 2.1) и преднастроенных списков атрибутов (этап 2.2).

№ этапа	Этап / артефакт процесса	Раздел МП	Описание, входы/выходы процесса, возможная степень автоматизации
2.4		п. 4.2.4	Присваивание и заполнение значений атрибутов, отобранных в этапе 2.2.
			<i>Входы:</i> КТ Характеристики
			<i>Автоматизация:</i> частичная, за счет встроенных средств ПО.
2.5		п. 4.2.5	Для всех кодируемых элементов ЦИМ, с учетом ранее отобранных аспектов представления системы (этап 2.3), производится присваивание соответствующих кодовых обозначений, выбранных по результатам классификации этих элементов.
			<i>Входы:</i> КТ Компоненты, КТ Помещения и зоны, дополнительные КТ КСИ (при необходимости). <i>Выходы:</i> Спецификация пользовательских классов.
			<i>Автоматизация:</i> частичная, за счет таблиц соответствия.
2.6		п. 4.2.6	Этап, в рамках которого для всех кодируемых элементов ЦИМ происходит формирование и присваивание многоуровневых кодовых обозначений в ранее определенных аспектах (п. 2.3).
			<i>Входы:</i> Структура ЦИМ
			<i>Автоматизация:</i> полная.
2.7		п. 4.2.7	В случае необходимости формирования полного кодового представления (составной код), для всех кодируемых элементов модели производится сборка и присваивание составных кодов.
			<i>Автоматизация:</i> полная.
-	Окончание процесса КиК 	-	Окончание процесса классификации и кодирования элементов ЦИМ.

№ этапа	Этап / артефакт процесса	Раздел МП	Описание, входы/выходы процесса, возможная степень автоматизации
-	 Нормативные требования к ЦИМ	4.2.2	Совокупность нормативных требований к информационному составу элементов ЦИМ.
-	 EIR	4.2.2	Информационные требования заказчика (<i>Employer's Information Requirements</i>)
-	 BEP	4.2.2	План реализации проекта (<i>BIM Execution Plan</i>)
-	 Структура ЦИМ	4.2.1	Текстовое или графическое представление структуры ЦИМ (системная декомпозиция)
-	 Спецификация пользовательских классов	4.2.2; 4.2.5	Документ, содержащий исчерпывающую информацию о всех пользовательских типах и классах строительной информации
-	 КТ ...	4.2.5	Классификационная таблица из состава классификатора строительной информации.

4.2.1 Формирование структуры ЦИМ (декомпозиция на системы и подсистемы)

Схема этапа (подпроцесса) «2.1 Формирование структуры ЦИМ» приведена на рисунке 4.2.1.1.

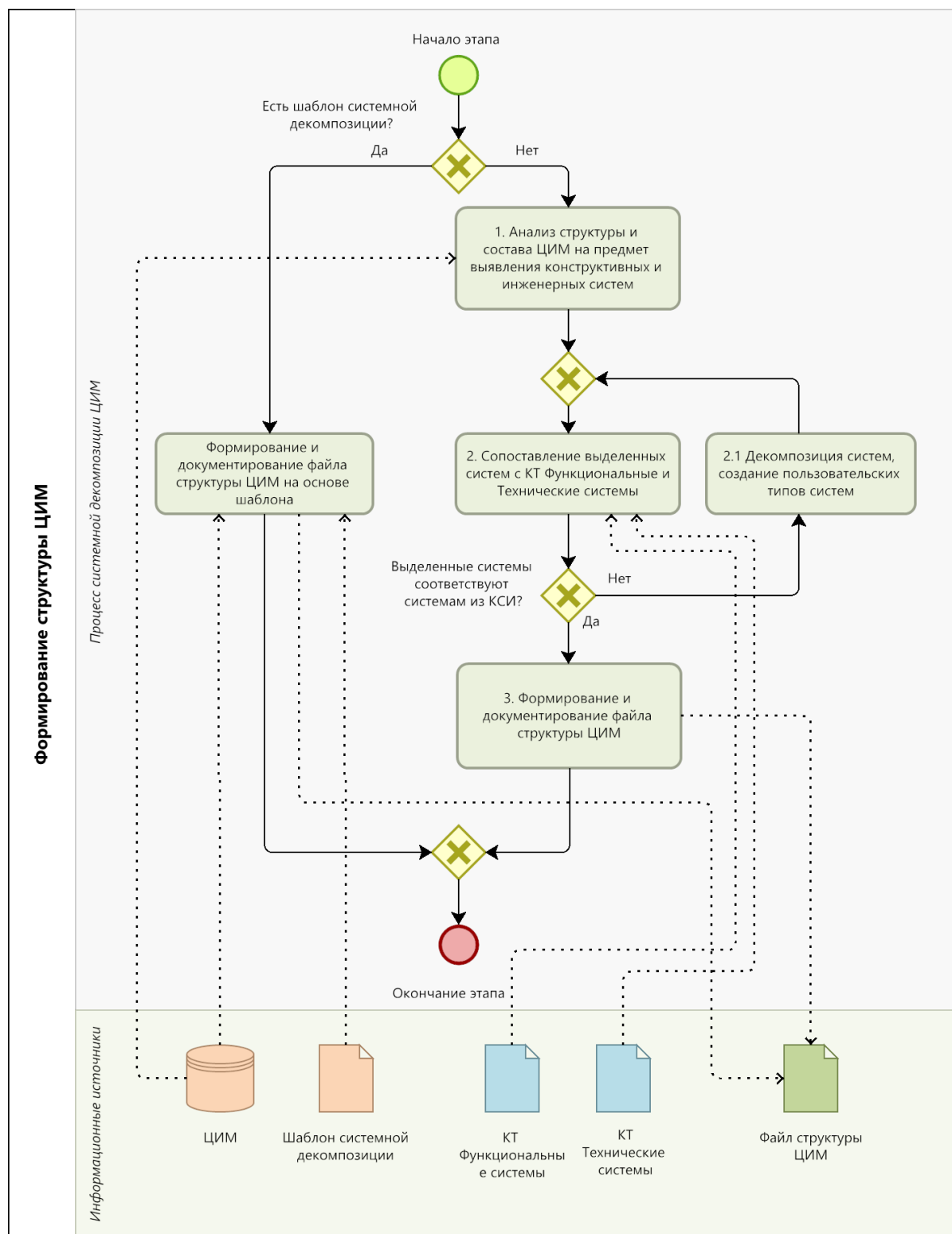


Рисунок 4.2.1.1 – Схема этапа (подпроцесса) «2.1 Формирование структуры ЦИМ»

Коды систем для отобранных элементов модели приведены в таблице 4.2.1.1. Полная структура тестовой ЦИМ представлена в приложении А.

Таблица 4.2.1.1 – Отнесение отобранных элементов модели к системам ЦИМ

№ п.	Элемент	Код системы	Наименование системы
1	Свая железобетонная	-A01.AB01.BB01/%%BB40	Свайные фундаменты
2	Стена-перегородка	-B02.AD03.BD04/%%BD10	Стены из кладки
3	Дверь	-B02.AD03/%%AD10	Конструкции сплошных стен
4	Монолитное перекрытие	-C01.AC01.BC01/%%BC20	Монолитные перекрытия
5	Помещение ванной комнаты	++SE09.SAB02.SU012 ⁶	Квартира № 12
6	Умывальник	=S01.RC02/%RC02	Система сантехнического оборудования
7	Редуктор давления в системе ХВС	=F01.HB01.RC07/%RC07	Оборудование системы водопровода
8	Тройник канализационный	=G01.JD01/%%JD10	Система хозяйственно-бытовой канализации
9	Радиатор отопления	=H01.HD01.RC04/%RC04	Радиаторы отопления
10	Вентилятор крышный	=J01.HF01.RC06/%RC06	Оборудование системы общеобменной вентиляции
11	Щиток внутриквартирный	=K01.HG01.RC08/%RC08	Электротехническое оборудование

По итогам выполнения данного этапа должна быть разработана структура ЦИМ в формате *XML*⁷. Основное назначение файла структуры ЦИМ заключается в хранении следующих данных:

- код системы;
- наименование системы;
- аспект представления системы;
- код типа класса системы (в случае наличия);
- наименование типа системы;
- код родительской системы (в случае наличия).

⁶ Для помещений и зон роль системы выполняет пространство, в котором они находятся. В данном случае кодовое обозначение ++SE09.SAB02.SU012 обозначает вхождение данного помещения в пространство квартиры № 12 (SU012), находящейся на втором этаже (SAB02) секции № 9 (SE09) жилого комплекса.

⁷ Схема для *XML*-документа «Структура ЦИМ» приведена в приложении Б [1].

Данная информация частично может быть получена и автоматизированным способом – запросом всех уникальных значений систем для атрибутов многоуровневых кодов элементов (атрибуты «КСИ Функциональный код многоуровневый», «КСИ Код продукта многоуровневый», «КСИ Место расположения»), однако информация о пользовательских типах систем не может быть получена подобным образом, поскольку кодовое обозначение компонента системы не включает в себя информацию о типе системы, в состав которую он входит.



Одним из наиболее эффективных способов представления информации о системной декомпозиции ЦИМ (структуры модели) является применение специализированных блок-схем в формате ментальной карты. Формат ментальной карты позволяет наглядным способом отображать древовидные структуры данных [2]. В качестве промежуточного (рабочего) способа разработки структуры ЦИМ рекомендуется применять именно формат ментальной карты (см. рисунок 4.2.1.2).



Рисунок 4.2.1.2 – Фрагмент ментальной карты, содержащей перечень систем тестовой ЦИМ



Большинство из существующих online-сервисов по разработке ментальных карт имеют функционал по экспорту своего содержимого в открытые форматы данных (например, FreeMind или RTF), позволяющие реализовать механизм экспорта данных из этих форматов в целевой формат файла структуры ЦИМ (.xml).

Фактически, файл структуры ЦИМ описывает иерархическую структуру модели и может быть использован в качестве источника данных при формировании дерева представления проекта при работе со сводными моделями, в том числе и при формировании поисковых запросов (см. приложение Б.1) и фильтров отображения элементов модели (см. приложение Б.3).

Например, для отображения всех элементов модели, формирующих систему сантехнического оборудования (код системы =S01.RC02/%RC02), необходимо сформировать поисковый запрос (фильтр отображения), приведенный на рисунке 4.2.1.3.

Категория	Свойство	Условие	Значение
✳️ ✳️ Объект	КСИ Функциональный код многоуровневый#XNKF0002	Подстановочный знак	=S01.RC02* ▾

Рисунок 4.2.1.3 – Пример формирования поискового запроса для системы «Система сантехнического оборудования»



Наиболее эффективным и быстрым способом фильтрации элементов модели является использование в запросах синтаксиса регулярных выражений [3] (в случае, если позволяет функционал применяемого ПО).

Дополнительные примеры формирования различных видов поисковых запросов и способы фильтрации элементов модели приведены в приложении Б.1.



Процесс системной декомпозиции во многом носит субъективный характер. Один и тот же ОКС может быть разделен на системы различными способами, в зависимости от сценариев применения ЦИМ. Для снижения вариативности системной декомпозиции рекомендуется использовать шаблоны системной декомпозиции ЦИМ.

4.2.2 Формирование перечня атрибутов для элементов модели

Схема этапа (подпроцесса) «2.2 Формирование перечня атрибутов для элементов модели» приведена на рисунке 4.2.2.1.

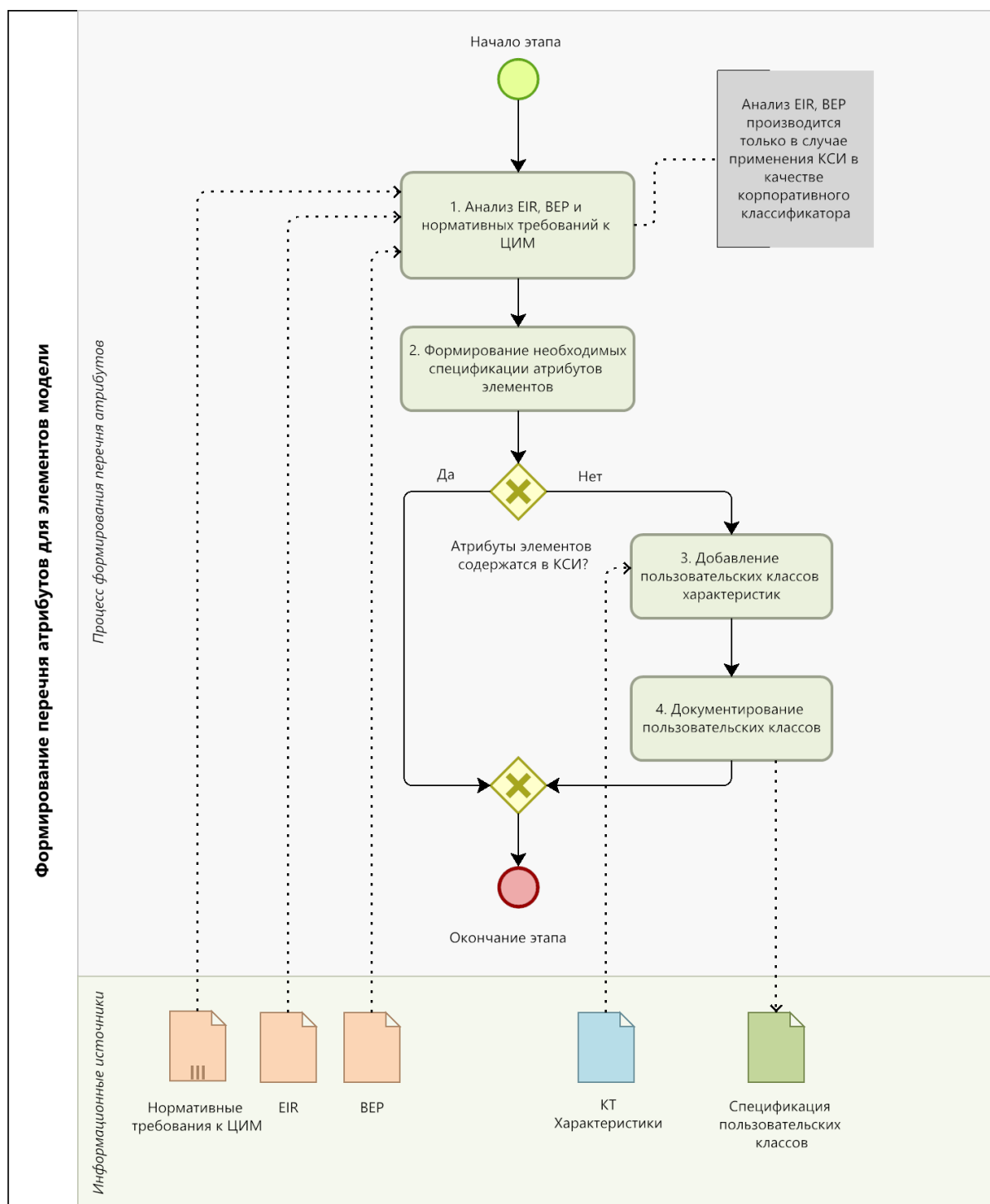


Рисунок 4.2.2.1 – Схема этапа (подпроцесса) «2.2 Формирование перечня атрибутов для элементов модели»

Анализ плана реализации проекта (*БЕР*) и информационных требований заказчика (*ЕИР*) производится только в том случае, если КСИ применяется в качестве корпоративного классификатора для решения задач информационного моделирования, определенных в рамках существующих в организации сценариев применения ЦИМ.

Под нормативными требованиями к ЦИМ понимается перечень требований, фигурирующих в существующей базе нормативно-технической документации в строительстве, на которые будет осуществляться проверка ЦИМ⁸. В таблице 4.2.2.2 приведен пример подобного отбора атрибутов для элементов тестовой модели.

Для атрибутов, отсутствующих в КТ «Характеристики» КСИ («Толщина стенки радиатора, соприкасающаяся с водой» и «Номинальное напряжение на вводе»), сформированы пользовательские классы характеристик⁹, которые задокументированы в соответствующем документе «Спецификация пользовательских классов» (см. приложение Б [1]).

Основное назначение этого документа заключается в хранении следующих пользовательских данных:

- код классификационной таблицы;
- код класса;
- наименование класса;
- код типа класса (в случае наличия);
- наименование типа класса.

Пример фрагмента документа «Спецификация пользовательских классов» для введенных классов пользовательских характеристик, приведен в таблице 4.2.2.1.

Таблица 4.2.2.1 – Пример табличного представления документа «Спецификация пользовательских классов»

Код КТ	Код класса	Наименование класса
<i>Prp</i>	<i>CPEU 0001</i>	Номинальное напряжение на вводе, (В)
<i>Prp</i>	<i>CPGU 0001</i>	Толщина стенки радиатора, соприкасающаяся с водой, (мм)

⁸ Проверка ЦИМ может быть осуществлена как на стороне проектировщика (внутренняя проверка, согласно существующим регламентам контроля качества ЦИМ и проектных решений), так и на стороне экспертизы (внешняя проверка, согласно существующим регламентам проверки ЦИМ).

⁹ Пользовательские классы характеристик в модели можно распознать по наличию символа «U» (*user-defined*) в кодовом обозначении характеристики, например: *CPEU_0001*, *CPGU_0001*. Более подробная информация о пользовательских классах характеристик представлена в п. 4.3.1 [1].

Таблица 4.2.2.2 – Пример формирование перечня атрибутов для элементов модели

№ п.	Элемент	НТД, формулировка требования	Необходимые атрибуты	Атрибуты по КСИ
1	Свая железобетонная (сплошного квадратного сечения)	СП 24.13330.2021 8.13 Расстояние между осями забивных свай без уширений в плоскости их нижних концов должно быть не менее 3d (где d - или диаметр круглого, или сторона квадратного, или большая сторона прямоугольного поперечного сечения ствола сваи), а свай-стоек - не менее 1,5d.	Диаметр/большая сторона прямоугольного поперечного сечения ствола сваи	<i>Ширина сечения сваи, (мм)#XPGU_0002</i>
2	Дверь	СП 1.13130.2020 4.2.18. Высота эвакуационных выходов в свету должна быть, как правило, не менее 1,9 м.	Высота двери в свету	<i>Высота в свету, (м)#CPG_0020</i>
3	Монолитное перекрытие	СП 52-103-2007 7.7 Толщину плоских плит перекрытий сплошного сечения рекомендуется принимать не менее 16 см и не менее 1/30 длины наибольшего пролета и не более 25 см, класс бетона — не менее В20.	Толщина плиты перекрытия	<i>Толщина, (мм)#XPG_0013</i>
			Класс бетона	<i>Класс бетона#MPM_0042</i>
4	Радиатор отопления	ГОСТ 31311–2022 5.10.1 Толщина металла стенки радиатора, соприкасающейся с водой, измеренная на плоской поверхности канала с наибольшим поперечным сечением, должна быть не менее 1,15 мм.	Материал радиатора	<i>Материал#XPM_0002</i>
			Толщина стенки радиатора, соприкасающаяся с водой	<i>Толщина стенки радиатора, соприкасающаяся с водой, (мм)#CPGU_0001</i>
5	Щиток внутриквартирный	ГОСТ 32395-2020 5.1 Номинальное напряжение на вводе квартирных групповых щитков для зданий массового строительства должно составлять 230 В.	Номинальное напряжение на вводе	<i>Номинальное напряжение на вводе, (В)#CPEU_0001</i>

4.2.3 Выбор аспектов представления системы

Схема этапа (подпроцесса) «2.3 Выбор аспектов представления системы» приведена на рисунке 4.2.3.1.

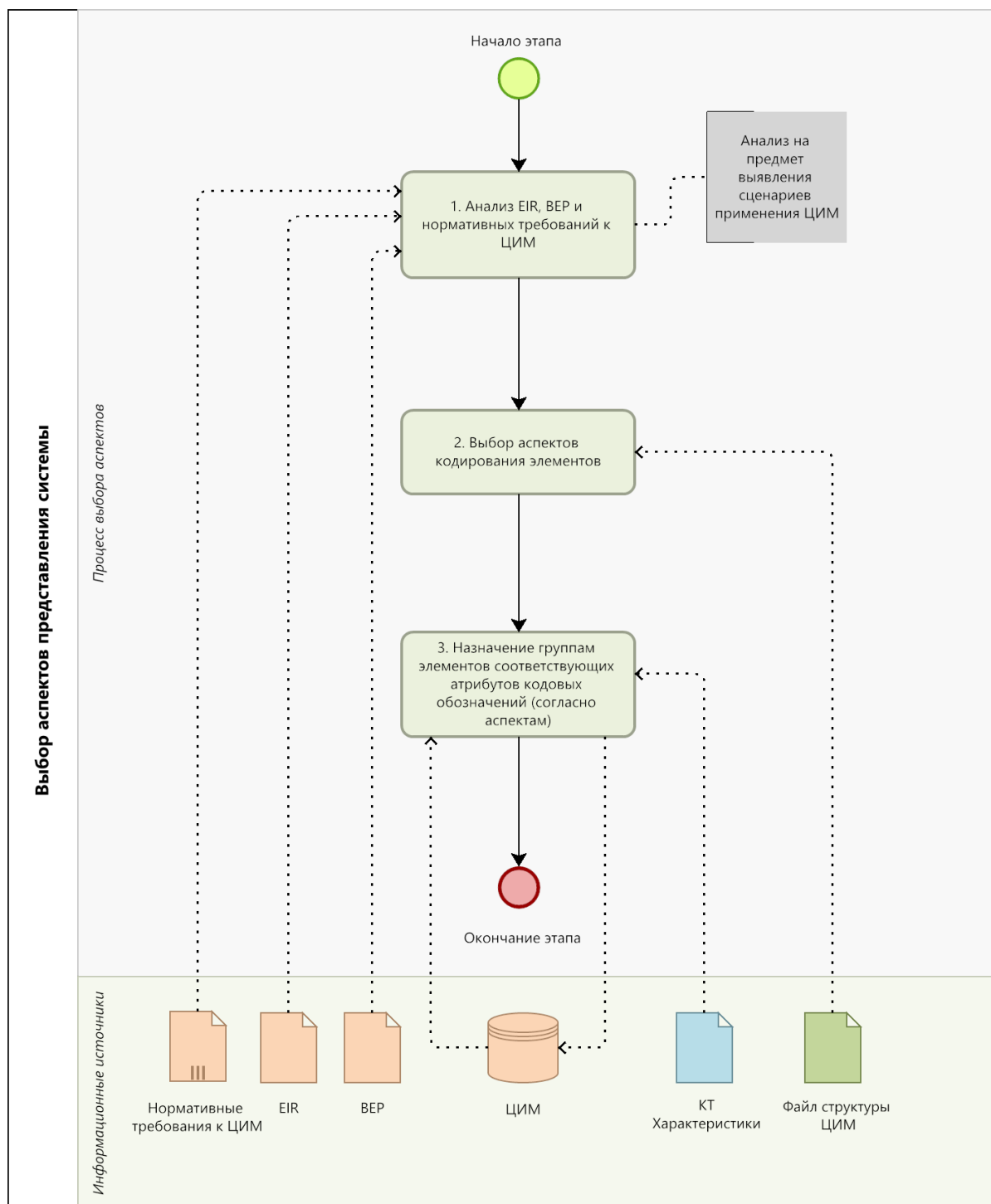


Рисунок 4.2.3.1 – Схема этапа (подпроцесса) «2.3 Выбор аспектов представления системы»

Согласно КТ «Характеристики» КСИ, для каждого элемента модели могут быть назначены атрибуты, соответствующие следующим аспектам кодирования:

- аспект функции;
- аспект продукта;
- аспект положения;
- аспект типа класса;
- пользовательский аспект¹⁰ (определяемый при необходимости).

На практике необходимость применения нескольких или сразу всех аспектов для группы элементов возникает крайне редко, поэтому введение аспектов кодирования (в особенности пользовательских) должно быть обусловлено исключительно необходимостью их практического применения (обусловленной конкретными сценариями применения ЦИМ) и исходить из принципа минимальной достаточности.



Например, если в сценариях использования ЦИМ отсутствуют задачи, связанные с проверкой расположения определенной группы элементов модели в каком-либо пространстве (сантехнические приборы в помещениях мокрых зон; единицы оборудования с повышенными шумовыми параметрами в непосредственной близости от спальных помещений и прочее), то для группы этих элементов заполнение соответствующих атрибутов («КСИ Место расположения») является излишним и нецелесообразным.

Для групп элементов, формирующих системы ЦИМ, согласно произведенной системной декомпозиции (п. 4.2.1), вводятся соответствующие системам аспекты их представления. В таблице 4.2.3.1 приведен пример выбора аспектов для элементов тестовой ЦИМ.



Каждый элемент модели должен быть представлен минимум в одном аспекте. Исходя из рекомендаций [1] и существующей практики классификации и кодирования, в качестве «основного» аспекта для всех строительных конструкций и материалов принято считать аспект продукта (отражает то, как система возведена/смонтирована), для элементов технологических и инженерных систем здания – аспект функции (отражает основную функцию или функциональное назначение элемента и системы в целом, например: теплоснабжение, вентиляция, газоснабжение и проч.).

¹⁰ Все пользовательские аспекты, в случае их введения, должны быть задокументированы так же, как и пользовательские классы и типы.

Таблица 4.2.3.1 – Выбор аспектов представления для элементов тестовой ЦИМ

№ п.	Элемент	Код системы	Применяемые аспекты кодирования
1	Свая железобетонная	-A01.AB01.BB01/%%BB40	Аспект продукта (-)
2	Стена-перегородка	-B02.AD03.BD04/%%BD10	Аспект продукта (-)
3	Дверь	-B02.AD03/%%AD10	Аспект продукта (-) Аспект местоположения (++) ¹¹
4	Монолитное перекрытие	-C01.AC01.BC01/%%BC20	Аспект продукта (-)
5	Помещение ванной комнаты	++SE09.SAB02.SU012	Аспект положения (++)
6	Умывальник	=S01.RC02/%RC02	Аспект функции (=)
7	Редуктор давления в системе ХВС	=F01.HB01.RC07/%RC07	Аспект функции (=)
8	Тройник канализационный	=G01.JD01/%%JD10	Аспект функции (=)
9	Радиатор отопления	=H01.HD01.RC04/%RC04	Аспект функции (=)
10	Вентилятор крышный	=J01.HF01.RC06/%RC06	Аспект функции (=)
11	Щиток внутриквартирный	=K01.HG01.RC08/%RC08	Аспект функции (=) Аспект местоположения (++) ¹²



Для ускорения процесса кодирования ЦИМ, унификации атрибутивного наполнения элементов модели, и обеспечения возможности последующего добавления кодовых обозначений (в случае необходимости), рекомендуется добавлять элементам полный перечень атрибутов по КСИ¹³ (XNKC0001 .. XNKT0002), с заполнением значений атрибутов только для используемых аспектов.

¹¹ Аспект местоположения для группы элементов «Дверь» вводится для определения принадлежности элемента к категории эвакуационных выходов (п. 2, таблицы 4.2.2.2).

¹² Аспект местоположения для группы элементов «Щиток внутриквартирный» вводится для определения расположения элементов внутри пространства квартиры.

¹³ См. таблицу 6.8.1 [1].

4.2.4 Атрибутивное наполнение элементов ЦИМ

Схема этапа (подпроцесса) «2.4 Атрибутивное наполнение элементов ЦИМ» приведена на рисунке 4.2.4.1.

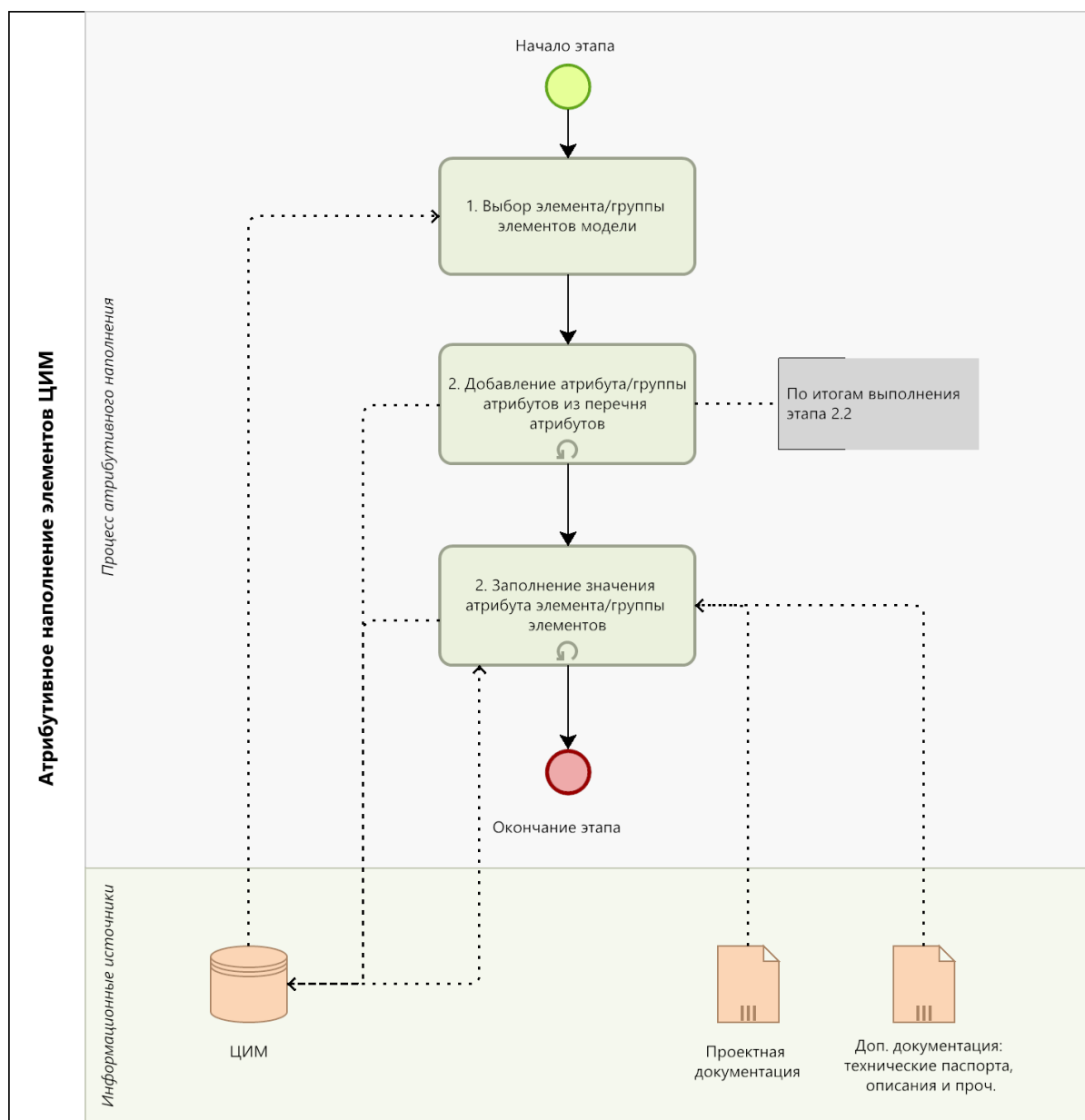


Рисунок 4.2.4.1 – Схема этапа (подпроцесса) «2.4 Атрибутивное наполнение элементов ЦИМ»

Пример заполнения атрибутов для отобранных элементов ЦИМ, согласно сформированному перечню атрибутов (п. 4.2.2), представлен в таблице 4.2.4.1.

Таблица 4.2.4.1 – Пример атрибутивного наполнения для элементов тестовой ЦИМ

№ п.	Элемент	Атрибуты по КСИ	Значения атрибутов
1	Свая железобетонная	<i>Ширина, (мм)¹⁴#XPG_0001</i>	300
2	Дверь	<i>Высота в свету, (м)#XPG_0020</i>	1,95
3	Монолитное перекрытие	<i>Толщина, (мм)#XPG_0013</i>	180
		<i>Класс бетона#MPM_0042</i>	B25
4	Радиатор отопления	<i>Материал#XPM_0002</i>	Сталь ¹⁵
		<i>Толщина стенки радиатора, соприкасающаяся с водой, (мм)#CPGU_0001</i>	1,2
5	Щиток внутриквартирный	<i>Номинальное напряжение на вводе, (В)#CPEU_0001</i>	230



Для автоматизации процесса заполнения значений атрибутов по КСИ, рекомендуется ссылаться на значения из уже имеющихся «зашифрованных» атрибутов модели (например, системных или встроенных параметров), используя переходные таблицы (которые будут различаться в зависимости от применяемого ПО). Например, значение для атрибута «Длина#XPG_0003» может быть заимствовано из соответствующего встроенного (не редактируемого) параметра «Длина» и т.д.



Не все данные для заполнения атрибутов по КСИ могут изначально содержаться в составе ЦИМ, часть из этих данных может быть заимствована из проектной документации (текстовой части), технических паспортов изделий и прочее. Например, для элементов из таблицы 4.2.4.1 значения толщины стенки радиатора (п. 4 таблицы) было взято с сайта производителя, а значение номинального напряжения на вводе в щиток внутриквартирный (п. 5 таблицы) принято согласно паспорту изделия.

¹⁴ Для атрибутов, имеющих количественные значения, согласно рекомендациям [1], в наименования атрибутов добавлены обозначения единиц измерения.

¹⁵ Для обеспечения возможности полной идентификации значения атрибута, текстовое значение «Сталь» может быть заменено (или объединено) кодом материала соответствующего материала («Сталь листовая») из КТ «Строительные материалы»: <CМа>DCAA.

4.2.5 Формирование одноуровневых кодовых обозначений элементов

Схема этапа (подпроцесса) «2.5 Формирование одноуровневых кодовых обозначений элементов» приведена на рисунке 4.2.5.1. Пример формирования одноуровневых кодовых обозначений для элементов тестовой ЦИМ представлен в таблице 4.2.5.1.

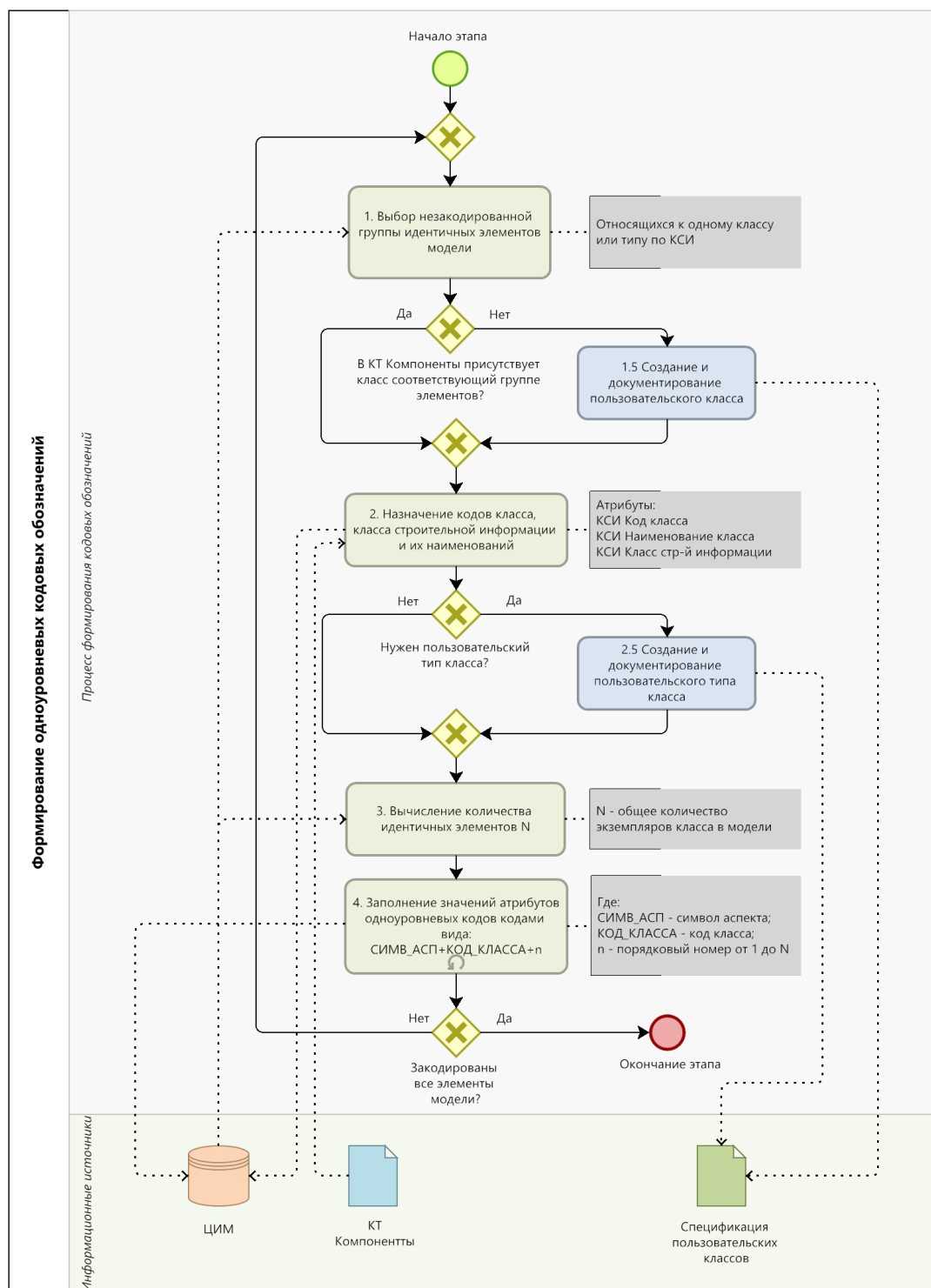


Рисунок 4.2.5.1 – Схема этапа (подпроцесса) «2.5 Формирование одноуровневых кодовых обозначений элементов»

Таблица 4.2.5.1 – Одноуровневые кодовые обозначения для элементов тестовой ЦИМ

№ п.	Элемент	Класс СИ	Код класса	Наименование класса	Код продукта	Функц-й код	Код типа класса	Наименование типа класса
1	Свая железобетонная	<i>Com</i>	<i>ULC</i>	Свая	<i>-ULC098</i>		<i>%ULC02</i>	Свая ЖБ С120.30-8
2	Стена-перегородка	<i>Com</i>	<i>ULM</i>	Стена	<i>-ULM1806</i>		<i>%ULM06</i>	Стена кирпичная внутренняя
3	Дверь	<i>Com</i>	<i>QOC</i>	Дверь	<i>-QOC035</i>		<i>%QOC04</i>	Двери однопольные ДСВ 1110х2100
4	Монолитное перекрытие	<i>Com</i>	<i>ULK</i>	Плита	<i>-ULK004</i>		<i>%ULK02</i>	Плита перекрытия монолитная 180 мм
5	Помещение ванной комнаты	<i>RZo</i>	<i>ABA</i>	Пространство для личной гигиены			<i>%%ABA010</i>	Ванная комната
6	Умывальник	<i>Com</i>	<i>XKA</i>	Раковина		<i>=XKA001</i>	<i>%XKA01</i>	Умывальник керамический
7	Редуктор давления в системе ХВС	<i>Com</i>	<i>QNA</i>	Клапан управления потоком жидкости		<i>=QNA1124</i>	<i>%QNA05</i>	Редуктор давления мембранный
8	Тройник канализационный	<i>Com</i>	<i>XMB</i>	Фитинг трубы		<i>=XMB114</i>	<i>%XMB05</i>	Тройник канализационный d110-110-50
9	Радиатор отопления	<i>Com</i>	<i>EPC</i>	Нагревательная панель		<i>=EPC112</i>	<i>%EPC01</i>	Радиатор системы водяного отопления
10	Вентилятор крышный	<i>Com</i>	<i>GQB</i>	Вентилятор		<i>=GQB014</i>	<i>%GQB02</i>	Вентилятор ВЕЗА ВРАН 1 ДУ400
11	Щиток внутриквартирный	<i>Com</i>	<i>QAE</i>	Распределительный щит		<i>=QAE017</i>	<i>%QAE03</i>	Электрический щиток внутриквартирный

Пример пошаговой реализации алгоритма формирования одноуровневых кодовых обозначений на примере радиатора системы отопления (п. 9 таблицы 4.2.5.1) приведен на рисунке 4.2.5.2. На рисунке 4.2.5.3 показан его обновленный атрибутивный состав.

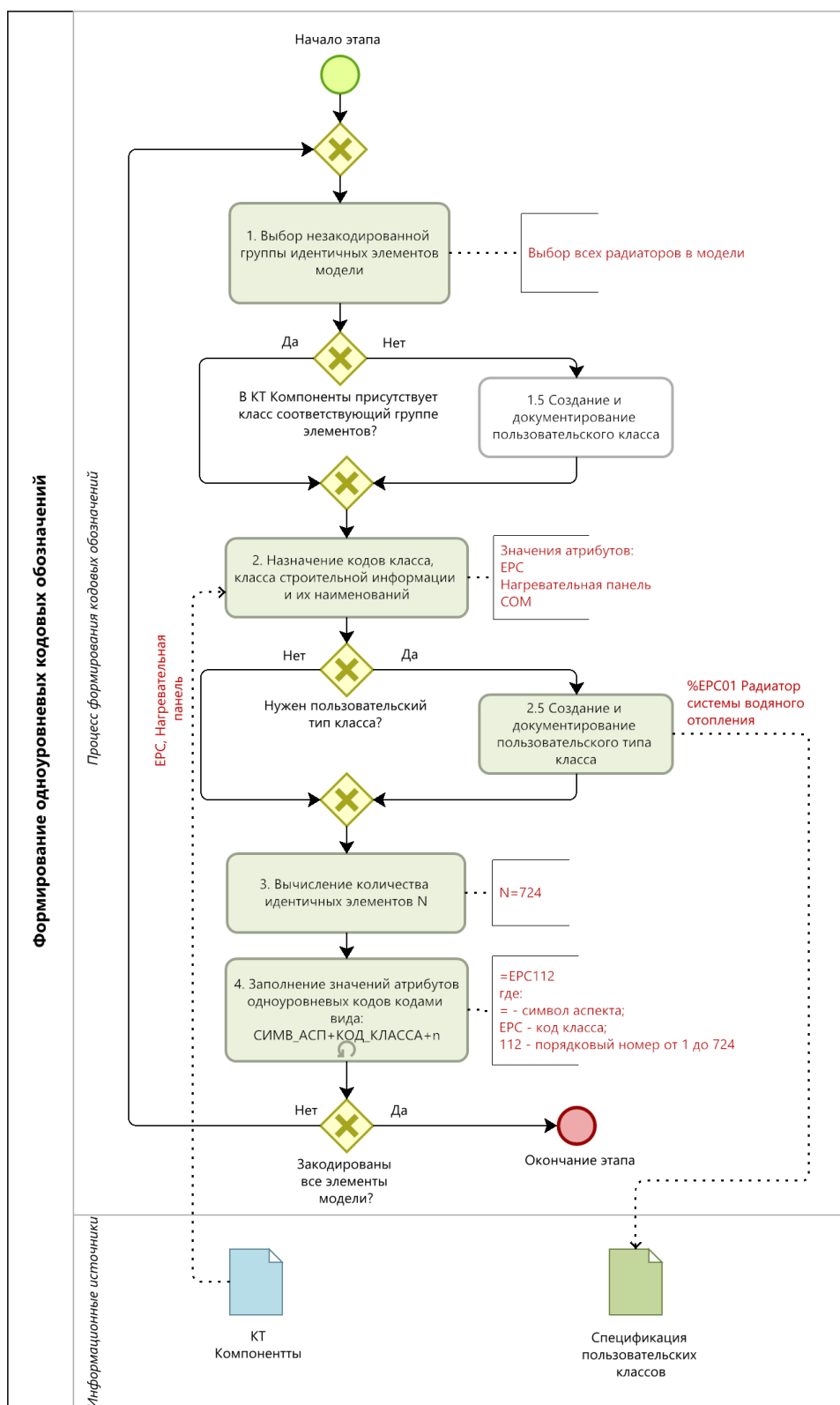


Рисунок 4.2.5.2 – Пример пошаговой реализации алгоритма формирования одноуровневых кодовых обозначений (для элемента «радиатор системы отопления»)

КСИ Составной код#XNKC0004	
КСИ Код класса#XNKC0001	EPC
КСИ Наименование класса#XNKC0002	нагревательная панель
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	Com
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=EPC112
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%EPC01
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Радиатор системы водяного отопления
...	
Материал#XPM_0002	Сталь
Толщина стенки радиатора, соприкасающаяся с водой, (мм)#CPGU_0001	1,2

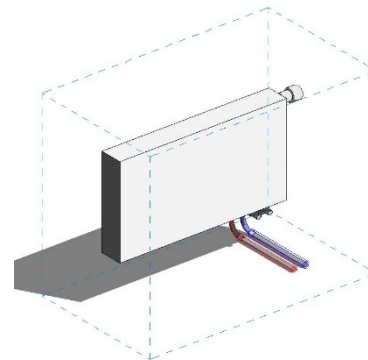


Рисунок 4.2.5.3 – Атрибутивный состав элемента тестовой ЦИМ «радиатор системы отопления», по итогам реализации этапов 2.1-2.5 процесса КиК



Для ускорения процесса формирования одноуровневых кодовых обозначений рекомендуется классифицировать элементы модели на этапе формирования элементных библиотек ЦИМ (семейства/типы/классы – в зависимости от используемого ПО). Назначение кодов классов на этапе разработки семейств позволит в значительной степени сократить трудозатраты при классификации элементов модели.



Фактически, одноуровневое кодовое обозначение элемента является его уникальным идентификатором в модели.



Для автоматизации процесса классификации (отнесения элемента модели к соответствующему классу из КСИ) рекомендуется разработка и применение переходных таблиц, устанавливающих соответствия между внутренними классами ПО (или формата) и классами КСИ (см пример в приложении Е [1]). Однако, применение переходных таблиц не является универсальным решением по причине того, что зачастую некоторые объекты моделируются системными категориями объектов, соответствующими другим классам, например: моделирование отделочных слоев стенами, моделирование утеплителя перекрытиями и стенами и прочее.

4.2.6 Формирование многоуровневых кодовых обозначений элементов

Схема этапа (подпроцесса) «2.6 Формирование многоуровневых кодовых обозначений элементов» приведена на рисунке 4.2.6.1. Пример формирования многоуровневых кодовых обозначений для элементов тестовой ЦИМ представлен в таблице 4.2.6.1.

Формирование многоуровневых кодовых обозначений является одним из основных этапов всего процесса КиК, поскольку именно из многоуровневого кода элемента в последствии извлекается информация о принадлежности элемента (группы элементов) определенной системе.

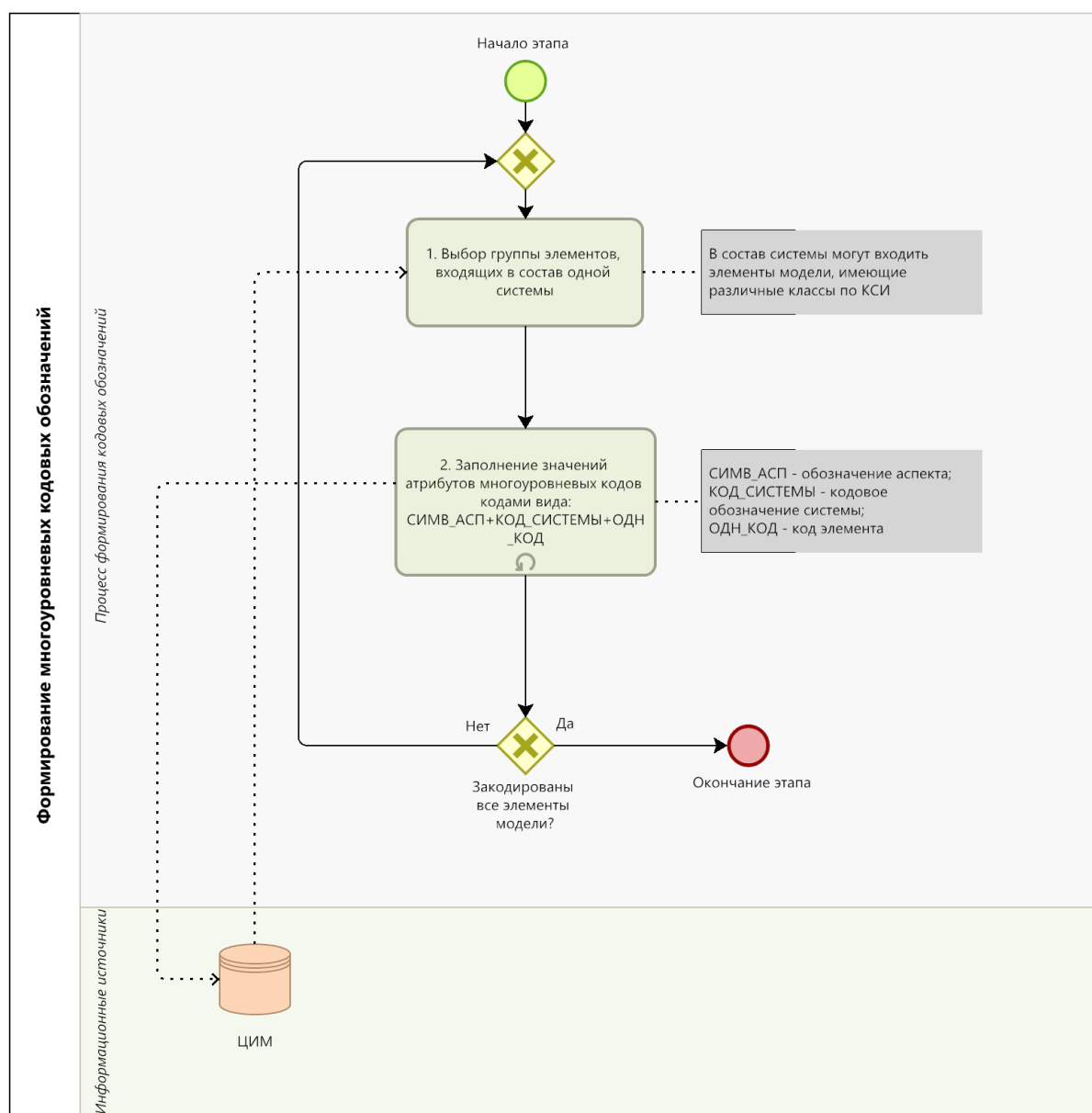


Рисунок 4.2.6.1 – Схема этапа (подпроцесса) «2.6 Формирование многоуровневых кодовых обозначений элементов»

Таблица 4.2.6.1 – Многоуровневые кодовые обозначения для элементов тестовой ЦИМ

№ п.	Элемент	Одноуровн. код	Код системы	Код продукта многоуровневый	Функциональный код многоуровневый	Место расположения
1	Свая железобетонная	<i>-ULC098</i>	<i>-A01.AB01.BB01</i>	<i>-A01.AB01.BB01.ULC098</i>		
2	Стена-перегородка	<i>-ULM1806</i>	<i>-B02.AD03.BD04</i>	<i>-B02.AD03.BD04.ULM1806</i>		
3	Дверь	<i>-QQC035</i>	<i>-B02.AD03</i>	<i>-B02.AD03.QQC035</i>		<i>++SE09.SAB03.EAC211</i>
4	Монолитное перекрытие	<i>-ULK004</i>	<i>-C01.AC01.BC01</i>	<i>-C01.AC01.BC01.ULK004</i>		
5	Помещение ванной комнаты	<i>++ABA065</i>	<i>++SE09.SAB02</i>			<i>++SE09.SAB02.SU012</i>
6	Умывальник	<i>=XKA001</i>	<i>=S01.RC02</i>		<i>=S01.RC02.XKA001</i>	
7	Редуктор давления в системе ХВС	<i>=QNA1124</i>	<i>=F01.HB01.RC07</i>		<i>=F01.HB01.RC07.QNA1124</i>	
8	Тройник канализационный	<i>=XMB114</i>	<i>=G01.JD01</i>		<i>=G01.JD01.XMB114</i>	
9	Радиатор отопления	<i>=EPC112</i>	<i>=H01.HD01.RC04</i>		<i>=H01.HD01.RC04.EPC112</i>	<i>++SE09.SAB03.SU012.AAA019</i>
10	Вентилятор крышный	<i>=GQB014</i>	<i>=J01.HF01.RC06</i>		<i>=J01.HF01.RC06.GQB014</i>	
11	Щиток внутриквартирный	<i>=QAE017</i>	<i>=K01.HG01.RC08</i>		<i>=K01.HG01.RC08.QAE017</i>	<i>++SE09.SAB03.EAC009</i>

Пример пошаговой реализации алгоритма формирования многоуровневых кодовых обозначений на примере радиатора системы отопления (п. 9 таблицы 4.2.6.1) приведен на рисунке 4.2.6.2. На рисунке 4.2.6.3 показан его обновленный атрибутивный состав.

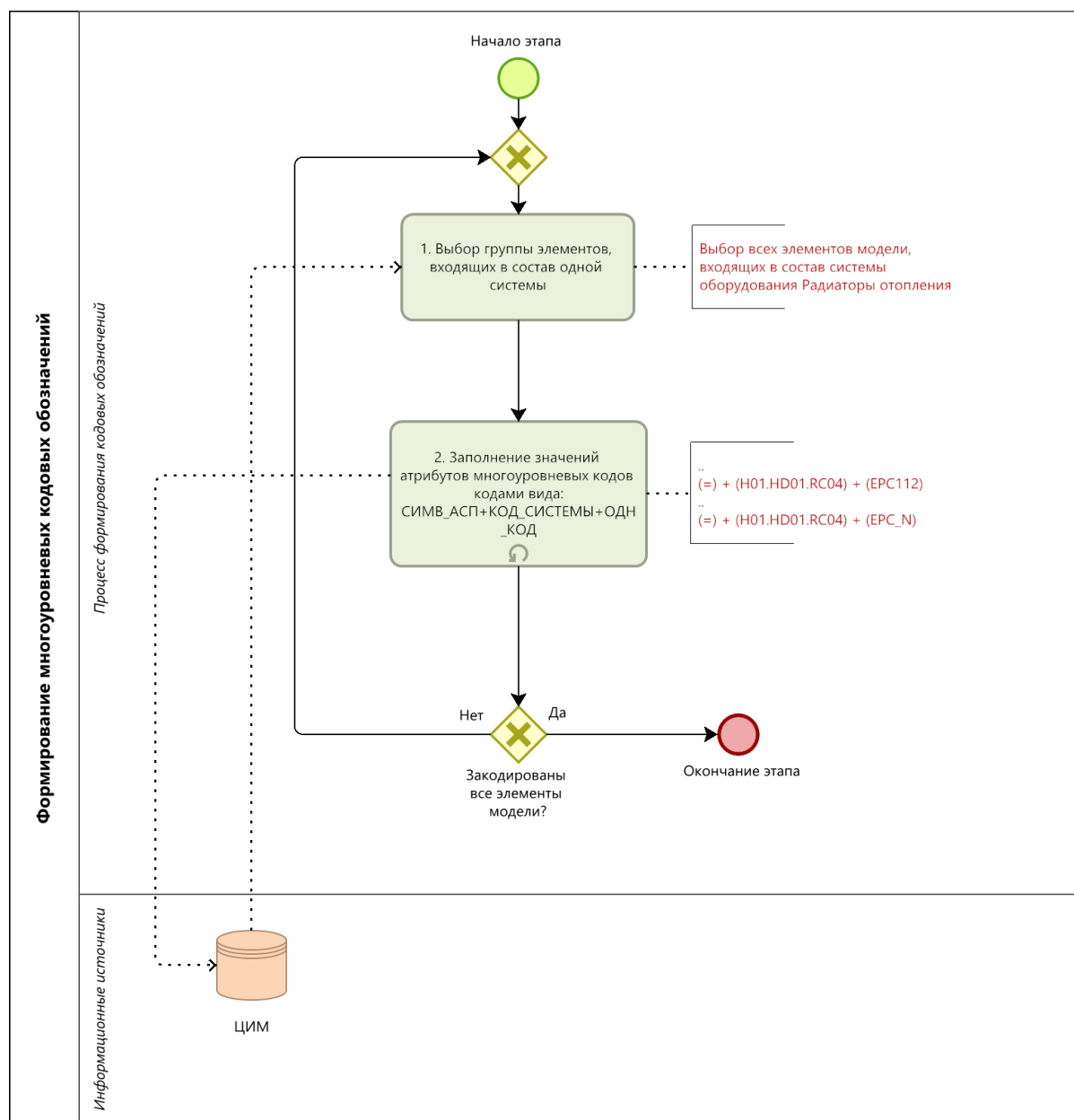


Рисунок 4.2.6.2 – Пример пошаговой реализации алгоритма формирования многоуровневых кодовых обозначений (для элемента «радиатор системы отопления»)

КСИ Составной код#XNKC0004	
КСИ Код класса#XNKC0001	<i>EPC</i>
КСИ Наименование класса#XNKC0002	нагревательная панель
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	<i>Com</i>
КСИ Функциональный код#XNKF0001	<i>=EPC112</i>
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	<i>=H01.HD01.RC04.EPC112</i>
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	<i>%EPC01</i>
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Радиатор системы водяного отопления
...	
Материал#XPM_0002	Сталь
Толщина стенки радиатора, соприкасающаяся с водой, [мм]#CPGU_0001	1,2

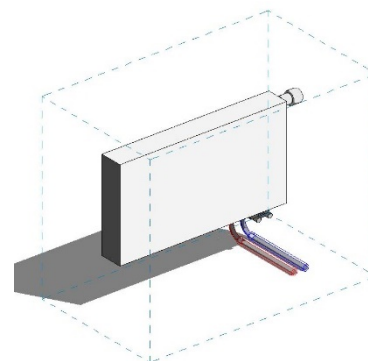


Рисунок 4.2.6.3 – Атрибутивный состав элемента тестовой ЦИМ «радиатор системы отопления», по итогам реализации этапов 2.1-2.6 процесса КиК

4.2.6.1 Формирование кодовых обозначений для аспекта местоположения

Как было отмечено в п. 4.2.3, формирование кодовых обозначений элементов в аспекте местоположения должно быть обусловлено необходимостью их применения¹⁶, которая устанавливается по результатам анализа сценариев применения ЦИМ и перечня нормативных требований.

В качестве примера для формирования кодовых обозначений в аспекте местоположения рассмотрим элемент модели «радиатор системы отопления».

На рисунке 4.2.6.1.1 показано фактическое расположение радиатора в пространстве модели. Обозначенный радиатор расположен (место расположения) в помещении спальни (++AAA0019) квартиры № 12 (++SU012), расположенной на третьем этаже (++SAB03) девятой секции (++SE09) многоквартирного жилого дома (рисунок 4.2.6.1.2). Радиатор монтируется (точка установки) на кирпичную стену (-ULM0013) при помощи специализированных металлических кронштейнов (не отображены в модели).

¹⁶ За исключением пространств и зон, для которых аспект местоположения является «основным» аспектом представления в системе.

Таблица 4.2.6.1.1 – Кодовые обозначения радиатора для аспекта местоположения

Атрибут элемента	Значение атрибута	Элемент модели, на который указывает кодовое обозначение в аспекте местоположения
КСИ Место расположения	++SE09.SAB03.SU012.AAA019	Помещение спальни (++SE09.SAB03.SU012.AAA019)
КСИ Точка установки	+B01.AD01.BD02.ULM0013	Кирпичная стена (-B01.AD01.BD02.ULM0013)

Обновленный атрибутивный состав для радиатора отображен на рисунке 4.2.6.1.4.

КСИ Составной код#XNKC0004	
КСИ Код класса#XNKC0001	EPC
КСИ Наименование класса#XNKC0002	нагревательная панель
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	Com
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=EPC112
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=H01.HD01.RC04.EPC112
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	++SE09.SAB03.SU012.AAA019
КСИ Точка расположения#XNKL0002	+B01.AD01.BD02.ULM0013
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%EPC01
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Радиатор системы водяного отопления
...	
Материал#XPM_0002	Сталь
Толщина стенки радиатора, соприкасающаяся с водой, [мм]#CPGU_0001	1,2

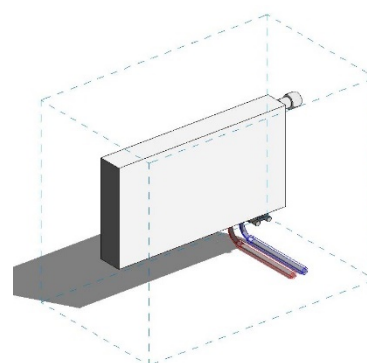


Рисунок 4.2.6.1.4 – Атрибутивный состав элемента тестовой ЦИМ «радиатор системы отопления», по итогам его кодирования в аспекте местоположения



Для автоматизации процесса формирования кодовых обозначений в аспекте местоположения, можно воспользоваться «защитами» в ПО данными о нахождении элемента в определенном пространстве, либо расположения на поверхности другого элемента. Если используемое ПО не хранит подобную информацию в атрибутах элемента, то получение кода пространства (или точки установки) решается путём перебора существующих пространств в ЦИМ с проверкой условия нахождения геометрического центра элемента внутри трехмерного объема¹⁷, формируемого пространством местоположения (или объектом, на котором производится монтаж).

¹⁷ Алгоритмическая задача «Местоположение точки» согласно [4].

4.2.7 Формирование составных кодов элементов

Схема этапа (подпроцесса) «2.7 Формирование составных кодов элементов» приведена на рисунке 4.2.7.1.

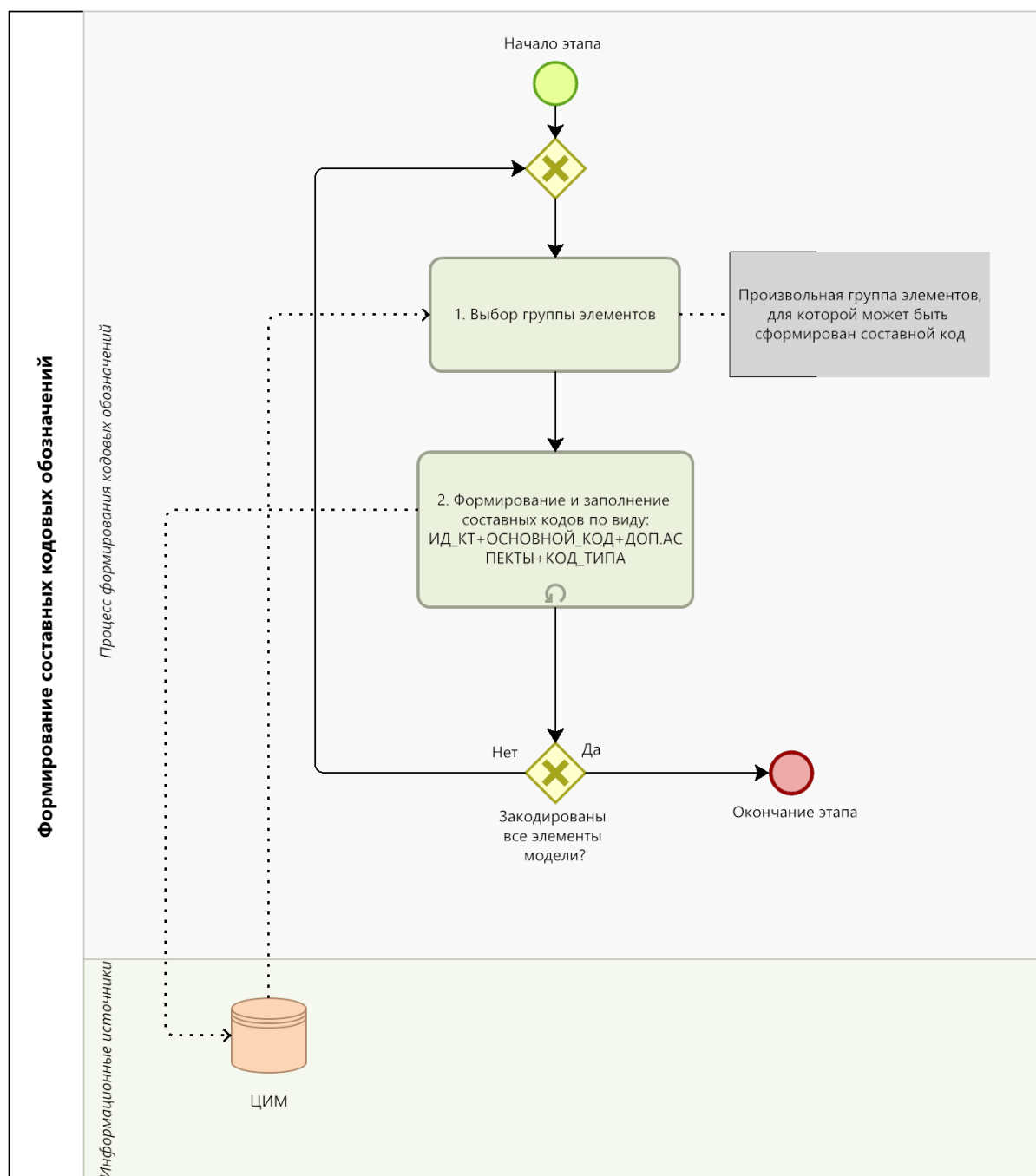


Рисунок 4.2.7.1 – Схема этапа (подпроцесса) «2.7 Формирование составных кодовых обозначений элементов»

Этап формирования составных кодовых обозначений не является обязательным для исполнения и выполняются только в том случае, когда возникает необходимость формирования однострочного кодового обозначения, содержащего все классификационные признаки по КСИ.

Подобная необходимость может быть вызвана, например техническими ограничениями по передаче¹⁸ (экспорту) данных ЦИМ или последующим применением составных кодов в качестве маркировочных обозначений (шильд) для элементов технологического или инженерного оборудования на стадии эксплуатации (см. приложение Ж [1]). Фактически, составной код элемента объединяет все существующие кодовые обозначения в единое строковое выражение, используя специализированный синтаксис. По этой причине данный этап процесса КиК может быть полностью автоматизирован.

Обновленный атрибутивный состав для радиатора отображен на рисунке 4.2.7.2.

КСИ Составной код#XNKC0004	<Com>=H01.HD01.RC04.EPC112/++SE09.SAB03.SU012.AAA019/+B01.AD01.BD02.ULM0013//%EPC01
КСИ Код класса#XNKC0001	EPC
КСИ Наименование класса#XNKC0002	нагревательная панель
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	Com
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=EPC112
КСИ Функциональный код многоуровневый#XNKF0002	=H01.HD01.RC04.EPC112
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	++SE09.SAB03.SU012.AAA019
КСИ Точка расположения#XNKL0002	+B01.AD01.BD02.ULM0013
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%EPC01
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Радиатор системы водяного отопления
...	
Материал#XPM_0002	Сталь
Толщина стенки радиатора, соприкасающаяся с водой,	1,2

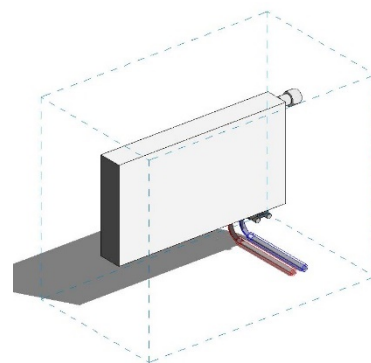


Рисунок 4.2.7.2 – Атрибутивный состав элемента тестовой ЦИМ «радиатор системы отопления», по итогам его кодирования в аспекте местоположения

Пример формирования составных кодовых обозначений для элементов тестовой ЦИМ представлен в таблице 4.2.7.1.

¹⁸ Например, в случае, когда для передачи данных из ЦИМ, программный модуль на стороне «принимающего» программного продукта может обрабатывать только один атрибут для каждого из элементов модели.

Таблица 4.2.7.1 – Составные кодовые обозначения для элементов тестовой ЦИМ

№ п.	Элемент	Класс СИ	Код типа класса	Код продукта многоуровневый	Функциональный код мног-вый	Место рас- п-ния	Составной код
1	Свая железобетонная	Com	%ULC02	-A01.AB01.BB01.ULC098			<Com>- A01.AB01.BB01.ULC098/%ULC02
2	Стена-перегородка	Com	%ULM06	- B02.AD03.BD04.ULM180 6			<Com>- B02.AD03.BD04.ULM1806/%ULM06
3	Дверь	Com	%QQC04	-B02.AD03.QQC035		++SE09.SAB03.EAC211	<Com>- B02.AD03.QQC035/++SE09.SAB03.EAC211/%QQC04
4	Монолитное перекрытие	Com	%ULK02	-C01.AC01.BC01.ULK004			<Com>- C01.AC01.BC01.ULK004/%ULK02
5	Помещение ванной комнаты	RZo	%ABA010			++SE09.SAB02.SU012.ABA065	<RZo>++SE09.SAB02.SU012.ABA065/%ABA010
6	Умывальник	Com	%XKA01		=S01.RC02.XKA001		<Com>=S01.RC02.XKA001/%XKA01
7	Редуктор давления в системе ХВС	Com	%QNA05		=F01.HB01.RC07.QNA1124		<Com>=F01.HB01.RC07.QNA1124/%QNA05
8	Тройник канализационный	Com	%XMB05		=G01.JD01.XMB114		<Com>=G01.JD01.XMB114/%XMB05
9	Радиатор отопления	Com	%EPC01		=H01.HD01.RC04.EPC112	++SE09.SAB03.SU012.AAA019	<Com>=H01.HD01.RC04.EPC112/++SE09.SAB03.SU012.AAA019/+B01.AD01.BD02.ULM0013/%EPC01
10	Вентилятор крышный	Com	%GQB02		=J01.HF01.RC06.GQB014		<Com>=J01.HF01.RC06.GQB014/%GQB02
11	Щиток внутриквартирный	Com	%QAE03		=K01.HG01.RC08.QAE017	++SE09.SAB03.EAC009	<Com>=K01.HG01.RC08.QAE017/++SE09.SAB03.EAC009/%QAE03

Приложение А. Системная декомпозиция тестовой ЦИМ

Таблица А.1 Перечень систем тестовой ЦИМ

Рисунок А.1 – Конструкции комбинированных фундаментов

Рисунок А.2 – Система наружных стен

Рисунок А.3 – Система внутренних стен

Рисунок А.4 – Система внутренних перекрытий зданий и сооружений

Рисунок А.5 – Конструкции плоской крыши

Рисунок А.6 – Внутренняя система водопровода

Рисунок А.7 – Система ХВС

Рисунок А.8 – Система ГВС

Рисунок А.9 – Система хозяйственно-бытовой канализации

Рисунок А.10 – Система внутреннего водостока

Рисунок А.11 – Рециркуляционная система снабжения теплом

Рисунок А.12 – Система вентиляции

Рисунок А.13 – Система противодымной вентиляции

Рисунок А.14 – Система общеобменной вентиляции

Рисунок А.15 – Система электроэнергии

Рисунок А.16 – Система охраны и обеспечения безопасности

Рисунок А.17 – Система противопожарной защиты

Рисунок А.18 – Система сантехнического оборудования

Таблица А.1 – Перечень систем тестовой ЦИМ

Код системы	Код под-системы 1 уровня	Код под-системы 2 уровня	Наименование класса системы	Код типа	Наименование типа системы	Полный код системы
-A01			Наземная система	%%A20	Фундамент	-A01/%%A20
	-AB01		Фундаментные конструкции	%%AB50	Конструкции комбинированных ф-тов	-A01.AB01/%%AB50
		-BA01	Основание здания или сооружения	%%BA020	Искусственное основание	-A01.AB01.BA01/%%BA020
		-BB01	Несущие конструкции фундамента	%%BB40	Свайные фундаменты	-A01.AB01.BB01/%%BB40
		-BB02	Несущие конструкции фундамента	%%BB30	Плитные фундаменты	-A01.AB01.BB02/%%BB30
	-BF01	Конструкции пола			-A01.BF01	
-B01			Стеновая система	%%B10	Система наружных стен	-B01/%%B10
	-AD01		Стеновые конструкции	%%AD10	Конструкции сплошных стен	-B01.AD01/%%AD10
		-BD01	Несущие конструкции стены	%%BD30	Монолитные стены	-B01.AD01.BD01/%%BD30
		-BD02	Несущие конструкции	%%BD10	Стены из кладки	-B01.AD01.BD02/%%BD10
	-AD02	Стеновые конструкции	%%AD50	Конструкции фасадной системы	-B01.AD02/%%AD50	
-B02			Стеновая система	%%B20	Система внутренних стен	-B02/%%B20
	-AD03		Стеновые конструкции	%%AD10	Конструкции сплошных стен	-B02.AD03/%%AD10
		-BD03	Несущие конструкции стены	%%BD30	Монолитные стены	-B02.AD03.BD03/%%BD30
		-BD04	Несущие конструкции стены	%%BD10	Стены из кладки	-B02.AD03.BD04/%%BD10
		-BD05	Несущие конструкции стены	%%BD40	Каркасные стены	-B02.AD03.BD05/%%BD40
			Система перекрытий	%%C10	Система внутренних перекрытий зданий и сооружений	-C01/%%C10
-C01	-AC01		Конструкции перекрытия	%%AC10	Конструкции безбалочных пер-тий	-C01.AC01/%%AC10
		-BC01	Несущие конструкции перекрытия	%%BC20	Монолитные перекрытия	-C01.AC01.BC01/%%BC20
		-BG02	Потолочные конструкции			-C01.AC01.BG02
		-BF02	Конструкции пола			-C01.AC01.BF02
	-AF01	Лестничные конструкции			-C01.AF01	
-D01			Система крыши			-D01
	-AE01		Конструкции крыши	%%AE10	Конструкции плоской крыши	-D01.AE01/%%AE10
		-BE01	Несущие конструкции крыши	%%BE30	Плитные конструкции крыши	-D01.AE01.BE01/%%BE30
		-BF03	Конструкции пола			-D01.AE01.BF03
		-BG01	Потолочные конструкции			-D01.AE01.BG01

Код системы	Код под-системы 1 уровня	Код под-системы 2 уровня	Наименование класса системы	Код типа	Наименование типа системы	Полный код системы
=F01			Водяная и жидкостная система			=F01
	=HB01		Система снабжения жидкостью	%HB01	Внутренняя система водопровода	=F01.HB01/%HB01
		=JB01	Система водоснабжения	%JB01	Система ХВС	=F01.HB01.JB01/%JB01
		=JB02	Система водоснабжения	%JB02	Система ГВС	=F01.HB01.JB02/%JB02
		=RC07	Оборудование	%RC07	Оборудование системы водопровода	=F01.HB01.RC07/%RC07
=G01			Система дренажа и удаления отходов			=G01
	=JD01		Система отведения жидкостей	%%JD10	Система хозяйственно-бытовой канализации	=G01.JD01/%%JD10
		=RC03	Оборудование	%RC03	Оборудование системы хозяйственно-бытовой канализации	=G01.JD01.RC03/%RC03
	=JD02		Система отведения жидкостей	%%JD30	Система внутреннего водостока	=G01.JD02/%%JD30
=H01			Система отопления и/или охлаждения	%%H10	Система отопления	=H01/%%H10
	=HD01		Система теплоснабжения	%%HD10	Рециркуляционная система снабжения теплом	=H01.HD01/%%HD10
		=JG01	Система распределения тепла	%JG01	Подающий трубопровод	=H01.HD01.JG01/%JG01
		=JG02	Система распределения тепла	%JG02	Обратный трубопровод	=H01.HD01.JG02/%JG02
		=RC04	Оборудование	%RC04	Радиаторы отопления	=H01.HD01.RC04/%RC04
=J01			Система вентиляции			=J01
	=HF01		Система вентиляции	%%HF20	Система общеобменной вентиляции	=J01.HF01/%%HF20
		=RC06	Оборудование	%RC06	Оборудование системы общеобменной вентиляции	=J01.HF01.RC06/%RC06
	=HF02		Система вентиляции	%%HF60	Система противодымной вентиляции	=J01.HF02/%%HF60
		=RC05	Оборудование	%RC05	Оборудование системы противодымной вентиляции	=J01.HF02.RC05/%RC05
=K01			Система электроэнергии			=K01
	=HG01		Система электроснабжения	%HG01	Внутридомовая система электроснабжения	=K01.HG01/%HG01
		=JK01	Система распределения электроэнергии	%%JK20	Распределительная сеть	=K01.HG01.JK01/%%JK20
		=JK02	Система распределения электроэнергии	%%JK30	Групповая сеть (потребителей)	=K01.HG01.JK02/%%JK30
		=RC08	Оборудование	%RC08	Электротехническое оборудование	=K01.HG01.RC08/%RC08
	=PC01		Система заземления			=K01.PC01
	=PD01		Система молниезащиты			=K01.PD01

Код системы	Код под-системы 1 уровня	Код под-системы 2 уровня	Наименование класса системы	Код типа	Наименование типа системы	Полный код системы
=P01			Система охраны и обеспечения безопасности			=P01
	=PJ01		Система защиты людей	%PJ01	Система защитных ограждений от падения с высоты	=P01.PJ01/%PJ01
	=PJ02		Система защиты людей	%PJ02	Система защитных навесов	=P01.PJ02/%PJ02
=P02			Система охраны и обеспечения безопасности	%%P10	Система противопожарной защиты	=P02/%%P10
	=PB01		Система пожаротушения	%%PB20	Внутренний противопожарный водопровод	=P02.PB01/%%PB20
	=RC01		Оборудование	%RC01	Пожарные шкафы	=P02.PB01/%RC01
=Q01			Система освещения	%Q01	Система общедомового освещения	=Q01/%Q01
	=HH01		Система освещения	%HH01	Рабочее освещение	=Q01.HH01/%HH01
	=HH02		Система освещения	%HH02	Аварийное освещение безопасности	=Q01.HH02/%HH02
	=HH03		Система освещения	%HH03	Аварийное эвакуационное освещение	=Q01.HH03/%HH03
	=HH04		Система освещения	%HH04	Ремонтное освещение	=Q01.HH04/%HH04
	=HH05		Система освещения	%%HH100	Система наружного освещения	=Q01.HH05/%%HH100
=S01			Система обустройства			=S01
	=RB01		Система материально-технического оснащения	%RB01	Фасадная система экранов для блоков кондиционирования	=S01.RB01/%RB01
	=RB02		Система материально-технического оснащения	%RB02	Система бытовой техники	=S01.RB02/%RB02
	=RB03		Система материально-технического оснащения	%RB03	Система мебели	=S01.RB03/%RB03
	=RB04		Система материально-технического оснащения	%RB04	Лестницы технологические	=S01.RB04/%RB04
	=RB05		Система материально-технического оснащения	%RB05	Фасадные таблички	=S01.RB05/%RB05
	=RC02		Оборудование	%RC02	Система сантехнического оборудования	=S01.RC02/%RC02

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>-A01.AB01/%%AB50
КСИ Код класса#XNKC0001	AB
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Фундаментные конструкции
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	
КСИ Код продукта#XNKP0001	-AB01
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	-A01.AB01
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%AB50
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Конструкции комбинированных фундаментов
...	

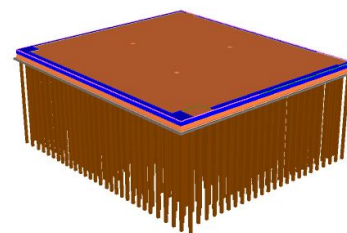


Рисунок А.1 – Конструкции комбинированных фундаментов
-A01.AB01/%%AB50

КСИ Составной код#XNKC0004	<FnS>-B01/%%B10
КСИ Код класса#XNKC0001	B
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Стеновая система
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	FnS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	
КСИ Код продукта#XNKP0001	-B01
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	-B01
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%B10
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система наружных стен
...	



Рисунок А.2 – Система наружных стен
-B01/%%B10

КСИ Составной код#XNKC0004	<FnS>-B02/%%B20
КСИ Код класса#XNKC0001	B
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Стеновая система
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	FnS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	
КСИ Код продукта#XNKP0001	-B02
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	-B02
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%B20
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система наружных стен
...	

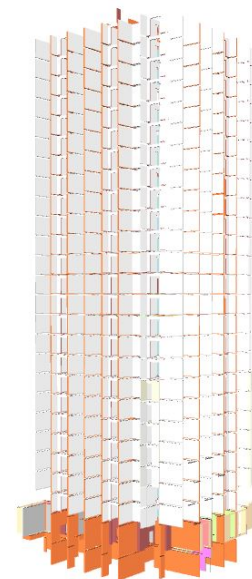


Рисунок А.3 – Система внутренних стен
-B02/%%B20

КСИ Составной код#XNKC0004	<FnS>-C01/%%C10
КСИ Код класса#XNKC0001	C
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система перекрытий
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	FnS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	
КСИ Код продукта#XNKP0001	-C01
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	-C01
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%C10
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система внутренних перекрытий зданий и сооружений
...	

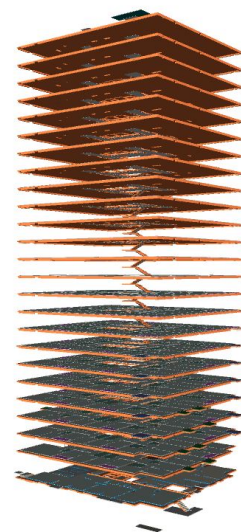


Рисунок А.4 – Система внутренних перекрытий зданий и сооружений
-C01/%%C10

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>-D01.AE01/%%AE10
КСИ Код класса#XNKC0001	AE
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Конструкции крыши
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	
КСИ Код продукта#XNKP0001	-AE01
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	-D01.AE01
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%AE10
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Конструкции плоской крыши
...	

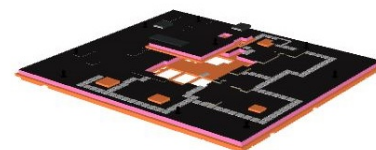


Рисунок А.5 – Конструкции плоской крыши
-D01.AE01/%%AE10

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>=F01.HB01/%HB01
КСИ Код класса#XNKC0001	HB
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система снабжения жидкостью
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=HB01
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=F01.HB01
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%HB01
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Внутренняя система водопровода
...	

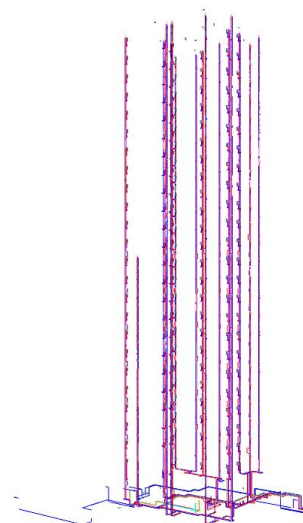


Рисунок А.6 – Внутренняя система водопровода
=F01.HB01/%HB01

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>=F01.HB01.JB01/%JB01
КСИ Код класса#XNKC0001	JB
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система водоснабжения
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=JB01
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=F01.HB01.JB01
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%JB01
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система XBC
...	

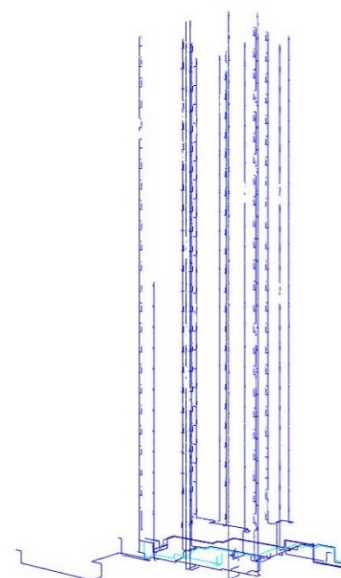


Рисунок А.7 – Система XBC
=F01.HB01.JB01/%JB01

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>=F01.HB01.JB02/%JB02
КСИ Код класса#XNKC0001	JB
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система водоснабжения
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=JB02
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=F01.HB01.JB02
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%JB02
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система ГВС
...	

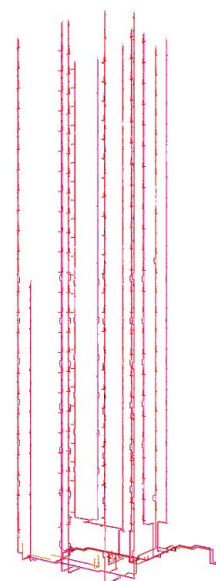


Рисунок А.8 – Система ГВС
=F01.HB01.JB02/%JB02

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>=G01.JD01/%%JD10
КСИ Код класса#XNKC0001	JD
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система отведения жидкостей
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=JD01
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=G01.JD01
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%JD10
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система хозяйственно-бытовой канализации
...	

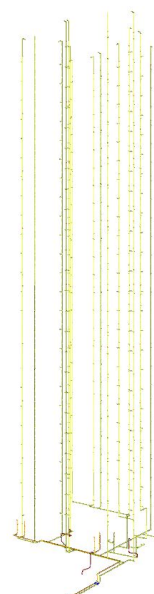


Рисунок А.9 – Система хозяйственно-бытовой канализации

=G01.JD01/%%JD10

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>=G01.JD02/%%JD30
КСИ Код класса#XNKC0001	JD
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система отведения жидкостей
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=JD02
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=G01.JD02
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%JD30
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система внутреннего водостока
...	



Рисунок А.10 – Система внутреннего водостока

=G01.JD02/%%JD30

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>=H01.HD01/%%HD10
КСИ Код класса#XNKC0001	HD
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система теплоснабжения
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=HD01
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=H01.HD01
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%HD10
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Рециркуляционная система снабжения теплом
...	

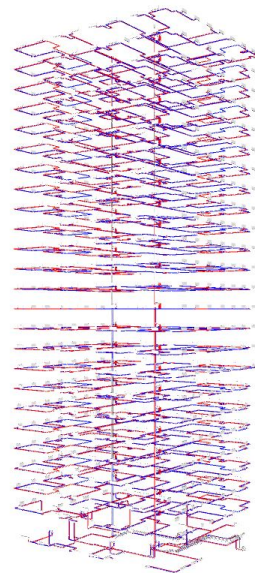


Рисунок А.11 – Рециркуляционная система снабжения теплом
=H01.HD01/%%HD10

КСИ Составной код#XNKC0004	<FnS>=J01
КСИ Код класса#XNKC0001	J
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система вентиляции
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	FnS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=J01
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=J01
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	
...	

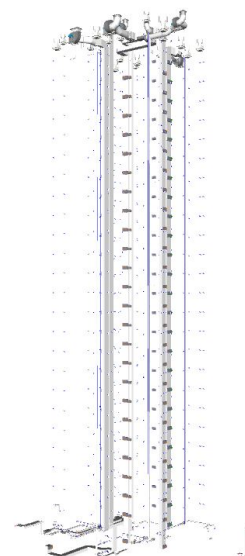


Рисунок А.12 – Система вентиляции
=J01

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>=J01.HF02/%%HF60
КСИ Код класса#XNKC0001	HF
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система вентиляции
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=HF02
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=J01.HF02
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%HF60
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система противодымной вентиляции
...	

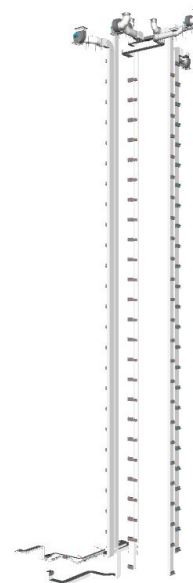


Рисунок А.13 – Система противодымной вентиляции

=J01.HF02/%%HF60

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>=J01.HF01/%%HF20
КСИ Код класса#XNKC0001	HF
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система вентиляции
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=HF01
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=J01.HF01
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%HF20
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система общеобменной вентиляции
...	

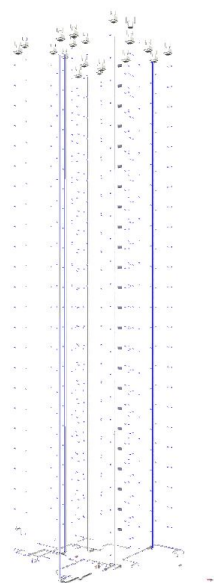


Рисунок А.14 – Система общеобменной вентиляции

=J01.HF01/%%HF20

КСИ Составной код#XNKC0004	<FnS>=K01
КСИ Код класса#XNKC0001	K
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система электроэнергетики
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	FnS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=K01
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=K01
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	
...	

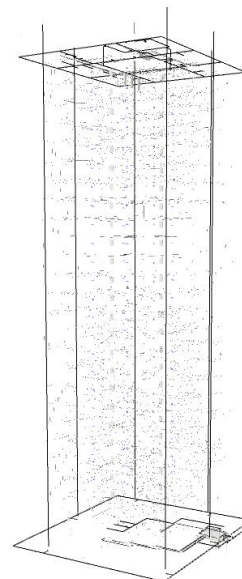


Рисунок А.15 – Система электроэнергетики

=K01

КСИ Составной код#XNKC0004	<FnS>=P01
КСИ Код класса#XNKC0001	P
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система охраны и обеспечения безопасности
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	FnS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=P01
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=P01
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	
...	

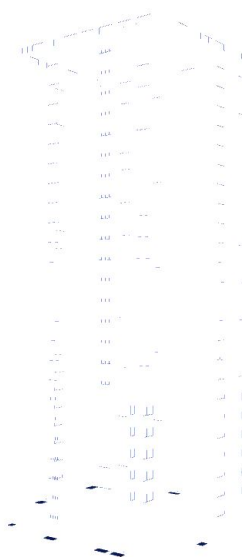


Рисунок А.16 – Система охраны и обеспечения безопасности

=P01

КСИ Составной код#XNKC0004	<FnS>=P02/%%P10
КСИ Код класса#XNKC0001	P
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Система охраны и обеспечения безопасности
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	FnS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=P02
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=P02
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%%P10
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система противопожарной защиты
...	

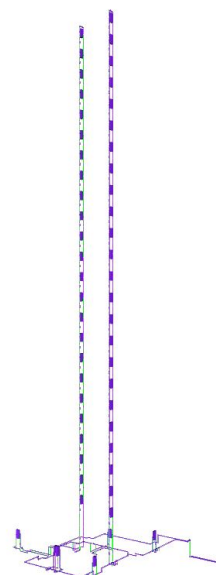


Рисунок А.17 – Система противопожарной защиты

=P02/%%P10

КСИ Составной код#XNKC0004	<TeS>=S01.RC02/%RC02
КСИ Код класса#XNKC0001	RC
КСИ Наименование класса#XNKC0002	Оборудование
КСИ Класс строительной информации#XNKC0003	TeS
КСИ Функциональный код#XNKF0001	=RC02
КСИ Функциональный код многоуровневый# XNKF0002	=S01.RC02
КСИ Код продукта#XNKP0001	
КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	
КСИ Место расположения#XNKL0001	
КСИ Точка расположения#XNKL0002	
КСИ Код типа класса#XNKT0001	%RC02
КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	Система сантехнического оборудования
...	

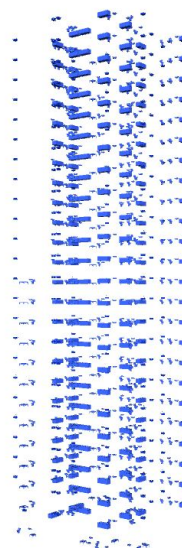


Рисунок А.18 – Система сантехнического оборудования

=S01.RC02/%RC02

Приложение Б. Примеры практического применения системы кодирования КСИ

Б.1 Формирование пользовательских запросов

Б.2 Получение количественных показателей ЦИМ

Б.2.1 Получение количественных показателей ЦИМ из БД «*CADLib* Модель и Архив»

Б.2.2 Получение количественных показателей ЦИМ в «*CADLib* Модель и Архив»

Б.2.3 Получение количественных показателей ЦИМ в *Autodesk Navisworks*

Б.3 Структурирование данных ЦИМ

Б.3.1 Формирование структуры представления в «*CADLib* Модель и Архив»

Б.3.2 Формирование структуры представления в *Autodesk Navisworks*

Б.4 Проверка ЦИМ на нормативные требования

Б.4.1 Проверка расстояний между сваями

Б.4.2 Проверка высоты эвакуационных выходов

Б.4.3 Проверка плит перекрытий на толщину и класс бетона

Б.1 Формирование пользовательских запросов

Одной из главных целей применения КСИ (см. п. 4.6 [1]) является реализация унифицированного способа извлечения данных из ИМ (вне зависимости от формата представления) и последующего их соотнесения с нормативными показателями (параметрами), регламентируемыми требованиями существующей базы нормативно-технической документации в строительстве. Унификация способа извлечения данных заключается в применении системы кодовых обозначений КСИ для элементов ИМ и последующем их использовании в формах запросов к ИМ со стороны механизмов доступа к данным (рисунок Б.1.1).

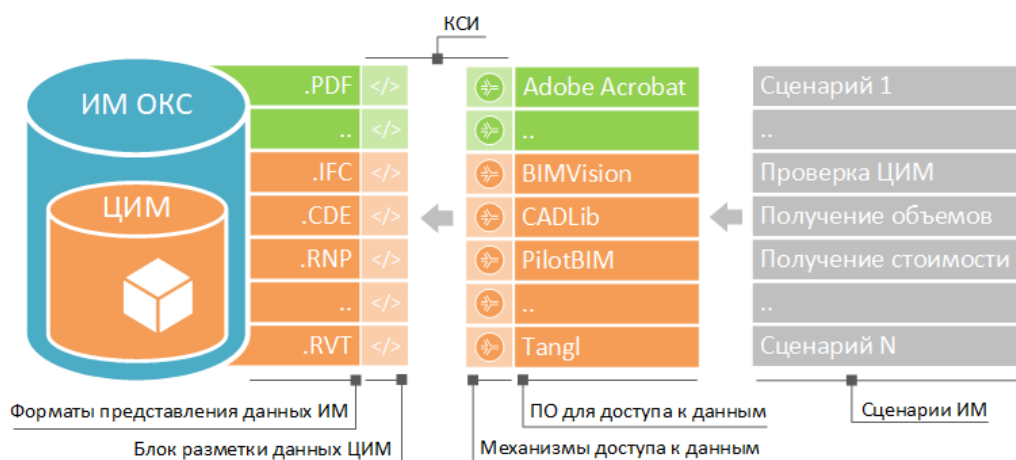


Рисунок Б.1.1 – Принципиальная схема применения КСИ при решении задач информационного моделирования

Реализация пользовательских запросов лежит в основе большинства сценариев применения ЦИМ: получение количественных показателей ЦИМ для формирования ведомостей объемов работ (п. Б.2), структурирование данных ЦИМ для удобства навигации по ЦИМ (п. Б.3), проверка ЦИМ на нормативные требования (п. Б.4) и прочие.

Механизмы формирования пользовательских запросов к данным ЦИМ во многом зависят от формата представления ЦИМ, применяемого программного обеспечения, и его функциональных возможностей (и ограничений).

В данном разделе описаны базовые принципы формирования пользовательских запросов в ПО «*CADLib* Модель и Архив» и *Navisworks*, а также показаны примеры формирования запросов к БД проекта «*CADLib* Модель и Архив» с применением языка структурированных запросов *SQL* (*MSSQL*).

Б.2 Получение количественных показателей ЦИМ

Для демонстрации возможностей применения КСИ при формировании ведомостей объемов работ (ВОР) из ЦИМ, выбраны задачи, представленные в таблице Б.2.1.

Таблица Б.2.1 – Перечень задач по извлечению количественных показателей из ЦИМ

№ зад.	Формулировка задачи	Запрос к ЦИМ
1	Получение показателей объемов работ для вида работ «Погружение ЖБ свай»	Получить количество свай с группировкой по их типам (по длине).
2	Получение показателей объемов работ для вида работ «Монтаж дверей квартирных, металлических»	Получить количество металлических дверей (входные).
3	Получение показателей объемов работ для вида работ «Кладочные работы. Кладка межкомнатных перегородок внутренних из кирпича»	Получить суммарный объем всех внутриквартирных стен, выполненных из кирпичной кладки.

Б.2.1 Получение количественных показателей ЦИМ из БД «CADLib Модель и Архив»

Для получения доступа к БД ЦИМ «CADLib Модель и архив», необходимо установить и запустить SSMS¹⁹ и сформировать соответствующий запрос к БД тестового проекта. На рисунке Б.2.1.1 приведен фрагмент схемы логической модели БД, на котором отображены таблицы *ObjectShadow*, *Parameters_STR*, и *ParamDefs*, используемые при формировании запросов.

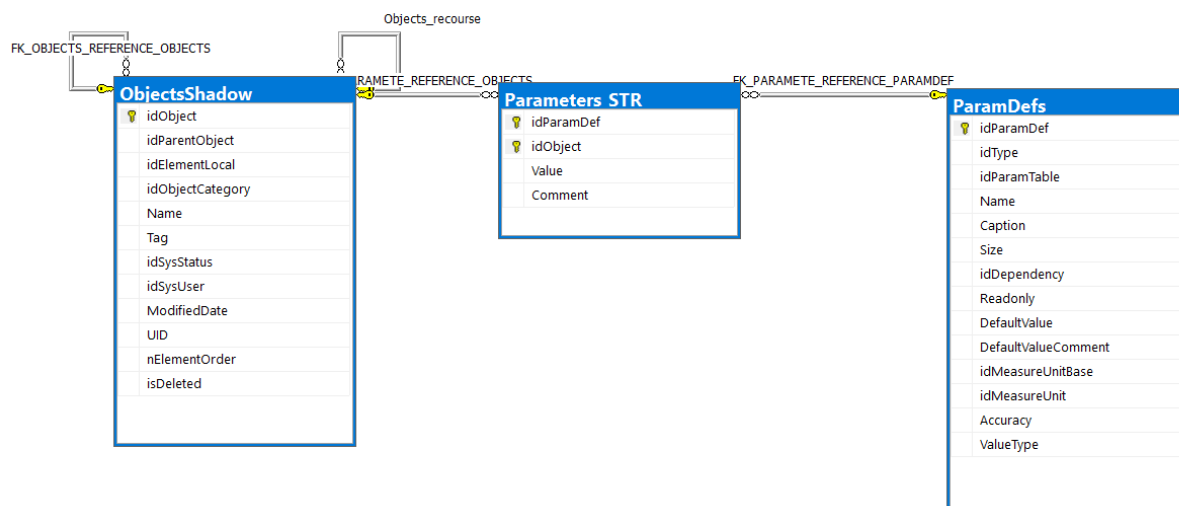


Рисунок Б.2.1.1 – Фрагмент схемы логической модели БД «CADLib Модель и Архив»

¹⁹ Для тестовой ЦИМ была развернута СУБД «MS SQL Server» и соответствующая ей система управления «Microsoft SQL Server Management Studio» (SSMS).

В таблице *ObjectShadow* находится системная информация об элементах модели (уникальный идентификатор, наименование, статус и проч.), первичный ключ *idObject* таблицы *ObjectShadow* используется для связи с таблицей *Parameters_STR*, в которой хранятся все строковые значения атрибутов элементов модели. Связывание значений атрибутов с их наименования (таблица *ParamDefs*) реализуется через ключ *idParaDef*.

На рисунках Б.2.2-4 показаны запросы к БД (согласно перечню задач из таблицы Б.2.1) и соответствующие им результаты.

```

SELECT att1.Value AS 'Тип', COUNT(att2.Value) AS 'Кол.'
FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ObjectsShadow] AS obj
INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS att1 ON (att1.idObject = obj.idObject)
INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS att2 ON (att2.idObject = obj.idObject AND att2.Value = 'ULC')
WHERE att1.idParamDef =
    (SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name LIKE '%XNKT0002') AND
    att2.idParamDef =
    (SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name LIKE '%XNKC0001')
GROUP BY att1.Value;

```

	Тип	Кол.
1	Свая ЖБ C120.30-8	552
2	Свая ЖБ C140.30-2-50	3

Рисунок Б.2.2 – *SQL*-запрос на получение количества свай с их группировкой по типам (552 и 3 сваи)

```

SELECT att1.Value AS 'Тип', COUNT(att2.Value) AS 'Кол.'
FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ObjectsShadow] AS obj
INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS att1 ON (att1.idObject = obj.idObject)
INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS att2 ON (att2.idObject = obj.idObject AND att2.Value = 'QQC')
WHERE att1.idParamDef =
    (SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name LIKE '%XNKT0002') AND
    att2.idParamDef =
    (SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name LIKE '%XNKC0001')
GROUP BY att1.Value;

```

	Тип	Кол.
1	Двери входные наружные	14
2	Двери двупольные ДСВ 1600x2100	51
3	Двери наружные для выхода на крышу	3
4	Двери однопольные ДСВ 1110x2100	96
5	Двери однопольные ДСВ 1110x2100 MET	144
6	Двери однопольные 1050x2100	24
7	Двери рольставни 800x2050	16
8	Двери техподполья наружные	2

Рисунок Б.2.3 – *SQL*-запрос на получение количества металлических дверей (144 двери)

```

SELECT att1.Value AS 'Тип', SUM((TRY_PARSE( height.Value AS NUMERIC(10,2) USING 'E1-GR' ) *
TRY_PARSE( width.Value AS NUMERIC(10,2) USING 'E1-GR' ) *
TRY_PARSE( lengt.Value AS NUMERIC(10,2) USING 'E1-GR' ))/POWER(10,9)) AS 'Объем, м3'
FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ObjectsShadow] AS obj
INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS att1 ON (att1.idObject = obj.idObject AND att1.Value LIKE '%кирпич%')
INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS att2 ON (att2.idObject = obj.idObject AND att2.Value = 'ULM')
INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS att3 ON (att3.idObject = obj.idObject AND att3.Value LIKE '-B02.AD03.BD04%')

INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS height ON (height.idObject = obj.idObject)
INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS width ON (width.idObject = obj.idObject)
INNER JOIN [Test_BIM_N].[dbo].[Parameters_STR] AS lengt ON (lengt.idObject = obj.idObject)

WHERE att1.idParamDef =
(SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name LIKE '%XNKT0002') AND
att2.idParamDef =
(SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name LIKE '%XNKC0001') AND
att3.idParamDef =
(SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name LIKE '%XNKP0002') AND
height.idParamDef =
(SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name = 'BBOX_Height') AND
width.idParamDef =
(SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name LIKE 'BBOX_Length') AND
lengt.idParamDef =
(SELECT x1.idParamDef FROM [Test_BIM_N].[dbo].[ParamDefs] AS x1 WHERE x1.Name LIKE 'BBOX_Width')

GROUP BY att1.Value

```

Тип	Объем
1 Стена кирпичная внутренняя	1112.052047665232

Рисунок Б.2.4 – *SQL*-запрос на получение суммарного объема всех внутриквартирных стен, выполненных из кирпичной кладки (1112.05 м³)

На рисунке Б.2.4 показан пример запроса к БД, для выполнения которого смоделирована ситуация отсутствия необходимых атрибутов (отдельная категория для кирпичных стен, параметр объем и признак нахождения стен внутри здания), заданных в явной форме. Для решения этой задачи дополнительно были использованы значения атрибутов «КСИ Код продукта многоуровневый» (маска запроса ‘%XNKP0002’), «КСИ Наименование типа класса» (маска запроса ‘XNKT0002’) и набор системных параметров ‘BBOX_Height’, ‘BBOX_Length’, ‘BBOX_Width’.

Таким образом, все сформированные запросы к БД оперируют исключительно кодами КСИ, без каких-либо привязок к форматам представления ЦИМ²⁰ и соответствующим им характерным атрибутам (внутренним классам).

Например, для выборки всех дверей (рисунок Б.2.3) и стен модели (рисунок Б.2.4) в запросах к БД были использованы значения атрибутов «КСИ Код класса#XNKC0001» (‘QQC’ и ‘ULM’), без привязки к классам *IFC* (*IFCDoor* и *IFCWall* соответственно). Поиск значений этих атрибутов был осуществлен по маске кода соответствующей характеристики: ‘%XNKC0001’²¹, что позволило не учитывать возможные ошибки в

²⁰ Изначальный формат разработки. *rvt* и последующий *.ifc* (по результатам экспорта из *Autodesk Navisworks*).

²¹ Символ процента % обозначает произвольное количество символов, предшествующих выражению после знака процента (*XNKC0001*).

наименованиях атрибутов (смена регистра, применение латиницы вместо кириллицы, лишние пробелы и т.д.).

Данная особенность применения системы кодовых обозначений КСИ позволяет обойти существующие ограничения в виде требований к форматам представления ЦИМ и внутренним классам этих форматов, в которых должны быть представлены те или иные элементы модели.

Б.2.2 Получение количественных показателей ЦИМ в «CADLib Модель и Архив»

Для получения необходимых количественных показателей ЦИМ (согласно таблице Б.2.1) в «CADLib Модель и Архив» необходимо воспользоваться инструментом «Редактор отчетов». На рисунках Б.2.2.1-7 показаны настройки редактора отчетов для задачи получения количества свай с последующей их группировкой по типам.

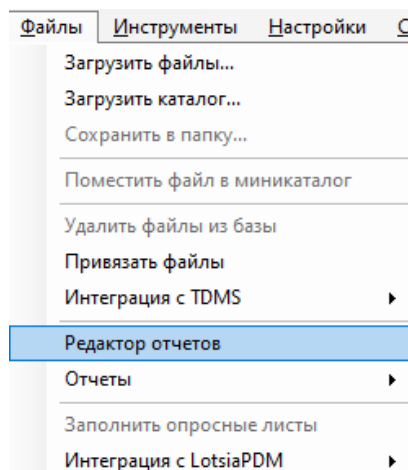


Рисунок Б.2.2.1 – Инструмент «Редактор отчетов» в «CADLib Модель и Архив»

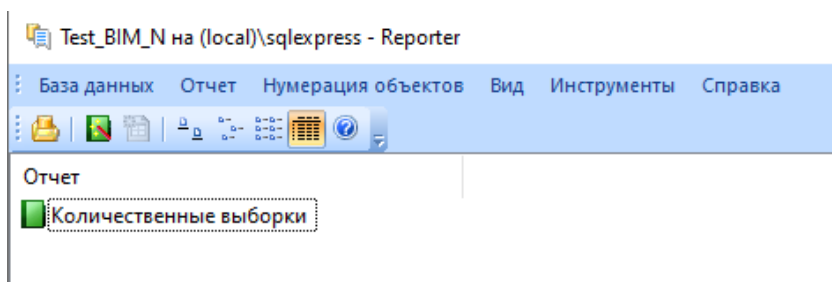


Рисунок Б.2.2.2 – Создание нового отчета в инструменте «Редактор отчетов»

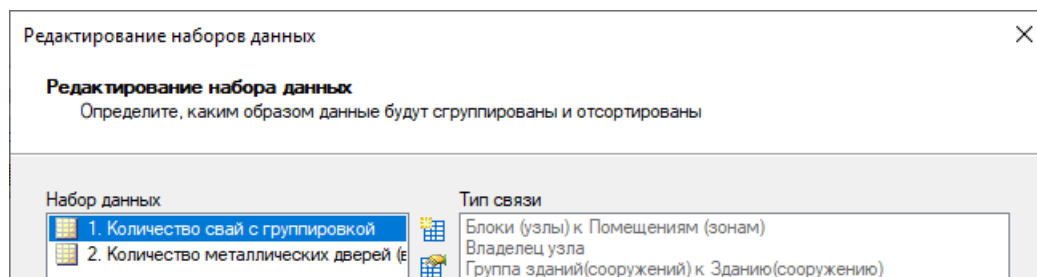


Рисунок Б.2.2.3 – Формирование наборов данных

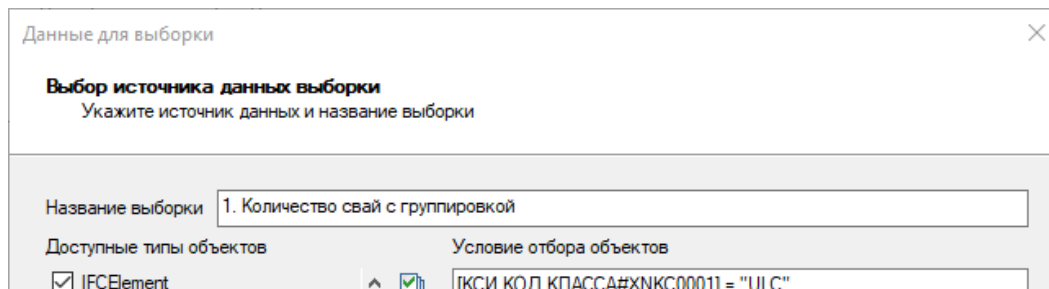


Рисунок Б.2.2.4 – Выбор источника данных для отчета

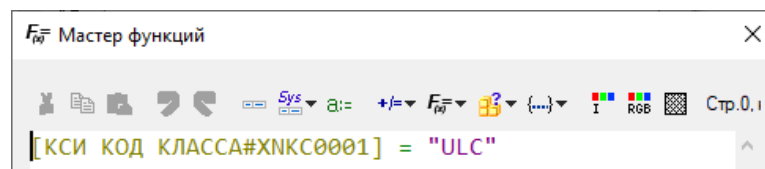


Рисунок Б.2.2.5 – Формирование строки выражения для отбора данных, используя инструмент «Мастер функций»

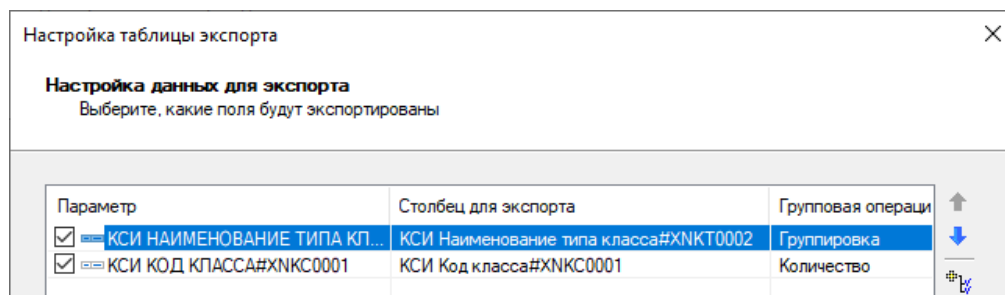


Рисунок Б.2.2.6 – Настройка параметров для таблицы экспорта

1	Количественные выборки	
2	КСИ Наименование типа класса#XNKT0002	КСИ Код класса#XNKC0001
3	Свая ЖБ С120.30-8	551
4	Свая ЖБ С140.30-2-БО	3

Рисунок Б.2.2.7 – Содержимое отчета с результатами количественной выборки (п. 1 таблицы Б.2.1)

Б.2.3 Получение количественных показателей ЦИМ в Autodesk Navisworks

Для получения количественных показателей ЦИМ (согласно таблице Б.2.1) в Autodesk Navisworks необходимо воспользоваться инструментом «Quantity TakeOff». На рисунках Б.2.3.1-7 показаны настройки для получения количества свай с последующей их группировкой по типам.

Категория	Свойство	Условие	Значение
Объект	КСИ Код класса#XNKC0001	=	ULC

Рисунок Б.2.3.1 – Задание условий поиска элементов модели в окне «Поиск элементов»

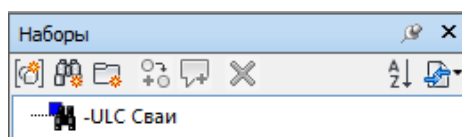


Рисунок Б.2.3.2 – Сохранение поискового набора «-ULC Сваи»

Настройка Quantification: выберите каталог

Выбрать каталог для упорядочения проекта выборки:

☒ Использовать каталог из списка

Нет
CSI-16
CSI-48
Unifomat

Рисунок Б.2.3.3 – Выбор каталога для WBS²²

Элементы	WBS
Substructure	A
Foundations	A.10
Standard Foundations	A.10.10
Special Foundations	A.10.20
Сваи ЖБ	A.10.20.1
Свая С120.30-8(551)	A.10.20.1.1
Свая С140.30-2-Б0(3)	A.10.20.1.2

Рисунок Б.2.3.4 – Выборка элементов модели в отдельную группу в составе раздела «Special Foundations»

²² WBS (Work Breakdown Structure) – структура распределения (разбивки) работ. Выбор конкретного вида WBS для данного примера не принципиален.

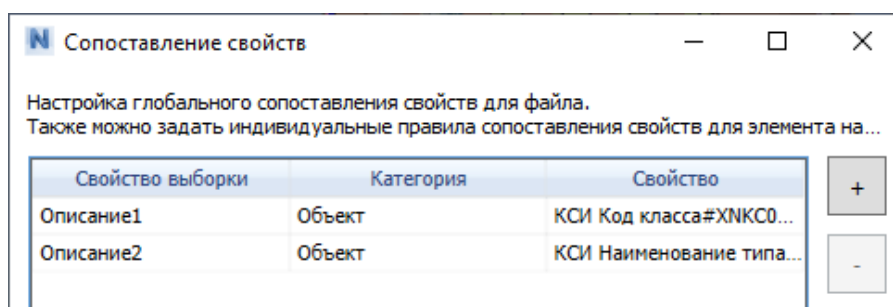


Рисунок Б.2.3.5 – Сопоставление свойств для элементов выборки

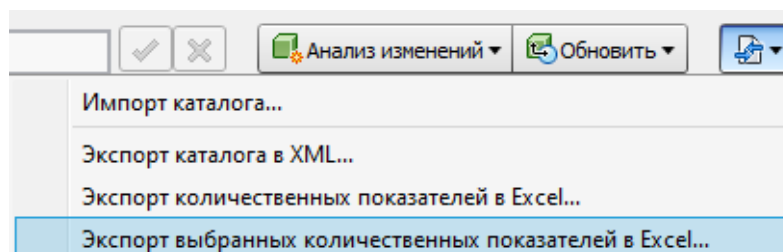


Рисунок Б.2.3.6 – Экспорт количественных показателей выборки в файл формата *MS Excel*

Substructure	
Foundations	
Special Foundations	
Сваи ЖБ	
Свая С120.30-8	551
Свая С140.30-2-Б0	3

Рисунок Б.2.3.7 – Содержимое отчета с результатами количественной выборки (п. 1 таблицы Б.2.1)

Б.3 Структурирование данных ЦИМ

Формирование настраиваемых структур представления данных ЦИМ позволяет группировать элементы модели согласно признакам отбора (принадлежность к одному классу/системе, одинаковый материал, нахождение в общем пространстве и прочие). Применение структур представления ЦИМ значительно повышает эффективность работы с элементами модели и позволяет использовать сформированные в процессе структурирования поисковые запросы для решения таких прикладных задач, как: получение объемов работ, проверки ЦИМ и прочее.

В пп. Б 3.1-3.2 показаны примеры системной декомпозиции тестовой ЦИМ, согласно выделенным в приложении А системам КСИ.

Б.3.1 Формирование структуры представления в «CADLib Модель и Архив»

Для создания пользовательской структуры представления ЦИМ, основанной на системах, выделенных по результатам системной декомпозиции модели (см. п. 4.2.1), в «CADLib Модель и Архив» применяется комбинация инструментов «Создать выборку» и «Создать классификатор». Процесс создания пользовательской структуры ЦИМ для функциональной системы «Фундамент» (-A01) отображен на рисунках Б.3.1.1-7.

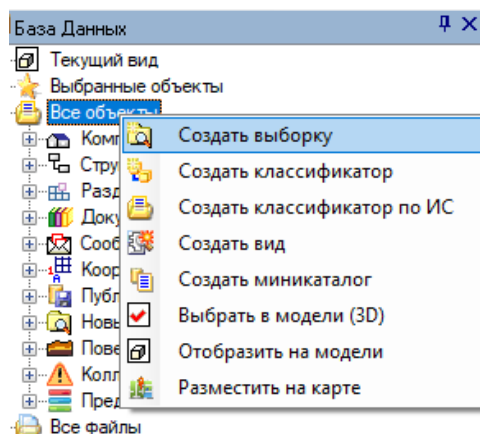


Рисунок Б.3.1.1 – Создание пользовательской выборки в БД проекта

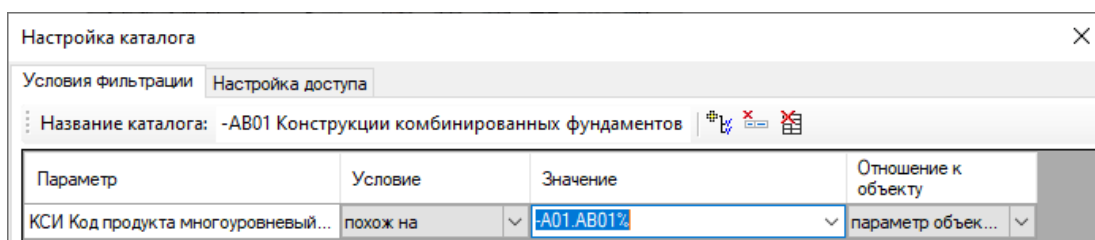


Рисунок Б.3.1.2 – Настройка условий фильтрации пользовательской выборки для системы «Конструкции комбинированных фундаментов»²³ -A01.AB01

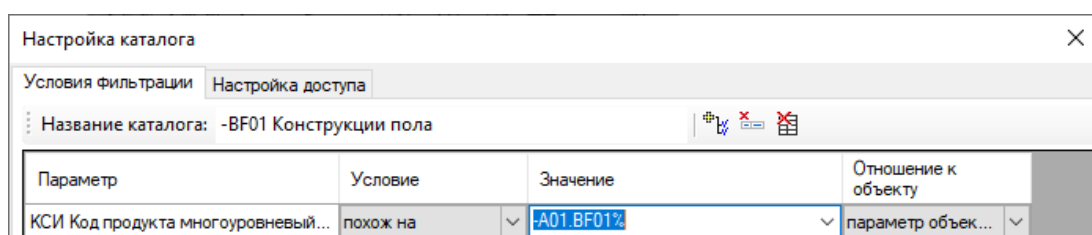


Рисунок Б.3.1.3 – Настройка условий фильтрации пользовательской выборки для системы «Конструкции пола» -A01.BF01

²³ Символ процента (%) в поле «Значение» не стоит путать с обозначением аспекта типа по КСИ. В данном случае он является спецсимволом и обозначает любое количество произвольных знаков после префикса '-A01.AB01'. В данном примере поисковое выражение '-A01.AB01%' может быть сокращено до '%.AB01%', более подробная информация о регулярных выражениях представлена в [3].

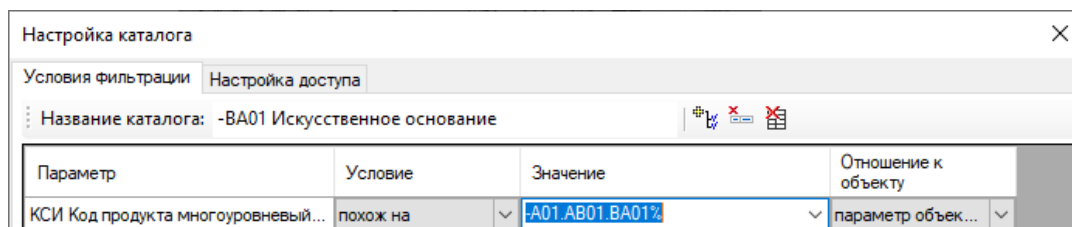


Рисунок Б.3.1.4 – Настройка условий фильтрации пользовательской выборки для системы «Искусственное основание» -A01.AB01.BA01

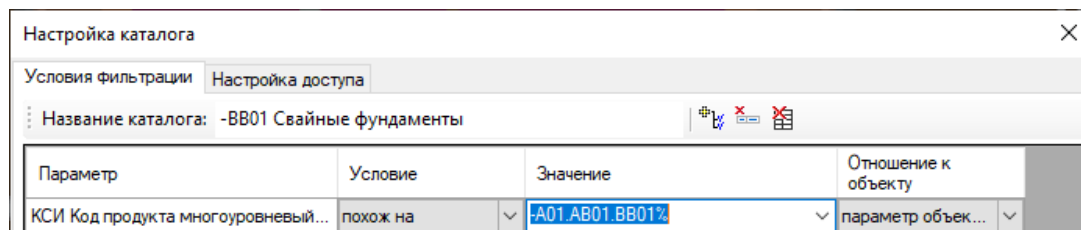


Рисунок Б.3.1.5 – Настройка условий фильтрации пользовательской выборки для системы «Свайные фундаменты» -A01.AB01.BB01

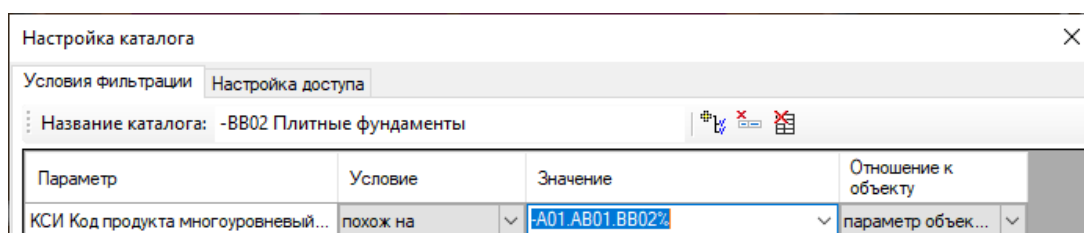


Рисунок Б.3.1.6 – Настройка условий фильтрации пользовательской выборки для системы «Плитные фундаменты» -A01.AB01.BB02

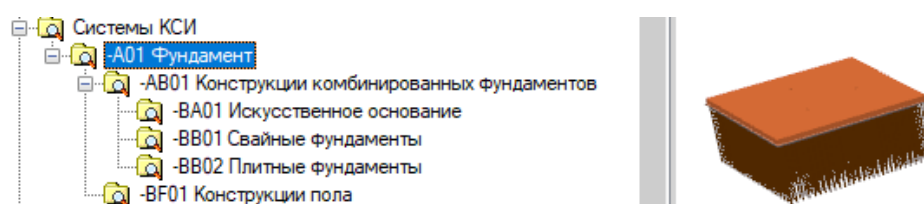


Рисунок Б.3.1.7 – Фрагмент структуры ЦИМ в БД проекта «CADLib модель и Архив» для функциональной системы «Фундамент» (-A01)

Б.3.2 Формирование структуры представления в *Autodesk Navisworks*

В *Autodesk Navisworks* механизм формирования структуры ЦИМ, также как и в «*CADLib* Модель и Архив» основан на формировании пользовательских запросов (поисковые наборы).

Процесс создания пользовательской структуры ЦИМ для функциональной системы «Фундамент» (-A01) отображен на рисунках Б.3.2.1-7.

Категория	Свойство	Условие	Значение
Объект	КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	Подстановочный знак	-A01*

Рисунок Б.3.2.1 – Создание поискового набора для функциональной системы «Фундамент» (-A01)

Категория	Свойство	Условие	Значение
Объект	КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	Подстановочный знак	*,AB01*

Рисунок Б.3.2.2 – Создание поискового набора для функциональной системы «Конструкции комбинированных фундаментов» -A01.AB01

Категория	Свойство	Условие	Значение
Объект	КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	Подстановочный знак	*,BA01*

Рисунок Б.3.2.3 – Создание поискового набора для функциональной системы «Искусственное основание» -A01.AB01.BA01

Категория	Свойство	Условие	Значение
Объект	КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	Подстановочный знак	*,BF01*

Рисунок Б.3.2.4 – Создание поискового набора для функциональной системы «Конструкции пола» -A01.BF01

Категория	Свойство	Условие	Значение
Объект	КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	Подстановочный знак	*,BB01*

Рисунок Б.3.2.5 – Создание поискового набора для функциональной системы «Свайные фундаменты» -A01.AB01.BB01

Категория	Свойство	Условие	Значение
Объект	КСИ Код продукта многоуровневый#XNKP0002	Подстановочный знак	*.BB02*

Рисунок Б.3.2.6 – Создание поискового набора для функциональной системы «Плитные фундаменты» -A01.AB01.BB02

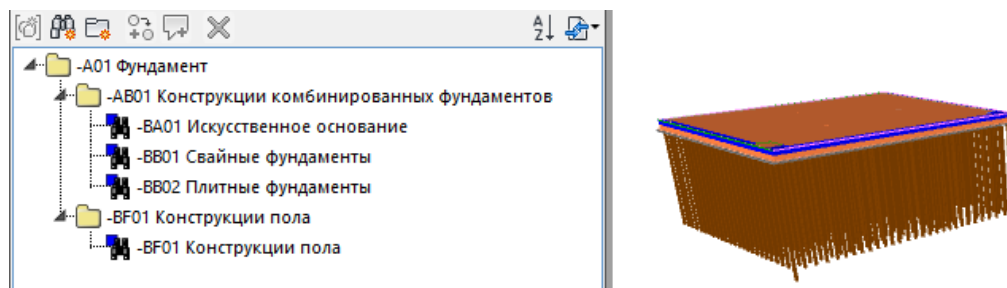


Рисунок Б.3.2.7 – Фрагмент структуры ЦИМ в *Autodesk Navisworks* для функциональной системы «Фундамент» (-A01)

Б.4 Проверка ЦИМ на нормативные требования

Реализация задач по проверке ЦИМ на предмет соответствия нормативным требованиям также базируется на механизме формирования пользовательских запросов с целью сопоставления значений параметров проверяемых элементов ЦИМ с нормируемыми значениями, согласно нормативной документации. Исключение составляет категория проверок, в той или иной степени задействующая геометрическое ядро применяемого ПО (проверка пересечений, «вложенности» и «смежности» для геометрического представления объектов модели и проч.)²⁴.

Для осуществления подобных проверок, помимо имеющихся значений атрибутивной информации, при помощи методов геометрического решателя²⁵ ПО вычисляются дополнительные параметры объектов, участвующие в реализации сценариев нормативных проверок, например: расстояние между поверхностями объектов, нахождение точек/линий пересечений и прочее.

²⁴ Простейшие геометрические задачи (проверка нахождения точки внутри объема, получение координат геометрического центра объекта) могут быть решены на уровне запросов к БД (п. Б.2.1), например, за счёт применения хранимых процедур, в качестве исходных данных использующих данные о геометрическом представлении объектов модели (координаты вершин геометрической модели, координаты центра и прочее).

²⁵ *Geometric Constraint Solver* – геометрический решатель САПР, более подробная информация представлена в [6].

Перечень нормативных проверок (см. таблицу 4.2.2.2), реализованных для тестовой ЦИМ с применением КСИ, приведен в таблице Б.4.1.

Таблица Б.4.1 – Перечень нормативных проверок тестовой ЦИМ

№ зад.	Формулировка требования	Запрос к ЦИМ
1	Расстояние между осями забивных висячих свай без уширений в плоскости их нижних концов должно быть не менее $3d$ (где d - или диаметр круглого, или сторона квадратного, или большая сторона прямоугольного поперечного сечения ствола сваи), а свай-стоек - не менее $1,5d$.	Получить выборку свай, расстояния между поверхностями которых (гранями) менее $(3d-x)$, где x – значение атрибута «Ширина сечения сваи, (мм)#XPGU_0002»
2	Высота эвакуационных выходов в свету должна быть, как правило, не менее 1,9 м.	Получить выборку дверей (из квартир), для которых значение атрибута «Высота в свету, (м)#XPG_0020» меньше 1,9 (м).
3	Толщину плоских плит перекрытий сплошного сечения рекомендуется принимать не менее 16 см и не менее $1/30$ длины наибольшего пролета и не более 25 см, класс бетона — не менее B20.	Получить выборку всех плит перекрытий, толщина которых («Толщина, (мм)#XPG_0013») < 160 (мм) или класс бетона менее («Класс бетона#MPM_0042») B20.

Б.4.1 Проверка расстояний между сваями

Для осуществления проверок ЦИМ в «CADLib Модель и Архив» применяется соответствующий инструмент «Проверка коллизий». Настройки для профиля проверки на нормируемые расстояния между сваями отображены на рис. Б.4.1.1–7.

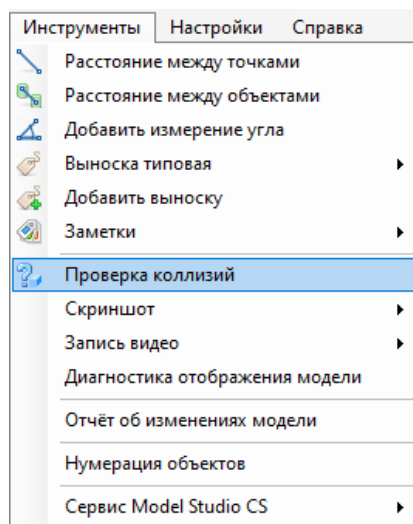


Рисунок Б.4.1.1 – Инструмент «Проверка коллизий» в «CADLib Модель и Архив»

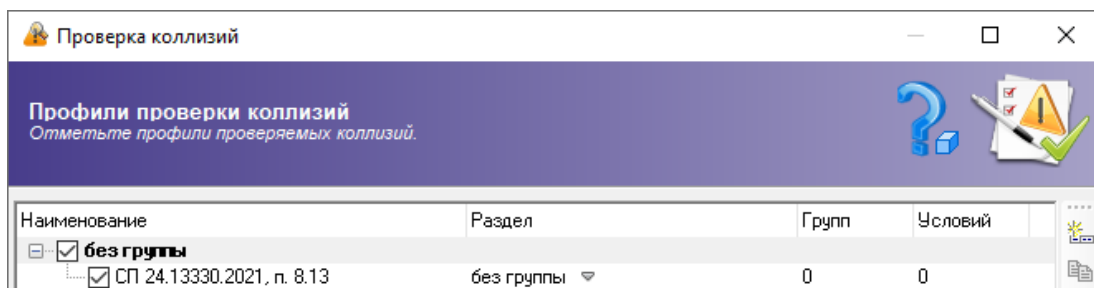


Рисунок Б.4.1.2 – Создание профиля проверки коллизий

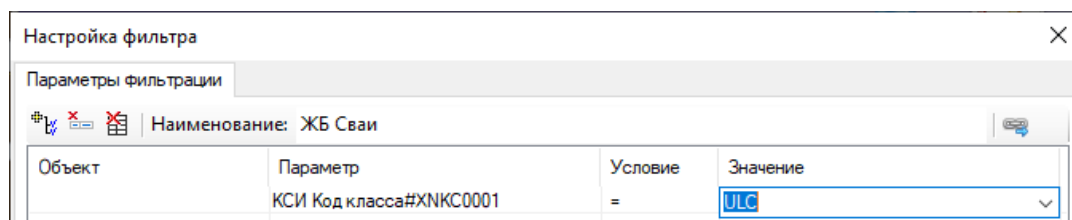


Рисунок Б.4.1.3 – Настройка фильтра для объектов проверки

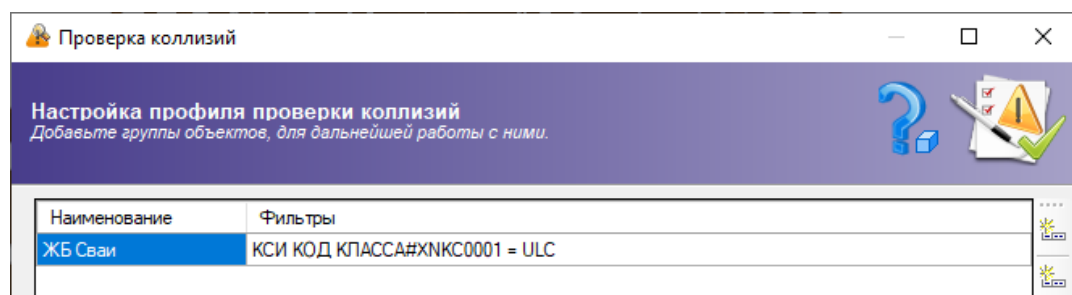


Рисунок Б.4.1.4 – Формирование групп объектов для проверки

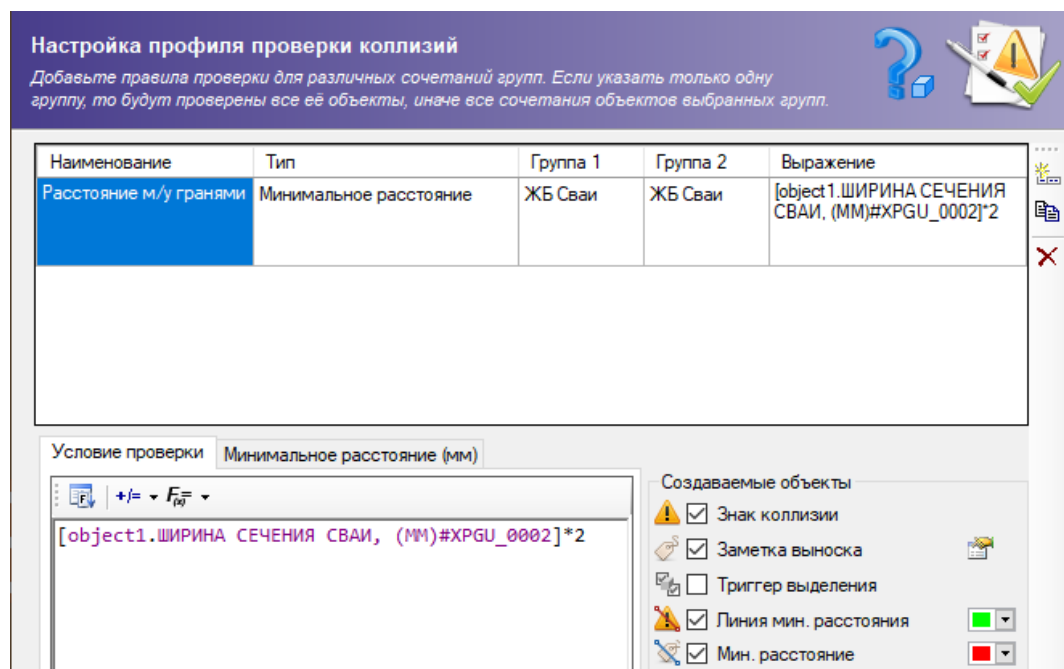


Рисунок Б.4.1.5 – Настройка условий проверки

```

16:25 Группировка объектов
16:25 Объектов группы "ЖБ Сваи": 554
16:25 Подготовка условий
16:25 Извлечение параметров
16:25 Извлечение существующих коллизий
16:25 Запуск анализа минимальных расстояний
16:25 Пар для анализа: 153180
16:25 Расчёт коллизий завершён.
16:25 Обнаружено коллизий минимального расстояния: 17
16:25 Добавление коллизий минимального расстояния
16:25 Добавлено коллизий минимального расстояния: 17

16:25 Анализ коллизий успешно завершён.

16:25 Нажмите "Готово", чтобы закончить работу мастера коллизий.

```

Рисунок Б.4.1.6 – Протокол проверки коллизий

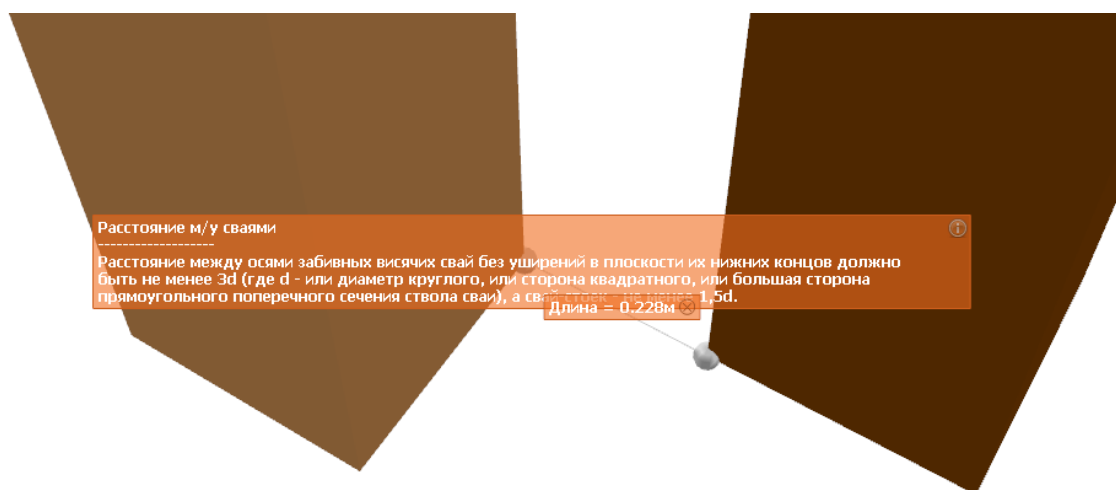


Рисунок Б.4.1.7 – Визуализация найденных коллизий в 3d-пространстве модели

Согласно протоколу проверки, в анализе участвовало 554 объекта (найденных по коду класса 'ULD'), для которых было проверено 15380 пар объектов. По итогам анализа найдено 17 пар свай²⁶, расстояние между которыми меньше нормируемого (0.6 м).

Для настройки параметров модуля «Проверка коллизий», аналогично п. Б.2.1, использовались атрибуты и коды классов из КСИ. Ни один из атрибутов, характерных для форматов представления ЦИМ (*RVT*, *IFC*) в реализации проверки не использовался.

²⁶ Для демонстрации возможных результатов проверки по выявлению коллизий, в тестовую модель (в формате разработки) специально были внесены изменения в части увеличения количества свай и изменения их местоположения (сокращения межосевых расстояний). В исходной модели при проверке на данное нормативное требование коллизий не выявлено.

Б.4.2 Проверка высоты эвакуационных выходов

Настройки для проверки ЦИМ на нормируемые высоты эвакуационных выходов в «CADLib Модель и Архив» отображены рис. Б.4.2.1–6.

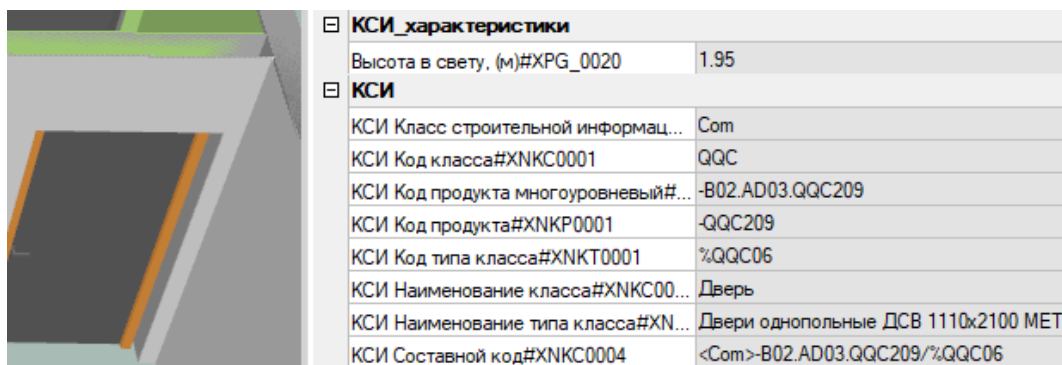


Рисунок Б.4.2.1 – Атрибуты элемента «Дверь», согласно КСИ

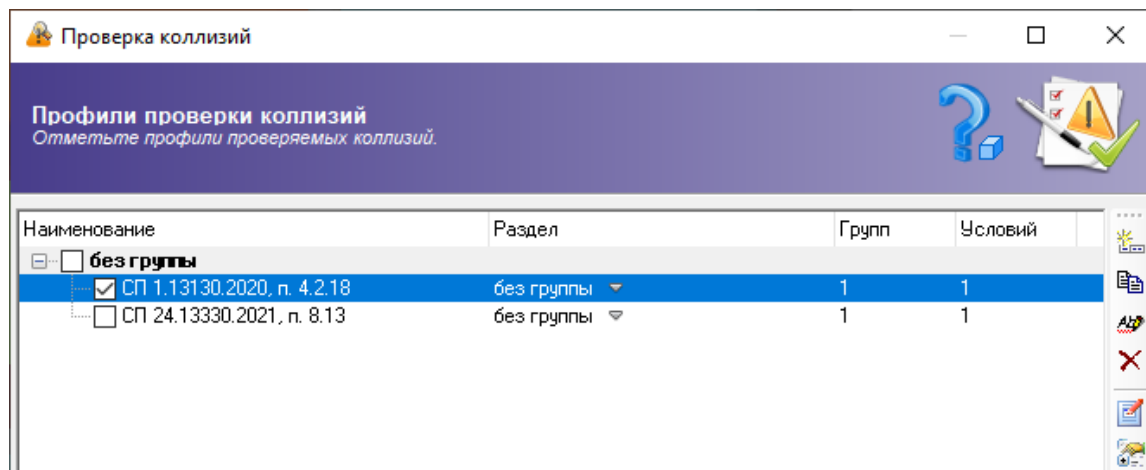


Рисунок Б.4.2.2 – Создание профиля проверки коллизий

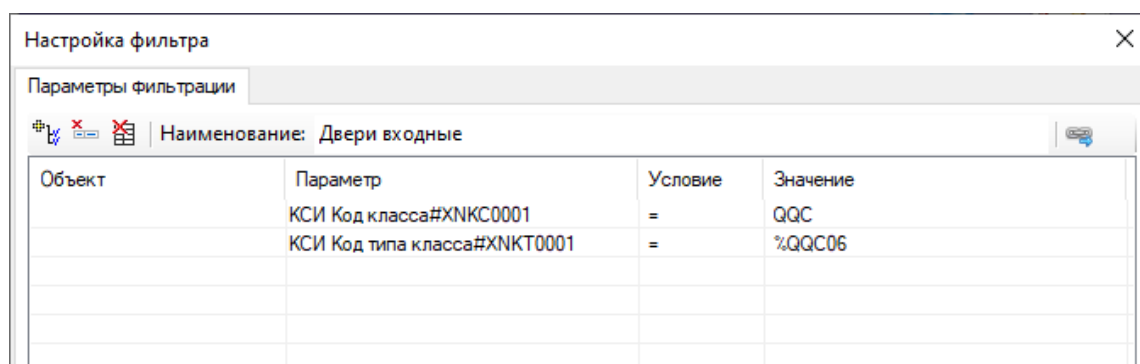


Рисунок Б.4.2.3 – Настройка фильтра для объектов проверки

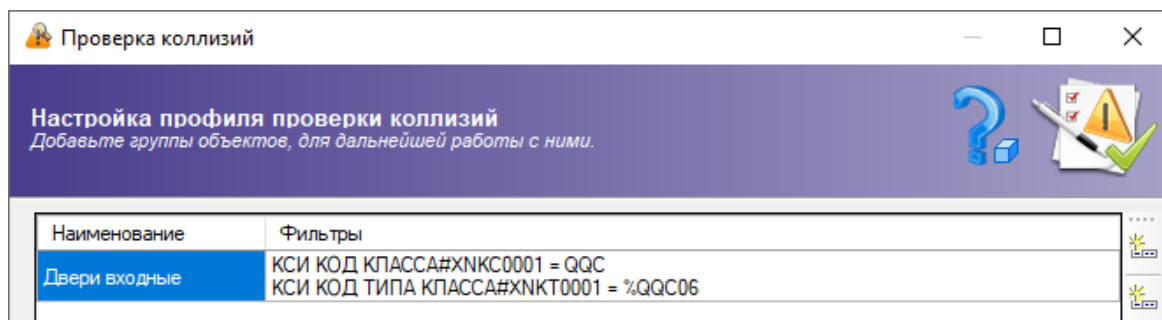


Рисунок Б.4.2.4 – Формирование групп объектов для проверки

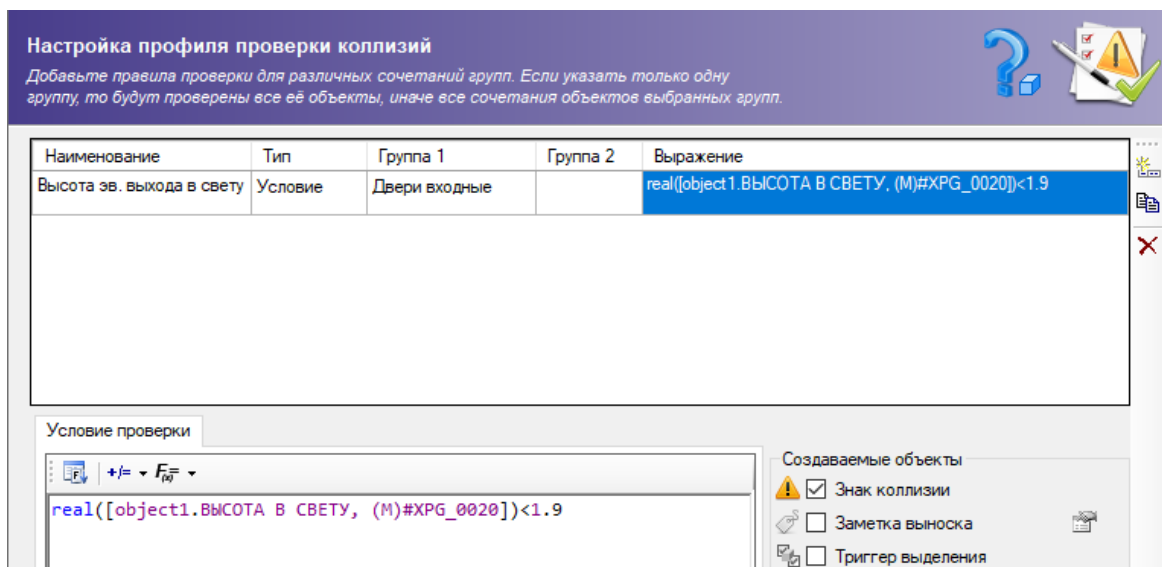


Рисунок Б.4.2.5 – Настройка условий проверки

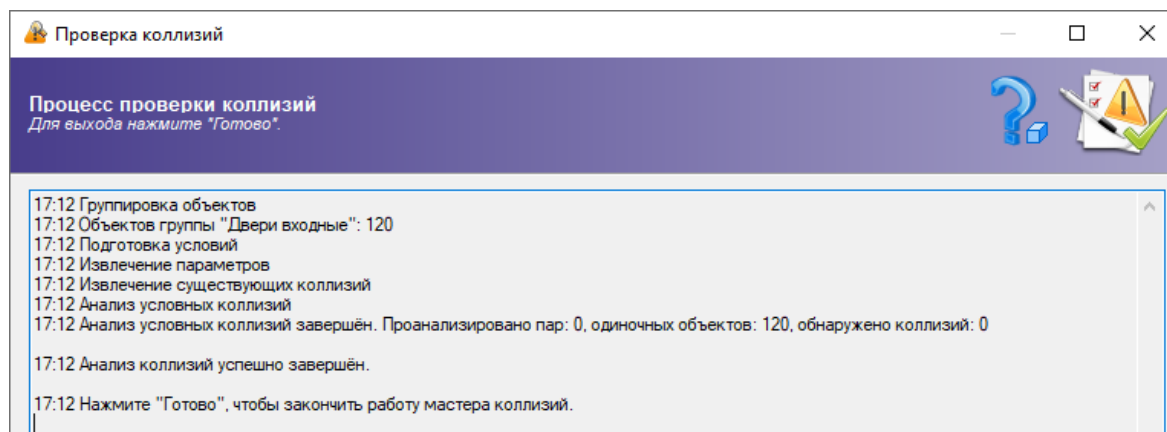


Рисунок Б.4.2.6 – Протокол проверки коллизий

Согласно протоколу проверки, в анализе участвовало 120 объектов (найденных по коду класса 'QQC' и коду типа класса '%QQC06'). По итогам анализа коллизий не выявлено.

Б.4.3 Проверка плит перекрытий на толщину и класс бетона

Реализация проверки плит перекрытий аналогична ранее приведенным примерам проверок, отличие заключается в необходимости проверки значений сразу для двух атрибутов (класса бетона и толщина плиты).

Настройки для проверки ЦИМ на нормируемые высоты эвакуационных выходов в «CADLib Модель и Архив» отображены рис. Б.4.3.1–5.

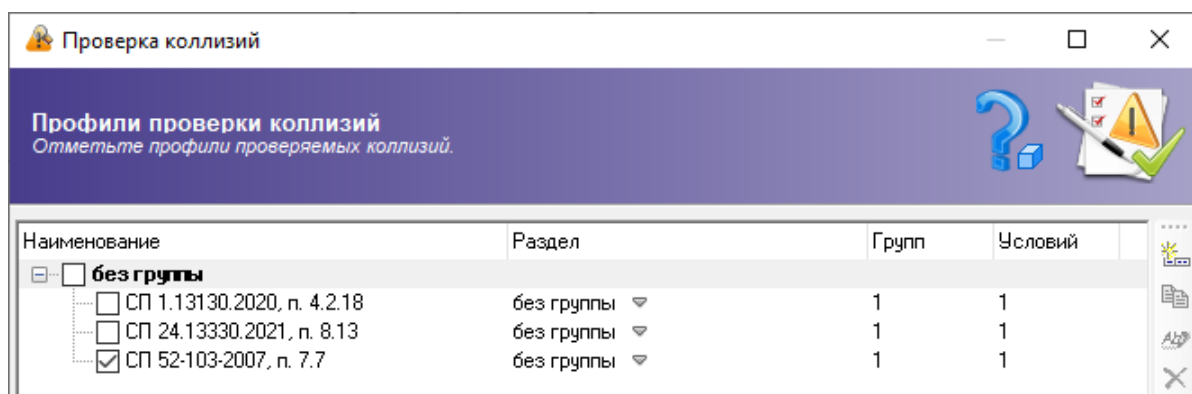


Рисунок Б.4.3.1 – Создание профиля проверки коллизий

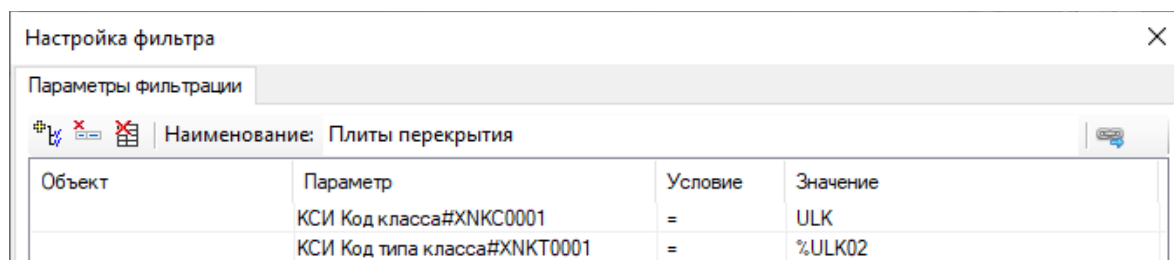


Рисунок Б.4.3.2 – Настройка фильтра для объектов проверки

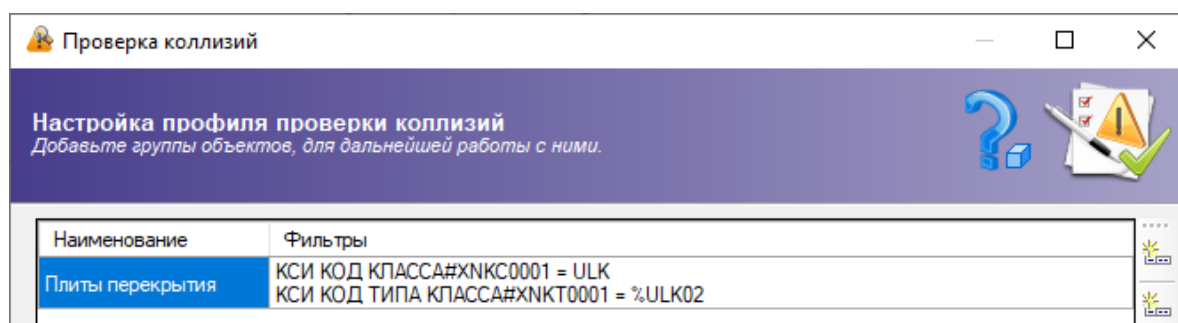


Рисунок Б.4.3.3 – Формирование групп объектов для проверки

Настройка профиля проверки коллизий

Добавьте правила проверки для различных сочетаний групп. Если указать только одну группу, то будут проверены все её объекты, иначе все сочетания объектов выбранных групп.

Наименование	Тип	Группа 1	Группа 2	Выражение
Класс бетона	Условие	Плиты перекрытия	Плиты перекрытия	$(\text{object1.Толщина, (мм)\#XPG_0013}] < 160)$ OR $(\text{int(substr([object1.КЛАСС БЕТОНА\#MPM_0042], 1, 2))} < 20)$

Условие проверки

$(\text{[object1.Толщина, (мм)\#XPG_0013}] < 160)$
OR
 $(\text{int(substr([object1.КЛАСС БЕТОНА\#MPM_0042], 1, 2))} < 20)$

Создаваемые объекты

- ☒ Знак коллизии
- ☒ Заметка выноски
- ☐ Триггер выделения

Рисунок Б.4.3.4 – Настройка условий проверки

```

18:12 Группировка объектов
18:12 Объектов группы "Плиты перекрытия": 78
18:12 Подготовка условий
18:12 Извлечение параметров
18:12 Извлечение существующих коллизий
18:12 Анализ условных коллизий
18:12 Анализ условных коллизий завершён. Проанализировано пар: 3003, одиночных объектов: 0, обнаружено коллизий: 0
18:12 Анализ коллизий успешно завершён.
18:12 Нажмите "Готово", чтобы закончить работу мастера коллизий.

```

Рисунок Б.4.3.5 – Протокол проверки коллизий

Согласно протоколу проверки, в анализе участвовало 78 объектов (найденных по коду класса 'ULK' и коду типа класса '%ULK02'). По итогам анализа коллизий не выявлено.

Примеры проверок из пп. Б.4.1-3 наглядно демонстрирует возможность реализации «унифицированного способа извлечения данных из ИМ для решения прикладных задач информационного моделирования в строительстве, в том числе задачи соотнесения значений извлеченных параметров ИМ с нормируемыми показателями требований из существующей базы НТД, формализованных с применением кодовых обозначений системы кодирования КСИ», см. [1].

Приложение В. Примеры классификации и кодирования элементов ЦИМ ОКС непроизводственного назначения

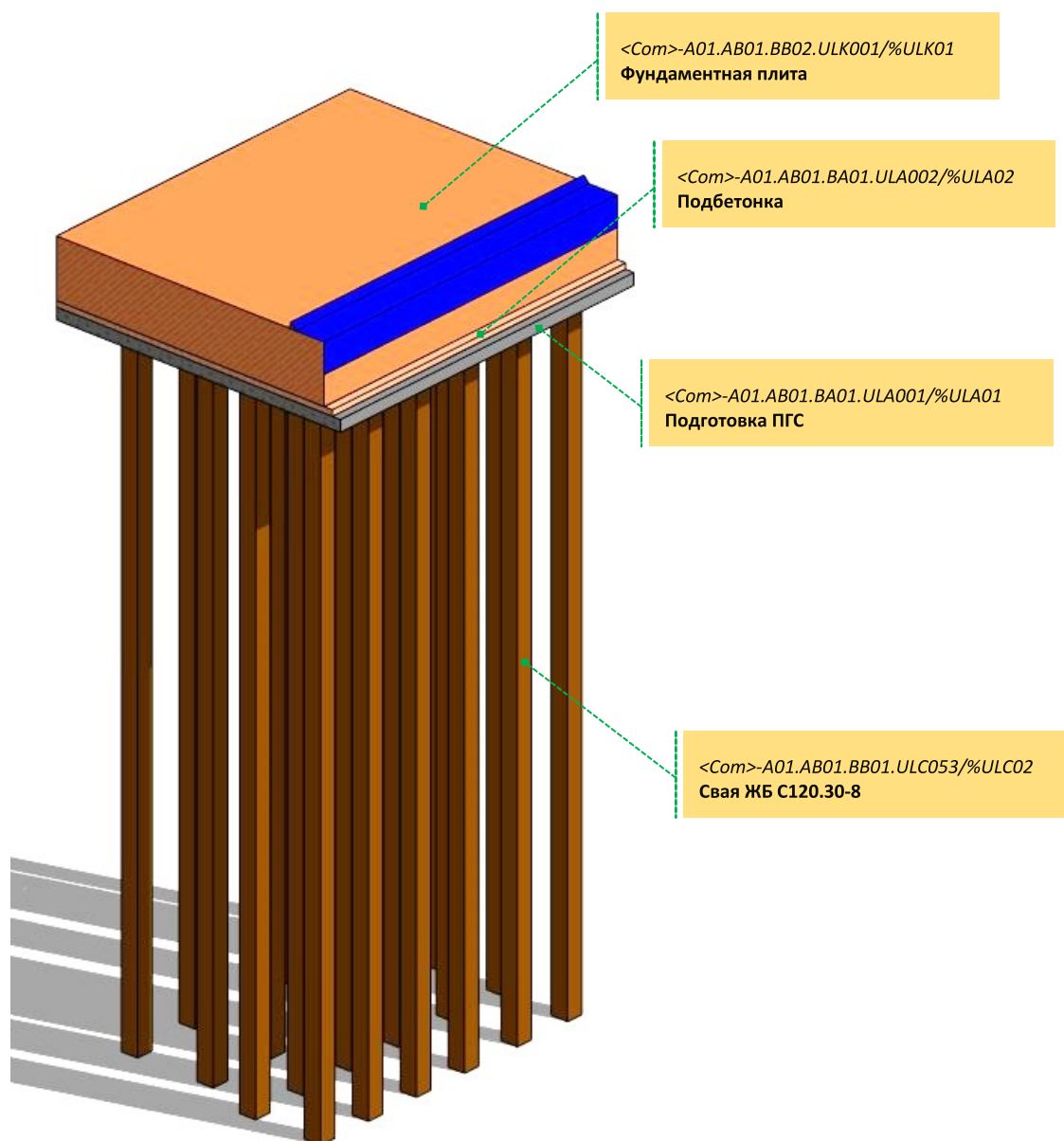


Рисунок В.1 – Элементы для систем:

- Конструкции комбинированных фундаментов (-A01.AB01/%%AB50)

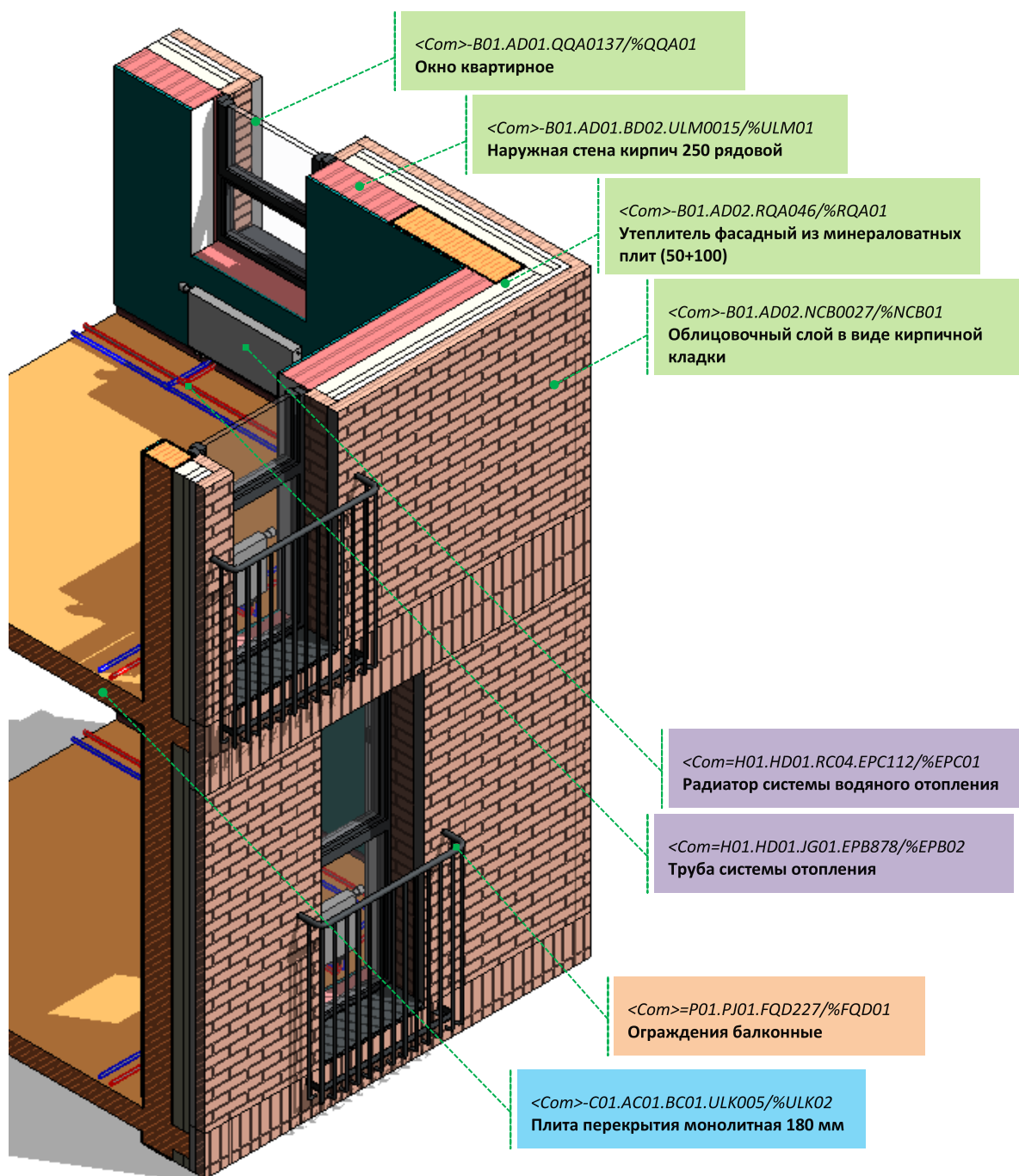


Рисунок В.2 – Элементы для систем:

- Рециркуляционная система снабжения теплом (=H01.HD01/%HD10);
- Система защитных ограждений от падения с высоты (=P01.PJ01/%PJ01);
- Монолитные перекрытия (-C01.AC01.BC01/%BC20);
- Система наружных стен (-B01/%B10).

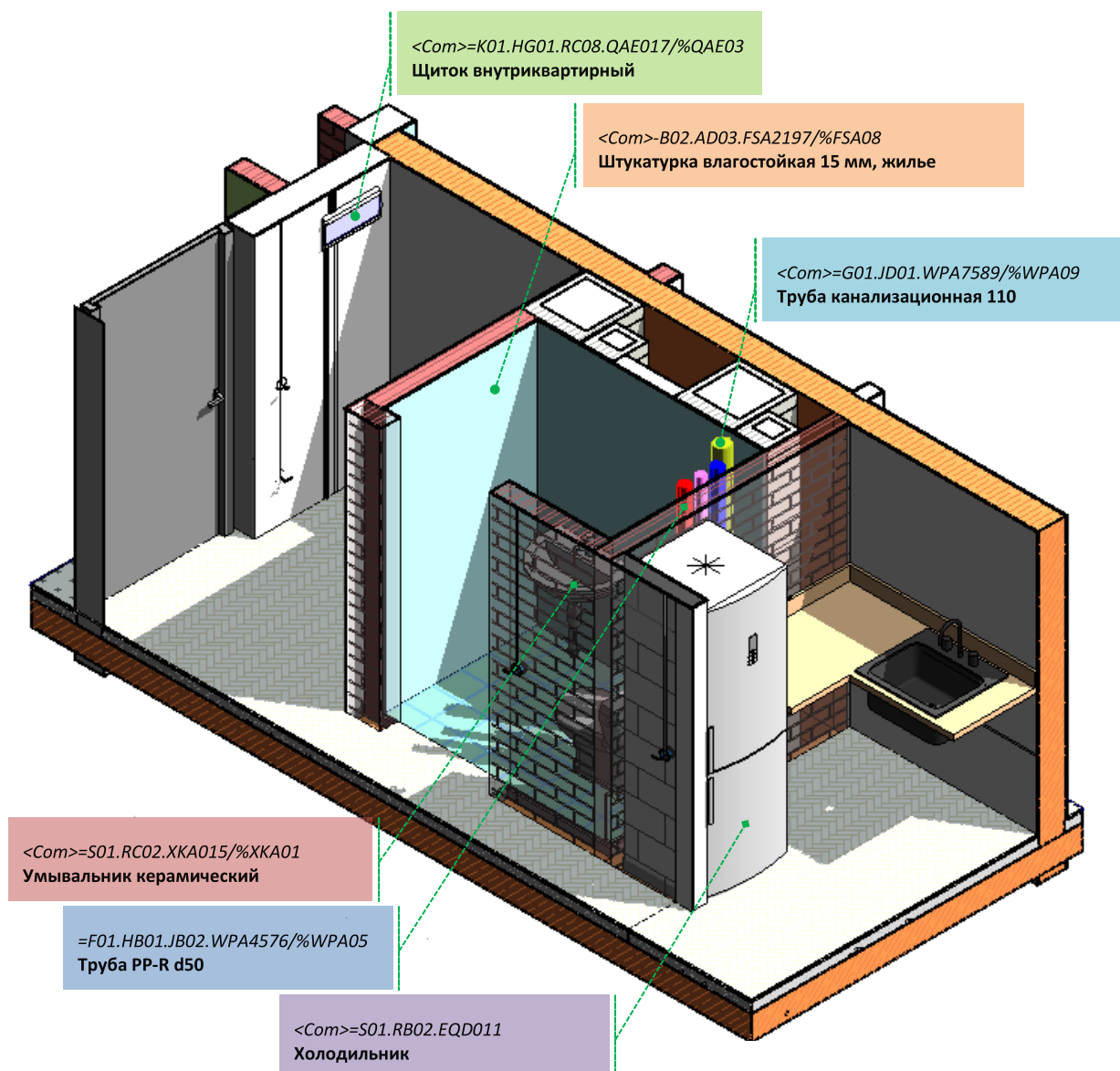


Рисунок В.3 – Элементы для систем:

- Внутридомовая система электроснабжения (=K01.HG01/%HG01);
- Система внутренних стен (-B02/%B20);
- Система хозяйственно-бытовой канализации (=G01.JD01/%JD10);
- Система сантехнического оборудования (=S01.RC02/%RC02);
- Система ГВС (=F01.HB01.JB02/%JB02);
- Система бытовой техники (=S01.RB02/%RB02).

Приложение Ж. Шаблон системного представления ОКС непроизводственного назначения

Таблица А.1 – Перечень систем шаблона системного представления ОКС непроизводственного назначения

Код системы	Код под-системы 1 уровня	Код под-системы 2 уровня	Наименование класса системы	Код типа	Наименование типа системы	Полный код системы
-A01			Наземная система	%%A20	Фундамент	-A01/%%A20
	-AB01		Фундаментные конструкции	%%AB50	Конструкции комбинированных фундаментов	-A01.AB01/%%AB50
	-BF01		Конструкции пола			-A01.BF01
-B01			Стеновая система	%%B10	Система наружных стен	-B01/%%B10
	-AD01		Стеновые конструкции	%%AD10	Конструкции сплошных стен	-B01.AD01/%%AD10
		-BD01	Несущие конструкции стены	%%BD30	Монолитные стены	-B01.AD01.BD01/%%BD30
		-BD02	Несущие конструкции	%%BD10	Стены из кладки	-B01.AD01.BD02/%%BD10
	-AD02		Стеновые конструкции	%%AD50	Конструкции фасадной системы	-B01.AD02/%%AD50
-B02			Стеновая система	%%B20	Система внутренних стен	-B02/%%B20
	-AD03		Стеновые конструкции	%%AD10	Конструкции сплошных стен	-B02.AD03/%%AD10
		-BD03	Несущие конструкции стены	%%BD30	Монолитные стены	-B02.AD03.BD03/%%BD30
		-BD04	Несущие конструкции стены	%%BD10	Стены из кладки	-B02.AD03.BD04/%%BD10
		-BD05	Несущие конструкции стены	%%BD40	Каркасные стены	-B02.AD03.BD05/%%BD40
-C01			Система перекрытий	%%C10	Система внутренних перекрытий зданий и сооружений	-C01/%%C10
	-AC01		Конструкции перекрытия	%%AC10	Конструкции безбалочных перекрытий	-C01.AC01/%%AC10
		-BC01	Несущие конструкции перекрытия	%%BC20	Монолитные перекрытия	-C01.AC01.BC01/%%BC20
		-BG01	Потолочные конструкции	%%BG40	Комбинированные потолки	-C01.AC01.BG01/%%BG40
		-BF02	Конструкции пола			-C01.AC01.BF02
	-AF01		Лестничные конструкции			-C01.AF01
-D01			Система крыши			-D01
	-AE01		Конструкции крыши			

Код системы	Код под-системы 1 уровня	Код под-системы 2 уровня	Наименование класса системы	Код типа	Наименование типа системы	Полный код системы
		-BE01	Несущие конструкции крыши	%%BE30	Плитные конструкции крыши	-D01.AE01.BE01/%%BE30
=F01			Водяная и жидкостная система			=F01
	=HB01		Система снабжения жидкостью	%HB01	Внутренняя система водопровода	=F01.HB01/%HB01
		=JB01	Система водоснабжения	%JB01	Система ХВС	=F01.HB01.JB01/%JB01
		=JB02	Система водоснабжения	%JB02	Система ГВС	=F01.HB01.JB02/%JB02
		=RC07	Оборудование	%RC07	Оборудование системы водопровода	=F01.HB01.RC07/%RC07
=G01			Система дренажа и удаления отходов			=G01
	=JD01		Система отведения жидкостей	%%JD10	Система хозяйственно-бытовой канализации	=G01.JD01/%%JD10
		=RC03	Оборудование	%RC03	Оборудование системы хозяйственно-бытовой канализации	=G01.JD01.RC03/%RC03
	=JD02		Система отведения жидкостей	%%JD30	Система внутреннего водостока	=G01.JD02/%%JD30
=H01			Система отопления и/или охлаждения	%%H10	Система отопления	=H01/%%H10
	=HD01		Система теплоснабжения	%%HD10	Рециркуляционная система снабжения теплом	=H01.HD01/%%HD10
		=JG01	Система распределения тепла	%JG01	Подающий трубопровод	=H01.HD01.JG01/%JG01
		=JG02	Система распределения тепла	%JG02	Обратный трубопровод	=H01.HD01.JG02/%JG02
		=RC04	Оборудование	%RC04	Радиаторы отопления	=H01.HD01.RC04/%RC04
=J01			Система вентиляции			=J01
	=HF01		Система вентиляции	%%HF20	Система общеобменной вентиляции	=J01.HF01/%%HF20
		=RC06	Оборудование	%RC06	Оборудование системы общеобменной вентиляции	=J01.HF01.RC06/%RC06
	=HF02		Система вентиляции	%%HF60	Система противодымной вентиляции	=J01.HF02/%%HF60
		=RC05	Оборудование	%RC05	Оборудование системы противодымной вентиляции	=J01.HF02.RC05/%RC05
=K01			Система электроэнергии			=K01
	=HG01		Система электроснабжения	%HG01	Внутридомовая система электроснабжения	=K01.HG01/%HG01
		=JK01	Система распределения электроэнергии	%%JK20	Распределительная сеть	=K01.HG01.JK01/%%JK20
		=JK02	Система распределения электроэнергии	%%JK30	Групповая сеть (потребителей)	=K01.HG01.JK02/%%JK30
		=RC08	Оборудование	%RC08	Электротехническое оборудование	=K01.HG01.RC08/%RC08
	=PC01		Система заземления			=K01.PC01

Код системы	Код под-системы 1 уровня	Код под-системы 2 уровня	Наименование класса системы	Код типа	Наименование типа системы	Полный код системы
	=PD01		Система молниезащиты			=K01.PD01
=P01			Система охраны и обеспечения безопасности			=P01
=P02			Система охраны и обеспечения безопасности	%%P10	Система противопожарной защиты	=P02/%%P10
	=PB01		Система пожаротушения			
	=RC01		Оборудование			
=Q01			Система освещения			
	=HH01		Система освещения	%HH01	Рабочее освещение	=Q01.HH01/%HH01
	=HH02		Система освещения	%HH02	Аварийное освещение безопасности	=Q01.HH02/%HH02
	=HH03		Система освещения	%HH03	Аварийное эвакуационное освещение	=Q01.HH03/%HH03
	=HH04		Система освещения	%HH04	Ремонтное освещение	=Q01.HH04/%HH04
	=HH05		Система освещения	%HH05	Система наружного освещения	=Q01.HH05/%HH05
=S01			Система обустройства			
	=RB03		Система материально-технического оснащения	%RB03	Система мебели	=S01.RB03/%RB03
	=RB04		Система материально-технического оснащения	%RB04	Лестницы технологические	=S01.RB04/%RB04
	=RC02		Оборудование	%RC02	Система сантехнического оборудования	=S01.RC02/%RC02

Список использованных источников

- [1] ФАУ "ФЦС", Классификация и кодирование информационных моделей объектов капитального строительства. Основные положения, Москва, 2024.
- [2] Д. Э. Х. Альфред В. Ахо, Структуры данных и алгоритмы, Москва: Издательский дом "Вильямс", 2010.
- [3] С. Л. Ян Гойвертс, Регулярные выражения. Сборник рецептов, 2-е издание, СПб: Символ-Плюс, 2016.
- [4] С. Скиена, Алгоритмы. Руководство по разработке, СПб: БХВ-Петербург, 2014.
- [5] А. Е. А.А. Белайчук, Свод знаний по управлению бизнес-процессами: BPM СВОК 3.0, Москва: Альпина Пабlishер, 2016.
- [6] D. R. Beat Brüderlin, Geometric Constraint Solving and Applications, Berlin: Springer, 1998.