

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

На правах рукописи



СЕРЁГИНА Наталья Юрьевна

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ
ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧНОЙ
ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА
НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

Специальность 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов
строительства

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук, доцент
Фомин Никита Игоревич

Екатеринбург – 2026

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	16
1.1. Информационное противоречие в требованиях к проектной документации, влияющий на процесс оценки сметной стоимости.....	16
1.2. Влияние оценки достоверности сметной стоимости на этапы жизненного цикла объекта капитального строительства	28
1.3. Методы расчета количественных показателей в процессе оценки сметной стоимости с применением технологий информационного моделирования	35
1.4. Модель ведомости объемов работ при оценке сметной стоимости с применением цифровых информационных моделей.....	46
Выводы по главе 1	52
ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА	53
2.1. Перечень базовых процессов формирования и анализа информационной модели проектной документации	53
2.2. Экспертное исследование для определения трудоемкости циклических операций по формированию информационной модели и оценке сметной стоимости	62
2.3. Разработка алгоритма группирования позиций сметных расчетов для выбора технологичного метода получения количественных показателей.....	68
2.4. Алгоритм формирования выборки значимых позиций сметных расчетов для оценки количественных показателей	77
Выводы по главе 2.....	84

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ГРУППИРОВАНИЯ ПОЗИЦИЙ СМЕТНЫХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧНОЙ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА.....	85
3.1. Кластерные модели позиций сметных расчетов по критериям: геометрическая детализация, категория при проектировании, класс IfcEntity ..	85
3.2. Оценка трудоемкости базовых процессов формирования информационной модели и анализа её количественных показателей с применением технологий информационного моделирования	99
3.3. Методика подготовки информационной модели проектной документации для технологичной оценки стоимости объекта капитального строительства ..	105
3.4. Проектирование организационных изменений экспертной организации и подготовки специалистов для технологичной оценки стоимости ОКС	119
Выводы по главе 3	127
ГЛАВА 4. АПРОБАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧНОЙ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА	128
4.1. Разработка сценария процесса апробации разработанного методического обеспечения в пилотном проекте на примере проекта школы в Свердловской области.....	128
4.2. Верификация кластерных моделей по данным пилотного проекта.....	131
4.3. Адаптация производственных процессов экспертной организации для оценки достоверности сметной стоимости.....	136
4.4. Апробация разработанной методики группирования позиций локальных сметных расчётов	148
Выводы по главе 4.....	155
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	156
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	160
ПРИЛОЖЕНИЕ А	173
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	176
ПРИЛОЖЕНИЕ В	179

ПРИЛОЖЕНИЕ Г	184
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	187
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	191
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	195

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

В настоящее время отечественный строительный комплекс переживает этап стремительного развития технологий информационного моделирования (ТИМ). Ряд мировых событий последних лет обеспечили возможность устойчивого роста рынка отечественных программных продуктов, ориентированных на строительную отрасль. Так, интенсивно разрабатываются и масштабно внедряются программные комплексы: Renga, Tangl, Pilot-BIM, Rubius, Larix, BIMIT [46], [30] и др. Указанные процессы также сопровождаются развитием соответствующего нормативно-правового обеспечения [32], [38], [33], [34] (профессиональная деятельность в строительстве с применением ТИМ).

Отечественная строительная отрасль находится в фазе активного развития ТИМ [2], ориентируясь, до некоторой степени, на передовой опыт отдельных зарубежных стран. В связи с этим, перспектива разработки цифровой информационной модели (ЦИМ) объекта капитального строительства, ставшей в ряде зарубежных стран уже устоявшейся практикой, найдет в ближайшие годы воплощение на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) отечественных инвестиционно-строительных проектов.

В связи с вышеизложенным, значительную актуальность приобретает проблема получения количественных показателей объекта строительства в результате анализа его ЦИМ. Поисковые исследования по этому направлению ведутся для каждого этапа ЖЦ объекта капитального строительства (ОКС). При рассмотрении этапов проектирования и строительства необходимо обеспечить возможность анализа различных типов ОКС и применяемых строительных материалов, что, в свою очередь, приводит к необходимости выполнения анализа практически неограниченного количества подготовительных работ и данных. Данное обстоятельство также является ключевой сложностью в разработке детализированного универсального классификатора строительной информации, предназначенного для результативного анализа данных ЦИМ

на этапах ЖЦ ОКС.

К настоящему времени в нашей стране сложилось, с одной стороны, информационное противоречие, обусловленное различными нормативными требованиями по детализации строительной проектной документации, а с другой, определенный информационный дефицит, вызванный отсутствием унифицированной методики оценки стоимости ОКС, предусмотренных на этапах его ЖЦ, в частности, на этапе экспертизы проектной документации [12], [37].

Итогом вышеизложенных обстоятельств является наблюдаемое несоответствие сметной стоимости строительного объекта, полученной на этапах составления и проверки смет (этапы ЖЦ: проектирование и экспертиза) и фактической стоимости строительства ОКС. Превышение фактической стоимости объекта на 2 % и выше, по сравнению со сметной (проектной), встречается у 59,5 % ОКС, финансирование строительства которых планируется за счет средств бюджетов различного уровня. Такое превышение фактической стоимости, которое не удастся предотвратить на этапе оценки сметной стоимости в процессе экспертизы проектных решений, негативно влияет на планирование расходов бюджетных средств, вызывает необходимость корректировки бюджетных программ, но, прежде всего, порождает риски существенного увеличения сроков строительства.

Резюмируя вышеизложенное, необходимо отметить актуальность исследований, связанных с разработкой методического обеспечения анализа данных ЦИМ для технологичной¹ оценки стоимости ОКС на этапах ЖЦ, выполняемой, прежде всего, на этапе экспертизы проектных решений.

Степень разработанности темы исследования.

Исследованиями, связанными с оценкой достоверности сметной стоимости на этапе экспертизы проектных решений, занимались отечественные ученые: Абакумов Р. Г., Башева А. В., Васильева Н. В., Гарькина И. А., Кудрявцева В. А., Жариков И. С., Моргунова Т. А. и др., а также коллективы ведущих российских

¹ Здесь и далее по тексту диссертации под технологичным методом подразумевается метод оценки с наименьшей трудоемкостью практической реализации

экспертных учреждений: Федеральное автономное учреждение «Главгосэкспертиза России», Санкт-Петербургское государственное автономное учреждение «Центр государственной экспертизы», государственное автономное учреждение города Москвы «Московская государственная экспертиза» и др.

Возможности использования ЦИМ на этапах ЖЦ ОКС исследовали в своих работах такие отечественные ученые, как Авилова И.П., Гинзбург А. В., Горбанева Е. П., Евтушенко С. И., Железнов М. М., Зеленцов Л. Б., Зиганшин М. Г., Кузина О. Н., Лapidус А. А., Маилян Л. Д., Мищенко А. В., Наумов А. Е., , Опарина Л. А., Павлов А. С., Прокопов А. Ю., Саенко И. А., Синенко С. А., Талапов В. В., Топчий Д. В., Федоров С. С., Шеина С. Г. и др., а также ряд зарубежных авторов: Eastman С. М., Issa Raja R. А., Koutamanis А., Liston K., Sacks R., Teicholz P., Göhlmann J. и др. Исследования по данной теме проводились в отечественных и зарубежных организациях (сообществах): Международная организация по стандартизации (ISO), единая информационная система жилищного строительства «ДОМ РФ», технический комитет по стандартизации ТК 505 «Информационное моделирование» и др.

Исследованиями в сфере кооперации возможностей ТИМ и сметных расчетов занимались такие отечественные и зарубежные ученые, как Зеленцов Л. Б., Игнатьев А. М., Никитина А. В., Макиша Е. В., Мухаметзянова А. Г., Опарина Л. А., Петренева О. В., Придвижкин С. В., Савельева Ю. О., Скидан А. А. и др.; Jiang Yu., Volha H., Zhang Z., Lang X., Hazra A., Kim Y и др., коллективы российских отраслевых организаций: ЗАО «ВизардСофт», ООО «Сигнал Формат».

Анализ источников, выполненных в обзорной части работы, показал недостаточное разрешение информационного противоречия (нормативные требования к детализовке проектных решений, в т.ч. в виде ЦИМ) и информационного дефицита (отсутствие методического обеспечения анализа данных ЦИМ для оценки достоверности сметной стоимости). При этом было выявлено три действующих метода получения количественных показателей на основе анализа ЦИМ ОКС.

Цель, гипотеза и задачи исследования

Цель исследования – разработка методического обеспечения анализа данных информационной модели для технологичной оценки стоимости объекта капитального строительства.

В диссертации сформулирована научная гипотеза, заключающаяся в возможности применения информационной модели объекта капитального строительства для технологичной оценки его стоимости на этапах жизненного цикла.

Объект исследования – цифровые информационные модели объектов капитального строительства, содержащие данные для анализа количественных показателей.

Предмет исследования – алгоритмы и методики технологичной оценки стоимости объекта капитального строительства на этапах жизненного цикла с применением его цифровой информационной модели.

Задачи исследования:

- предложить графоаналитическую модель базовых процессов формирования и анализа информационной модели проектной документации;
- разработать алгоритм формирования выборки значимых позиций локальных сметных расчетов для технологичной оценки количественных показателей смет с применением авторского критерия отбора;
- разработать алгоритм группирования позиций локальных сметных расчетов для выбора технологичного метода получения количественных показателей и применить его к выборке значимых позиций;
- подтвердить в результате апробации методических разработок универсальность кластерных моделей значимых позиций локальных сметных расчетов, выполняемых на этапах проектирования и строительства, по критериям: геометрическая детализация относительно стадии «Проектная документация» (ПД); принадлежность элементов ЦИМ к категории по моделированию; принадлежность элементов ЦИМ к классам IfcEntity;

– внести организационные изменения в производственный процесс проведения экспертизы проектной документации, включающий оценку стоимости объекта капитального строительства выявленным технологичным методом.

Научная новизна исследования заключается в следующем.

1. Предложена графоаналитическая модель базовых процессов формирования и анализа информационной модели проектной документации, позволяющая оценить технологичность процессов и рабочих операций, из которых они состоят.

2. Разработан критерий отбора значимых позиций сметных расчетов с учетом их стоимостной емкости и частоты применения в сметной документации, необходимый для формирования выборок сметных позиций с максимальной стоимостной емкостью.

3. Получены кластерные модели значимых позиций сметных расчетов, выполняемых на этапах проектирования, экспертизы и строительства, по критериям: геометрическая детализация относительно стадии ПД; принадлежность ЦИМ к категории по моделированию; принадлежность элементов ЦИМ к классам IfcEntity, для анализа стоимостной емкости позиций в сметах объектов капитального строительства на этапах проектирования и строительства.

Положения, выносимые на защиту.

1. Графоаналитическая модель базовых процессов формирования и анализа информационной модели проектной документации.

2. Кластерные модели значимых позиций локальных сметных расчетов, выполняемых на этапах проектирования и строительства, по критериям: геометрическая детализация относительно стадии ПД; принадлежность элементов ЦИМ к категории по моделированию; принадлежность элементов ЦИМ к классам IfcEntity.

3. Алгоритм группирования позиций локальных сметных расчетов для выбора технологичного метода получения количественных показателей,

необходимых для оценки стоимости объекта строительства на этапах жизненного цикла.

4. Алгоритм формирования выборки значимых позиций локальных сметных расчетов для оценки достоверности количественных показателей смет с применением авторского критерия отбора.

Методологической основой послужил опыт, накопленный в ведущих экспертных учреждениях, проведения экспертизы ЦИМ ОКС и оценки сметной стоимости ОКС; методы экспериментальных исследований параметров ЦИМ ОКС; современная законодательная и нормативно-методическая база в строительстве; методы математической статистики и экспертной оценки; теория графов.

Область исследования диссертационной работы соответствуют пунктам паспорта научной специальности 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства, а именно:

– п. 5. *Исследование и разработка методов и алгоритмов использования и управления данными информационных моделей объектов капитального строительства на всех этапах их жизненного цикла, включая: сбор, хранение, обработку, интеграцию и передачу данных, их мониторинг, актуализацию и анализ, валидацию и верификацию. Исследование и разработка моделей информационных процессов и структур, алгоритмов визуализации, трансформации и анализа информации, синтеза виртуальной и дополненной реальности;*

– п. 8. Теоретические и методологические подходы к разработке организационных форм управления в строительстве, надежности, устойчивости и конкурентоспособности организационных структур: их моделирование, проектирование и оптимизация, включая управление персоналом и эффективность форм организации труда на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства. Разработка научных и методологических *подходов к обучению и подготовке кадров для всех этапов жизненного цикла объектов капитального строительства.*

Практическая, теоретическая ценность и реализация результатов исследований.

Практическая ценность результатов исследований заключается в следующем:

- разработан алгоритм группирования позиций локальных сметных расчетов для выбора технологичного метода получения количественных показателей, необходимых для оценки стоимости объекта строительства на этапах жизненного цикла;

- разработан алгоритм формирования выборки значимых позиций локальных сметных расчетов для оценки достоверности количественных показателей с применением авторского критерия отбора;

- предложена двухэтапная схема проведения экспертизы проектной документации, включающая: проверку выполнения требований технических регламентов с учетом комплектности и содержания разделов, в соответствии с Положением, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87; оценку достоверности сметной стоимости после детализации проектной документации, включая ЦИМ, до этапа строительства;

- разработана программа для ЭВМ, которая производит обработку позиций локальных и объектных сметных расчетов, представленных в различных форматах, таких как *.xlsx*, *.xml*, *.gge* и декомпозирует полученную информацию для последующего группирования позиции в зависимости от технологичной методики расчета количественных показателей (свидетельство № 2025684852).

Основные результаты диссертационного исследования внедрены в производственную деятельность Санкт-Петербургского государственного автономного учреждения «Центр государственной экспертизы»; в регламент Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области, а также в учебный процесс Института Строительства и Архитектуры Уральского Федерального университета, (акты о внедрении представлены в приложении А).

Значимость результатов исследования для теории заключается в следующем:

- предложена графоаналитическая модель базовых процессов формирования и анализа информационной модели проектной документации;
- получены кластерные модели значимых позиций локальных сметных расчетов, выполняемых на этапах проектирования и строительства, по критериям: геометрическая детализация относительно стадии ПД; принадлежность элементов ЦИМ к категории по моделированию; принадлежность элементов ЦИМ к классам IfcEntity;
- разработан алгоритм группирования позиций локальных сметных расчетов для выбора технологичного метода получения количественных показателей, необходимых для оценки стоимости объекта строительства на этапах жизненного цикла;
- разработан алгоритм формирования выборки значимых позиций локальных сметных расчетов для оценки достоверности количественных показателей смет с применением авторского критерия отбора.

Достоверность научных результатов, полученных в диссертации, обусловлена адекватными методами обработки экспериментальных данных и подтверждается результатами апробации внедрения в производственный процесс ведущих экспертных учреждений Санкт-Петербурга и Екатеринбурга.

Апробация работы. Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы были доложены, обсуждены и одобрены на следующих научно-практических конференциях: VI, VII, VIII Международная научно-практическая конференция «Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве» (Екатеринбург, 2023, 2024, 2025 гг.); Информационное моделирование в задачах строительства и архитектуры (BIMAC 2024) (Санкт-Петербург, 2024); Качество жизни: архитектура, строительство, транспорт, образование (Иваново, 2024); Актуальные вызовы архитектурно-строительной науки – CCACES–2024.

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в 13 печатных работах, общим объемом 7,14 п. л., лично автором – 2,12 п. л., в том числе из них 8 статей в журналах из перечня ВАК, 2 статьи в журналах, входящих

в международную базу цитирования Scopus. Перечень публикаций автора по тематике исследования приведен в приложении Б.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав с выводами по каждой из них, общих выводов. Основная часть диссертации содержит 172 страницы машинописного текста, в т. ч. 59 таблиц, 46 рисунков, 53 формулы и список использованной литературы из 112 наименований работ отечественных и зарубежных авторов. Приложения к работе выполнены на 26 страницах.

Во введении дано обоснование актуальности темы, сформулирована цель и поставлены задачи исследования, описаны объект и предмет исследования, охарактеризована научная новизна исследований, представлена практическая значимость полученных результатов, а также приведены сведения об апробации, публикациях, структуре и объеме работы.

Первая глава «Анализ отечественного и зарубежного опыта оценки стоимости объекта строительства с применением технологий информационного моделирования» содержит анализ действующего законодательства по применению ТИМ, в ходе которого определен информационный разрыв в требованиях к проектной документации, обусловленный различиями между нормативной и применяемой детализацией для практической оценки сметной стоимости, в связи с чем применение ЦИМ становится недостаточно полезным либо на этапе выполнения требований технических регламентов (перенасыщение информацией), либо на этапе проверки достоверности сметной стоимости (недостаток информационного наполнения). Как следствие, на этапе проведения тендерной закупки происходят задержки, связанные с поиском подрядчика, из-за заниженной стоимости и необходимости проведения повторных торгов, что приводит к увеличению срока строительства.

Проведен сравнительный анализ объектных сметных расчетов общеобразовательных школ, проектная документация которых получила положительное заключение ГАУ СО «Управление государственной экспертизы» за последние 10 лет. Проведен анализ отечественных и зарубежных исследований,

в ходе которого выделено три основных метода расчета количественных показателей, используемых в процессе оценки стоимости с применением технологий информационного моделирования. В результате проведенного анализа действующей методики оценки стоимости, а также XML-схемы представления ведомости объемов работ была разработана модель ведомости объемов работ для оценки сметной стоимости с применением цифровых информационных моделей.

Вторая глава «Исследование процессов формирования и анализа информационной модели, влияющих на технологичность оценки стоимости объекта строительства на этапах жизненного цикла» содержит разработанную графоаналитическую модель базовых процессов формирования и анализа информационной модели проектной документации. В результате экспертного исследования была определена трудоемкость циклических рабочих операций, входящих в базовые процессы. Представлен алгоритм формирования выборки значимых позиций локальных сметных расчетов для оценки достоверности количественных показателей с применением авторского критерия отбора.

Третья глава «Методика группирования позиций сметных расчетов для технологичной оценки стоимости объекта строительства на этапах жизненного цикла» содержит разработку кластерных моделей значимых позиций локальных сметных расчетов по критериям. Была проведена оценка трудоемкости выполнения базовых процессов формирования информационной модели проектной документации и анализа её количественных показателей для выборки позиций локальных сметных расчетов на основе которой сформирована кластерная модель позиций локальных сметных расчетов, распределенных в зависимости от технологичности их анализа в информационной модели строительного объекта. В главе был описан алгоритм подготовки требований к ЦИМ для применения технологий информационного моделирования для оценки сметной стоимости строительства школ на основании группировки классов IfcEntity по технологичному методу получения количественных показателей. Разработана и предложена двухэтапная схема проведения экспертизы проектной

документации, включающая: проверку выполнения требований технических регламентов с учетом комплектности и содержания разделов, в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 87; оценку достоверности сметной стоимости после детализации проектной документации, включая ЦИМ, до этапа строительства. Сформированы и описаны должностные обязанности специалистов экспертной организации в зависимости от применяемых методов получения количественных показателей для оценки достоверности сметной стоимости, разработана программа повышения квалификации для специалистов сметного отдела с применением технологий информационного моделирования.

Четвертая глава «Апробация методического обеспечения для технологичной оценки достоверности стоимости объекта строительства» содержит разработанный сценарий процесса апробации разработанного методического обеспечения в пилотном проекте на примере школы. Также подтверждена гипотеза о распределении стоимостной ёмкости сметных позиций в кластерных моделях. Представлены результаты апробированной двухэтапной схемы проведения экспертизы проектной документации, включающей: проверку выполнения требований технических регламентов с учетом комплектности и содержанием разделов, в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 87; оценку достоверности сметной стоимости после детализации проектной документации, включая ЦИМ, до этапа строительства. Проведены замеры трудоемкости реализации ручного и автоматизированного методов. Подтверждено снижение трудоемкости процесса оценки достоверности сметной стоимости строительного объекта за счёт применения разработанной методики группирования позиций локальных сметных расчётов.

Благодарность. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю – кандидату технических наук, доценту, директору Института Строительства и Архитектуры, заведующему кафедрой Промышленного, гражданского строительства и экспертизы недвижимости Уральского федерального университета (УрФУ) Н. И. Фомину за методическую помощь и поддержку в подготовке диссертации.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

1.1. Информационное противоречие в требованиях к проектной документации, влияющий на процесс оценки сметной стоимости

Технологии информационного моделирования (далее – ТИМ) набирают все большую популярность в России. Разрабатываются новые нормативно-правовые акты, такие как [21] и предыдущие редакции [33], актуальная версия которых представлена в [34], внедряются соответствующие программные комплексы, при этом стоит отметить, что геополитические особенности нашей страны простимулировали развитие отечественных вендоров, ранее же основную часть рынка составляли зарубежные программные комплексы [3]. Но тем не менее на сегодняшний день наша страна является развивающейся в области ТИМ и активно осуществляет внедрение новых технологий по нисходящему принципу [48]. Аналогичный подход был использован и в других странах. Например, Британским институтом стандартов технологий информационного моделирования были разработаны стандарты ТИМ [57], и в этот же период правительством было активно запущено поэтапное внедрение ТИМ в проектирование объектов, финансируемых за счет государственных средств [86], [105], [74]. К настоящему времени Великобритания является лидером в области стандартов и руководств в данной сфере.

В России на сегодняшний день уже описаны случаи, когда использование цифровой информационной модели (далее – ЦИМ) является обязательным, разработаны требования и состав таких ЦИМ. Это говорит о том, что в ближайшее время применение трехмерных моделей на всех этапах жизненного цикла проекта станет обязательным [14], [55]. Несмотря на вышеобозначенные обязательства внедрение трехмерных моделей сопровождается высокими трудозатратами на их разработку [22], [61]. При этом модели позволяют решать различные

прикладные задачи строительных организаций на всех этапах жизненного цикла строительного проекта. Для эффективного использования ЦИМ были разработаны и предложены общие требования к ЦИМ в различных документах, уже действующих [11], [52] или находящихся в разработке [33]. Однако процесс проведения государственной экспертизы в части оценки достоверности сметной стоимости на этапе архитектурно-строительного проектирования не полностью адаптирован к применению трехмерных моделей при проверке проектной документации.

Одной из наиболее востребованных задач в строительной отрасли является получение количественных показателей из ЦИМ [26], [90], [1]. Исследования в данном направлении ведутся для всех этапов жизненного цикла объектов капитального строительства (далее – ОКС), начиная с инвестиционного [53], [87]. Однако, если рассматривать частных девелоперов, то получение количественных показателей сводится к решению ограниченного вопроса специфики работы компании [88]. Например, жилые ОКС с монолитным каркасом. Для процесса оценки стоимости нельзя ограничивать ни тип ОКС, ни применяемые материалы, а это приводит к необходимости расширения применяемых методов на неограниченное количество подготовительных материалов [41]. Вышеупомянутое является основной проблемой разработки детализированного классификатора строительной информации (КСИ) [69], [21].

Действующая редакция Постановления Правительства [44] предусматривает для разделов проектной документации принципиальные решения: типовые конструктивные узлы, отсутствие армирования, ведомости отделки только в табличной форме, принципиальные схемы инженерных систем. При этом специалисту экспертной организации в процессе проведения экспертизы проектной документации необходимо получить и проанализировать массив необходимой информации для оценки достоверности определения сметной стоимости по [36].

Таким образом, объективно существует информационное противоречие, обусловленное различными требованиями к детализации разделов проектной

документации по [44], [36] и сведениями, необходимыми для оценки сметной стоимости [43], при этом нет однозначно описанной методики проведения оценки достоверности сметной стоимости на этапе экспертизы проектной документации. Рассмотрим информационное противоречие на примере формирования проектных решений инженерных сетей, процессы этапа проектирования могут быть представлены в виде схемы на рисунке 1.

Этап проектирования			Этап строительства
Разработка проектной документации	Проведение экспертизы проектной документации	Доработка проектной документации, разработка рабочей документации	

Рисунок 1 – Укрупненная схема этапа проектирования

Если рассмотреть набор документов, необходимый на каждом этапе, то нарушается логическая последовательность. Результат представлен на рисунке 2.

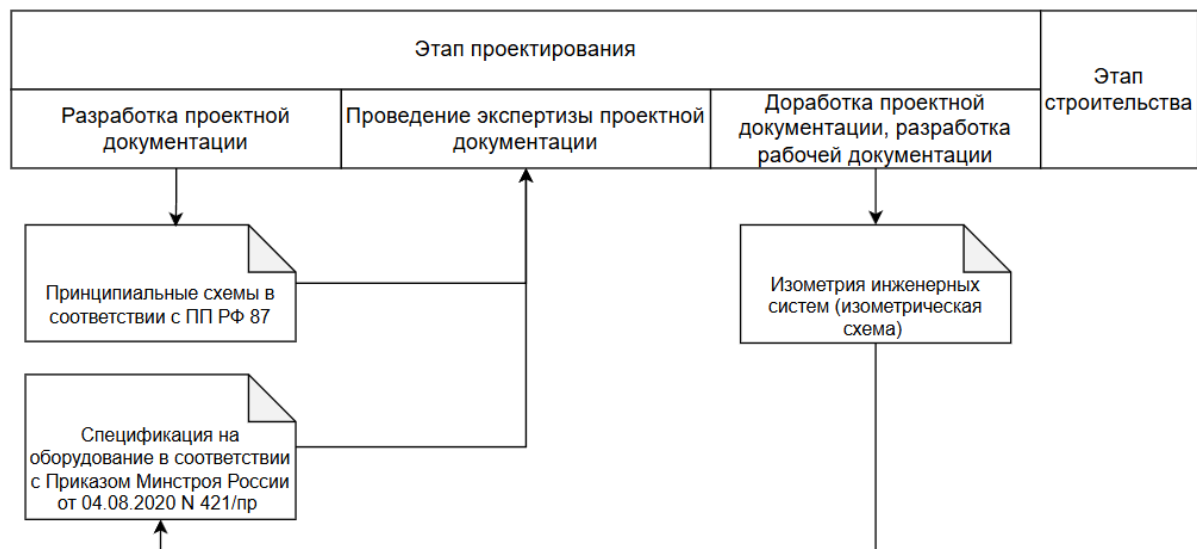


Рисунок 2 – Последовательность разработки документации на примере инженерных сетей

Очевидно, что подготовить спецификацию, необходимую для составления сметы, на основе типового узла или принципиальной схемы невозможно. Следовательно, сначала следует приступить к разработке рабочей документации, а только после формирования изометрии инженерных систем перейти к созданию спецификации. Более того, эксперту при этом не предоставляется фактическая

информация о размещении систем, а значит проверить правильность сформированной спецификации не представляется возможным.

Если рассматривать формирование ЦИМ в составе информационной модели (далее – ИМ), то проблема также присутствует. С одной стороны, ЦИМ не может содержать в себе таблицу с данными, так как такая таблица не имеет трехмерного представления реального объекта, с другой стороны не может содержать элементы, по которым можно сформировать спецификацию, так как тогда состав проектной документации, продиктованный [44] будет превышен. Следовательно, требования к информационной модели в одной ситуации будут содержать излишнюю информацию по [44], в другой ситуации недостаточную информацию для требований [36].

Таким образом, специалисты (проектировщики), формирующие проектную документацию и специалисты экспертных учреждений, сталкиваются с проблемой отсутствия однозначно описанной методики занесения информации на этапе проектирования проектировщиками, а также получения и обработки информации на этапе экспертизы.

Как следствие, рядовой специалист на протяжении обоих этапов, будучи участником строительного процесса в области определения и оценки достоверности сметной стоимости на этапе архитектурно-строительного проектирования, пытается избегать применения цифровых информационных моделей в силу неясности своих обязанностей и конкретных задач при работе с трёхмерной моделью.

Исходя из основных фундаментальных задач технологий информационного моделирования, точность определения количественных показателей строительного объекта на всех этапах его ЖЦ, приводящая к снижению рисков удорожания [28], [23], является основополагающей среди них [64]. Однако, несмотря на применение технологий информационного моделирования, из-за недостаточной детализации цифровой информационной модели в момент проведения экспертизы, происходит информационное противоречие между детализацией графической части проектной документации, которая необходима

для оценки достоверности сметной стоимости на этапе архитектурно-строительного проектирования, и детализацией графической части проектной документации в соответствии с требованиями [44]. Следовательно, на стадии рабочей документации и уточнении проекта может потребоваться перерасчет количественных показателей элементов, которые находились в ведомости объемов работ или спецификации, но не присутствовали в цифровой информационной модели. При неблагоприятном исходе, имея заниженную стоимость проекта, технический заказчик сталкивается с проблемами в виде несостоявшихся торгов, временных издержек, связанных с корректировками ПД, а также это становится одной из причин возникновения объектов незавершенного строительства.

Резюмируя вышеизложенное, можно отметить, что существует по меньшей мере 4 информационных противоречия на схеме, изображающей состав ИМ проектной документации на этапе экспертизы проектных решений с оценкой достоверности сметной стоимости, представленной на рисунке 3.

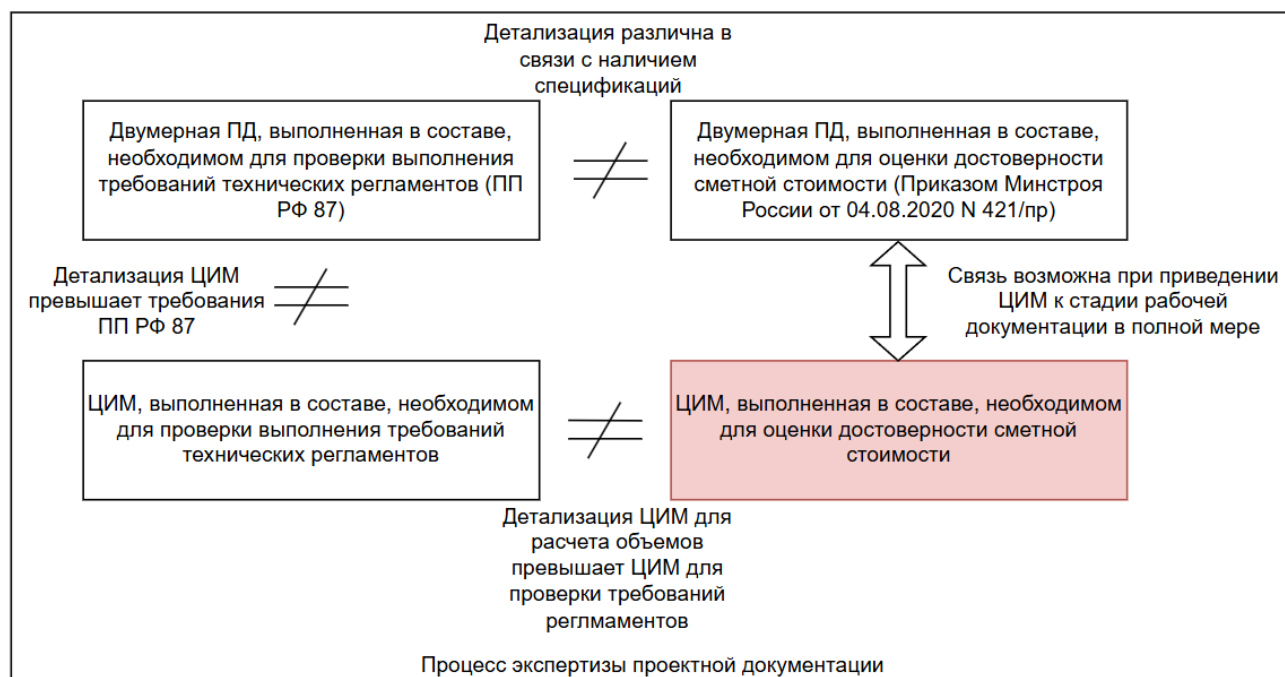


Рисунок 3 – Информационные противоречия при формировании проектной документации в форме ИМ

По рисунку видно, что уровень проработки ЦИМ наиболее близок к детализации, необходимой для оценки достоверности сметной стоимости,

при соответствующей проработке и ее приближении к стадии рабочей документации.

Для оценки результативности текущей схемы проведения оценки сметной стоимости была сформирована экспертная группа из представителей министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области, муниципальных заказчиков, таких как Управление капитального строительства города Екатеринбурга, Управление капитального строительства Свердловской области, также в группу вошли эксперты ГАУ СО «Управление государственной экспертизы». Участниками экспертного исследования было указано из личного профессионального опыта процентное содержание строительных объектов за 2021 г., для которых расхождение сметной стоимости на этапе проектирования с фактическими затратами на этапе строительства составило менее 2 %, от 2 % до 5 % и от 5 % до 10 %. По результатам анализа ответов было установлено, что порядка 59,5% объектов строительства из обширного совокупного опыта экспертов имеет расхождение по сметной стоимости более 2 %. Результаты экспертного исследования представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Результаты экспертного исследования по расхождению сметной стоимости строительных объектов с фактическими затратами

Для оценки статистической значимости полученных результатов был применен критерий Пирсона. Была выдвинута гипотеза, что среди мнений экспертов среднее значение процентов проектов, у которых разница стоимостей превышает 2 %, является статистически верным значением.

По таблице 1 это значение 59,5 %. Мера разброса определялась по методике Пирсона с помощью статистики Хи-квадрат по формуле 1.

$$X_n^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}, \quad (1)$$

где O_i – результат по мнению экспертов (сумма столбца 3 и 4 таблицы 1);

E_i – ожидаемый результат (в нашем случае был выбран 59,5 %)

Таблица 1 – Процентное содержание строительных объектов в год в зависимости от расхождения сметной стоимости на этапе проектирования с фактическими затратами на строительство по мнению экспертной группы

Наименование эксперта	Процентное содержание строительных объектов в год		
	до 2 %	от 2 % до 5 %	от 5 % до 10 %
эксперт 1	30	35	35
эксперт 2	30	50	20
эксперт 3	50	25	25
эксперт 4	45	25	30
эксперт 5	50	40	10
эксперт 6	40	40	20
эксперт 7	30	40	30
эксперт 8	35	50	15
эксперт 9	50	30	20
эксперт 10	45	20	35
Среднее	40,5 %	35,5 %	24 %

$$\begin{aligned}
 X_n^2 = & \frac{(70 - 59,5)^2}{61,5} + \frac{(70 - 59,5)^2}{61,5} + \frac{(50 - 59,5)^2}{61,5} + \frac{(55 - 59,5)^2}{61,5} + \\
 & + \frac{(50 - 59,5)^2}{61,5} + \frac{(60 - 59,5)^2}{61,5} + \frac{(70 - 59,5)^2}{61,5} + \\
 & + \frac{(65 - 59,5)^2}{61,5} + \frac{(55 - 59,5)^2}{61,5} + \frac{(50 - 59,5)^2}{61,5} = 14,5
 \end{aligned}$$

Далее, полученная статистика была сравнена с критическим значением при 9-ти степенях свободы (k) и уровне значимости 0,05 (α) по таблице критических значений распределения Хи-квадрат, то есть с 16,91898. Так как $14,5 < 16,91898$, то выбранное первоначально значение 59,5 % можно считать статистически значимым.

Таким образом, гипотеза о том, что значение 59,5 % объектов строительства, которые имеют расхождение по сметной стоимости более 2 %, была установлена статистически значимой и принята для дальнейшего исследования.

Несоответствие сметной и фактической стоимости у двух из трёх объектов капитального строительства снижает точность планирования расхода бюджетных средств, что может привести к срыву плановой реализации крупных государственных и муниципальных программ. Для оценки последствий срыва был использован анализ трудозатрат специалистов Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области при необходимости увеличения стоимости проекта. Результаты анализа видны на схеме, представленной на рисунке 5.

Для корректировки бюджетной программы необходимо суммарно 50 смен работы специалистов, которой можно избежать при корректной оценке достоверности сметной стоимости, что в свою очередь достижимо при наличии четко описанной организационной схемы взаимодействия участников инвестиционно-строительного проекта с применением технологий информационного моделирования.

В результате анализа взаимодействия участников инвестиционно-строительного проекта на примере дошкольного образовательного учреждения № 1 с ясельными группами в квартале № 11 планировочного района «Академический» в городе Екатеринбурге была сформирована схема, представленная на рисунке 5.

Согласно схеме, в первую очередь разрабатывается проектная документация с применением технологий информационного моделирования

и упрощенной детализацией, затем проводится государственная экспертиза и определяется лимит стоимости. Далее проводятся тендерная закупка на разработку рабочей документации и дальнейшее выполнение строительства объекта, и зачастую происходит так, что государственному заказчику приходится повторно осуществлять тендерную закупку, т.к. не удастся найти подрядчика. После чего, учитывая несоответствие количественных показателей, выявленных в ходе подготовки, рабочая документация корректируется и направляется на повторную экспертизу. Затем осуществляется строительство и на этом этапе часто возникают временные затраты, связанные с процедурными работами по увеличению стоимости строительства объекта, такие как акты дополнительных работ и другие, что приводит к появлению необходимости выполнения схемы на рисунке 6.

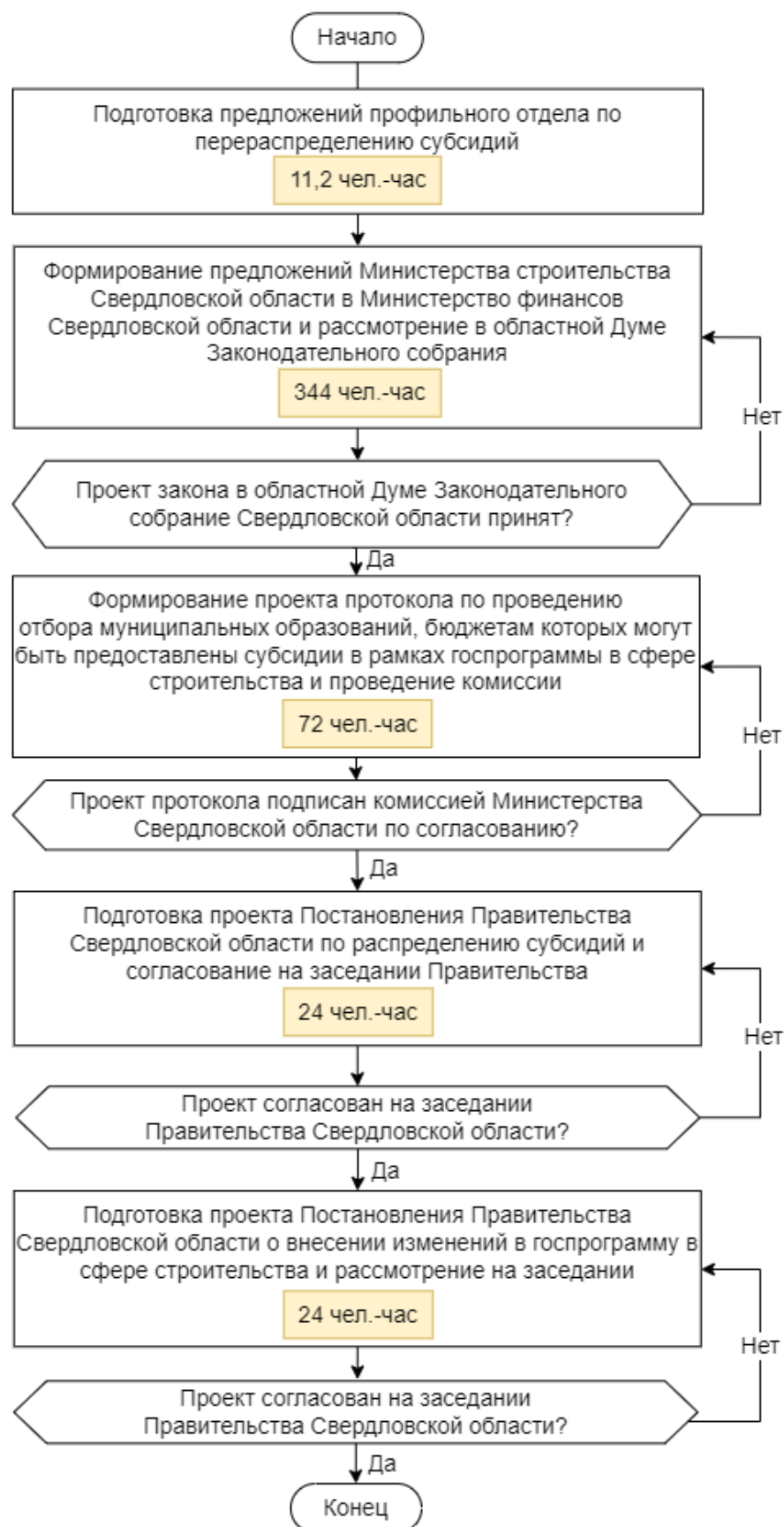


Рисунок 5 – Схема корректировки бюджетных программ (при необходимости), с учетом трудозатрат специалистов

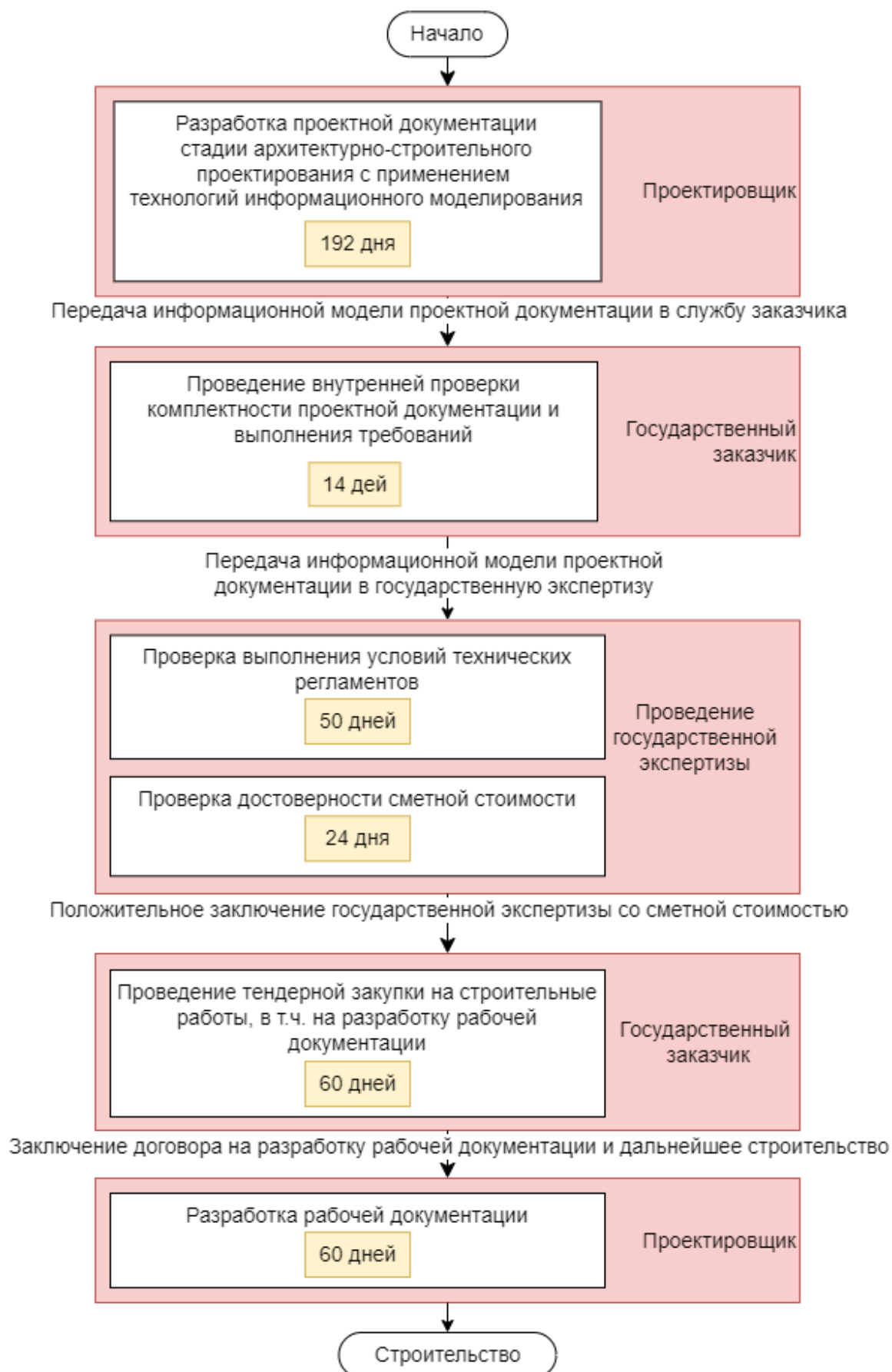


Рисунок 6 – Действующая схема взаимодействия участников инвестиционно-строительного проекта

В результате анализа действующей организационной схемы взаимодействия, а также действующего законодательства были выявлены следующие проблемные точки.

Во первых, было подтверждено, что на этапе проведения государственной экспертизы происходит информационное противоречие между информационным наполнением разделов проектной документации и возможностью формирования на ее основе ведомостей объемов работ и спецификаций для оценки достоверности сметной стоимости, так как применение ЦИМ является необоснованной либо на этапе выполнения требований технических регламентов из-за перенасыщения информацией, либо на этапе проверки достоверности сметной стоимости из-за недостатка информационного наполнения. Как следствие, на этапе проведения тендерной закупки происходят задержки, связанные с поиском подрядчика, вследствие заниженной стоимости и необходимости проведения повторных торгов, что также приводит к дополнительным трудозатратам, описанным на рисунке 5 на стадии строительства.

Во-вторых, процессуальное противоречие на действующей схеме взаимодействия происходит вследствие того, что проектная документация однократно предоставляется на проведение государственной экспертизы, а значит на проверку проектных решений и оценку достоверности сметной стоимости. Однако детализация, необходимая для осуществления этих задач необходима разная. Информационное наполнение цифровой информационной модели необходимое для проверки проектных решений может быть сформировано на основании состава, указанного в приложении к Постановлению Правительства [48], [44]. Однако для осуществления оценки достоверности сметной стоимости необходимо иметь возможность формирования ведомостей объемов работ и спецификаций из цифровой информационной модели, что требует от нее дополнительной детализации и приближения уровня проработки к стадии рабочей документации за счет таких элементов, как инженерные сети вместо принципиальных схем, стеновые элементы отделки вместо информации

о принадлежности отделки к помещениям и другим.

Таким образом оценка достоверности сметной стоимости имеет непосредственное влияние на все этапы жизненного цикла объекта капитального строительства и может значительно увеличивать сроки реализации проекта.

1.2. Влияние оценки достоверности сметной стоимости на этапы жизненного цикла объекта капитального строительства

На основании проблем, выявленных в предыдущем разделе, можно предложить схему проведения государственной экспертизы, проводящейся в два этапа: проверка выполнения требований технических регламентов на этапе комплексности информационной модели в соответствии с ПП РФ № 87 и оценка достоверности сметной стоимости после детализации проектной документации, включая цифровую информационную модель, до этапа строительства. Предлагаемая схема представлена на рисунке 7.

Для проведения экспертизы проектных решений на предмет выполнения требований технических регламентов предлагается выполнять цифровую информационную модель по наполнению, соответствующую требованиям, указанным в [38], без дополнительной детализации. Эксперты технических отделов выдают положительное заключение на проектную документацию стадии архитектурно-строительного проектирования в части технических регламентов. Далее, происходит доработка проектной документации, включающей ЦИМ, проектировщиком, в ходе которой трехмерная модель наполняется перечнем параметров, минимальным и достаточным для оценки достоверности сметной стоимости, тем приближая детализацию модели к стадии рабочей документации. После этого проводится повторная экспертиза выполнения требований технических регламентов, отслеживаются изменения, внесенные в утвержденный вариант.

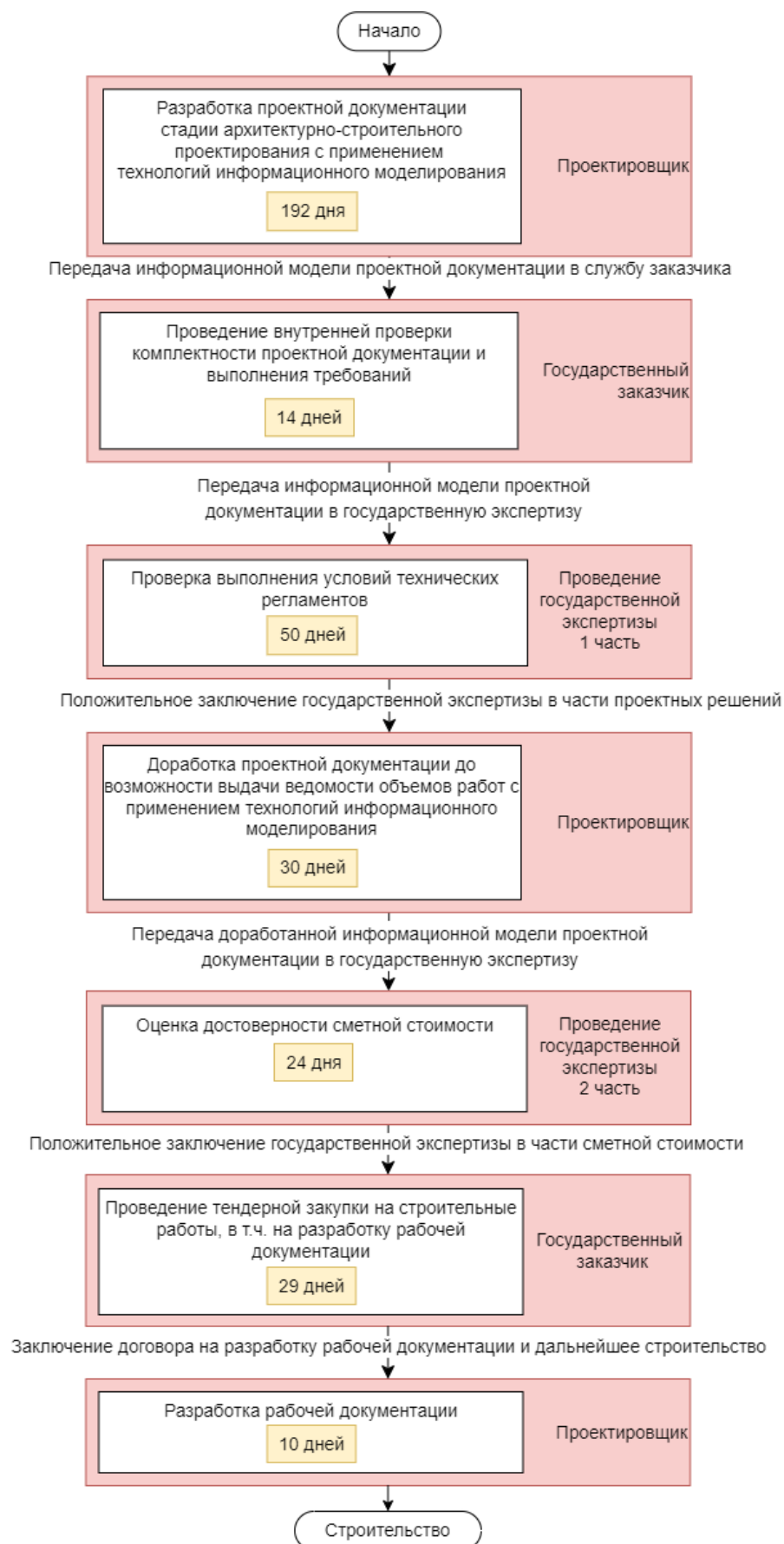


Рисунок 7 – Предлагаемая схема взаимодействия участников инвестиционно-строительного проекта

Далее, такая модель направляется в сметный отдел для оценки достоверности сметной стоимости, что становится возможным благодаря ее детализации. Таким образом, закрывается информационное противоречие, выявленный в действующей схеме взаимодействия. Вследствие того, что достоверность количественных показателей в ведомостях объемов работ проверяется автоматизированно, точность расчета повышается, следовательно, временные затраты, связанные с повторным поиском подрядчика, исключаются, а значит сроки проведения тендерной закупки уменьшаются вдвое. Более того, затраты, связанные с перераспределением бюджета, указанные на рисунке 2 также исключаются, так как ведомости объемов работ и спецификации контролируются с применением автоматизированных проверок трехмерной модели.

Благодаря разделению процесса проведения государственной экспертизы проектной документации на два этапа (рисунок 8): проверка проектных решений и оценка достоверности сметной стоимости, детализация цифровой информационной модели не является противоречием [44] и [36] на каждом из этапов.



Рисунок 8 – Разделение проведения государственной экспертизы на 2 этапа

Следует отметить, что на сегодняшний день реализация планируемой схемы взаимодействия возможна лишь при законодательной поддержке, так как несмотря на описанные в статье проблемы при использовании технологий информационного моделирования, требования к составу проектной документации [89] обязательны к применению и не могут быть расширены без корректировки законодательства. Проведение государственной экспертизы в два этапа также не является на данный момент законодательно обоснованным и может быть реализовано только как часть процесса экспертного сопровождения.

Текущее исследование направлено на изучение этапа оценки достоверности сметной стоимости, подразумевая его как отдельный процесс, независимо от процесса проверки выполнения требований технических регламентов, рассмотренного в [25]. Однако, одним из обязательных условий начала процесса оценки достоверности сметной стоимости ОКС на основании проектной документации является предварительная проверка такой проектной документации на выполнение требований технических регламентов аттестованным экспертом по каждому разделу.

Вступившее в силу [34] в совокупности с требованиями [32] и [11] создают необходимость формирования и ведения информационной модели, в которую входят сведения, документы и материалы, выполненные в соответствии с [38], дополненные цифровой информационной моделью.

Информационная модель (ИМ) – совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства (источник: Градостроительный кодекс).

Цифровая информационная модель (ЦИМ) – электронный документ в составе информационной модели ОКС, представленный в цифровом объектно-пространственном виде.

В связи с тем, что к настоящему времени не предложено аналога [38], адаптированного для ЦИМ, то однозначно описанных требований к составу и содержанию ЦИМ при представлении на экспертизу в составе проектной документации нет. Некоторые экспертные организации сформировали требования к разделам проектной документации (ПД), графическая часть которых выполнена в форме ЦИМ. Однако такие требования не являются обязательными и применяются добровольно заказчиками (при отсылке в задании на проектирование).

Как следствие, во-первых, в экспертных организациях при проведении экспертизы с применением ЦИМ задействован только отдел технологий информационного моделирования (ТИМ-отдел), который проверяет соответствие ЦИМ техническому заданию заказчика, в то время как аттестованные эксперты продолжают работу только с проектными решениями, реализованными в двумерном формате. Во-вторых, как показывает практика, при привлечении аттестованного эксперта для анализа ЦИМ в большинстве случаев будет выявлена недостаточность информации, представленной в ЦИМ, для проверки выполнения в проектных решениях требований технических регламентов, что повлечет за собой либо увеличение трудоемкости на доработку ЦИМ, либо выдачу отрицательного заключения. Таким образом, проведение экспертизы с применением ЦИМ сводится к выдаче информационного письма техническому заказчику от экспертной организации, в котором сообщается о соответствии (или несоответствии) ЦИМ техническому заданию заказчика и, в некоторых случаях, о возможности проверки ЦИМ на соответствие требований технических регламентов.

Первым в стране успешным опытом экспертизы ЦИМ аттестованным экспертом и выдачи заключения по ЦИМ для раздела проектной документации «Объемно-планировочные и архитектурные решения» стал пилотный проект ГАУ СО «Управление государственной экспертизы», который показал возможность экспертного анализа проектной документации в случае, когда графическая часть представлена в форме ЦИМ. В результате этого проекта и сопутствующего

исследования, выполненного одним из авторов, был сформирован перечень информации, содержащейся в ЦИМ, необходимой для возможности проведения экспертизы проектной документации. Этот перечень отражен в требованиях к ЦИМ, представленных на сайте ГАУ СО «Управление государственной экспертизы».

Полученный положительный результат открыл перспективу для дальнейших исследований возможностей ЦИМ, в том числе экспертного анализа ЦИМ в объеме графической части раздела «Конструктивные решения» аттестованным экспертом, а также применения ЦИМ для оценки достоверности определения сметной стоимости. Основными проблемами применения ЦИМ для оценки достоверности определения сметной стоимости являются: неподтвержденность выполнения требований технических регламентов в ЦИМ, а также отсутствие динамической связи между количественными показателями и ЦИМ, выполненной по схеме IFC. Следует отметить, что схема IFC получила распространение по всему миру, благодаря интероперабельности формата, включая создание репозитория моделей в формате IFC в зарубежных проектах [95]. В отечественном законодательстве указание на схему IFC содержится в [34].

Исходя из основных фундаментальных задач технологий информационного моделирования, точность, приводящая к снижению рисков удорожания, является основополагающей среди них [56], поэтому возможность получения количественных показателей из ЦИМ следует признать ключевой задачей для успешного и масштабного внедрения технологий информационного моделирования в этапы жизненного цикла объекта строительства, начиная с эскизного проектирования [102] и завершая этапом эксплуатации [112], [72], [98]. Однако применение ЦИМ для получения количественных показателей в процессе проверки смет становится возможным только при условии предварительной проверки такой ЦИМ на выполнение требований технических регламентов аттестованным экспертом по каждому разделу проектной документации, проходящей экспертизу.

В соответствии со схемой на рисунке 8 объект текущего исследования,

а именно применение технологий информационного моделирования при оценке достоверности сметной стоимости строительства объектов можно описать с помощью схемы, представленной на рисунке 9. Следует отметить, что с точки зрения исследования процесс оценки достоверности сметной стоимости строительства и предшествующего формирования применимой при оценке ЦИМ ОКС будет обособленным, а в качестве входных данных будет применяться ЦИМ ОКС, прошедшая экспертизу проектной решений на выполнение требований технических регламентов.

Таким образом предмет текущего исследования можно описать как методика формирования ЦИМ ОКС, применимой при оценке достоверности сметной стоимости и последующего использования такой ЦИМ ОКС.



Рисунок 9 – Область исследования, рассматриваемого в диссертации

Для выявления разделов проектной документации, сметная стоимость которых имеет наибольшую значимость при проверке, авторами был проведен анализ объектных смет образовательных объектов капитального строительства различной вместимости, проектная документация которых получила положительное заключение ГАУ СО «Управление государственной экспертизы за последние 10 лет. Анализировалось значение отношения стоимости раздела проектной документации к общей стоимости объекта капитального

строительства. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднее отношения стоимости раздела проектной документации к общей стоимости объекта капитального строительства (разработано автором)

Вместимость образовательного учреждения	Отношение стоимости раздела проектной документации к общей стоимости объекта, %							
	АР	КР	ВК	ОВ	СС	ТХ	ЭЛ	АР + КР
500 мест	37	29	2	11	2	16	3	66
550 мест	44	22	2	8	2	11	6	66
825 мест	34,7	26,8	2,1	9,4	2,8	11	4,1	61,5
1200 мест	36,3	23,2	2,3	9,6	2,4	18	5,9	59,5
1500 мест	40	21,4	1,5	8,4	2,6	12	7	61,4
Среднее значение	38,4	24,5	2,0	9,3	2,4	13,6	5,2	62,9
Примечание: АР – Объемно-планировочные и архитектурные решения, КР – Конструктивные решения, ВК – Водоснабжение и канализация, ОВ – Отопление и вентиляция, СС – Слаботочные сети, ЭЛ – Электроснабжения и электроосвещения								

По результатам видно, что суммарная стоимостная емкость разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» составляет больше половины от стоимости образовательного объекта, соответственно имеет наибольшее влияние на этапы жизненного цикла объекта капитального строительства, поэтому для дальнейшего анализа были выбраны эти разделы проектной документации.

1.3. Методы расчета количественных показателей в процессе оценки сметной стоимости с применением технологий информационного моделирования

Несмотря на то, что наибольшим фундаментом в исследованиях являются разработки в части получения количественных показателей, методика отличается в зависимости от применяемого программного комплекса. Для каждого программного комплекса могут отличаться подход к привязке позиций локальных сметных расчетов к элементам ЦИМ, а также методы получения и расчета количественных показателей [4]. В некоторых исследованиях приводятся

сравнительные анализы возможностей различных подходов к расчету ведомостей объемов работ [20], [84]

К наиболее интересным подходам можно отнести:

- 1) Применение программного комплекса Larix.Manager [67];
- 2) Использование программного комплекса Tangl Value [109];
- 3) Применением программного комплекса Гектор 5Д смета [13], [51];
- 4) Применение программного комплекса «BIM WIZARD» и «SmetaWIZARD» [83], [54];
- 5) Использование рукописных плагинов в среде Dynamo [81];
- 6) Применение классификатора элементов с и без подключения возможностей искусственного интеллекта. [31], [103].

При этом неизменной остается важность проведения оценки сметной стоимости на этапе экспертизы, что подтверждается исследованием [5].

Одной из особенностей ТИМ является то, что специалисты разных направлений будут работать в различных программных комплексах, т. к. в настоящее время на рынке не существует универсального программного продукта, который сможет предоставить высокое качество моделирования, например, для линейных объектов и зданий. При этом требования к программному продукту со стороны проектировщика и со стороны заказчика или экспертной организации будут разительно отличаться, так как один осуществляет процесс моделирования, а другие работают с результатами его работы.

На сегодняшний день схема передачи проектной документации заключается в том, что проектировщик (либо проектировщики) передают документацию заказчику. После чего заказчик передает документацию в экспертную организацию.

Передача документация в проприетарном формате технически нереализуема, в связи с тем, что работать с такими файлами возможно только с помощью программного обеспечения, в котором они были созданы [104]. В связи с этим возникла потребность обеспечения интероперабельности моделей,

которые были созданы в различных программных продуктах [58]. Самым используемым форматом является *IFC* [105]. Формат данных *IFC* с открытой спецификацией определяет схему данных и структуру формата файлов обмена данными [82].

Схема данных определяется с учетом:

- языка спецификации данных EXPRESS, определенном в стандарте ИСО 10303-11 [7];
- языка определения схемы XML (XSD), при этом определение схемы EXPRESS является исходным, а определение схемы XML создается из схемы EXPRESS с учетом правил сопоставления, определенных в ИСО 10303-28 [18];
- текстового кодирования структуры обмена данными, как определено в ИСО 10303-21 [9];
- расширяемого языка разметки (XML), определенного в стандарте XML W3C [78].

При этом структуризация данных напрямую зависит от применяемой спецификации [8], которая в свою очередь опирается на выпущенный международный стандарт. На сегодняшний день официальными спецификациями формата считаются IFC4 ADD2 TC1, которую регламентирует стандарт ИСО 16739-1:2018 [19] и IFC2x3 TC1, которую регламентирует стандарт ИСО/PAS 16739:2005 [19]. Элементам ЦИМ ОКС может быть выбран соответствующий класс *IfcEntity* [83] в соответствии с выбранной спецификацией. Например, элементы категории «Стена» следует выгружать в соответствующий класс «*IfcWall*».

Немалую роль при описании структуры формата играет представление модели (*model view*) [97]: Подмножество схемы, отражающее структуру данных, необходимую для выполнения требований к данным в рамках одного или нескольких сценариев обмена данными.

Принимая во внимание необходимость работы с форматом IFC [73], [66], можно выделить три основных метода расчета количественных показателей в процессе оценки сметной стоимости с применением ТИМ:

1) Метод параметризации. Каждая позиция ведомости объемов работ / локального сметного расчета связывается с требуемым элементом ЦИМ ОКС по набору параметров, а затем с помощью другого набора параметров получает численные значения количественных показателей необходимого элемента ЦИМ ОКС.

2) Метод классификатора. Каждая позиция ведомости объемов работ / локального сметного расчета связывается с требуемым элементом ЦИМ ОКС по параметру «Код классификатора», а затем с помощью набора других параметров получает численные значения количественных показателей необходимого элемента ЦИМ ОКС.

3) Метод расчета IfcGUID в XML-схеме локального сметного расчета. Текущая утвержденная Минстроем России [26] форма XML-схемы позволяет передавать сметную позицию совместно с идентификационными номерами GUID элементов ЦИМ, привязанных к такой позиции локальных сметных расчетов.

Рассмотрим каждый метод в отдельности и сопутствующие к нему работы.

Для применения метода параметризации необходимо выполнить следующий алгоритм действий: [15]

1) Применить метод декомпозиции информации для дальнейшего определения необходимых параметров элементов ЦИМ (с целью идентификации). В качестве примера была взята позиция «Устройство стяжек: цементных толщиной 30 мм», площадь 100 м², наименование помещений «Жилая комната».

Позиция делится на 5 идентификационных блоков по смыслу:

- Конструкция. Класс IfcEntity – IfcCovering часть отделки и PredefinedType – FLOORING отделка пола;
- Материал. Элемент IfcMaterial;

- Толщина стяжки. Параметр Width в наборе Qto_CoveringBaseQuantities;
- Вид помещения. В случае наличия у элемента пола атрибута «Помещение» со значением «Жилая комната» возможно идентифицировать и провести сортировку всей отделки.

В случае наличия у элемента параметров: «Класс IfcEntity», «PredefinedType», «Width», «Помещение», его возможно идентифицировать и присоединить к позиции «Устройство стяжек: цементных толщиной 30 мм в жилом помещении»

2) Произвести выбор параметра, который содержит необходимый для ведомости объемов количественный показатель. Согласно принятому примеру это площадь пола – 100 м². В формате IFC предусмотрен специализированный набор Qto_CoveringBaseQuantities, который содержит автоматически выгружаемую информацию при переносе ЦИМ в формат IFC.

С помощью такого способа, возможно произвести расчет количественных показателей элементов ЦИМ и получить значение 333,85 м² у заранее идентифицированного набора элементов ЦИМ.

3) После повторения пунктов 1 и 2 для всей выборки позиций локальных сметных расчетов необходимо внести параметры в требования к ЦИМ, чтобы на этапе проектирования были внесены параметры «Класс IfcEntity», «PredefinedType», «Width», «Помещение», «NetArea»/ «GrossArea» в ЦИМ, в формате IFC.

При использовании метода параметризации процесс оценки достоверности сметной стоимости не зависит от метода получения ведомости объемов работ проектировщиком. Это значит, что проектировщик может применять любой удобный ему метод и предоставлять ведомость о объемов работ и сметные расчеты в разрешенного законодательством формате, в то время как специалисты экспертной организации используют занесенные в ЦИМ ОКС параметры и вычисляют автоматизированно количественные показатели.

Метод классификатора

Для обеспечения автоматизации процессов работы с данными ЦИМ, необходимо использовать единый унифицированный язык разметки данных [16] и соответствующую ему систему индексации (разметки) отдельных элементов, входящих в состав ЦИМ. В качестве языка разметки данных для ЦИМ широкое применение нашли различные системы строительной классификации (классификаторы), а в качестве правил индексации – специализированные системы кодирования, представляющие собой набор правил и алгоритмов индексации отдельных единиц данных [16].

Строительный классификатор – это иерархическая система кодов и описаний, предназначенная для выполнения:

- Унификации. Создание общего языка для всех участников инвестиционно-строительного процесса (заказчиков, проектировщиков, подрядчиков, поставщиков).
- Нормирования и ценообразования. Формирование единой базы для расчета сметной стоимости работ и материалов.
- Управления информацией. Систематизация данных в ТИМ, ведении документации, управлении активами.
- Статистического учета. Сбор и анализ данных по отрасли на национальном и международном уровне.

Возникновение классификаторов как правило обусловлено необходимостью восстановления экономик после войн, индустриализации и развития массового строительства.

Великобритания является родоначальником строительной классификации. Развитие классификатора началось в XIX веке и связано с появлением первых стандартных форм договоров и спецификаций (например, формы RIBA) [76].

В 1948 г. после Второй мировой войны, в условиях острой необходимости в быстром и эффективном восстановлении страны, был разработан Samarbetskommitten for Byggnadsfragor (SfB). Он использовал структуру из трех

разделов (формы, материалы, функции) и стал первым опытом комплексной классификации [106].

В 1987 г. на смену SFB пришел Uniclass. Его развитие было инициировано организацией CPIC (Construction Project Information Committee) для структурирования информации на протяжении всего жизненного цикла здания [75].

В 2015 г. был выпущен Uniclass 2015 – современный, всеобъемлющий и табличный классификатор, полностью совместимый с принципами ТИМ. Он включает в себя таблицы для объектов, пространств, элементов, работ, продуктов и материалов. Uniclass 2015 на сегодняшний день является обязательным для всех государственных проектов в Великобритании и выступает образцом для многих других стран [110].

Структура Uniclass 2015 *фасетная* – это не единый линейный список, а набор из более чем 15 взаимосвязанных таблиц. Каждая таблица отвечает за свой тип сущности:

- Таблица Co (Сложные объекты): кодирует типы объектов (например, Co_20_75_02 – Аэропорт).
- Таблица En (Элементы): кодирует функциональные части здания (например, En_25_30_02 – Внешние стены).
- Таблица Ss (Работы/Услуги): кодирует виды деятельности (например, Ss_25_02_05 – Кладка кирпичных стен) [70].

В США фокус развития классификатора был направлен на элементарный анализ (MasterFormat и OmniClass). Развитие классификаторов в США шло по пути детализации и специализации.

В 1960-е гг. ассоциацией строительных спецификаций был разработан MasterFormat. Первоначально он был направлен на организации спецификаций и сметной документации. Его знаменитая 16-раздельная структура стала отраслевым стандартом для Северной Америки [93].

В 2004 г. MasterFormat значительно расширили (до 50 разделов), чтобы охватить новые технологии и типы сооружений. Сейчас он остается главным

стандартом для организации информации в проектах [94].

MasterFormat использует иерархическую цифровую кодировку (XX XX XX). Фокус сделан на работах и продуктах [92]:

Раздел 03 – Бетон;

Раздел 03 30 00 – Армирование бетонных конструкций;

Раздел 03 30 13 – Сварная арматурная сетка и спецификации.

В 2006 г. для создания более комплексной системы, объединяющей все аспекты строительства (объекты, элементы, пространства, продукты и т. д.), был создан OmniClass (OmniClass Construction Classification System). Он включает в себе несколько существующих стандартов, в том числе MasterFormat, и является американской разработкой, удовлетворяющей потребности отрасли в BIM-классификации [ДЗ].

Структура OmniClass иерархическая, применяется цифровая кодировка (XX XX XX).

Раздел 03 – Бетон;

Раздел 03 30 00 – Армирование бетонных конструкций;

Раздел 03 30 13 – Сварная арматурная сетка [100].

В Германии был выбран фокус на точность и инженерный подход (STLB-Bau и DIN 276). Немецкая школа отличается глубокой детализацией и связью с нормированием.

DIN 276. Немецкий стандарт «Costs in Construction», который классифицирует затраты по cost groups (например, 300 Конструкции, 400 Инженерные системы). Это не классификатор работ, а стандарт структурирования стоимости, используемый на всех стадиях проекта [77].

Структура классификатора представлена иерархией стоимостных групп:

300 – Конструкции;

320 – Наружные стены;

321 – Наружные стены из кирпича [99].

STLB-Bau (Standardleistungsbuch Bau) – это обширный каталог стандартных строительных услуг (описаний работ), который является основой

для определения единичных расценок и составления смет. Его разработка и постоянное обновление координируются Федеральным министерством транспорта и цифровой инфраструктуры. STLB-Bau обеспечивает точность и однозначность в описании работ [108].

Структура каталога представлена *иерархией по видам работ и технологиям*:

Глава 2 – Земляные работы;

§§ 2.1 – Разработка грунта;

§§ 2.1.1 – вручную [107].

В СССР и России история классификации отражает переход от плановой экономики к рыночной.

В Советском Союзе существовала жесткая централизованная система сметного нормирования. Основными классификаторами были Единые нормы и расценки на строительные работы (ЕНиР) и Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН), которые структурировали работы по технологическому принципу [12].

В Постсоветский период система ЕНиР устарела и на ее основе были разработаны Территориальные единичные расценки (ТЕР) и Федеральные единичные расценки (ФЕР), которые широко используются в настоящее время [79].

1 декабря 2020 г. были сформулированы понятие и область применения классификатора строительной информации (далее – КСИ) [11], [35], а у Минстроя России и подведомственного ФАУ «ФЦС» добавилась обязанность по формированию и ведению КСИ с использованием единой информационной системы.

КСИ был внедрен с целью обосновать структуру и содержание информационного ресурса единой информационной системы [6].

В соответствии с [91] система кодирования КСИ включает в себя [10]:

- функциональный аспект, который отображает информацию о том, что делает объект;

- технический аспект, который отображает информацию о том, как объект устроен;
- положение в пространстве или точка установки, которая отображает информацию о том, где объект расположен;
- типовой аспект, который отображает информацию о том, к какой группе объект относится;
- дополнительный пользовательский аспект, который отображает информацию о том, как объект определен с точки зрения дополнительного пользовательского аспекта.

Структура КСИ фасетная – классификационная система, в рамках которой классы группируются в исчерпывающие взаимоисключающие фасеты, допускающие комбинирование в целях определения сложных объектов [63].

Фасет – группа классов или понятий одной и той же общей категории [63].

Класс – описание совокупности объектов, обладающих одинаковыми характеристиками (3.2.4) [63].

С 1 января 2023 г. применение на объектах государственного заказа ФСНБ-2021 (Федеральный сметно-нормативный базис) стало обязательным. ФСНБ-2021 основывается на классификаторе видов строительных, монтажных и ремонтно-строительных работ (далее – КСР). Преимущество КСР заключается в том, что он является переходом от технологического принципа (т. е. как делать) к ресурсно-элементному (т. е. что делать). Это приближает его к таким международным стандартам как Uniclass. Данный факт стал ключевым для внедрения ТИМ и цифровизации строительной отрасли в России [17]. Работы, согласно КСР группируются не по технологическому признаку, а по конструктивному элементу, который реализуется при их выполнении [99].

В связи с тем, что внедрение ТИМ в России реализуется по «догоняющему» пути, это отражается и в существующей классификации, из которой видно, что элементы структур были заимствованы. КСИ находится в основе подхода к классификации в стране и имеет фасетную структуру по аналогии с Uniclass 2015 (Великобритания). Несмотря на это по методике применения КСИ [10] это

не исключает применение атрибутов для идентификации элементов ЦИМ, а только унифицирует их применение. В соответствии с методикой применения КСИ применение КСР и ГЭСН обязательно.

Текущее исследование направлено на установление взаимосвязи между позициями ведомости объемов работ, предоставляемых на экспертизу проектной документации и элементами ЦИМ. Такую задачу в текущей методике выполняют КСР и ГЭСН, которые имеют иерархическую структуру. Таким образом, под применением классификатора в текущем исследовании будет принято назначение кода из иерархической структуры элементу ЦИМ.

Метод расчета IfcGUID элементов ЦИМ в XML-схеме локального сметного расчета выполняется в следующей последовательности:

1) Специалист команды проектировщика настраивает взаимосвязь между элементами ЦИМ ОКС и сметными позициями с помощью специально настроенных плагинов в среде моделирования.

Данный процесс требует значительной трудоемкости, так как выполняется вручную и не связан со стандартным процессом проектирования.

2) Специалист экспертной организации производит открытие ЦИМ в формате *IFC* и загружает дополнительно XML сметного расчета в специализированный программный комплекс для просмотра сметных расчетов совместно с ЦИМ ОКС. Например, «SmetaWizard».

В связи с тем, что для взаимосвязи используются только IfcGUID, что является кодовым идентификационным номером элемента ЦИМ, то специалисты экспертной организации не могут определить по какому логическому принципу или взаимосвязи проектировщики произвели привязку элемента ЦИМ и позиции локальных сметных расчетов, что требует от эксперта выполнения таких же рабочих операций, как и при отсутствии привязки GUID со стороны проектировщика.

При использовании метода расчета IfcGUID элементов ЦИМ в XML-схеме процесс оценки сметной стоимости может быть любой из ранее перечисленных (метод параметризации, метод классификатора) совместно с визуальным

отображением результатов работы проектировщика, в то время как процесс проектирования дополняется работой со сметными расценками в среде моделирования.

Следует отметить, что вышеперечисленные методы расчета количественных показателей в процессе оценки достоверности сметной стоимости с применением ТИМ конкурируют с *ручным методом расчета работ*, выполняемым экспертом сметного отдела при отсутствии ЦИМ в следующей последовательности:

1) Поиск и идентификация строительных элементов, количественные показатели которых учитываются в выбранной позиции локальных сметных расчетов. Для этого производится открытие соответствующих чертежей/листов текстовой части с последующим поиском.

2) Получение данных с чертежа, содержащих численные характеристики исследуемого элемента, необходимые для расчета количественных показателей.

3) Произведение вычислительных действий с полученными данными (при необходимости)

4) Повторение пунктов 1–3 для каждого типоразмера исследуемых строительных элементов.

Основным преимуществом ручного метода является отсутствие необходимости подготовки дополнительных данных со стороны проектировщика, в том числе ЦИМ. Однако данный метод является трудоемким и содержит большой процент вероятности допущения ошибки при расчете.

1.4. Модель ведомости объемов работ при оценке сметной стоимости с применением цифровых информационных моделей

В соответствии с действующей методикой [27] определения сметной стоимости строительства ОКС известно следующее:

«В составе сметной документации разрабатываются следующие сметные расчеты: сводка затрат (при необходимости), сводный сметный расчет стоимости строительства, объектные сметные расчеты (сметы), локальные сметные расчеты

(сметы), сметные расчеты на отдельные виды затрат. К сметной документации прилагаются: пояснительная записка, ведомости объемов работ, обосновывающие документы.

Локальные сметные расчеты (сметы) разрабатываются на конструктивные решения и (или) комплексы (виды) работ в соответствии с технологической последовательностью выполнения работ и с учетом условий их выполнения.

Объектные сметные расчеты (сметы) разрабатываются на отдельные объекты капитального строительства и включают итоговые стоимостные показатели локальных сметных расчетов (смет).

Сводный сметный расчет стоимости строительства разрабатывается на объект строительства и (или) этап строительства на основании итоговых стоимостных показателей объектных и (или) локальных сметных расчетов (смет), а также сметных расчетов на отдельные виды затрат.

Сметные расчеты разрабатываются на основании проектной и (или) иной технической документации, результатов инженерных изысканий, ведомостей объемов работ с указанием наименований позиций, единиц измерения количественных показателей, ссылок на чертежи и спецификации, расчета количественных показателей и расхода материальных ресурсов (с приведением формул расчета), а также иных исходных данных, необходимых для определения сметной стоимости строительства».

Таким образом, структура сметной документации при оценке сметной стоимости без применения ЦИМ можно представить на схеме, изображенной на рисунке 10.

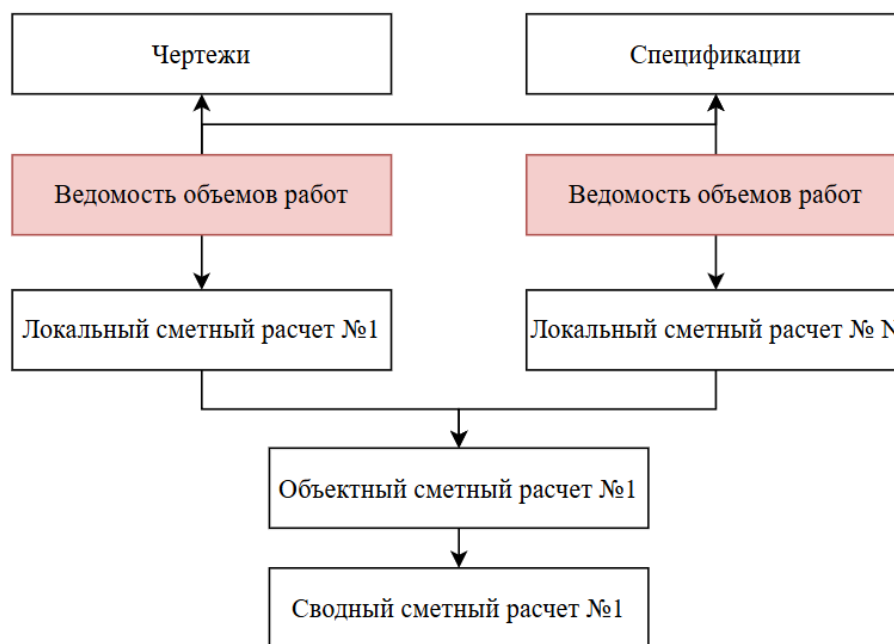


Рисунок 10 – Структура сметной документации при оценке сметной стоимости без применения ЦИМ

По рисунку видно, что именно ведомость объемов работ (ВОР) является связующим звеном в структуре между ОКС и сметным расчетом, поэтому ВОР является предметом текущего исследования. Для успешного перехода информации из структуры ВОР в структуру локального сметного расчета их иерархические классификации должны совпадать, а значит модель ведомости объемов работ при оценке сметной стоимости с применением ЦИМ должна соответствовать представленной на рисунке 11.

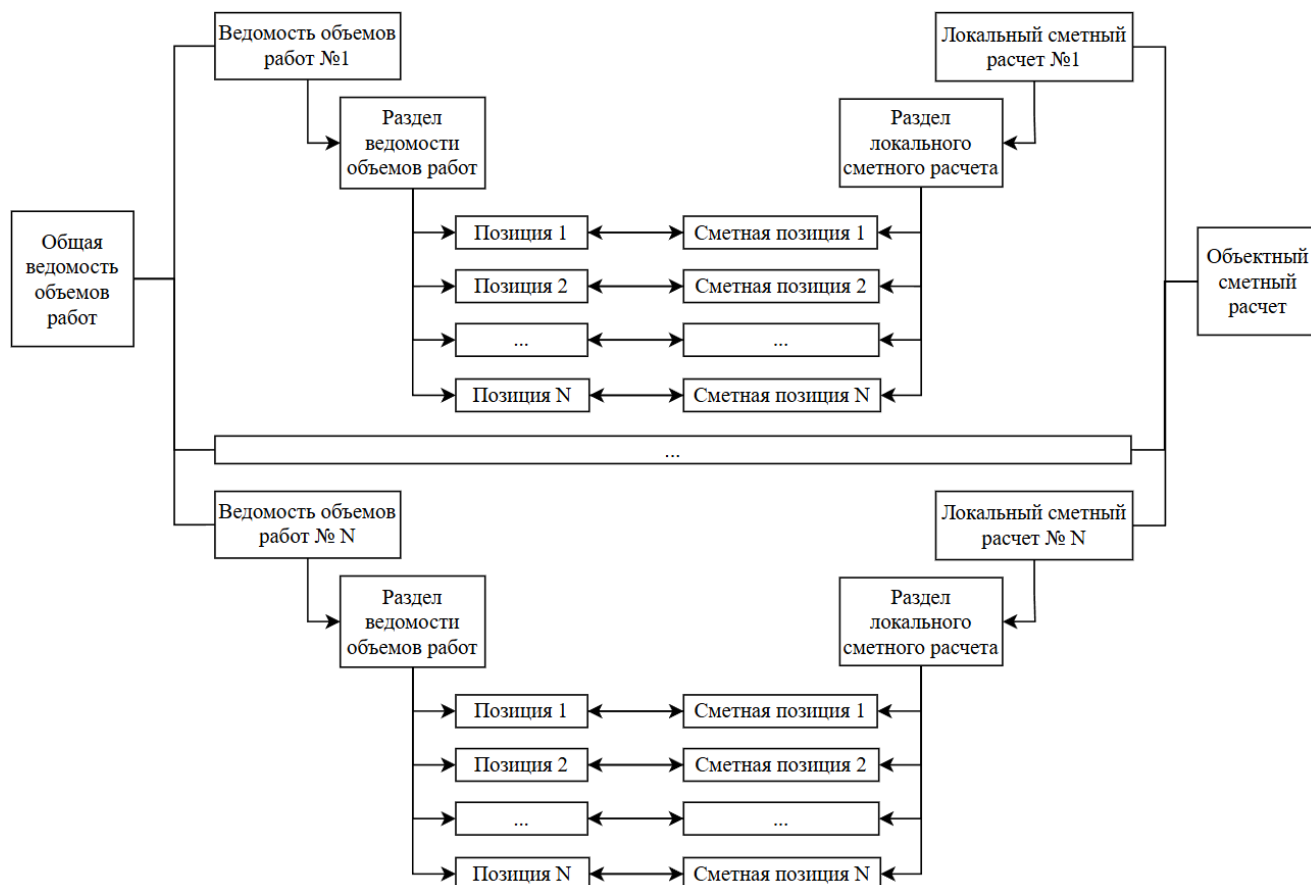


Рисунок 11 – Рекомендуемая модель ведомости объемов работ при оценке сметной стоимости с учетом взаимосвязи со сметными расчетами

Текущая форма XML-схемы [24] подразумевает создание древовидной структуры только из двух обязательных уровней: разделы и работы. Такой подход обязует нас с целью унификации всевозможных итерации со стороны проектировщика упростить модель до представленной на рисунке 12.

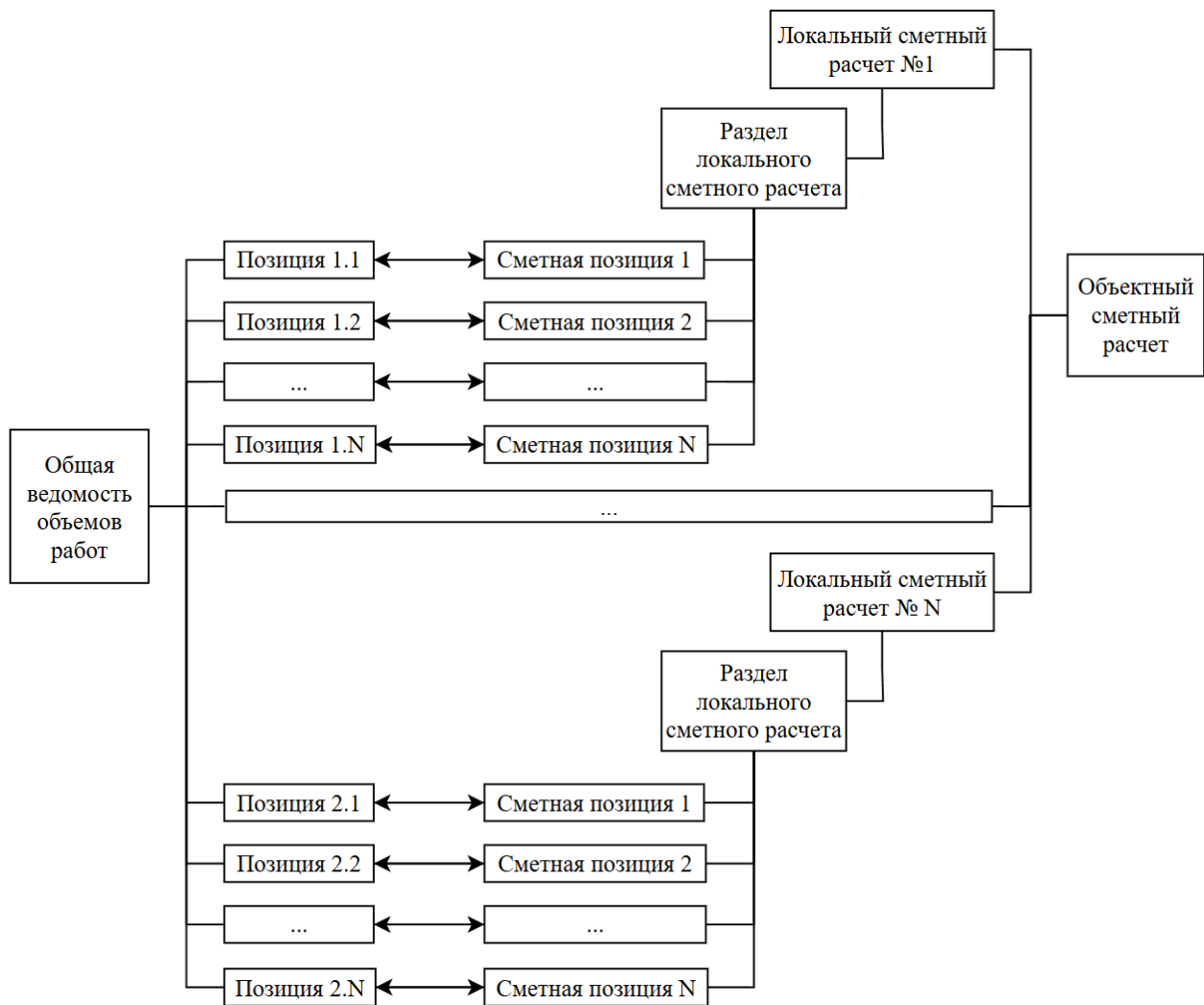


Рисунок 12 – Рекомендуемая модель ведомости объемов работ при оценке сметной стоимости с учетом взаимосвязи со сметными расчетами и схемы, утвержденной Минстроем России

Взаимосвязь позиции ведомости объемов работ с элементами ЦИМ может осуществляться с помощью одного из методов, рассмотренных в разделе 1.3. С их помощью необходимая группа элементов будет идентифицирована и привязана к позиции ведомости объемов работ. На основании этой информации была разработана модель ведомости объемов работ при оценке сметной стоимости с применением ЦИМ (рисунок 13).

Таким образом, настоящее исследование будет направлено на поиск наиболее подходящего метода идентификации элементов для каждой позиции ведомости объемов работ, которая в свою очередь взаимосвязана с позицией локального сметного расчета.

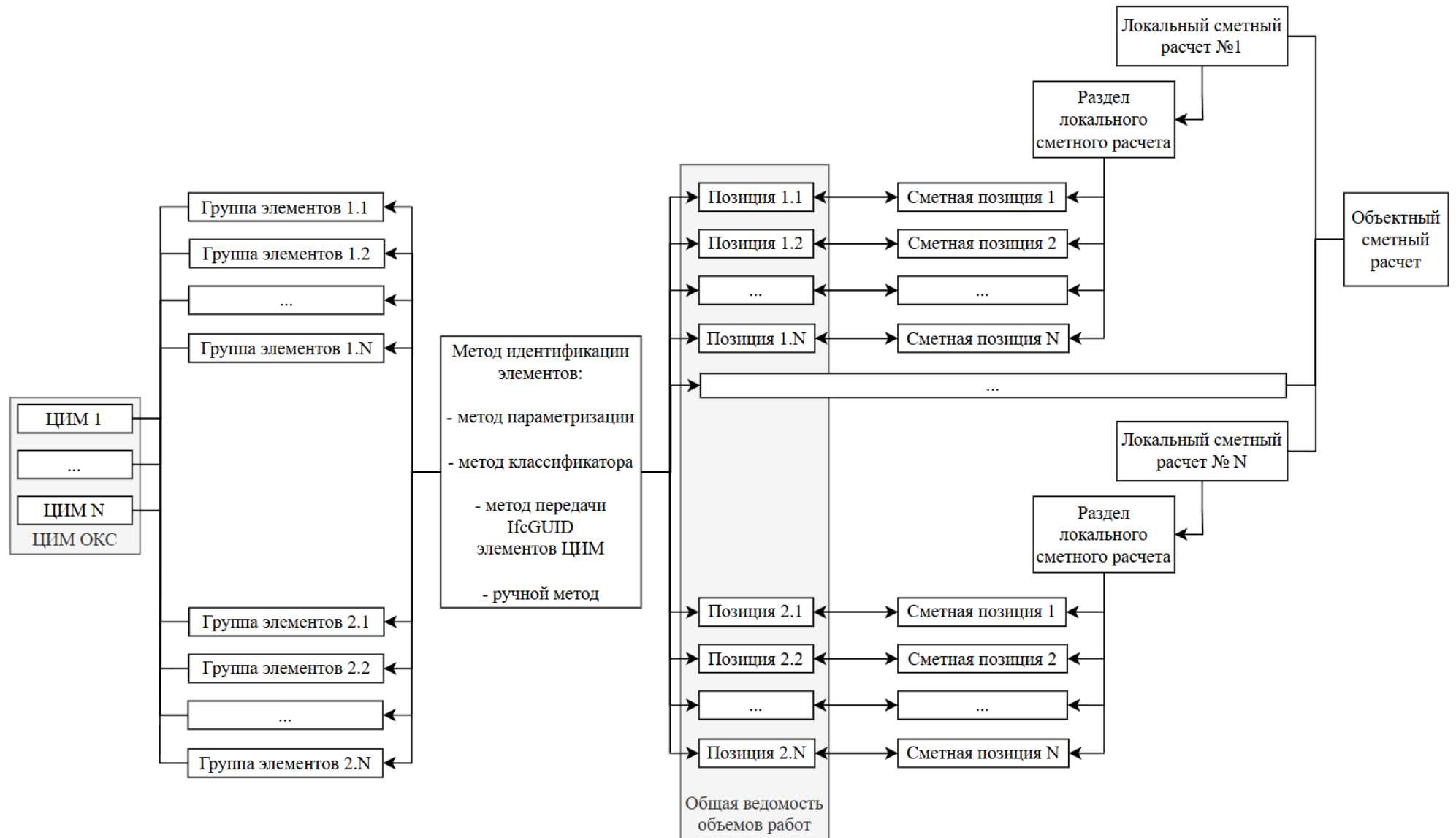


Рисунок 13 – Модель ведомости объемов работ при оценке сметной стоимости с применением ЦИМ

Выводы по главе 1

1. В результате анализа действующего законодательства по применению технологий информационного моделирования выявлено информационное противоречие в требованиях к проектной документации, обусловленный различиями между нормативной и требуемой детализацией для практической оценки достоверности сметной стоимости.

2. В результате экспертного исследования установлено, что процедура оценки достоверности сметной стоимости на этапе экспертизы проектной документации и ее результаты не обеспечивают запланированный расход ресурсов на реализацию этапов жизненного цикла строительного объекта и затрудняют управление им, так как 59,5 % объектов строительства, финансируемых за счёт бюджета (на примере объектов 2021 г.), имеют расхождение в сметной стоимости между фактическими затратами и величиной, подтвержденной на этапе её оценки.

3. В результате анализа сметных расчетов общеобразовательных школ, проектная документация которых получила положительное заключение ГАУ СО «Управление государственной экспертизы» за последние 10 лет, установлено, что суммарная стоимостная емкость разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» составляет более 50 % от общей стоимости строительства объекта; дальнейшие исследования сфокусированы на данных разделах.

4. На основании изучения отечественных и зарубежных исследований по оценке стоимости строительных объектов выделено три основных метода расчета количественных показателей, используемых в процессе оценки сметной стоимости с применением технологий информационного моделирования.

5. В результате анализа действующей методики определения сметной стоимости, а также XML-схемы представления ведомости объемов работ разработана модель ведомости объемов работ для оценки сметной стоимости с применением цифровых информационных моделей.

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

2.1. Перечень базовых процессов формирования и анализа информационной модели проектной документации

С учетом результатов исследования, представленного в главе 1, а также производственного опыта ГАУ СО «Управление государственной экспертизы», можно сформировать авторскую модель базовых процессов оценки сметной стоимости объекта строительства и формирования исходных данных для исследуемого процесса (рисунок 14), где зелёным цветом выделены участки, включенные в предмет настоящего диссертационного исследования.

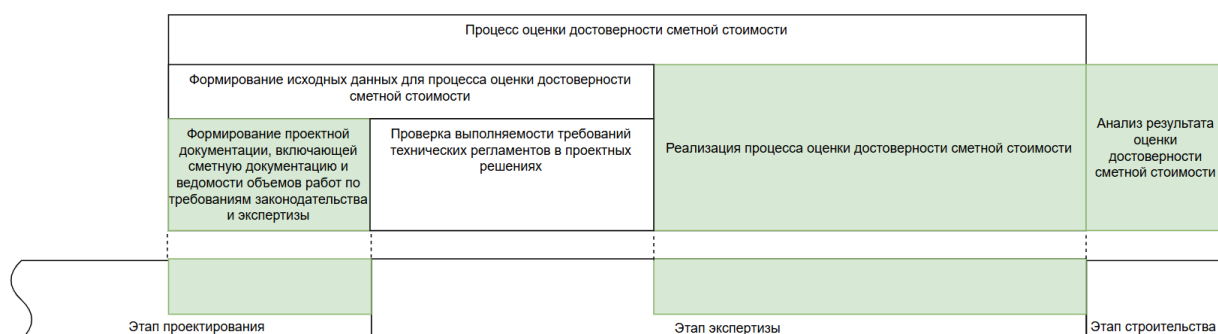


Рисунок 14 – Авторская модель процесса оценки сметной стоимости объекта строительства на этапах проектирования и строительства

Для дальнейшей детализации указанных этапов можно применить основные положения теории графов для схематичного представления процессов, входящих в различные методы проверки количественных показателей, а также в метод проектирования, предшествующий проверке. При этом за вершины графа принимаем основные процессы этапа формирования или экспертизы проектной документации, в совокупности составляющие методы проверки количественных показателей.

Выбор применяемого метода расчета количественных показателей при экспертизе напрямую зависит от состава проектной документации, выполняемой в форме информационной модели проектной документации [11], [38], [34] и предоставляемой на экспертизу, в частности от формата данных. Можно выделить четыре варианта состава проектной документации:

1) Проектная документация (ПД), включая смету на строительство, содержит ЦИМ ОКС в формате *IFC* [34], атрибутивный состав которой позволяет применить метод параметризации для идентификации элементов.

2) ПД, включая смету на строительство, содержит ЦИМ ОКС в формате *IFC* и локальные сметные расчеты в формате *GGE* [24], содержащие GUID (уникальный номер) элементов ЦИМ ОКС, привязанных к каждой позиции.

3) ПД, включая смету на строительство, содержит ЦИМ ОКС в формате *IFC* [34] с применением классификатора элементов, позволяющего однозначно идентифицировать элемент и присвоить к позиции локальной сметы.

4) ПД выполняется по [38] в формате PDF без применения технологий информационного моделирования. То есть ЦИМ ОКС в составе ПД отсутствует, либо наполнение ЦИМ ОКС не позволяет применить метод параметризации, а классификатор либо не применен, либо уровень классификации не позволяет идентифицировать элемент.

Следует отметить, что при текущем законодательстве все вышеперечисленные варианты являются легитимными и теоретически возможными, однако применение ЦИМ ОКС при проверке ведомостей объемов работ становится возможным только после проверки такой ЦИМ на выполнение требований технических регламентов, а значит необходимо наполнить ее соответствующей информацией [25], [111].

С учетом вышеизложенного, можно выделить базовые процессы на этапе формирования информационной модели проектной документации,

выполняемые силами проектировщика, влияющие на применение методов проверки количественных показателей, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Базовые процессы на этапе формирования информационной модели проектной документации, влияющие на применение методов расчета количественных показателей

№ проц.	Описание	Результат
0	Формирование ПД по Постановлению Правительства № 87 [38] в формате .pdf	Набор документов в формате .pdf, включающий планы, разрезы, локальные сметы, ведомости объемов работ, объектные сметы и др.
1	Формирование и заполнение параметров ЦИМ ОКС, необходимых для проведения экспертизы проектной документации с применением ЦИМ [25]	ЦИМ ОКС в формате .ifc, которую можно применить при экспертизе проектной документации
2	Формирование и заполнение параметров ЦИМ ОКС, обеспечивающих однозначную идентификацию и присвоение элементов ЦИМ ОКС к позициям локальных смет. Подробно метод параметризации и его применение для расчета ведомостей объемов работ (ВОР) разобран в разделе 1.3.	ЦИМ ОКС в формате .ifc, по которой можно сформировать ВОР с помощью привязок к соответствующим позициям
3	Заполнение параметра «Код классификатора» для каждого элемента ЦИМ ОКС. При этом такой код должен быть уникальным и позволять однозначно идентифицировать элемент ЦИМ ОКС и присваивать к необходимой позиции локальных смет. Подробно метод применения классификатора разобран в разделе 1.4.	ЦИМ ОКС в формате .ifc, по которой можно сформировать ВОР с помощью привязок к коду классификатора.
4	Настройка соответствия между элементами ЦИМ ОКС и позициями локальной сметы и занесению данных о GUID элементов ЦИМ ОКС в формат .gge	Локальные сметы в формате .gge, позиции которых содержат GUID элементов ЦИМ ОКС формата .ifc.

От выбора процессов при проектировании напрямую зависит перечень входящих данных, предоставляемых на экспертизу проектной документации, а значит и структура внутренних процессов экспертной организации

при расчете количественных показателей, поэтому дальнейшее рассмотрение процессов будет проводиться в совокупности двух этапов: формирования и экспертизы информационной модели проектной документации.

Процессы, выполняемые на этапе экспертизы информационной модели проектной документации силами эксперта сметного отдела и отдела технологий информационного моделирования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Базовые процессы на этапе экспертизы информационной модели проектной документации

№ проц.	Описание	Результат
1	2	3
5	Открытие локальной сметы и ее просмотр без применения технологий информационного моделирования. Анализ проектных решений объекта капитального строительства	Наименование, количественные показатели (в т. ч. стоимостные) позиции сметы, которые необходимо проверить – формирование представления о проектных решениях и перечне рассчитываемых позиций
6	Загрузка ЦИМ ОКС в программный комплекс для анализа. Анализ проектных решений объекта капитального строительства. Проведение входного контроля качества (валидация)	ЦИМ ОКС доступна для дальнейшей обработки, проверено выполнение требований, необходимых для дальнейшего расчета количественных показателей – формирование представления о проектных решениях и перечне рассчитываемых позиций
7	Открытие локальной сметы в формате .ggs совместно с ЦИМ ОКС в формате IFC с возможностью визуализации элементов ЦИМ ОКС, GUID которых привязаны к позициям локальной сметы. Визуальное ознакомление с проектными решениями, представленными в ЦИМ ОКС	Наименование, количественные показатели (в т. ч. стоимостные) позиции сметы, которые необходимо проверить – формирование представления о проектных решениях и перечне рассчитываемых позиций

Окончание таблицы 4

1	2	3
8	В ходе данного процесса можно выделить три основных подпроцесса: открытие необходимых видов, определение значений переменных, участвующих в расчете, и произведение вычислений	Получены действительные значения количественных показателей с помощью расчетов, выполненных вручную
9	Процесс включает в себя несколько последовательных подпроцессов. В первую очередь выполняется фильтрация элементов, в результате которой формируется ведомость объемов работ на основании ЦИМ ОКС, значения которой могут быть проанализированы на соответствие представленной ведомости объемов работ, затем производится суммирование значений выбранного параметра отсортированных элементов	Получены фактические количественные показатели выбранных групп элементов из ЦИМ ОКС
10	Сравнение количественных показателей, указанных в предоставленной проектировщиком локальной смете и полученных экспертом самостоятельно в процессе рассмотрения ПД	Вывод о правильности количественных показателей в локальной смете

Отмеченные процессы можно визуализировать с применением основных понятий теории графов, принимая во внимание последовательность их реализации в текущих сценариях работы. При этом процессы можно представить вершинами ориентированного графа, который представлен на рисунке 15. Номер вершины соответствует процессу из таблиц 3 и 4.

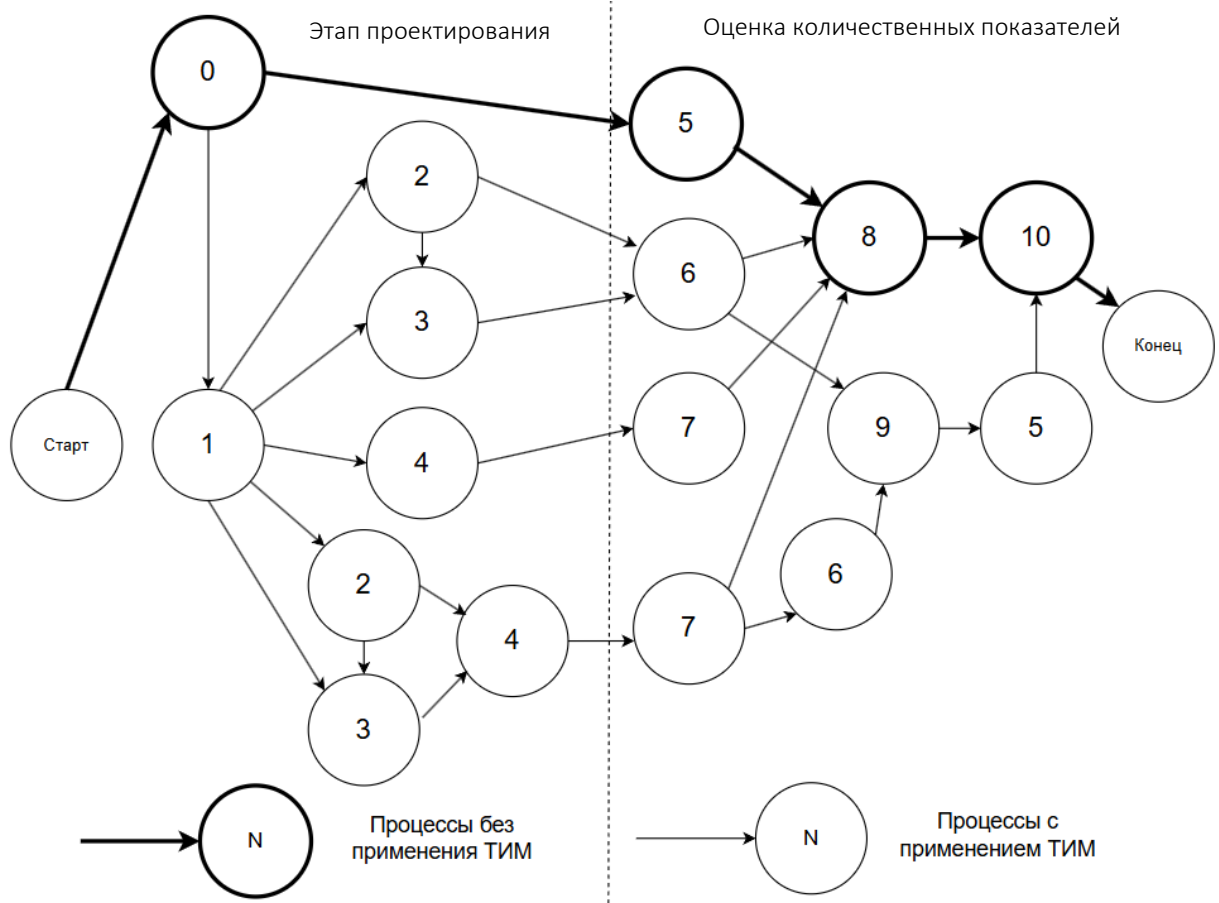


Рисунок 15 – Ориентированный граф сценариев применения методов расчета количественных показателей

При совокупном анализе представленных на рисунке процессов немдлэнно заметить, что существует большое количество возможных легитимных путей как предоставления информации на экспертизу, так и получения количественных показателей по ней, в связи с чем необходим анализ трудозатрат представленных процессов с целью выявления наиболее эффективных сценариев работы.

Дальнейший анализ требует поиска наименее трудоемкого пути: набора базисных процессов, суммарная трудоемкость которых является наименьшей и не нарушает текущее законодательство. На рисунке 16 красным отмечены вершины и связи графа, обозначающие процессы, имеющие менее трудоемкий аналог в ориентированном графе.

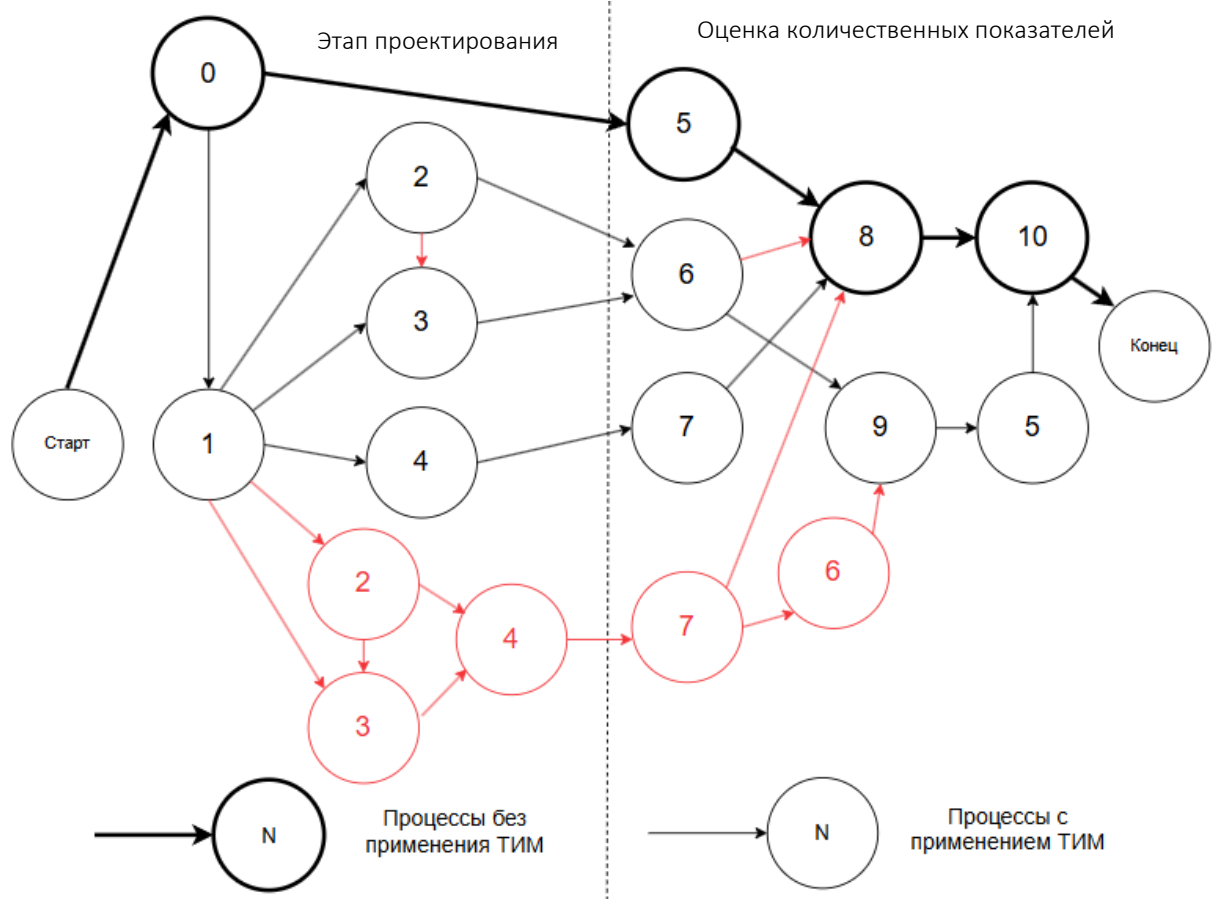


Рисунок 16 – Ориентированный граф сценариев применения методов расчета количественных показателей с выделением процессов, имеющих более технологичный аналог

Из области поиска более технологичного пути исключим выделенные части.

Проведем оценку трудоемкости выполнения процессов, оставшихся не выделенными. Разработка ПД по Постановлению Правительства № 87 является неотъемлемой частью жизненного цикла объекта капитального строительства, поэтому процесс 0, а также разработка ЦИМ ОКС в части процесса 1 не учитывались при оценке трудоемкости. В соответствии с требованиями Постановления Правительства № 331 [32] заказчик обязан обеспечить формирование и ведение информационной модели при финансировании из бюджета, а в соответствии с [34] ЦИМ ОКС должна дополнять графическую часть ПД при обязательности ведения ИМ ОКС. Таким образом, для образовательных учреждений, финансируемых

из государственного бюджета, можно не учитывать разработку ЦИМ ОКС при оценке трудоемкости. Однако в связи с тем, что законодательно установленных требований, минимально достаточных для проведения экспертизы проектной документации с применением ЦИМ на сегодняшний день нет, то наполнение ЦИМ атрибутами, необходимыми для проведения экспертизы проектной документации с применением ЦИМ не является обязательным условием при предоставлении ПД на экспертизу. Таким образом, трудоемкость процесса 0 принята равной нулю, трудоемкость процесса 1 будет учитываться при применении ЦИМ ОКС в части заполнения атрибутов, сформированных на основании исследования [25], так как выполнение требований технических регламентов является обязательным условием для ее использования, а трудоемкость процессов 2 и 3 напрямую зависит от количества параметров ЦИМ ОКС, которые необходимы для их реализации, но не входят в перечень атрибутов, обязательных для реализации процесса 1. Процесс 10, включающий в себя сравнение количественных показателей, полученных экспертом в процессе оценки достоверности сметной стоимости, с количественными показателями, предоставленными проектировщиком необходим при любом сценарии независимо от метода получения количественных показателей, применяемого экспертом.

Проведем сравнение путей 0-5-8-10 (базовый путь без применения технологий информационного моделирования) и 0-1-4-7-8-10. Так как процессы 0, 8 и 10 у данных маршрутов совпадают, то выбор наименее трудоемкого пути будет напрямую зависеть от сравнения трудоемкости процесса 5 и процессов 1–4–7. При этом процесс 5 включает в себя загрузку и открытие смет, а путь 1–4–7: наполнение ЦИМ ОКС по требованиям экспертизы, присвоение каждому элементу номера GUID и дальнейшее открытие ЦИМ ОКС. Процессы 5 и 7 можно считать сопоставимыми, так как во время реализации обоих происходит загрузка документов экспертом и ознакомление с проектом, а значит трудоемкость процессов 1 и 4 являются

разностью при сравнении двух путей. Таким образом, процесс 0-1-4-7-8-10 может быть исключен из поиска наименее трудоемкого пути.

Следует отметить, что процесс 5 выполняется во всех сценариях: при ручной проверке количественных показателей он выполняется в самом начале этапа экспертизы проектной документации, а в остальных случаях перед процессом 10, таким образом для последующего поиска наименее трудоемкого пути процесс 5 можно исключить из анализа.

На рисунке 17 представлен ориентированный граф оставшихся процессов после предварительного анализа.

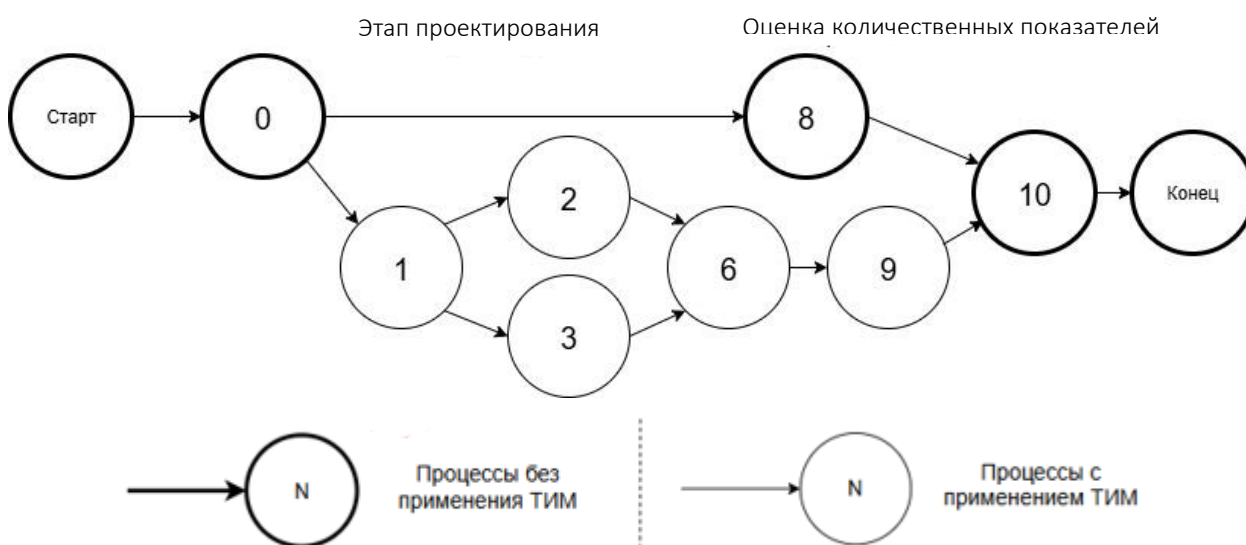


Рисунок 17 – Ориентированный граф сценариев применения методов расчета количественных показателей для углубленного поиска наиболее технологичного пути

Сравним пути 0-1-2-6-9-10 и 0-1-3-6-9-10. Процессы 2 и 3 являются методами передачи информации, представленными двумя подходами к декомпозиции информации о позиции из локальной сметы. Однако, если требований экспертизы достаточно для автоматического поиска элементов (процесс 9), то трудоемкость процесса 2 будет равна 0, так как дополнительных параметров не потребуется, а вот процесс 3 будет требовать дополнительной работы. Таким образом, выявлен первый критерий выбора наименее трудоемкого пути, на который следует обратить внимание

применительно к каждой позиции: достаточно ли требований экспертизы к параметрам ЦИМ ОКС для реализации процесса 9?

Для выявления наиболее технологичного пути необходимо детальное изучение рабочих операций на основании метода экспертной оценки.

2.2. Экспертное исследование для определения трудоемкости циклических операций по формированию информационной модели и оценке сметной стоимости

По специфике компетенций специалистов, реализующих процессы на рисунке 16, было выявлено 2 группы процессов:

1-я группа процессов: 1,2,3,6 – процессы, напрямую связанные с применением технологий информационного моделирования как на этапе формирования, так и на этапе экспертизы информационной модели проектной документации;

2-я группа процессов: 8,9 – процессы, связанные с проверкой правильности рассчитанных количественных показателей в сметных расчетах на этапе экспертизы информационной модели проектной документации.

Для дальнейшего отбора специалистов для участия в экспертной оценке было сформировано две группы: в первую группу попало 14 ТИМ-специалистов проектных, консалтинговых и экспертных организаций, во вторую группу было выбрано 17 экспертов сметного отдела ГАУ СО «Управление государственной экспертизы».

Для отбора специалистов были введены критерии ранжирования, представленные в таблице 5. Приведенные критерии являются объективными и имеют документальное подтверждение.

Среднее количество рассматриваемых проектов в месяц – показатель по результатам работы в 2021–2025 гг., который является значением среднего количество проектов, которые рассматривает специалист/эксперт (за месяц). Показатель рассчитывался отдельно для каждой группы экспертов, распределенной по разделам рассматриваемых объектов.

Каждой характеристике был присвоен ранг с шагом 1. Вышеупомянутые характеристики приведены в таблице 5 в порядке возрастания их значимости.

Таблица 5 – Значения критериев для ранжирования

№	Критерий ранжирования	Значение критерия	Балл
1 группа			
1	Должность	ТИМ-специалист	1
		ТИМ-координатор, ТИМ-менеджер	2
2	Стаж работы с ТИМ	1–3	1
		4–6	2
		7–9	3
		10–12	4
3	Образование	Бакалавр	1
		Магистр	2
		Аспирантура	3
4	Работа с получением ведомости объемов работ из ЦИМ ОКС	Нет	1
		Да	2
2 группа			
5	Должность	главный специалист	1
		эксперт	2
		начальник отдела	3
6	Стаж	1–3	1
		4–7	2
		8–11	3
		12–15	4
7	Образование	Бакалавр	1
		Магистр	2
		Аспирантура	3
		Докторантура	4
8	Среднее количество рассматриваемых проектов в месяц	от 0 до 1	1
		от 1 до 1,5	2
		от 1,5 до 2	3
9	Навыки работы с разделом АР и КР совместно	нет	1
		да	2
10	Опыт работы с ТИМ	нет	1
		да	2

Назначенные ранги, распределенные по номерам критериев указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Ранги, распределенные по признакам

№ п/п	Назначенные ранги			
	1 (минимальное значение)	2	3	4 (максимальное значение)
<i>1-я группа</i>				
1	1	2		
2	1	2	3	4
3	1	2	3	
4	1	2		
<i>2-я группа</i>				
5	1	2	3	
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	
9	1	2		
10	1	2		

В связи с тем, что максимальное значение рангов для критериев отличается, была проведена процедура стандартизации рангов (приведение к сопоставимому виду ранговых оценок [50]). Значения рангов были равномерно распределены до максимального значения.

В таблицу 7 были выписаны минимальные и максимальные значения рангов для каждого признака, строка с наибольшим числом рангов была перенесена полностью. Промежуточные значения рангов были посчитаны по формуле 2.

$$\Delta P1 = \frac{(max - min)}{4 - 1} \quad (2)$$

где $\Delta P1$ – величина шага ранга выбранного критерия;

max – максимальное значение ранга выбранного критерия;

min – минимальное значение ранга выбранного критерия;

4 – максимальное количество рангов.

Таблица 7 – Стандартизация рангов для каждого признака

№ п/п	Назначенные ранги			
	1 (минимальное значение, <i>min</i>)	2	3	4 (максимальное значение, <i>max</i>)
<i>1-я группа</i>				
1	1	1,33	1,67	2
2	1	2	3	4
3	1	1,67	2,33	3
4	1	1,33	1,67	2
Ср. знач.	1	1,58	2,17	2,75
<i>2-я группа</i>				
5	1	1,67	2,33	3
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	1,67	2,33	3
9	1	1,67	2,33	3
10	1	1,33	1,67	2
Ср. знач.	1	1,67	2,33	3

Стандартизация рангов приводит характеристики к равнозначному виду, для возможности проведения дальнейшего анализа. Для отбора было принято решение использовать ранг 2,17 для 1 группы и 2,33 для второй группы, значения баллов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Значения суммы баллов, соответствующей пограничному значению ранга

Номер пограничного ранга	Среднее значение пограничного ранга	Σ – сумма баллов, соответствующая пограничной точке (от суммы максимальных рангов 11 – 1 группа, 18 – 2 группа)
<i>1 группа</i>		
1	1	$4 < \Sigma \leq 7$
2	1,58	$7 < \Sigma \leq 9$
3	2,17	$9 < \Sigma \leq 11$
4	2,75	$\Sigma = 11$
<i>2 группа</i>		
1	1	$6 < \Sigma \leq 10$
2	1,67	$10 < \Sigma \leq 14$
3	2,33	$14 < \Sigma \leq 18$
4	3	$\Sigma = 18$

По результатам ранжирования был получен критерий отбора специалистов для экспертной оценки. В первую группу были включены ТИМ-специалисты, получившие по результатам оценки от 9 баллов включительно. Во вторую группу были включены специалисты ГАУ СО «Управление государственной экспертизы», получившие по результатам оценки более 14 баллов.

Экспертными группами были выделены уникальные рабочие циклические операции [50], являющиеся многократно повторяемыми частями процессов. Для оценки трудоемкости выполнения каждого процесса необходимо знать две составляющие:

- 1) Трудоемкость выполнения циклических рабочих операций, входящих в процесс;
- 2) Количество повторений выполнения каждой рабочей операции.

Было проведено исследование продолжительности процессов с помощью цифрового фотоучета, с точностью записи времени – 5 секунд. Для первой группы были произведены замеры продолжительности процессов 1, 2, 3, 6, для второй – 8,9. Отклонения полученных значений от среднего не превышает 15 %. Средние значения трудоемкости выполнения циклических рабочих операций в минутах представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Трудоемкости выполнения циклических рабочих операций по формированию информационной модели и оценки сметной стоимости

№ п/п	Наименование рабочей операции, входящей в процесс	Продолжительность (минуты)
1	2	3
Процесс 1		
1.1	Создание нового параметра и добавление в проект	7
1.2	Заполнение и выгрузка параметра в <i>IFC</i>	2
Процесс 2		
2.1	Создание дополнительного параметра для идентификации элементов	7
2.2	Заполнение и выгрузка параметра для идентификации элементов в <i>IFC</i>	2

Окончание таблицы 9

1	2	3
2.3	Создание параметра для расчета количественных показателей элементов 2.3.1. через блок Quantities 2.3.2. вручную	0 7
2.4	Заполнение и выгрузка параметра для расчета количественных показателей элементов в <i>IFC</i> 2.4.1. через блок Quantities 2.4.2. вручную	1 2
Процесс 3		
3.1	Создание параметра с кодом классификатора для идентификации элементов	7
3.2	Заполнение и выгрузка параметра с кодом классификатора для идентификации элементов в <i>IFC</i>	4
3.3	Создание параметра для расчета количественных показателей элементов 3.3.1. через блок Quantities 3.3.2. вручную	0 7
3.4	Заполнение и выгрузка параметра для расчета количественных показателей элементов в <i>IFC</i> 3.4.1 через блок Quantities 3.4.2 вручную	1 2
Процесс 6		
6.1	Создать позицию справочника валидации	7
6.2	Добавить в позицию справочника проверку параметра на заполнение	4
Процесс 8		
8.1	Открыть необходимые виды для расчета позиции	2
8.2	Определить значения переменных для расчета с чертежа	2
8.3	Произвести вычислительное действие для получения количественных показателей	1
Процесс 9		
9.1	Создать позицию справочника расчета количественных показателей	7
9.2	Добавить в позицию справочника правило идентификации элемента	2
9.3	Добавить в позицию справочника правило расчета количественных показателей	4

2.3. Разработка алгоритма группирования позиций сметных расчетов для выбора технологичного метода получения количественных показателей

Экспертными группами для каждой уникальной циклической рабочей операции были выделены переменные, от которых зависит количество повторений операции, представленные в таблице 10. Из формул столбца 3 видно, что количество повторений является переменным числом в зависимости от категории элементов, выбранного раздела проектной документации, класса *IFC* и позиции локальных сметных расчетов. Перечни категорий элементов на этапе проектирования и классов *IFC* на этапе экспертизы, как правило, заранее известны. Стоит отметить, перечень категорий определен применяемым программным комплексом (в различных программных комплексах может отличаться, например, в Autodesk Revit – это категории, а в Renga Software – типы элементов [47], [40], для простоты понимания в текущем исследовании такая сущность будет называться категорией), а перечень классов *IFC* и *PredefinedType* определен в требованиях к ЦИМ ОКС, так как зависят от выбранного типа объектов и раздела проектирования. Так как в разделе 1.2 было установлено, что разделы «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» являются наиболее емкими, то дальнейшее исследование будет подразумевать при расчетах $k = 2$, а перечень классов *IFC* будет основан на требованиях ГАУ СО «Управление государственной экспертизы» в части этих разделов.

Таблица 10 – Уникальные повторяющиеся подпроцессы

№ пр-са	Рабочая операция	Формула расчета трудоемкости многократного выполнения рабочей операции в объеме всего объекта строительства	Авторская формула для оценки трудоемкости выполнения рабочей операции для отдельной позиции сметного расчета
1	2	3	4
1	1.1. Создание нового параметра и добавление в проект	$t_{1.1} \cdot \sum_{j=1}^a (b_j \cdot c_j) \quad (3)$	$\frac{t_{1.1} \cdot b_j}{y_j} \quad (23)$
	1.2. Заполнение и выгрузка параметра в IFC	$t_{1.2} \cdot \sum_{j=1}^a (b_j \cdot c_j) \quad (4)$	$t_{1.2} \cdot b_j \quad (24)$
2	2.1. Создание дополнительного параметра для идентификации элементов	$t_{2.1} \cdot \sum_{j=1}^a (m_j \cdot c_j) \quad (5)$	$\frac{t_{2.1} \cdot m_j}{y_j} \quad (25)$
	2.2. Заполнение и выгрузка параметра для идентификации элементов в IFC	$t_{2.2} \cdot \sum_{j=1}^a (m_j \cdot c_j) \quad (6)$	$t_{2.2} \cdot m_j \quad (26)$
	2.3. Создание параметра для расчета количественных показателей элементов	$\sum_{j=1}^a ((n2_j \cdot t_{2.3.2} + n1_j \cdot t_{2.3.1}) \cdot c_j) \quad (7)$	$\frac{n2_j \cdot t_{2.3.2} + n1_j \cdot t_{2.3.1}}{y_j} \quad (27)$
	2.4. Заполнение и выгрузка параметра для расчета количественных показателей элементов в IFC	$\sum_{j=1}^a ((n2_j \cdot t_{2.4.2} + n1_j \cdot t_{2.4.1}) \cdot c_j) \quad (8)$	$n2_j \cdot t_{2.4.2} + n1_j \cdot t_{2.4.1} \quad (28)$
3	3.1. Создание параметра с кодом классификатора для идентификации элементов	$t_{3.1} \quad (9)$	$\frac{t_{3.1}}{y_j} \quad (29)$
	3.2. Заполнение и выгрузка параметра с кодом классификатора для идентификации элементов в IFC	$t_{3.2} \cdot \sum_{j=1}^a (c_j) \quad (10)$	$t_{3.2} \quad (30)$
	3.3. Создание параметра для расчета количественных показателей элементов	$\sum_{j=1}^a ((n2_j \cdot t_{3.3.2} + n1_j \cdot t_{3.3.1}) \cdot c_j) \quad (11)$	$\frac{n2_j \cdot t_{3.3.2} + n1_j \cdot t_{3.3.1}}{y_j} \quad (31)$
	3.4. Заполнение и выгрузка параметра для расчета количественных показателей элементов в IFC	$\sum_{j=1}^a ((n2_j \cdot t_{3.3.2} + n1_j \cdot t_{3.3.1}) \cdot c_j) \quad (12)$	$n2_j \cdot t_{3.3.2} + n1_j \cdot t_{3.3.1} \quad (32)$

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
6	6.1. Создать позицию справочника валидации	$t_{6.1} \cdot f$ (13)	$t_{6.1} \cdot x_z$ (33)
	6.2.1. Добавить в позицию справочника проверку заполненности параметра (метод параметризации)	$t_{6.2.1} \cdot \sum_{x=1}^h (q_z + r1_z + r2_z)$ (14)	$t_{6.2.1} \cdot (q_z + r1_z + r2_z)$ (34)
	6.2.2. Добавить в позицию справочника проверку заполненности параметра (метод классификатора)	$t_{6.2.2} \cdot \sum_{x=1}^h (1 + r1_z + r2_z)$ (15)	$t_{6.2.2} \cdot (q_z + 1 + r1_z + r2_z)$ (35)
8	8.1. Открыть необходимые виды для расчета позиции	$t_{8.1} \cdot \sum_{z=1}^h o_z$ (16)	$t_{8.1} \cdot o_z$ (36)
	8.2. Определить значения переменных для расчета с чертежа	$t_{8.2} \cdot \sum_{z=1}^h (p_z \cdot s_z)$ (17)	$t_{8.2} \cdot p_z \cdot s_z$ (37)
	8.3. Произвести расчет и получить значение количественных показателей	$t_{8.3} \cdot \sum_{z=1}^h (l_z \cdot s_z)$ (18)	$t_{8.3} \cdot l_z \cdot s_z$ (38)
9	9.1. Создать позицию справочника расчета количественных показателей	$t_{9.1} \cdot h$ (19)	$t_{9.1}$ (39)
	9.2.1. Добавить в позицию справочника правило идентификации элемента при методе параметризации	$t_{9.2} \cdot \sum_{z=1}^h q_z$ (20)	$t_{9.2} \cdot q_z$ (40)
	9.2.2. Добавить в позицию справочника правило идентификации элемента при методе классификатора	$t_{9.2} \cdot \sum_{z=1}^h z$ (21)	$t_{9.2} \cdot 1$ (41)
	9.3. Добавить в позицию справочника правило расчета количественных показателей	$t_{9.3} \cdot \sum_{z=1}^h r_z$ (22)	$t_{9.3} \cdot (r1_z + r2_z)$ (42)

Окончание таблицы 10

Применяемые переменные:

i – номер подпроцесса;

j – номер категории элементов;

k – номер раздела проектной документации;

x – номер класса *IFC* в требованиях к ЦИМ;

z – номер позиции локального сметного расчета;

t_i – средняя трудоемкость выполнения (методом экспертной оценки) i -ого подпроцесса, чел.-мин;

a – количество категорий элементов в требованиях к ЦИМ;

b_j – количество параметров для j -ой категории элементов, необходимых для заполнения в требованиях к ЦИМ для проведения экспертизы проектных решений;

c_j – количество групп элементов внутри j -ой категории, объединенных одним размером/маркой/типом/и т.п.;

f – количество классов *IFC* в требованиях к ЦИМ ОКС;

h – количество позиций локальных сметных расчетов;

o_z – количество необходимых чертежей для расчета z -ой позиции

p_z – количество необходимых переменных для расчета z -ой позиции

s_z – количество участвующих в расчете z -ой позиции типов элементов на чертеже;

l_z – количество вычислительных действий для расчета объема z -ой позиции;

m_j – количество параметров для j -ой категории, необходимых для заполнения в требованиях к ЦИМ с целью идентификации элементов при расчете количественных показателей дополнительно к требованиям для проведения экспертизы проектных решений;

$n1_j$ – количество параметров для j -ой категории, необходимых для заполнения в требованиях к ЦИМ с целью расчета количественных показателей дополнительно к требованиям для проведения экспертизы проектных решений через блок Quantities;

$n2_z$ – количество параметров для z -ой позиции локальных сметных расчетов, необходимых для заполнения в требованиях к ЦИМ с целью расчета количественных показателей дополнительно к требованиям для проведения экспертизы проектных решений вручную;

q_z – общее количество параметров для z -ой позиции локальных сметных расчетов, необходимых для заполнения в требованиях к ЦИМ с целью идентификации элементов при расчете количественных показателей;

$r1_z$ – общее количество параметров для z -ой позиции локальных сметных расчетов, необходимых для заполнения в требованиях к ЦИМ с целью расчета количественных показателей через блок Quantities;

$r2_z$ – общее количество параметров для z -ой позиции локальных сметных расчетов, необходимых для заполнения в требованиях к ЦИМ с целью расчета количественных показателей вручную;

x_z – общее количество классов *IFC*, участвующих в расчете z -ой позиции локальных сметных расчетов;

y_j – количество позиций, относящихся к категории

Прим. - введено упрощение: принято, что количество позиций локальных сметных расчетов (типоразмеров) совпадает с количеством уникальных заполняемых параметров внутри одной категории элементов ($c_j = 1$).

Трудоемкость процесса 8 напрямую зависит от переменных o_z, p_z, s_z, l_z , которые в свою очередь могут отличаться у различных позиций локальных сметных расчетов, а значит выбор метода расчета количественных показателей предпочтительнее выбирать для отдельных позиций локальных сметных расчетов, а не для объекта в целом (представлена в столбце 4). Трудоемкость подпроцессов 1.1, 1.2 не может быть определена применительно к позиции, так как данная работа выполняется единоразово для объекта в целом, однако расчет трудоемкости выполнения рабочей операции применительно к позиции локальных сметных расчетов позволяет исключить из переменных c_j (см. примечание в табл. 12), что конкретизирует дальнейший анализ. Таким образом, для дальнейшего анализа применяется усредненное значение по числу позиций локальных сметных расчетов для операций 1.1, 1.2.

На основании данных таблицы 12 можно дополнить ориентированный граф формулами расчета трудоемкости процессов применительно к позиции локальных смет. Дополненный граф представлен на рисунке 18.

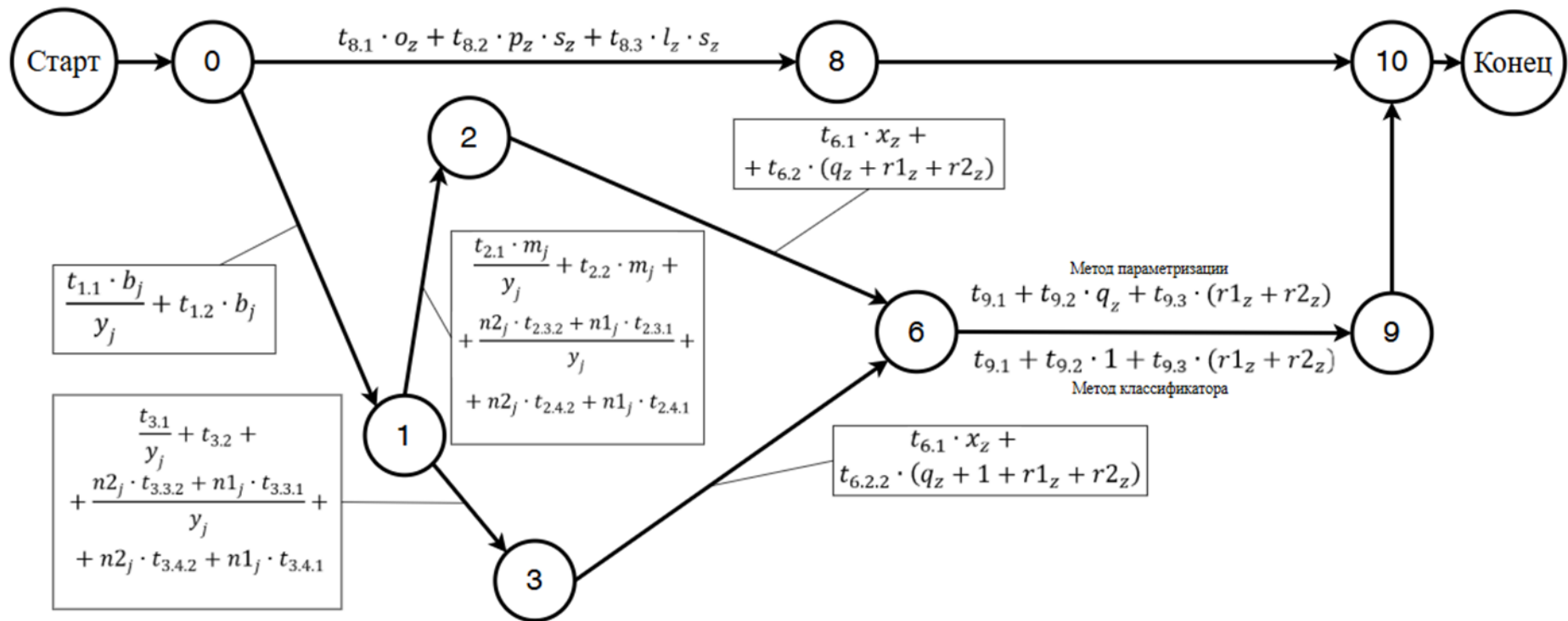


Рисунок 18 – Ориентированный граф сценариев применения методов получения количественных показателей с учетом трудоемкости процессов

Таким образом, позиция локального сметного расчёта может быть отнесена к одной из трех групп в зависимости от наименее трудоёмкого пути:

1) *Ручной метод*

Перечень позиций локальных смет, для которых наименее трудоемким окажется сценарий из процессов 0-8-10. Расчет количественных показателей рекомендуется выполнять ручным способом, дополнительная подготовка не требуется.

2) *Метод параметризации*

Перечень позиций локальных сметных расчетов, для которых наиболее оптимальным сценарием оказался 0-1-2-6-9-10. Расчет количественных показателей рекомендуется проводить в специализированном программном комплексе на основании перечня параметров. Требуется подготовительная работа: формирование проверок наличия необходимых параметров, а также настройка программного комплекса для последующего расчета. На основании перечня позиций необходимо сформировать/дополнить существующий набор требований к ЦИМ ОКС.

3) *Классификатор*

Перечень позиций локальных сметных расчетов, для которых оптимальным сценарием оказался 0-1-3-6-9-10. На основании перечня необходимо формирование классификатора, который может дорабатываться впоследствии.

При этом сметная позиция присваивается к группе в соответствии с формулой:

$$\min(T_{0-8-10}, T_{0-1-2-6-9-10}, T_{0-1-3-6-9-10}) \quad (43)$$

где

T_{0-8-10} , $T_{0-1-2-6-9-10}$, $T_{0-1-3-6-9-10}$ – трудоемкости путей 0-8-10, 0-1-2-6-9-10, 0-1-3-6-9-10 для j -ой позиции локального сметного расчёта, соответственно, без учета процесса 10, так как он является общим для всех путей.

$$T_{0-5-8-10} = T_8 =$$

$$= t_{8.1} \cdot o_z + t_{8.2} \cdot p_z \cdot s_z + t_{8.3} \cdot l_z \cdot s_z; \quad (44)$$

$$\begin{aligned} T_{0-1-2-6-9-10} &= T_1 + T_2 + T_6 + T_9 = \\ &= \frac{t_{1.1} \cdot b_j}{y_j} + t_{1.2} \cdot b_j + \frac{t_{2.1} \cdot m_j}{y_j} + t_{2.2} \cdot m_j + \frac{n2_j \cdot t_{2.3.2} + n1_j \cdot t_{2.3.1}}{y_j} + n2_j \cdot t_{2.4.2} \\ &\quad + n1_j \cdot t_{2.4.1} + t_{6.1} \cdot x_z + t_{6.2} \cdot (q_z + r1_z + r2_z) + t_{9.1} + t_{9.2} \cdot q_z + \\ &\quad + t_{9.1} + t_{9.2} \cdot q_z + t_{9.3} \cdot (r1_z + r2_z); \end{aligned} \quad (45)$$

$$\begin{aligned} T_{0-1-3-6-9-10} &= T_1 + T_3 + T_6 + T_9 = \\ &= \frac{t_{1.1} \cdot b_j}{y_j} + t_{1.2} \cdot b_j + \frac{t_{3.1}}{y_j} + t_{3.2} + \frac{n2_j \cdot t_{3.3.2} + n1_j \cdot t_{3.3.1}}{y_j} + n2_j \cdot t_{3.4.2} + n1_j \\ &\quad \cdot t_{3.4.1} + t_{6.1} \cdot x_z + t_{6.2} \cdot (q_z + 1 + r1_z + r2_z) + t_{9.1} + t_{9.2} \cdot 1 + \\ &\quad + t_{9.3} \cdot (r1_z + r2_z); \end{aligned} \quad (46)$$

Формула выбора пути (43) является применением метода Дейкстры [29] к ориентированному графу с целью выбора наименее трудоемкого пути.

На основании введенных переменных и вышеизложенных формул, был разработан алгоритм группирования позиций локальных сметных расчетов для выбора технологического метода получения количественных показателей в зависимости от метода получения количественных показателей. Алгоритм группирования позиций локальных сметных расчетов представлена на рисунке 19.

Описанный алгоритм является универсальным и может применяться для любого типа объектов и разделов проектной документации.

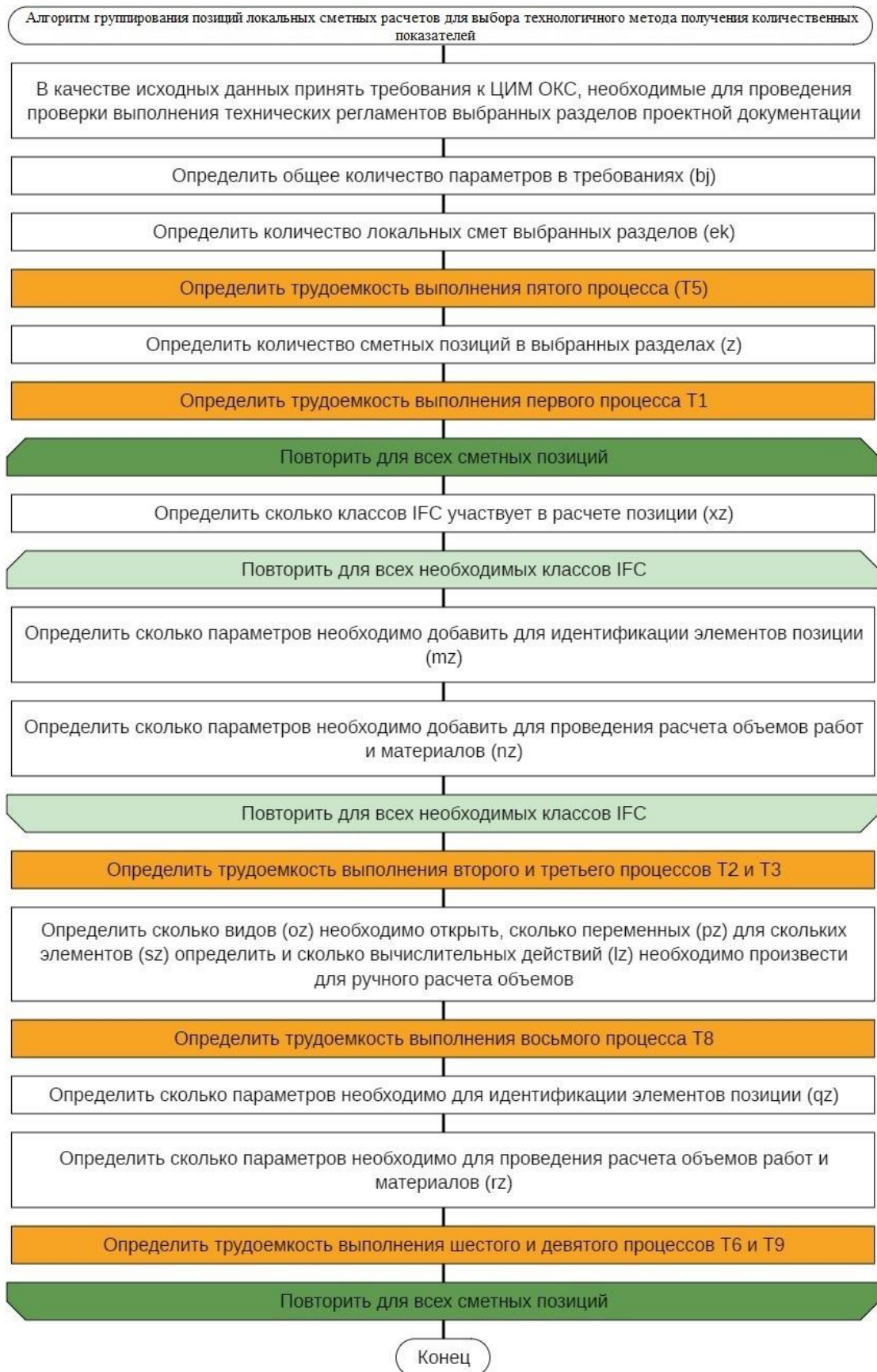


Рисунок 19 – Алгоритм (дракон-схема) группирования позиций локальных сметных расчетов для выбора технологичного метода получения количественных показателей в информационной модели строительного объекта

2.4. Алгоритм формирования выборки значимых позиций сметных расчетов для оценки количественных показателей

Для отбора позиций в сметных расчетах с целью дальнейшего анализа была разработана программа для ЭВМ, которая производит обработку позиций локальных и объектных сметных расчетов, представленных в различных форматах, таких как .xlsx, .xml, .gge и декомпозирует информацию по схеме, представленной на рисунке 20. На основании полученной информации формируется база данных, используемая для дальнейшего анализа.

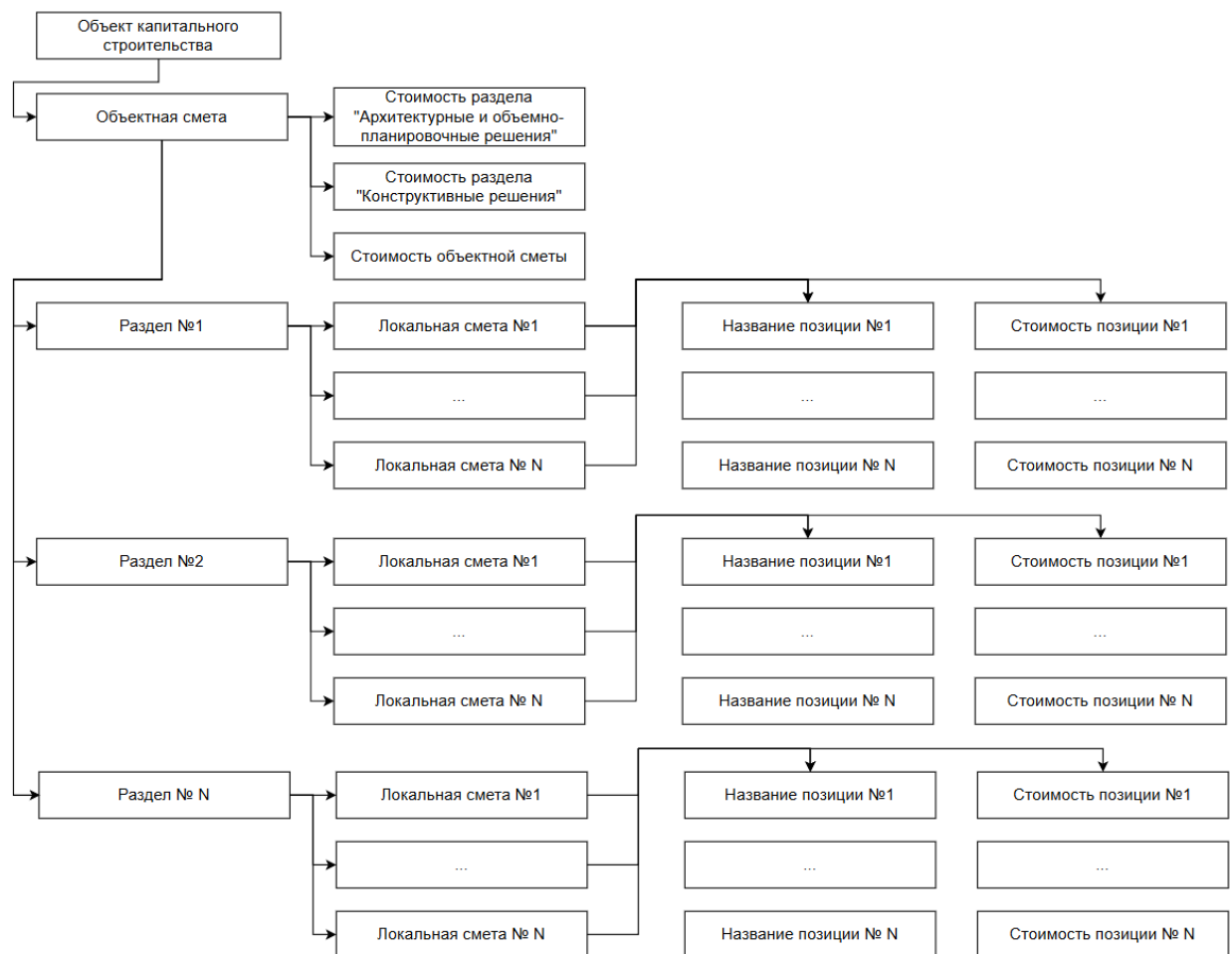


Рисунок 20 – Схема декомпозиции информации из локальных и объектных сметных расчетов при формировании базы данных

При работе с базой данных объектных и локальных сметных расчетов в первую очередь необходимо статистически подтвердить данные, полученные в разделе 1.4 структурная модель ведомости объемов работ

при оценке сметной стоимости с применением ЦИМ и установить, какие разделы проектной документации являются наиболее емкими для выбранного типа объектов. По результатам обработки массива объектных смет и их стоимостей, а также стоимостей разделов, можно рассчитать среднюю стоимостную емкость разделов по формуле 47.

$$C_R = \sum_{i=1}^{35} \frac{C_{Ri}}{C_i} \cdot 100\% \quad (47)$$

где C_{Ri} – стоимость раздела в объектной смете i -ого объекта;

C_i – стоимость i -ого объекта по объектной смете.

После этого была выполнена выборка разделов с наибольшим показателем C_R для дальнейшего анализа.

Из выбранных разделов для отбора приоритетных позиций локальных сметных расчетов на основании результатов экспертной оценки были сформулированы 3 основных показателя:

1) Среднее количество вхождений выбранной позиции в локальный сметный пасчет одного объекта.

Рабочие операции процессов 2, 3 и 8 могут повторяться многократно при наличии нескольких групп элементов внутри одной позиции. Например, ГЭСН 11-01-011-01 «Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм» будет повторять столько раз, сколько стяжек различной толщины присутствует в проекте, а значит эксперту необходимо будет для каждого типа стяжки повторить расчет количественного показателя, а проектировщику заполнить необходимые параметры, которые могут отличаться (например, материал).

Среднее количество вхождений рассчитывалось по следующей формуле 48.

$$N_{\text{вх}} = \frac{\sum_{i=1}^N N_i}{N} \quad (48)$$

где N_i – количество выбранных позиций в i -ом объекте строительства;

N – количество объектов строительства в выборке.

2) Количество объектов капитального строительства, локальный сметный расчет которых содержит выбранную позицию – $N_{об}$.

Данный критерий влияет на применимость результатов анализа к последующим объектам капитального строительства. Чем больше смет в выборке содержит анализируемую позицию, тем больше вероятность того, что позиция будет присутствовать в последующих сметах выбранного типа объектов.

3) Суммарная стоимостная емкость позиции локальных сметных расчетов.

Суммарная стоимостная емкость рассчитывалась в виде отношения позиции к общей стоимости объекта капитального строительства в соответствии с объектным сметным расчетом, просуммированного по всем объектам по следующей формуле 49.

$$C_e = \sum_{i=1}^N \frac{C_{pi}}{C_i} \cdot 100\% \quad (49)$$

где C_{pi} – стоимость выбранной позиции внутри i -ого объекта;

C_i – стоимость i -ого объекта по объектному сметному расчету.

Для определения логики методики отбора позиций локальных сметных расчетов использовались условия п. 8 ч. 1 ст. 95 [62], в соответствии с которыми цена контракта впоследствии может изменяться не более чем на 30% при условии соблюдения сроков контракта. Таким образом, для формирования дальнейшей выборки введем термин «Выборка наиболее значимых позиций локальных сметных расчетов» (массив [M]). Основным критерием значимости был выбран показатель C – *отношение суммарной стоимостной емкости позиций объекта, присутствующих в выборке, к суммарной стоимостной емкости всех позиций локальных сметных расчетов разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» объекта, значение которого не должно превышать 70 %.*

На основании выделенных критериев дальнейший отбор позиций локальных сметных расчетов происходит формированием выборок по описанным выше критериям: Массив (А), массив (В), массив (С), где:

1) Массив (А) – выборка по показателю C_R , которая формируется по алгоритму, представленному на рисунке 21

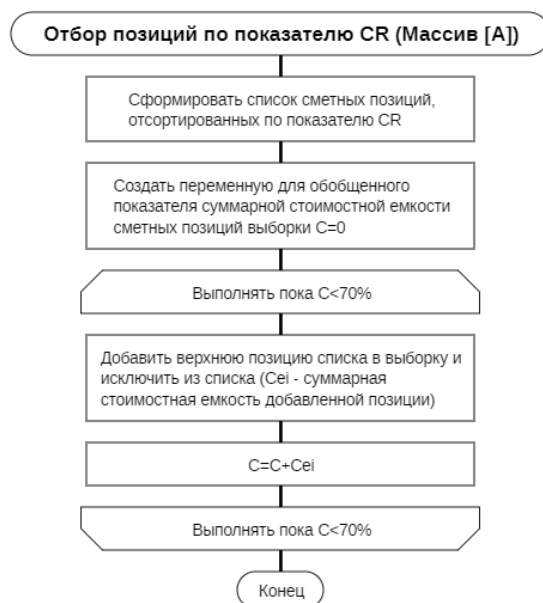


Рисунок 21 – Методика отбора позиций для выборки по C_R

2) Массив (В) – выборка по показателю $N_{об}$, которая формируется по алгоритму, представленному на рисунке 22.

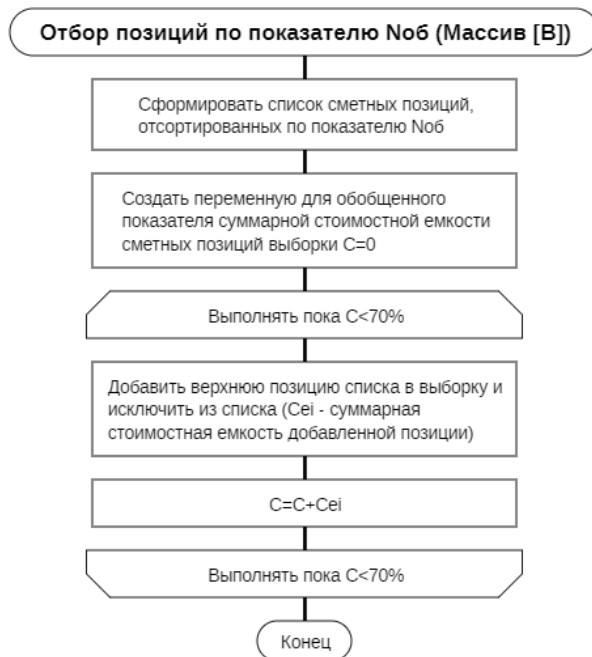


Рисунок 22 – Методика отбора позиций для выборки по $N_{об}$

3) Массив (C) – выборка по показателю C_e , которая формируется по алгоритму, представленному на рисунке 23.

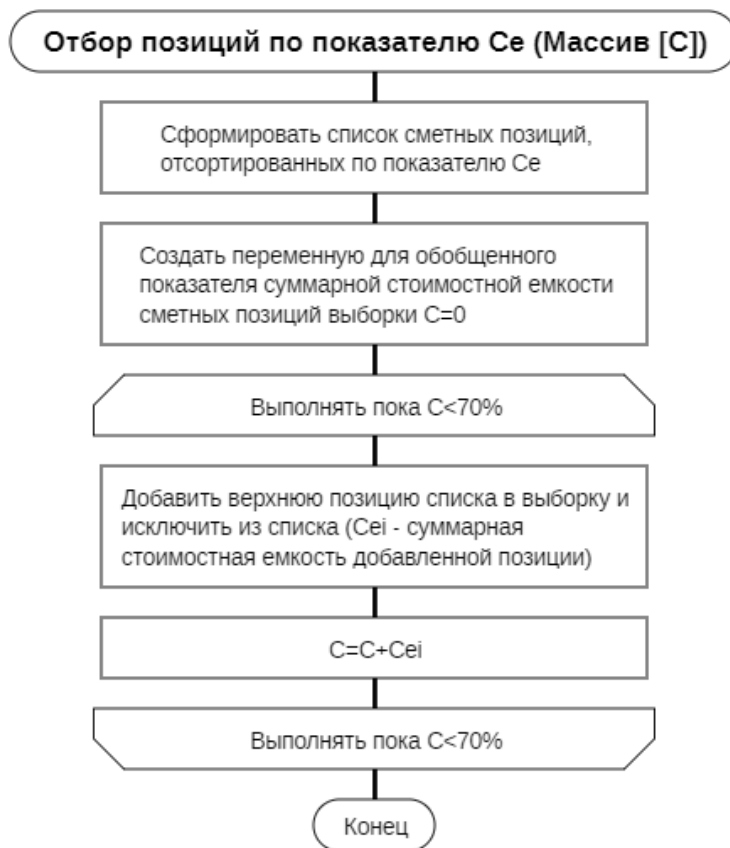


Рисунок 23 – Методика отбора позиций для выборки по C_e

Таким образом, формируется 3 выборки позиций локальных сметных расчетов, при этом одна сметная позиция может находиться как в одной выборке, так и в нескольких. Введем критерий K для каждой позиции локальных сметных расчетов, по которому будет производиться отбор в конечную выборку (массив [M]). Значение критерия K для каждой позиции локальных сметных расчетов будет определяться по алгоритму, представленному на рисунке 24.

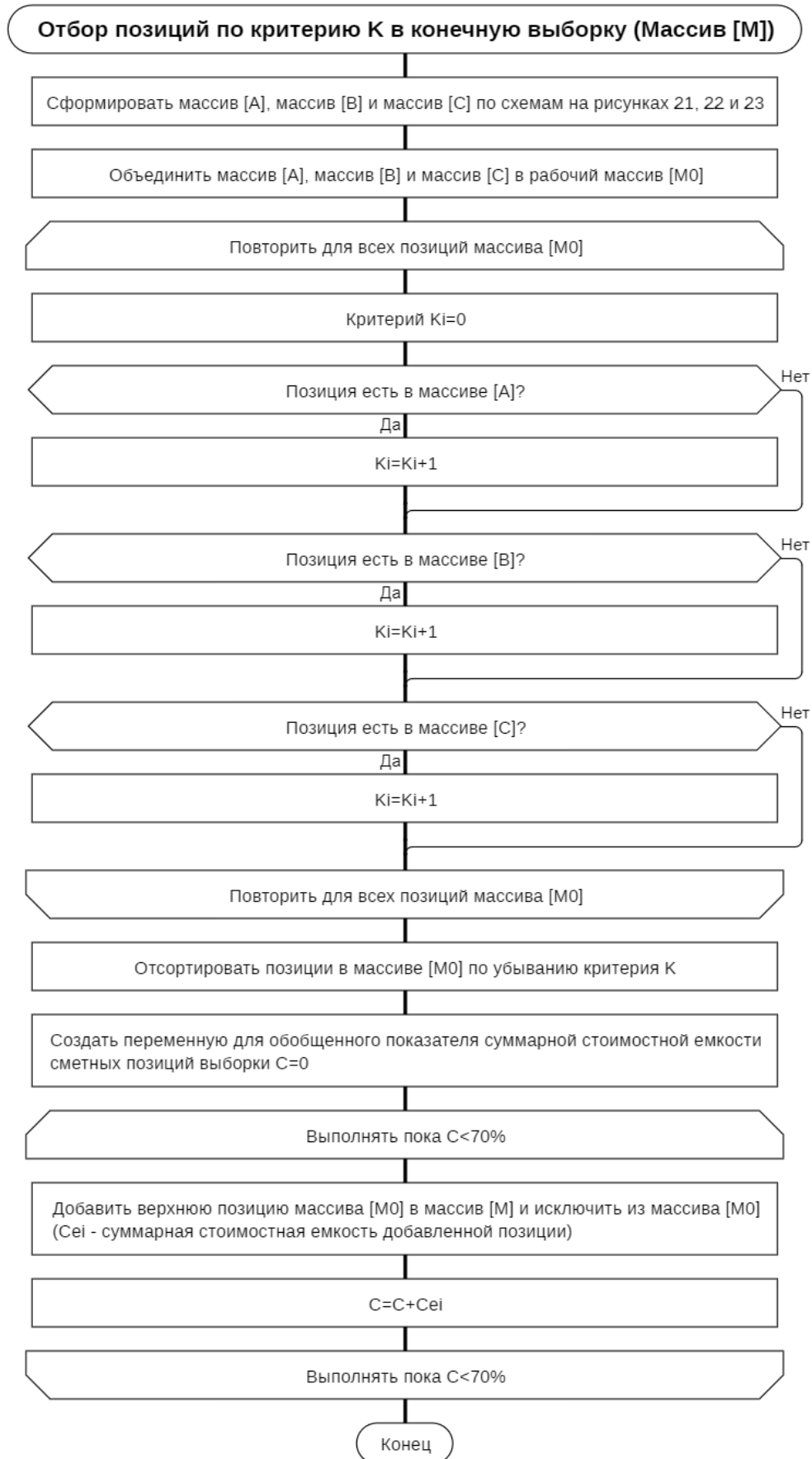


Рисунок 24 – Алгоритм отбора позиций по критерию К в выборку наиболее значимых позиций локальных сметных расчетов

На основании разработанной модели отбора и методики классификации позиций локальных сметных расчетов для оценки трудоемкости процессов был описан универсальный алгоритм формирования выборки значимых позиций локальных сметных расчетов для оценки количественных показателей, основанный на выборе наименее трудоемкого пути. Разработанный алгоритм представлен на рисунке 25.

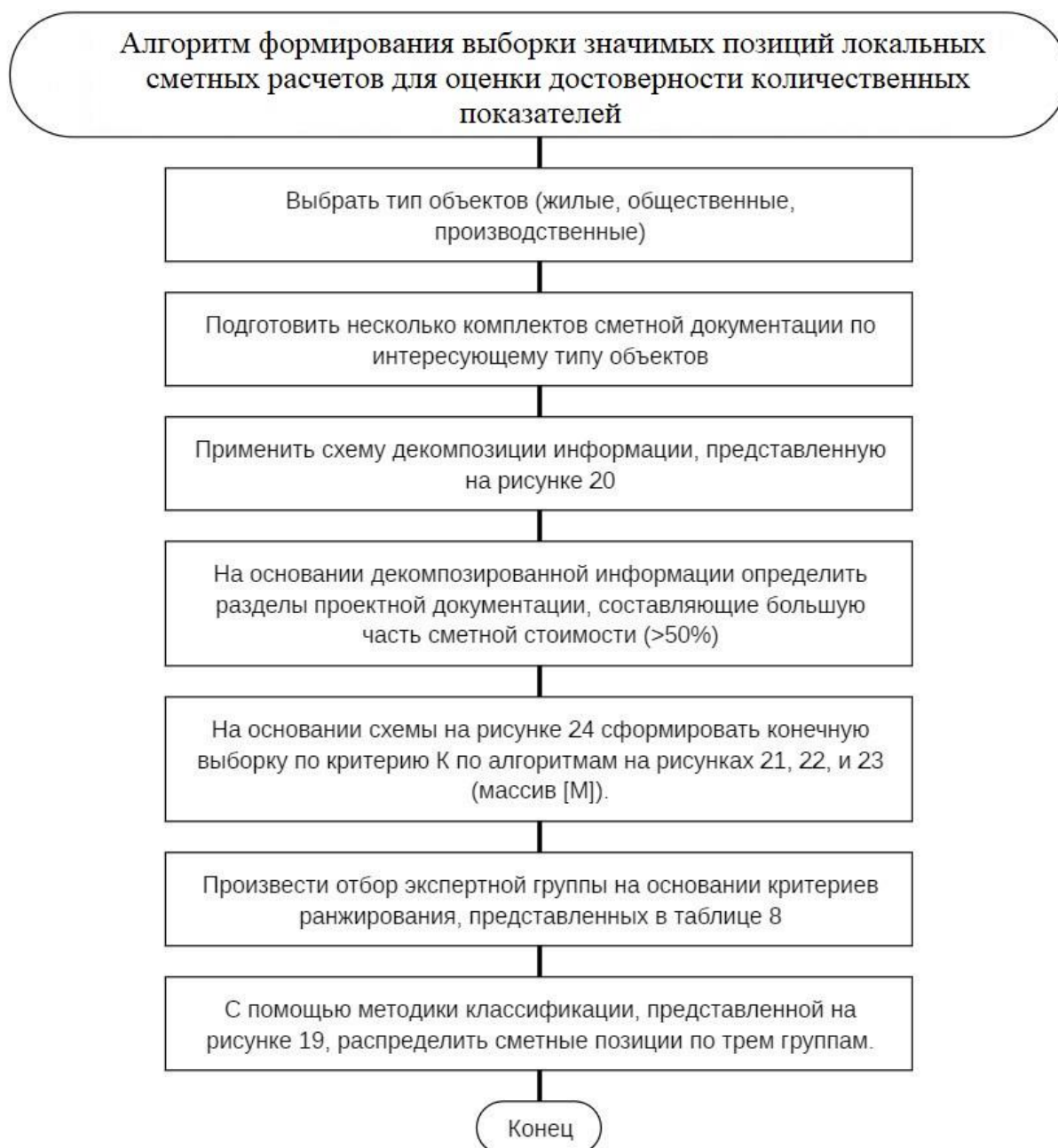


Рисунок 25 – Алгоритм формирования выборки значимых позиций локальных сметных расчетов для оценки количественных показателей

Выводы по главе 2

1. Предложена графоаналитическая модель базовых процессов формирования и анализа информационной модели проектной документации.
2. Определена трудоемкость циклических рабочих операций, входящих в базовые процессы, в результате экспертного исследования, с применением авторского критерия отбора специалистов.
3. Разработан алгоритм группирования позиций сметных расчетов для выбора технологичного метода получения количественных показателей, необходимых для оценки стоимости объекта капитального строительства.
4. Разработан алгоритм формирования выборки значимых позиций сметных расчетов для оценки количественных показателей с применением авторского критерия отбора.
5. Разработана программа для ЭВМ, которая производит обработку позиций локальных и объектных сметных расчетов, представленных в различных форматах, таких как .xlsx, .xml, .gge и декомпозирует полученную информацию для последующего группирования позиции в зависимости от технологичного метода расчета количественных показателей (свидетельство № 2025684852).

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ГРУППИРОВАНИЯ ПОЗИЦИЙ СМЕТНЫХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧНОЙ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

В главе 2 настоящего диссертационного исследования был разработан алгоритм формирования выборки значимых позиций сметных расчетов для оценки достоверности количественных показателей по предпочтительному методу расчета количественных показателей с применением ЦИМ ОКС в процессе оценки сметной стоимости, который основан на последовательном анализе массива сметных расчетов. В дальнейшем исследовании рассмотрено практическое применение алгоритма на примере выборки сметной документации образовательных учреждений, сформированной по архиву объектов капитального строительства, успешно прошедших экспертизу в ГАУ СО «Управление государственной экспертизы», а также рассмотрен процесс внедрения различных методов в процесс работы экспертного учреждения.

3.1. Кластерные модели позиций сметных расчетов по критериям: геометрическая детализация, категория при проектировании, класс IfcEntity

Для отбора позиций сметных расчетов (фокусировка выполнена на локальные сметные расчеты) с целью их классификации по разработанному в главе 2 алгоритму была сформирована выборка объектов, получивших положительное заключение ГАУ СО «Управление государственной экспертизы» за последние 5 лет, с 2020 года.

Перечень объектов выборки представлен в таблице 13 и включает в себя 16 объектов капитального строительства: как нового, так и реконструкции. Все объекты выборки относятся к коду 02.03.002.003 в соответствии с [42] и являются зданиями средней школы. На основании анализа, проведенного в разделе 1.3 настоящего исследования, установлено, что суммарная

стоимостная емкость разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» составляет большую часть от стоимости образовательного объекта. Данные результаты были подтверждены расчетом, выполненным на основании выборки. Результаты расчета представлены в таблице 11. В столбце 6 указано отклонение фактической стоимости строительства (определенной на основании разработанной рабочей документации) от планируемой стоимости (определенной на основании разработанной проектной документации). Среднее значение отклонения составило 29,28 %.

Таблица 11 – Средняя суммарная стоимостная емкость позиций локальных сметных расчетов исследуемой выборки

№	Название объекта	% АР	% КР	% АР+КР	Отклонение фактической стоимости на этапе строительства от планируемой стоимости на этапе проектирования, %
1	2	3	4	5	6
1	Строительство корпуса столовой МАОУ СОШ №106	34,98	17,81	52,79	19,47
2	Общеобразовательная школа на 275 мест	30,65	29,84	60,49	35,16
3	Средняя общеобразовательная школа № 1 в квартале № 17 планировочного района «Академический» в г. Екатеринбурге	36,53	13,28	49,81	24,98
4	Здание муниципального автономного общеобразовательного учреждения (МАОУ)	39,08	13,81	52,89	38,15
5	Строительство средней общеобразовательной школы на 1200 мест в районе улиц Интернационалистов и Спортивная в г. Ревда Свердловской области	28,99	23,95	52,94	27,6

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6
6	Строительство нового корпуса муниципального автономного общеобразовательного учреждения – средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов № 208	31,5	15,55	47,05	31,76
7	Новый корпус МБОУ СОШ №75	30,02	17,34	47,36	41,11
8	Общеобразовательная школа 1500 мест Кировский р-н г. Екатеринбург	38,88	19,45	58,33	36,83
9	МАОУ СОШ №46 пос. Привокзальный ГО Верхотурский	41,44	17,59	59,03	32,33
10	Филиал МАОУ САШ Садовый-2 г. Верхняя Пышма	38,08	18,58	56,66	21,70
11	Школа на 1500 мест Щорса-Машинная-набережная реки Исеть	28,8	15,4	44,2	26,86
12	СОШ на 500 мест ул, Кирова 26, г. Михайловск	27,74	25,05	52,79	18,82
13	МОУ «Килачевская средняя общеобразовательная школа»	24,6	22,99	47,59	34,46
14	СОШ 7 п. Исеть	36,43	14,81	51,24	22,38
15	МАОУ СОШ 24	37,35	13,7	51,05	27,58
	<i>Среднее значение</i>	33,67	18,61	52,28	29,28

Было подтверждено, что средняя суммарная стоимостная емкость всех позиций локальных сметных расчетов разделов ПД «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» в среднем составляет больше половины от общей стоимости строительства школы, поэтому для дальнейшего исследования были приняты два эти раздела, как наиболее емкие.

Дальнейшие действия выполняем в соответствии с методикой группирования позиций локальных сметных расчетов, представленной на рисунке 19 в главе 2. Предварительно, была произведена декомпозиция данных локальных сметных расчетов 16 общеобразовательных объектов капитального строительства по рисунку 20, в результате чего сформировалась база данных из 5 414 позиций работ и 115 068 позиций материалов локальных сметных расчетов. Дальнейшая обработка позиций и формирование выборки производились по алгоритму, представленному на рисунке 24 с применением формы, представленной в таблице 13. Массив (М), приведенный к форме таблицы 13 представлен в приложении А. Для удобства обработки данных в массиве (М) представлены позиции работ, однако показатели рассчитывались в виде суммы работ и материалов.

В результате проведенного анализа было установлено следующее: **если сформировать выборку на основании условия $K > 2$, то значение показателя С такой выборки будет более 70%.**

За основу требований к цифровым информационным моделям были приняты требования ГАУ СО «Управление государственной экспертизы», вошедшие в лучшие практики России, полученные в ходе пилотного проекта, выполнение которых подтверждает возможность применения ЦИМ ОКС при проверке требований технических регламентов в процессе экспертизы проектной документации [59]. Таким образом, на данном этапе данных, для получения значения b_j в соответствии с таблицей 12, достаточно.

Таблица 12 – Форма оформления выборки позиций локальных сметных расчетов по критерию К

Код работы	Наименование позиции	Общее число вхождений	$N_{\text{вх}}$	$N_{\text{об}}$	C_e	Массив [А]	Массив [В]	Массив [С]	Критерий К
Столбец 1 прил. А	Столбец 2 прил. А	Столбец 3 прил. А	Столбец 4 прил. А	Столбец 5 прил. А	Столбец 6 прил. А	Столбец 7 прил. А	Столбец 8 прил. А	Столбец 9 прил. А	Столбец 10 прил. А
В столбце 1 указывается номер ГЭСН работы, к которой относится позиция В столбце 2 указывается наименование позиции локальных сметных расчетов В столбце 3 указывается суммарное количество данных позиций локальных сметных расчетов в базе данных. В столбцах 4, 5 и 6 указываются показатели среднего количества вхождений выбранной позиции в локальный сметный расчет одного объекта, количество объектов капитального строительства, локальный сметный расчет которых содержит выбранную позицию и суммарная стоимостная емкость позиции локальных сметных расчетов. В столбцах 7, 8 и 9 указывается «1», если позиция входит в указанный массив и «0», если не входит. В столбце 10 указывается критерий К (сумма значений из столбцов 7, 8 и 9).									

После формирования массива (М) каждая сметная позиция, входящая в перечень, была обработана в следующем порядке:

1) Установлен класс IfcEntity элементов ЦИМ, участвующих в расчете количественных показателей позиции. Для присвоения класса применялись стандарты схемы IFC4.3 [19] и [39].

2) Установлен PredefinedType элементов ЦИМ, участвующих в расчете количественных показателей позиции. Для выбора подходящего типа также применялись стандарт [19] и [39].

3) Установлена категория элементов ЦИМ по способу их моделирования проектировщиком.

4) Проверена достаточность выполнения требований ГАУ СО «Управление государственной экспертизы» для идентификации необходимого элемента. Был сформирован перечень элементов ЦИМ и параметров, превышающих требования, наличие в ЦИМ которых необходимо для проверки такой модели на выполнение требований технических регламентов, обязательных для идентификации элементов ЦИМ по позициям.

5) Проверена достаточность выполнения требований ГАУ СО «Управление государственной экспертизы» для расчета количественных показателей позиции локальных сметных расчетов. Был сформирован перечень элементов ЦИМ и параметров, превышающих требования, наличие в ЦИМ которых необходимо для проверки такой модели на выполнение условий технических регламентов, обязательных для расчета количественных показателей.

Результат обработки позиций представлен в приложении Б по форме, представленной в таблице 13. Для каждой позиции локальных сметных расчетов были также представлены позиции материалов, так как в отдельных случаях классы *IFC* и параметры для позиции работ и позиций включенных в работу материалов могут не совпадать. Строки с работами представлены в белом цвете, а с материалами – в голубом.

Таблица 13 – Форма оформления выборки позиций локальных сметных расчетов с указанием классов *IFC*, геометрии и параметров, необходимых для идентификации элементов и расчета количественных показателей

Код работы	Наим. работы	Единица измерения сметной расценки	Класс IfcEntity	Predefined Type	Категория	Параметры, необходимые для идентификации		Геометрия, необходимая для идентификации, превышающая стадию «П»	Параметры, необходимые для расчета количественных показателей	
						Параметры, необходимые для проверки выполнения технических регламентов	Параметры, превышающие стадию «П»		Параметры, необходимые для проверки выполнения технических регламентов	Параметры, превышающие стадию «П»
Столбец 1 прил. Б	Столбец 2 прил. Б	Столбец 3 прил. Б	Столбец 4 прил. Б	Столбец 5 прил. Б	Столбец 6 прил. Б	Столбцы 7–10 прил. Б	Столбцы 11–14 прил. Б	Столбец 15 прил. Б	Столбцы 16–19 прил. Б	Столбцы 20–23 прил. Б

В столбце 1 указывается номер ГЭСН работы, к которой относится позиция.

В столбце 2 указывается наименование позиции локальных сметных расчетов.

В столбце 3 указывается единица измерения количественных показателей позиции локальных сметных расчетов.

В столбцах 4 и 5 указываются класс IfcEntity и PredefinedType в соответствии с [39].

В столбце 6 указываются параметры, необходимые для идентификации элементов позиции локальных сметных расчетов и для проверки требований технических регламентов.

В столбце 7 указываются параметры, необходимые для идентификации элементов позиции локальных сметных расчетов, но отсутствующие в перечне требований для проверки условий технических регламентов.

В столбце 8 указывается перечень геометрических элементов, не входящий в состав стадии «П», но необходимый для идентификации элементов позиции локальных сметных расчетов.

В столбце 9 указываются параметры, необходимые для расчета количественных показателей позиции локальных сметных расчетов и для проверки требований технических регламентов.

В столбце 10 указываются параметры, необходимые для расчета количественных показателей позиции локальных сметных расчетов, но отсутствующие в перечне требований для проверки условий технических регламентов.

По результатам, представленным в приложении Б, можно сформировать структурную модель позиций локальных сметных расчетов по их принадлежности к элементам ЦИМ ОКС на основании класса *IFC* и стоимостной емкости каждой позиции по отношению к стоимости объекта капитального строительства. Данные, которые применялись при формировании структурной модели представлены в таблице 14. Полученная кластерная модель представлена на рисунке 26.

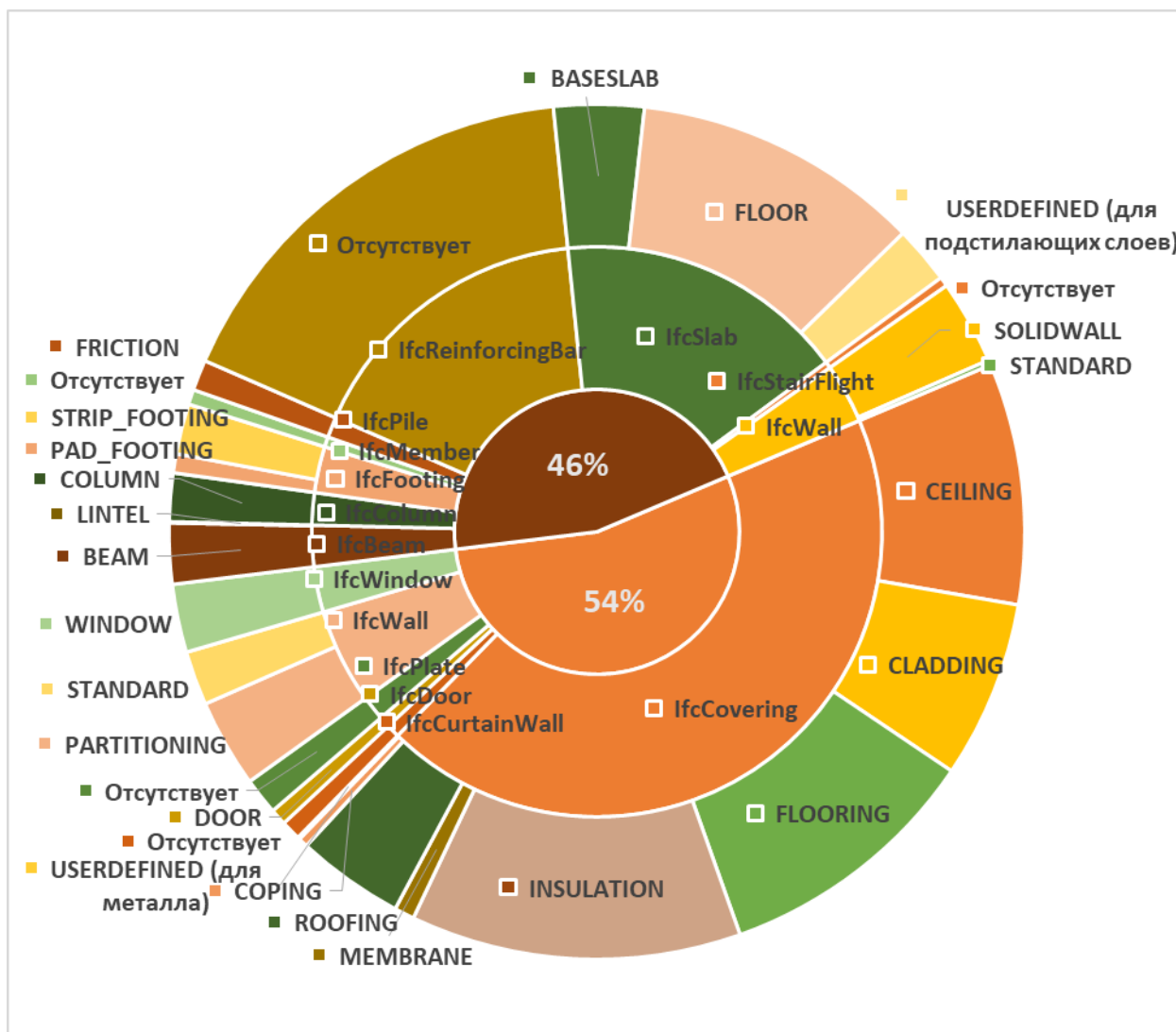


Рисунок 26 – Кластерная модель позиций локальных сметных расчетов по критерию: категория при проектировании: принадлежности позиций к классам *IFC*

Таблица 14 – Анализ процентного содержания позиций локальных сметных расчетов, принадлежащих к различным классам IfcEntity

Класс IfcEntity	PredefinedType	Количество позиций локальных сметных расчетов в выборке	Суммарная стоимостная емкость позиций выборки локальных сметных расчетов, относящихся к категории, C_e %
Раздел «Объемно-планировочные и архитектурные решения» (54 % от суммарной стоимостной емкости выборки)			
IfcCovering (отделочные слои)	CEILING	111	51,49
	CLADDING	152	37,84
	FLOORING	226	57,08
	INSULATION	280	70,44
	MEMBRANE	25	4,29
	ROOFING	88	22,90
	COPING	23	2,03
	USERDEFINED (для металла)	7	0,45
IfcCurtainWall (витражи)	Отсутствует	18	4,23
IfcDoor (двери)	DOOR	54	3,50
IfcPlate (пластины, стекла витража)	Отсутствует	16	7,84
IfcWall (стены)	PARTITIONING	29	18,78
	STANDARD	31	11,56
IfcWindow (окна)	WINDOW	72	14,55
Раздел «Конструктивные решения» (46 % от суммарной стоимостной емкости выборки)			
IfcBeam (балки)	BEAM	26	12,97
	LINTEL	8	0,23
IfcColumn (колонны)	COLUMN	17	10,32
IfcFooting (столбчатые фундаменты)	PAD_FOOTING	7	4,06
	STRIP_FOOTING	12	10,72
IfcMember (элементы ферм/сборок)	Отсутствует	19	3,21
IfcPile (сваи)	FRICTION	9	6,54
IfcReinforcingBar (арматурные стержни)	Отсутствует	232	94,86
IfcSlab (плиты)	BASESLAB	14	19,23
	FLOOR	22	61,53
	USERDEFINED (для подст. слоев)	39	12,29
IfcStairFlight (лестничные марши)	Отсутствует	7	2,03
IfcWall (стены)	SOLIDWALL	19	17,99
	STANDARD	14	1,07

Далее, позиции локальных сметных расчетов были перегруппированы по признаку принадлежности к различным категориям элементов при моделировании (таблица 15).

Полученная кластерная модель позиций локальных сметных расчетов по критерию: категория при проектировании представлена на рисунке 27.

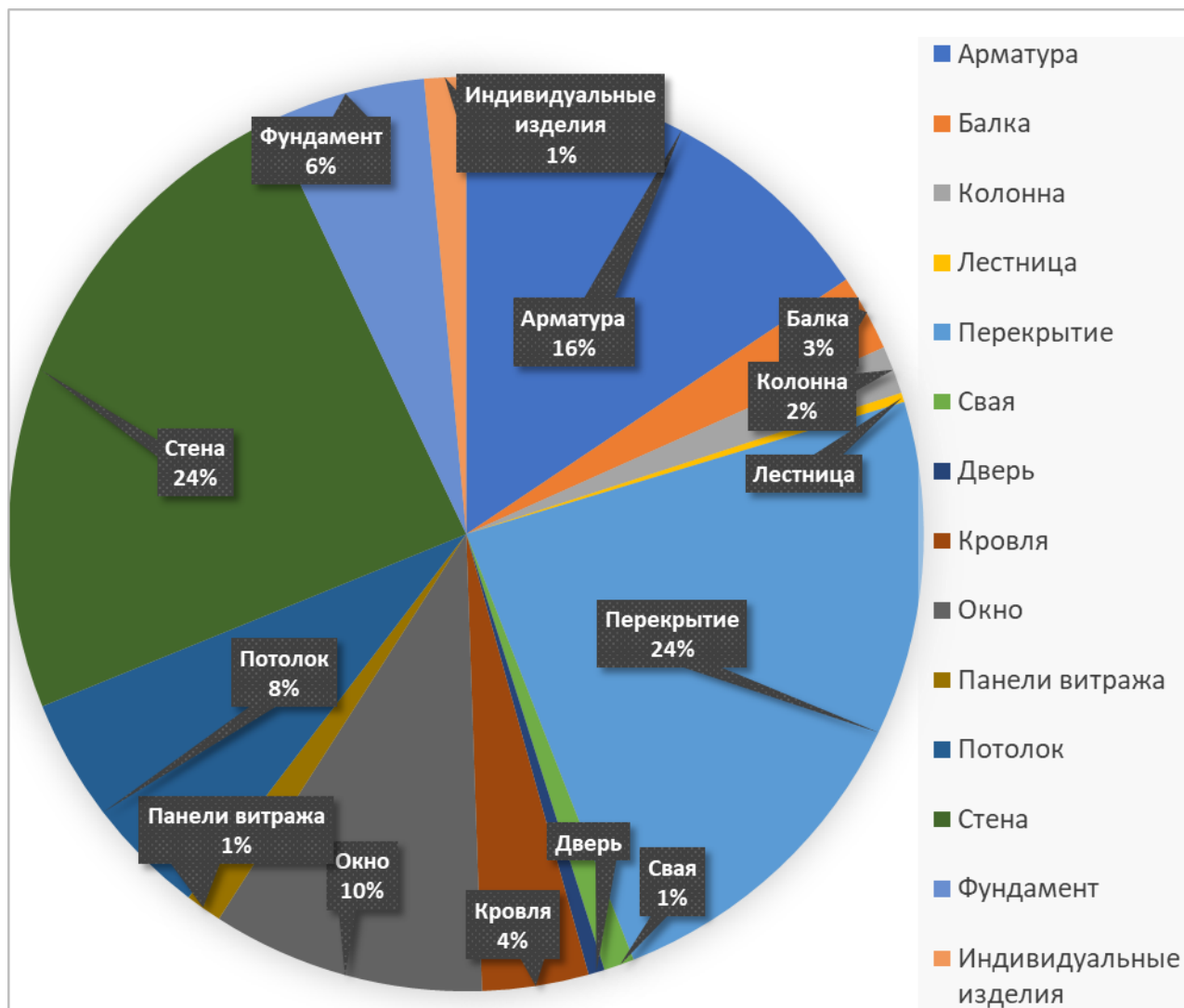


Рисунок 27 – Кластерная модель позиций локальных сметных расчетов по критерию: категория при проектировании

Таблица 15 – Анализ процентного содержания позиций локальных сметных расчетов, принадлежащих к различным категориям

Категория при моделировании	Количество позиций локальных сметных расчетов в выборке, относящихся к категории (y_j , см. табл. 10)	Суммарная стоимостная емкость всех позиций локальных сметных расчетов, относящихся к категории, $C_e\%$
1	2	3
Арматура	232	94,863
Балка	53	16,435
Колонна	17	10,297
Лестница	7	2,028
Перекрытие	386	144,12
Свая	9	6,541
Дверь	54	3,471
Кровля	88	22,872
Окно	72	58,611
Панели витража	16	7,853
Потолок	111	51,501
Стена	439	146,506
Фундамент	33	33,875

В связи с тем, что кластерные модели, представленные на рисунках 25 и 26 были получены на основании выборки позиций локальных сметных расчетов и анализа большого объема данных, в последующем можно на их основе получать долю сметной стоимости, неверно посчитанную вследствие некорректного моделирования определенной категории элементов ЦИМ или некорректной выгрузки определенного класса IfcEntity, по отношению к общей стоимости ОКС.

Проведем анализ позиций, столбец 15 приложения Б, у которых оказался не пустым. Данный факт связан с тем, что элементы ЦИМ, соответствующие таким позициям, не требовалось формировать для проверки выполнения условий технических регламентов, что привело к отсутствию описания геометрии упомянутых элементов в требованиях экспертизы. В таблице 16 представлен детальный анализ таких позиций локальных сметных расчетов укрупненно.

Таблица 16 – Анализ процентного содержания позиций локальных сметных расчетов, привязанных к элементам ЦИМ, геометрия которых превышает детализацию стадии «проектная документация»

Геометрический элемент	Количество позиций локальных сметных расчетов в выборке с привязкой к элементу (y_j , см. табл. 10)	Суммарная стоимостная емкость всех позиций локальных сметных расчетов, относящихся к элементу, $C_e\%$
1	2	3
Анкеры	4	3,02
Армирование	228	91,843
Вырубка сваи	5	0,01
Гидроизоляция	53	8,29
Огнезащита	6	4,66
Перемычки	8	0,25
Покрытия парапетов	23	2,01
Пороги	12	0,05
Раскладка блоков	14	1,09
Герметизация стыков	30	2,97

Анкеры и армирование. При расположении в ЦИМ отдельных элементов армирования, таких как стержни, сетки, анкера и др. детализация ИМ проектной документации превысит стадию «П». В таком случае необходимо вносить изменения в законодательство, в частности дополнять ПП РФ № 87 [38]. В дальнейшем исследовании принято допущение: расчет арматуры проводится с помощью параметра «Коэффициент армирования» для последующего сравнения суммарной массы арматурных элементов с представленными в сметах.

Вырубка сваи. Перемычки. Данная информация превышает «П» по своему содержанию, так как в двумерной документации на сегодняшний день не предоставляется. Исключена из дальнейшего анализа.

Гидроизоляция. Данная информация частично присутствует в стадии «П» в части типовых узлов по [38], поэтому в настоящем исследовании было принято решение рассматривать гидроизоляцию как часть категории «Отделка», класса IfcCovering.

Огнезащита. Покрытия парапетов. Пороги. Раскладка блоков. Герметизация стыков. При расположении в ЦИМ отдельных элементов, соответствующих выбранным группам, детализация ИМ проектной документации превысит стадию «П». Для дальнейшего анализа рекомендуется установить взаимосвязь с размерными характеристиками взаимосвязанных элементов. Например, проводить расчет суммарной ширины всех дверных проемов для определения длины порогов или расчет суммарной площади сечения парапетов для определения площади их покрытия. В текущем исследовании данные позиции привязаны к соответствующим элементам.

В процентном соотношении доли элементов, геометрия которых превышает стадию «П» представлены на кластерной модели позиций локальных смет (рисунок 28) по соответствию детализации стадии «П». Исключенные позиции составляют менее 0,01 % выборки, однако позиции, рассчитываемые через зависимость от моделируемых, составляют около 30 % выборки. Данное обстоятельство обуславливает необходимость обязательного включения работы с коэффициентами зависимости количественных показателей таких позиций от количественных показателей, напрямую получаемых из ЦИМ.

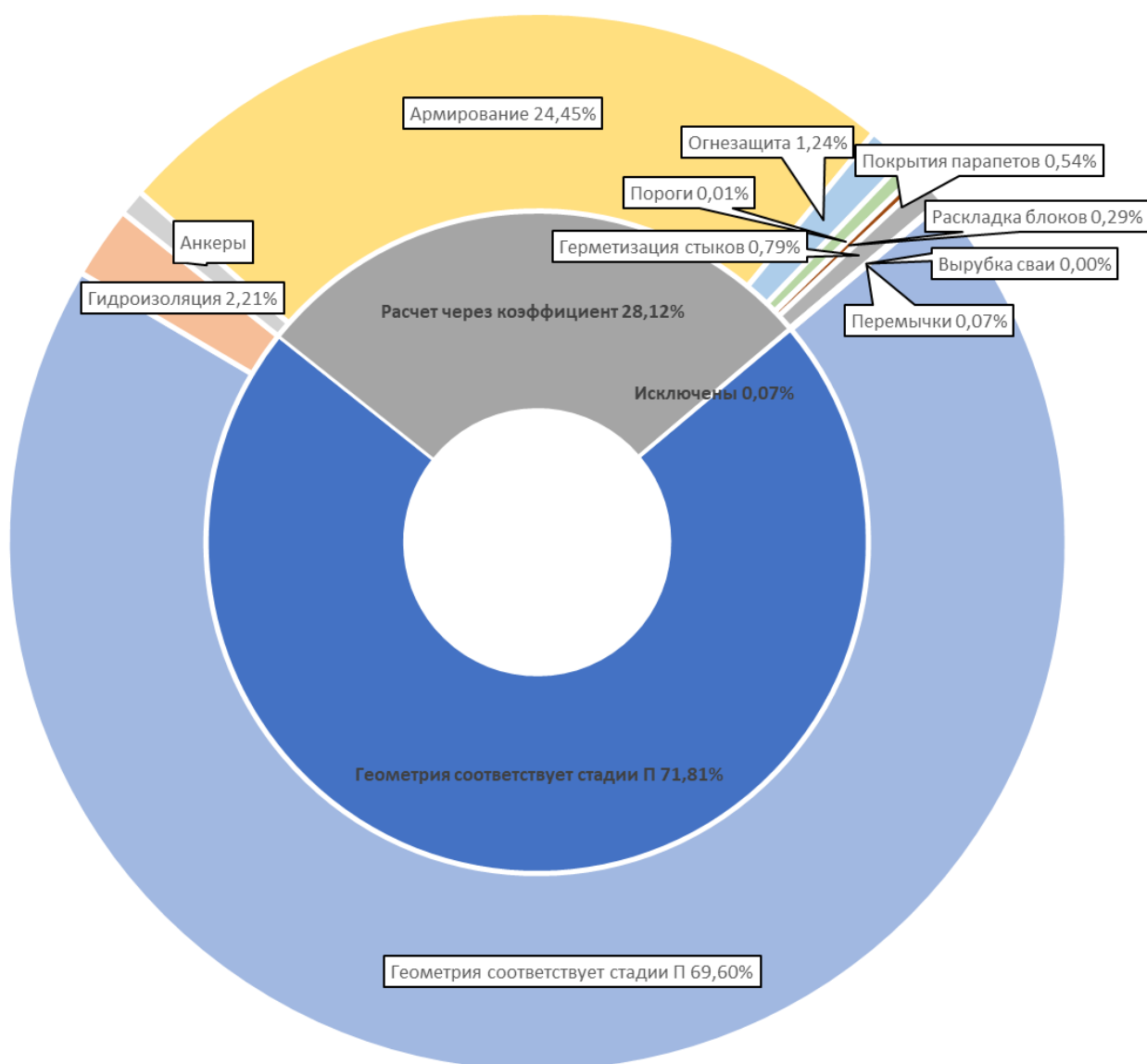


Рисунок 28 – Кластерная модель позиций локальных сметных расчетов по критерию: геометрическая детализация (относительно стадии «проектная документация»)

Таким образом, можно сформулировать гипотезу о распределении стоимостной ёмкости сметных позиций в кластерных моделях: расхождение суммарной стоимостной емкости, представленной в кластерных моделях и фактической в отдельном проекте, не будет превышать 2 %.

3.2. Оценка трудоемкости базовых процессов формирования информационной модели и анализа её количественных показателей с применением технологий информационного моделирования

Оценка трудоемкости начинается с анализа рабочих операций процесса 1. Для этого, в первую очередь, было рассчитано количество параметров, заполнение которых обязательно в соответствии с требованиями к ЦИМ раздела «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» (на примере производственных процессов ГАУ СО «Управление государственной экспертизы») [60]. В данной ситуации требования экспертизы выступают тем минимумом, который необходим для заполнения в ЦИМ с целью проверки такой модели на выполнение требований технических регламентов.

В случаях, когда к одной категории относится несколько классов IfcEntity, требования к параметрам объединялись по принципу совокупности (параметр учитывался, если присутствует хотя бы в одном из классов IfcEntity). Данные по категориям представлены в столбце 2 таблицы 16.

Расчет трудоемкости выполнения рабочих операций 1.1 и 1.2 в составе процесса 1 производился в столбцах 4 и 5 таблицы 17 по формулам из таблицы 12. После расчета данные столбцов 4 и 5 таблицы 17 были перенесены в столбцы 16 и 17 приложения В для дальнейшего анализа.

Расчет трудоемкости не проводился для категории «Индивидуальные изделия», так как такая группа на практике не является общей при моделировании, и проектировщик определяет категорию таких элементов «по месту». Категория была объединена с категорией элементов, связанных со сметными позициями (см. раздел 3.1.).

Таблица 17 – Расчет трудоемкости выполнения рабочих операций 1.1 и 1.2

Категория при моделировании	Количество позиций локальных сметных расчетов в выборке, относящихся к категории	Количество необходимых параметров для заполнения по требованиям к ЦИМ [60]	Трудоемкость выполнения рабочей операции 1.1 применительно к одной позиции локальных сметных расчетов, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей операции 1.2 применительно к одной позиции локальных сметных расчетов, чел.-мин
Балка	53	11	$\frac{11 \cdot 7}{53} = 1,45$	$11 \cdot 2 = 22$
Колонна	17	10	$\frac{10 \cdot 7}{17} = 4,12$	$10 \cdot 2 = 20$
Лестница	7	14	$\frac{14 \cdot 7}{7} = 14$	$14 \cdot 2 = 28$
Перекрытие	386	15	$\frac{15 \cdot 7}{386} = 0,27$	$15 \cdot 2 = 30$
Свая	9	11	$\frac{11 \cdot 7}{9} = 8,56$	$11 \cdot 2 = 22$
Дверь	54	16	$\frac{16 \cdot 7}{54} = 2,07$	$16 \cdot 2 = 32$
Кровля	88	11	$\frac{11 \cdot 7}{88} = 0,88$	$11 \cdot 2 = 22$
Окно	72	12	$\frac{12 \cdot 7}{72} = 1,17$	$12 \cdot 2 = 24$
Панели витража	16	12	$\frac{12 \cdot 7}{16} = 5,25$	$12 \cdot 2 = 24$
Потолок	111	11	$\frac{11 \cdot 7}{111} = 0,69$	$11 \cdot 2 = 22$
Стена	439	15	$\frac{15 \cdot 7}{439} = 0,24$	$15 \cdot 2 = 30$
Фундамент	33	12	$\frac{12 \cdot 7}{33} = 2,55$	$12 \cdot 2 = 24$

Для проведения дальнейшего анализа трудоемкости, необходима обработка данных приложения Б. В столбцах 7–23 указаны качественные характеристики, которые для расчета трудоемкости процесса 2 требуют количественного представления. С целью получения количественных показателей был произведен перенос данных в приложение В по форме, представленной в таблице 18. Для упрощения обработки последующих результатов данные по сметным позициям материалов из приложения Б были объединены с соответствующими сметными позициями работ с обновлением

всех показателей и удалены из общего списка позиций. Окончательный перечень представлен в приложении В.

Таблица 18 – Форма числового представления результатов параметризации позиций локальных сметных расчетов

Количество дополнительных параметров по категории			Общее количество параметров по позиции		
для идентификации элементов	для расчета количеств. показателей (вручную)	для расчета количеств. показателей (через Quantities)	для идентификации элементов	для расчета количеств. показателей (вручную)	для расчета количеств. показателей (через Quantities)
Столбец 6 прил. В	Столбец 7 прил. В	Столбец 8 прил. В	Столбец 9 прил. В	Столбец 10 прил. В	Столбец 11 прил. В

В связи с тем фактом, что трудоемкость рабочих операций процессов 2 и 3 может быть рассчитана применительно к категории элементов ЦИМ, то количество дополнительных параметров (столбцы 1, 2 и 3 таблицы 18) было рассчитано применительно к каждой категории элементов, формируемой на этапе проектирования, в соответствии с кластерной моделью, представленной на рисунке 27. В таблице 19 представлен расчет трудоёмкости рабочих операций процессов 2 и 3 в соответствии с формулами, представленными в таблице 12. Далее, данные столбцов 6–11 таблицы 19 были перенесены в приложение Г для дальнейшего анализа.

Далее, был произведен анализ процессов 6 и 9, выполняемых на этапе оценки сметной стоимости. Одна из задач исследования: определить для каждой позиции наименее трудоёмкий процесс получения количественных показателей, поэтому трудоемкость процессов 6 и 9 оценивалась для каждой позиции локальных сметных расчетов в отдельности на основании данных приложения В, представленных в таблице 18 (столбцы 4,5,6). Трудоемкости рабочих операций процессов 6 и 9 были рассчитаны в приложении В (столбцы 16–20) по форме, приведенной в таблице 20 в соответствии с формулами, представленными в таблице 12. Далее, данные столбцов 16–20 приложения В были перенесены в приложение Г для дальнейшего анализа.

Таблица 19 – Расчет трудоемкости выполнения рабочих операций базовых процессов 2 и 3

Категория при моделировании	Кол-во позиций локальных сметных расчетов, отн. к категории (табл. 15)	Количество необходимых дополнительных параметров			Трудоемкость выполнения рабочей операции применительно к одной позиции локальных сметных расчетов, чел.-мин					
		Для идентификации (ст. 6 прил. В)	Вручную для расчета количеств. показат-й (ст. 9 прил. В)	Через блок Quantities для расчета количеств. показат-й (ст. 10 прил. В)	2.1	2.2	2.3, 3.3	2.4, 3.4	3.1	3.2
Балка	53	5	2	0	$\frac{5 \cdot 7}{53} = 0,66$	$5 \cdot 2 = 10$	$\frac{2 \cdot 7}{53} = 0,26$	$2 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = 4$	$\frac{7}{53} = 0,13$	4
Колонна	17	1	1	2	$\frac{1 \cdot 7}{17} = 0,41$	$1 \cdot 2 = 2$	$\frac{1 \cdot 7}{17} = 0,41$	$1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 4$	$\frac{7}{17} = 0,41$	4
Лестница	7	2	0	2	$\frac{2 \cdot 7}{7} = 2$	$2 \cdot 2 = 4$	$\frac{0 \cdot 7}{7} = 0$	$0 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 2$	$\frac{7}{7} = 1$	4
Перекрытие	386	7	1	2	$\frac{7 \cdot 7}{386} = 0,13$	$7 \cdot 2 = 14$	$\frac{1 \cdot 7}{386} = 0,02$	$1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 4$	$\frac{7}{386} = 0,02$	4
Свая	9	3	1	1	$\frac{3 \cdot 7}{9} = 2,33$	$3 \cdot 2 = 6$	$\frac{1 \cdot 7}{9} = 0,78$	$1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 3$	$\frac{7}{9} = 0,78$	4
Дверь	54	1	1	0	$\frac{1 \cdot 7}{54} = 0,13$	$1 \cdot 2 = 2$	$\frac{1 \cdot 7}{54} = 0,13$	$1 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = 2$	$\frac{7}{54} = 0,13$	4
Кровля	88	2	1	2	$\frac{2 \cdot 7}{88} = 0,16$	$2 \cdot 2 = 4$	$\frac{1 \cdot 7}{88} = 0,08$	$1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 4$	$\frac{7}{88} = 0,08$	4
Окно	72	1	1	0	$\frac{1 \cdot 7}{72} = 0,1$	$1 \cdot 2 = 2$	$\frac{1 \cdot 7}{72} = 0,1$	$1 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = 2$	$\frac{7}{72} = 0,1$	4
Потолок	111	3	1	1	$\frac{3 \cdot 7}{111} = 0,19$	$3 \cdot 2 = 6$	$\frac{1 \cdot 7}{111} = 0,06$	$1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 3$	$\frac{7}{111} = 0,06$	4
Стена	439	7	1	2	$\frac{7 \cdot 7}{439} = 0,11$	$7 \cdot 2 = 14$	$\frac{1 \cdot 7}{439} = 0,02$	$1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 4$	$\frac{7}{439} = 0,02$	4
Фундамент	33	0	1	1	$\frac{0 \cdot 7}{33} = 0$	$0 \cdot 2 = 0$	$\frac{1 \cdot 7}{33} = 0,21$	$1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 3$	$\frac{7}{33} = 0,21$	4

Таблица 20 – Расчет трудоемкости базовых процессов формирования информационной модели и экспертизы её количественных показателей с применением технологий информационного моделирования

Наименов. работы	Трудоемкость выполнения рабочей операции применительно к одной позиции локальных сметных расчетов, чел.-мин				
	6.1	6.2	9.1	9.2	9.3
Столбец 4 приложения В	Столбец 16 приложения В	Столбец 17 приложения В	Столбец 18 приложения В	Столбец 19 приложения В	Столбец 20 приложения В
Сметная позиция	7	4 · (столбец 9+столбец 10+столбец 11 приложения В)	7	3 · столбец 9 приложения В	4 · столбец 9 приложения В

Следующим этапом исследования анализировался процесс 8. Для каждой позиции локальных сметных расчетов было установлено количество видов, переменных и математических действий, необходимых, чтобы произвести вычисление количественных показателей по каждой позиции локальных сметных расчетов выборки ручным способом для одного типоразмера искомого элемента. Также, методом экспертной оценки группой 2 (в соответствии с разделом 2.2 текущего диссертационного исследования) было установлено среднее количество типоразмеров, входящих в сметную позицию.

Результаты проведенного анализа размещены в приложении В по форме, представленной в таблице 21.

Таблица 21 – Форма оформления выборки позиций локальных сметных расчетов с указанием количества видов, переменных и действий, необходимых эксперту для расчета количественных показателей ручным способом (процесс 8)

Наим. работ	Ед. изм. позиции	Расчет количественных показателей ручным способом без применения ЦИМ (процесс 8)			
		Кол-во видов, необходимых эксперту	Кол-во переменных, необходимых эксперту	Кол-во вычислит-х действий, необходимых эксперту	Среднее кол-во типоразмеров
Столбец 4 прилож. В	Столбец 5 прилож. В	Столбец 14 прилож. В	Столбец 12 прилож. В	Столбец 13 прилож. В	Столбец 15 прилож. В

Таким образом, можно рассчитать значения трудоемкостей рабочих операций процесса 8 в соответствии с формулами, представленными в таблице 12. Трудоемкость базовых процессов рассчитана в приложении В (столбцы 21–23) по форме, приведенной в таблице 22. Далее, данные столбцов 21–23 приложения В были перенесены в приложение Г для дальнейшего анализа.

Таблица 22 – Оценка трудоемкости базовых процессов (6 и 9) формирования информационной модели и экспертизы её количественных показателей с применением технологий информационного моделирования

Наименование работы	Трудоемкость выполнения рабочей операции применительно к одной позиции локальных сметных расчетов, чел.-мин		
	8.1	8.2	8.3
Столбец 4 приложения В	Столбец 21 приложения В	Столбец 22 приложения В	Столбец 23 приложения В
Сметная позиция	2 · столбец 14 приложения В	1 · (столбец 12 + столбец 15 приложения В)	1 · (столбец 13 + столбец 15 приложения В)

3.3. Методика подготовки информационной модели проектной документации для технологичной оценки стоимости объекта капитального строительства

После расчета трудоемкости выполнения каждой рабочей операции для всех позиций выборки и переноса результатов в приложение Г был произведен расчет суммарной трудоемкости реализации каждого метода получения количественных показателей из представленных в разделе 2.3 по каждой позиции локальных сметных расчетов выборки (таблица 23).

На основании итогового распределения позиций локальных сметных расчетов выборки была сформирована структурная модель позиций локальных сметных расчетов по методу расчета количественных показателей с применением ЦИМ ОКС, представленная на рисунке 29, а итоговые значения сведены из приложения Г в таблицу 24.

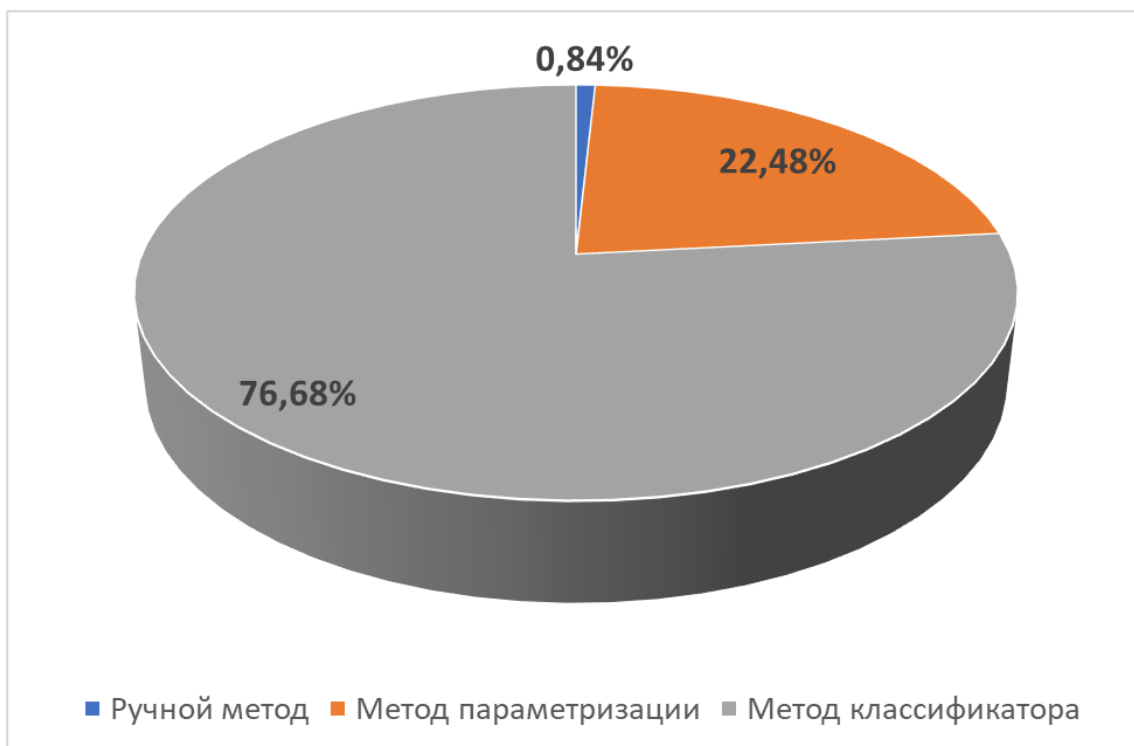


Рисунок – 29 Структурная модель позиций локальных сметных расчетов, распределенных по предпочтительному методу расчета количественных показателей с применением ЦИМ ОКС

Таблица 23 – Форма представления результатов поиска наименее трудоемкого пути среди позиций сметных расчетов выборки

Ручной метод	Метод параметризации (трудоемкость проектировщика)	Метод параметризации (трудоемкость эксперта)	Метод параметризации	Метод классификатора (трудоемкость проектировщика)	Метод классификатора (трудоемкость эксперта)	Метод классификатора	Наименее трудоемкий метод
Столбец 26 приложения Г	Столбец 27 приложения Г	Столбец 28 приложения Г	Столбец 29 приложения Г	Столбец 30 приложения Г	Столбец 31 приложения Г	Столбец 32 приложения Г	Столбец 33 приложения Г
$T_{0-5-8-10}$ (раздел 2.3)	$T_1 + T_2$ (раздел 2.3)	$T_6 + T_9$ (раздел 2.3)	$T_1 + T_2 + T_6 + T_9$	$T_1 + T_3$ (раздел 2.3)	$T_6 + T_9$ (раздел 2.3)	$T_1 + T_3 + T_6 + T_9$ (раздел 2.3)	Формула min

Таблица 24 – Результат применения алгоритма классификации позиций локальных сметных расчетов по предпочтительному методу расчета количественных показателей с применением ЦИМ ОКС на этапе оценки достоверности сметной стоимости

Метод получения количественных показателей	Количество позиций выборки, у которых метод является наименее трудоемким, шт.	Суммарная стоимостная емкость позиций, у которых метод является наименее трудоемким, %
Ручной метод	1	4,912
Метод параметризации	20	131,784
Метод классификатора	127	449,483

Для последующего исследования метод ручного расчета следует исключить из анализа по следующим причинам.

1) Ручной метод является наиболее трудоемким практически по всем позициям выборки, следовательно, является наименее предпочтительным для применения.

2) Анализ проводился исходя из показателей трудоемкости на протяжении двух этапов жизненного цикла ОКС. То есть, оценивалась суммарная трудоемкость на этапе проектирования и этапе экспертизы, при этом при ручном методе не принимались во внимание трудозатраты на этапе проектирования (они принимались равные 0), а значит трудоемкость только процесса оценки сметной стоимости на этапе экспертизы практически у всех позиций превышает суммарную трудоемкость процесса проектирования и оценки сметной стоимости с применением других методов.

3) При ручном методе присутствует риск появления ошибок вследствие влияния «человеческого фактора», который прямо пропорционален показателю количества проводимых математических операций при расчете $(l_z \cdot s_z)$ (из формул 17, 37, 18, 38 раздела 2.3). В исследуемой выборке это значение составляет 3954 математических действия.

4) В проведенном анализе не принимался в расчет вектор развития строительной отрасли в сторону цифровизации. При расчете трудоемкости в методах параметризации и классификатора учитывался процесс формирования ЦИМ ОКС. При появлении необходимости формирования ЦИМ ОКС по требованию законодательства или по другим интересующим заказчика целям (повышение точности проектирования, внедрение ТИМ на строительную площадку и т. п.) процесс 1 может быть исключен из анализа.

5) Рассмотрим позицию выборки «Погружение дизель-молотом копровой установки на базе трактора железобетонных свай длиной: до 6 м в грунты группы 2», у которой наименее трудоемким оказался ручной метод. Это произошло по причине того, что количество выполняемых вычислений при расчете минимально, а также в ОКС, в среднем, принимается один типоразмер свай. В таком случае количество операций сводится к минимуму (посчитать объем одной сваи и количество свай), в то время как информации о свае, необходимой для ее корректного размещения в ЦИМ намного больше (12 параметров для проверки выполнения требований технических регламентов). Однако размещение свай в ЦИМ может выполняться для других целей: проверка наличия/отсутствия коллизий с другими конструкциями, работа с облаками точек при контроле строительства и т. п.

Таким образом, ручной метод может быть востребован только для отдельных элементов индивидуального исполнения, размещение которых не является повторяемым процессом при поточном рассмотрении множества проектов.

Рассмотрим распределение результатов выбора наименее трудоемкого метода по классам IfcEntity, включающие как оценку суммарной стоимостной емкости позиций локальных сметных расчетов, сгруппированных по каждому методу внутри класса IfcEntity, но и коэффициент соотношения трудозатрат реализации обоих методов, вычисляемый по формуле 50.

$$K_T = \frac{\langle T_{0-1-2-6-9-10} \rangle}{\langle T_{0-1-3-6-9-10} \rangle} \quad (50)$$

$\langle T_{0-1-2-6-9-10} \rangle$ – средняя трудоемкость применения метода параметризации по классу IfcEntity;

$\langle T_{0-1-3-6-9-10} \rangle$ – средняя трудоемкость применения метода классификатора по классу IfcEntity.

Основные результаты представлены в таблице 25. В столбцах 2 и 3 представлены значения долей, вычисляемых по формулам 51, 52.

$$\Delta_{\pi} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\pi}} C_{ei}}{\sum_{i=1}^N C_{ei}} \cdot 100\% \quad (51)$$

$$\Delta_{\kappa} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\kappa}} C_{ei}}{\sum_{i=1}^N C_{ei}} \cdot 100\% \quad (52)$$

где N_{π} – количество позиций локальных сметных расчетов класса, у которых наименее трудоемким является метод параметризации;

N_{κ} – количество позиций локальных сметных расчетов класса, у которых наименее трудоемким является метод классификатора;

N – количество позиций локальных сметных расчетов в выборке, относящихся к выбранному классу IfcEntity.

Соотношение эффективности, рассчитанное на основании значения коэффициента K_T представлено на рисунке 30. Столбцы диаграммы имеют положительное значение, если метод классификатора эффективнее и отрицательное значение, если эффективнее метод параметризации, при этом значение столбцов показывает значение трудоемкости в процентах, на которое метод параметризации дольше метода классификатора.

Таблица 25 – Распределение результатов выбора наименее трудоемкого метода по классам IfcEntity

Класс IfcEntity	Доля стоимостной емкости позиций локальных сметных расчетов, для которых наименее трудоемким является метод параметризации, $\Delta_{\text{п}}$, %	Доля стоимостной емкости позиций локальных сметных расчетов, для которых наименее трудоемким является метод классификатора, $\Delta_{\text{к}}$, %	Средняя трудоемкость применения метода параметризации по классу IfcEntity, чел-мин	Средняя трудоемкость применения метода классификатора по классу IfcEntity, чел-мин	Коэффициент соотношения трудозатрат, K_T
IfcBeam	0	100	83,37	75,84	1,10
IfcColumn	0	100	103,04	91,18	1,13
IfcCovering	6	94	86,15	79,41	1,08
IfcCurtainWall	0	100	96,37	86,28	1,12
IfcDoor	100	0	79,33	82,33	0,96
IfcFooting	100	0	76,76	79,97	0,96
IfcMember	100	0	88,37	79,84	1,11
IfcPile	0	100	102,67	92,12	1,11
IfcSlab	16	84	90,70	82,28	1,10
IfcStairFlight	0	100	104,00	101,00	1,03
IfcWall	0	100	90,54	80,61	1,12
IfcWindow	100	0	68,57	69,77	0,98

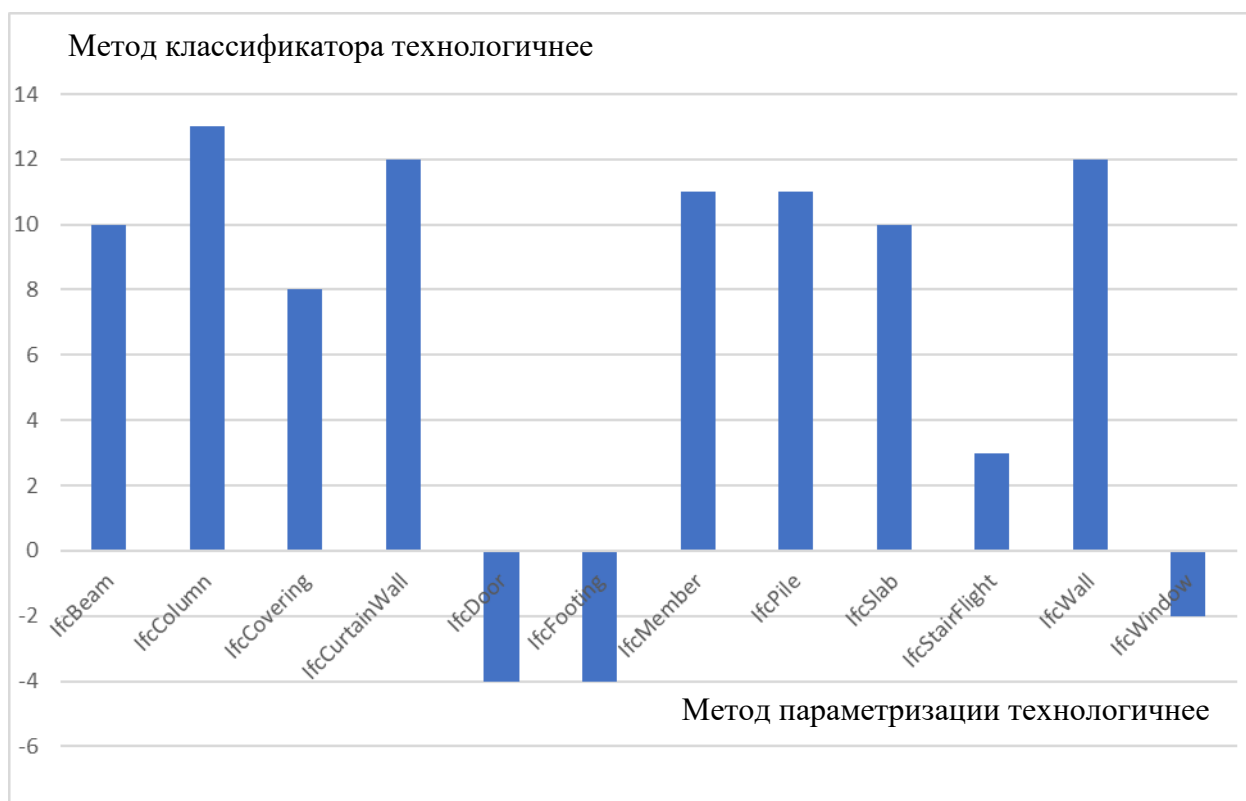


Рисунок 30 – Сравнение трудоемкости применения метода классификатора и метода параметризации по классам IfcEntity

По полученным результатам несложно заметить, что наименее трудоемким методом следует считать метод классификатора. Однако значения трудоемкости реализации метода параметризации и метода классификатора являются сопоставимыми и их соотношение колеблется от 4 % в пользу метода параметризации до 13 % в пользу метода классификатора.

Рассмотрим внешние и внутренние факторы, влияющие на внедрение методов в процесс экспертизы проектной документации с применением технологий информационного моделирования.

Для сравнения трудоемкости внедрения и последующей работы с двумя методами разберем условный классификатор и набор параметров, представленные на рисунках 31 и 32. Введены следующие условные обозначения: К – код классификатора, Пр – признак идентификации элементов, по которому они отбираются к определенной классификационной подгруппе, П – параметр, Кл – класс IfcEntity.

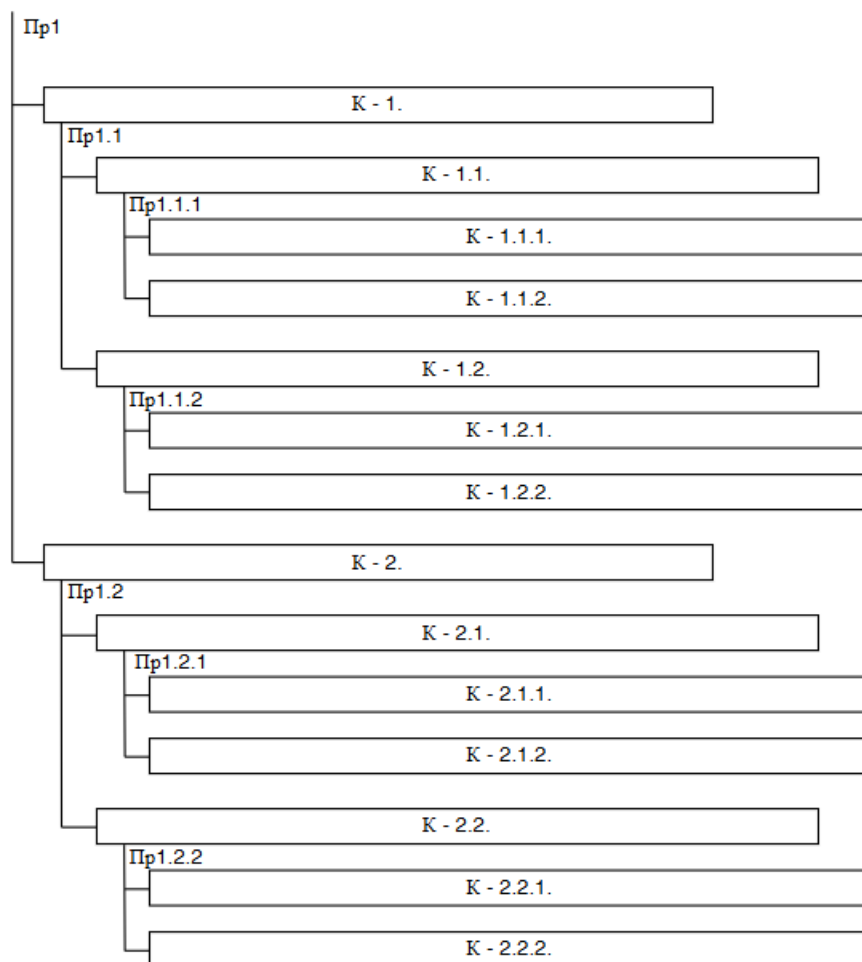


Рисунок 31 – Условный классификатор

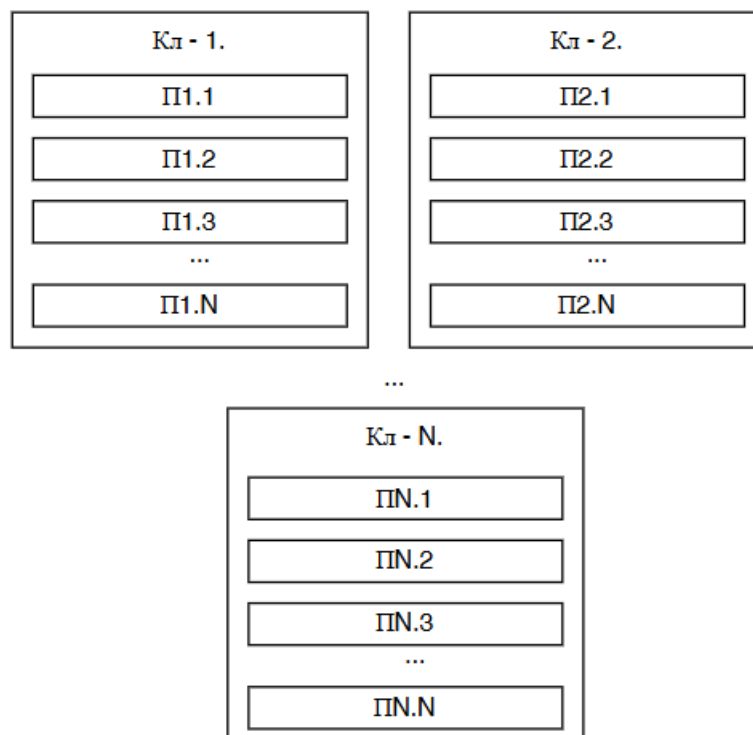


Рисунок 32 – Условный набор параметров

Для реализации метода параметризации в процессе оценки сметной стоимости, необходимо заблаговременно до самого процесса выполнить следующее:

- 1) Выделить набор параметров Π для каждого класса K_l , применяемого в выбранном ОКС, необходимый для идентификации элемента ЦИМ и позиции локальных сметных расчетов.

- 2) Настроить процесс подтверждения достоверности информации, представленной в выделенном наборе параметров Π по методике, описанной в [49].

Для реализации метода классификатора необходимо заблаговременно до самого процесса выполнить следующее:

- 1) Определить признаки классификации, применяемые в структуре классификатора для успешной работы.

- 2) Сформировать классификатор в иерархической структуре, присвоив код K всем позициям.

- 3) Настроить процесс подтверждения достоверности информации, представленной в параметре K на этапе проверки выполнения требований технических регламентов.

Несложно заметить, что процесс подтверждения достоверности информации ЦИМ присутствует в обоих методах, разберем его подробнее. Для этого рассмотрим схему, представленную на рисунке 33. Красной прямоугольной областью выделены участки данных, валидация которых должна быть выполнена в процессе проведения проверки ЦИМ на соответствие требованиям технических регламентов.

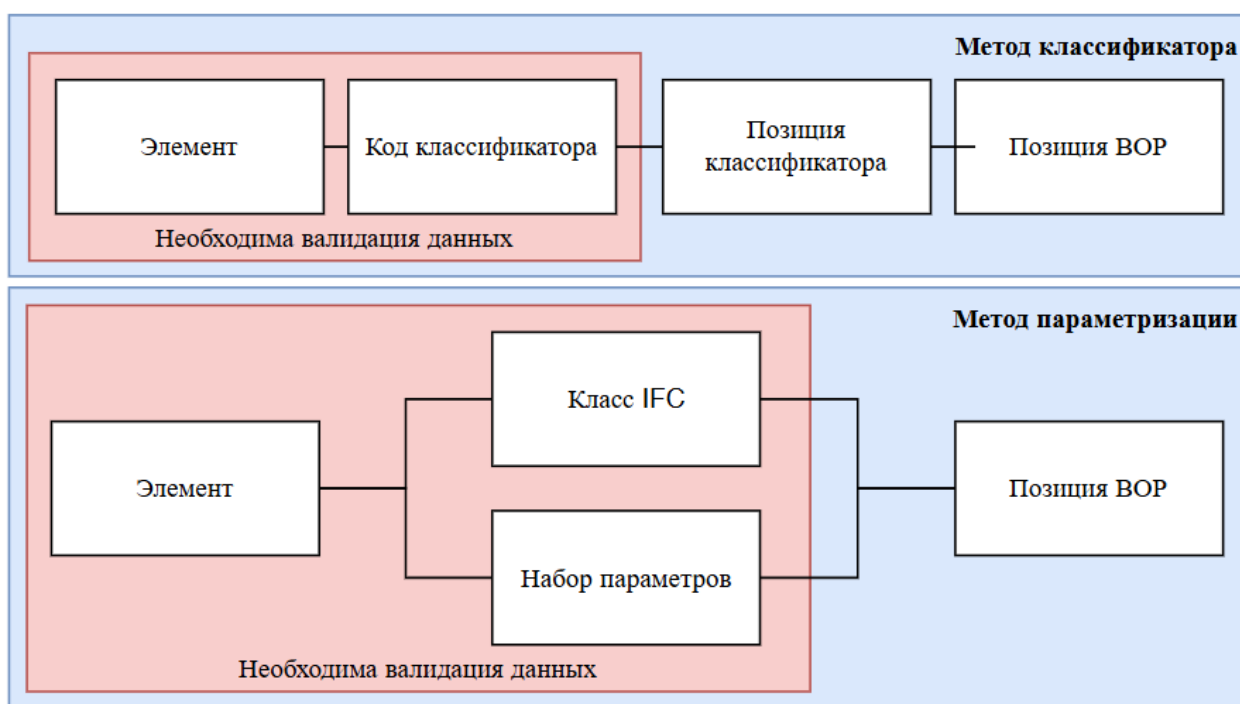


Рисунок 33 – Принцип идентификации элементов ЦИМ, относящихся к позиции BOR

Следует отметить, что в соответствии с методикой, описанной в [113], достоверность информации, представленной в параметрах набора, подтверждается другими параметрами этого набора. Процесс подтверждения достоверности в методе параметризации может выполняться с помощью введенных параметров и потребует введения дополнительных параметров лишь в нескольких отдельных случаях. Процесс подтверждения в методе классификатора требует того же набора параметров для проверки, что и в методе параметризации, введение которых не всегда обосновано и требует дополнительного исследования.

Также, значимым фактором является наличие пункта, определяющего признаки классификации в подготовительном процессе реализации метода классификатора. В разделе 1.3 было установлено, что признаком классификации может выступать любой параметр элемента. Таким образом, можно заключить, что для разработки классификатора предварительно следует апробировать перечень параметров. Первый пункт метода параметризации готов к реализации, так как в приложении Б столбцах 7–14

сформирован перечень требований для идентификации элементов ЦИМ ОКС, а значит возможна практическая апробация текущего исследования в рамках метода параметризации.

Еще одним важным фактором является существование обязательного к применению на территории России Классификатора строительной информации [11], [35], который имеет укрупненную структуру, дополняемую параметрами для дальнейшей детализации элементов [69], что является в рамках текущего исследования методом параметризации. Однако при этом разработка дополнительного классификатора на практике будет являться необоснованным в связи с наличием действующего классификатора.

Таким образом, в рамках настоящего исследования было принято решение апробировать метод параметризации, который в случае положительного результата может быть масштабирован до разработки иерархического классификатора по схеме, представленной на рисунке 34.

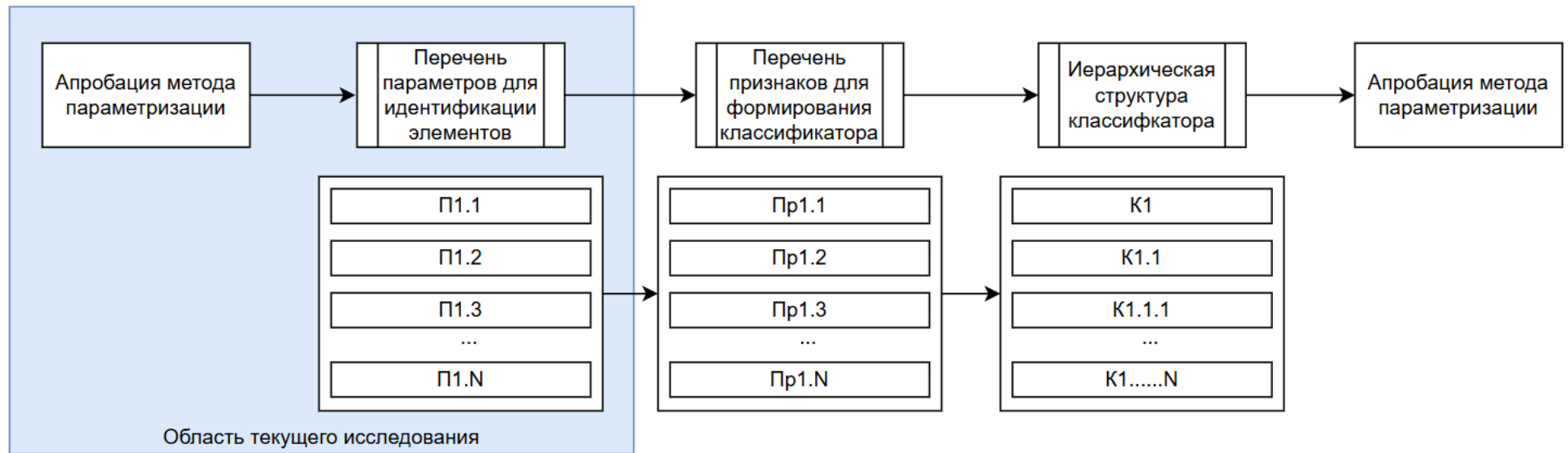


Рисунок 34 – Схема перехода от апробации метода параметризации к методу классификатора

Процесс подготовки требований к ЦИМ для применения ТИМ в процессе оценки сметной стоимости объектов школ можно описать в виде алгоритма, представленного на рисунке 35.

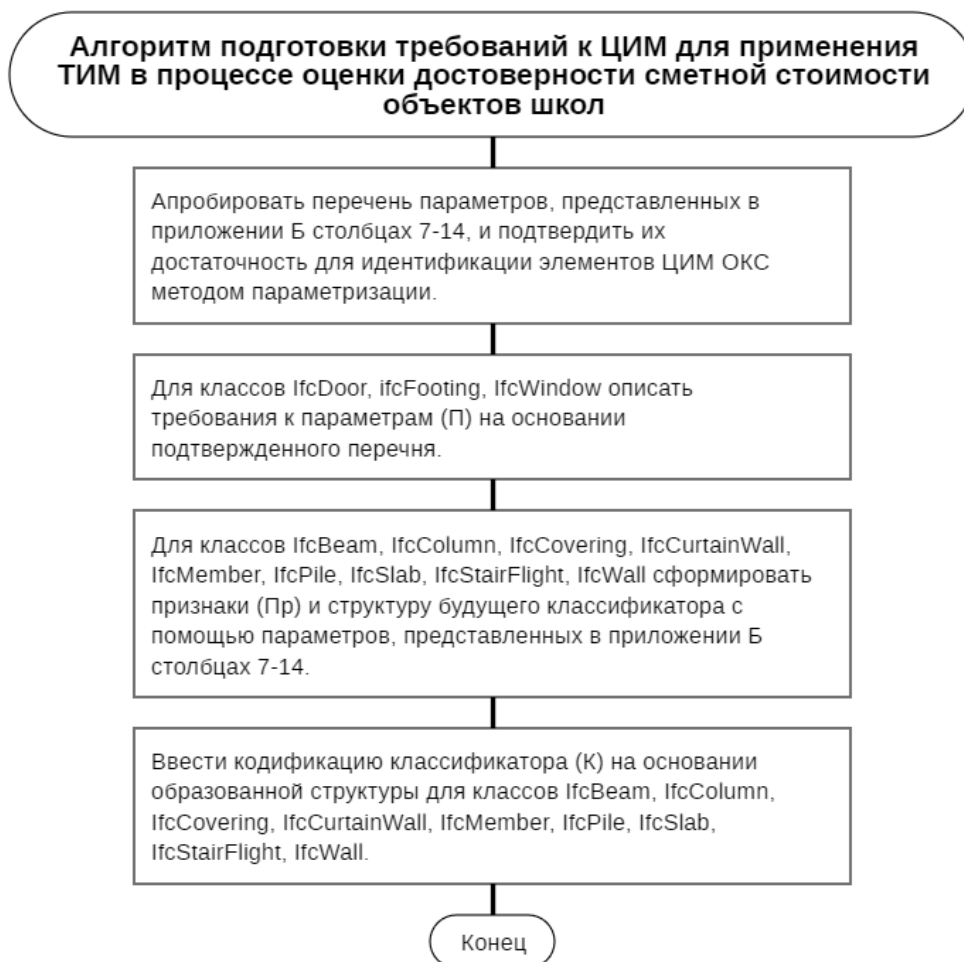


Рисунок 35 – Алгоритм подготовки требований к ЦИМ для применения ТИМ в процессе оценки сметной стоимости объектов школ

Отметим, что процесс классификации позиций локальных сметных расчетов на основании сформированной выборки является универсальным, начиная от процесса формирования такой выборки до разработки классификатора по отдельным классам IfcEntity и дополнения требований к ЦИМ. Следовательно, можно сформировать методические рекомендации по подготовке информационной модели проектной документации для технологичной оценки сметной стоимости объекта капитального строительства. Основные методические рекомендации представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Методические рекомендации по подготовке информационной модели проектной документации для технологичной оценки сметной стоимости объекта капитального строительства

	Подготовительный процесс	Расчет трудоемкости операций 1.1 и 1.2	Расчет трудоемкости операций 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4	Расчет трудоемкости операций 6.1, 6.2, 9.1, 9.2, 9.3	Расчет трудоемкости операций 8.1, 8.2, 8.3	Поиск наименее трудоемкого метода
1	2	3	4	5	6	7
Сбор данных для расчета	Представить перечень позиций выборки по форме, представленной в таблице 12, для отбора по критерию К	Обработать позиции локальных сметных расчетов выборки с целью выделения параметров, необходимых для идентификации элементов ЦИМ и расчета количественных показателей из ЦИМ и представить по форме, представленной в таблице 13	Представить данные из таблицы 13 по форме, представленной в таблице 18	Следовать рекомендациям таблицы 18	Следовать рекомендациям таблицы 21	См. столбцы 1-6
Процесс расчета	Отбор позиций с наибольшим значением критерия К в таблице 12	Расчет выполнить по форме таблицы 17 с применением формул из таблицы 10	Расчет выполнить по форме таблицы 19 с применением формул из таблицы 10	Расчет выполнить по форме таблицы 20 (столбцы 4, 16-20 приложения В)	Расчет выполнить по форме таблицы 22	Следовать рекомендациям таблицы 23

3.4. Проектирование организационных изменений экспертной организации и подготовки специалистов для технологичной оценки стоимости ОКС

Для описания организационного процесса и внутреннего регламента экспертной организации следует установить входные и выходные данные применения технологий информационного моделирования в процессе оценки сметной стоимости.

Входными данными является ЦИМ в составе проектной документации (ПД), соответствующая требованиям и прошедшая проверку сертифицированным экспертом [36] на выполнение требований технических регламентов, достоверность информации которой подтверждена.

Выходными данными является количественные показатели в структуре локального сметного расчета в соответствии с рисунком 13, количественные показатели которой получены напрямую из ЦИМ с помощью специализированного программного обеспечения.

При проверке проектных решений ЦИМ в процессе экспертизы на выполнение требований технических регламентов работа с ЦИМ происходит по схеме, представленной на рисунке 36.



Рисунок 36 – Упрощенная схема работы с ЦИМ в процессе проверки выполнения требований технических регламентов при экспертизе ПД

Из схемы несложно увидеть, что в результате такой работы формируются входные данные для процесса, являющегося предметом настоящего исследования. Вместе с этим, процесс входного контроля, представленного на схеме 35, ориентирован на проверку выполнения требований технических регламентов, а значит требует корректировки. Требования необходимо дополнить параметрами, представленными в приложении Б столбцах 7–14, следовательно, процесс входного контроля будет расширен.

Процесс входного контроля является многократно повторяемым, так как при выявлении замечаний в процессе проверки выполнения требований технических регламентов, проектировщик присылает откорректированную ЦИМ, которая, в свою очередь должна пройти входной и операционный контроль качества. С целью исключения изменений ЦИМ после подтверждения выполнения требований технических регламентов входной и операционный контроль необходимо проводить до процессов экспертизы ПД, в том числе до оценки сметной стоимости.

Схема процесса экспертизы, включающая процесс оценки сметной стоимости представлена на рисунке 37. Красными блоками выделены процессы, откорректированные или сформированные в результате проведенного исследования.

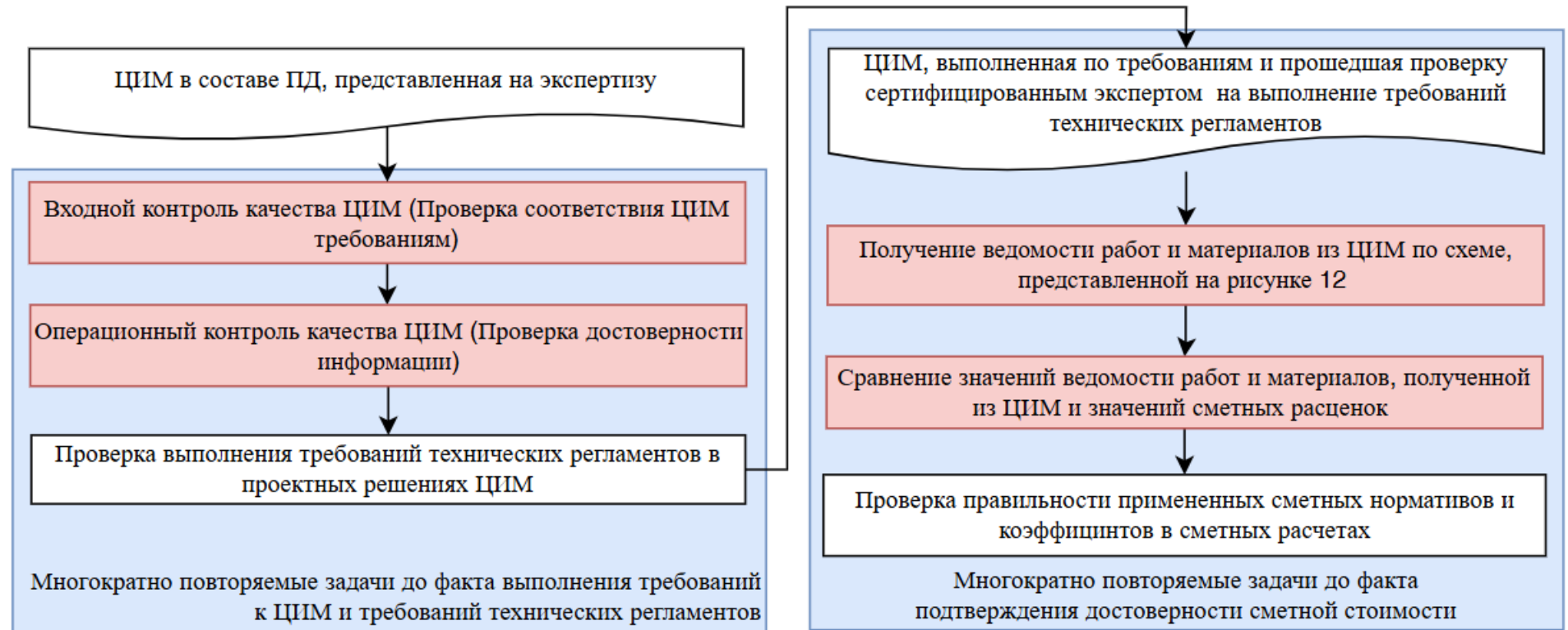


Рисунок 37 – Схема процесса экспертизы, включающая процесс оценки достоверности сметной стоимости ОКС

В результате представленного процесса формируются входные данные для процесса, являющегося предметом текущего исследования. Однако процесс входного контроля на схеме 35 ориентирован на проверку выполнения требований технических регламентов, а значит требует корректировки. Требования необходимо дополнить параметрами, представленными в приложении Б столбцах 7–14, следовательно, процесс входного контроля будет расширен.

Кроме этапа проектирования и экспертизы проектной документации разработанное методическое обеспечение позволяет получить следующие возможности для управления жизненным циклом объектов строительства на этапах: проектирование (в т. ч. экспертиза ПД); строительство; эксплуатация, см. таблицу 27.

Таблица 27 – Основные возможности разработанного методического обеспечения для управления ЖЦ объектов строительства.

Этап ЖЦ	Основные возможности для управления
Архитектурно-строительное проектирование в т. ч. экспертиза ПД)	Обеспечение <i>технологичной</i> реализации процессов: – формирование ЦИМ ОКС по требованиям, необходимым для получения количественных показателей; – входной контроль качества ЦИМ ОКС для получения количественных показателей; – оценку сметной стоимости с применением данных ЦИМ ОКС
Строительство	<i>Корректировка сметной стоимости ОКС, обусловленной неточным определением объемов строительно-монтажных работ, выполненным на этапе проектирования, не требуется</i>
Эксплуатация	1. <i>Корректировка сметной стоимости</i> (в т. ч. исключение дополнительных затрат, указанных на рисунке 5), обусловленной неточным определением объемов строительных или ремонтных работ, выполненным на этапе проектирования, <i>не требуется</i> . 2. Обеспечение оперативной оценки сметной стоимости при: – изменении решений в рабочей документации, без изменения геометрической детализации ЦИМ; – использовании эксплуатационной ЦИМ, созданной на базе проектной ЦИМ

Введем обозначение следующих профессиональных компетенций (ПК), необходимых для успешной реализации процесса оценки достоверности сметной стоимости.

ПК 1. Способен проводить входной контроль ЦИМ ОКС, контролировать соответствие разработанных трехмерных моделей зданий и сооружений заданию на проектирование, в том числе проводить проверку состава ЦИМ ОКС, геометрической и атрибутивной информации, правильности примененной системы координат, правильности наименований, а также поиск пересечений элементов ЦИМ ОКС. Способен настраивать правила идентификации элементов и расчета количественных показателей из ЦИМ.

ПК 2. Способен осуществлять операционный контроль ЦИМ ОКС, проверять достоверность информационного наполнения, в том числе применять навыки для визуального осмотра трёхмерной модели, проведения измерений, одновременного просмотра нескольких атрибутов, сравнения информационного наполнения с наполнением текстовой части раздела ПД.

ПК 3. Способен проводить проверку соответствия проектных решений, представленных в ЦИМ требованиям технических регламентов отдельных разделов ПД, имеющий сертификат о возможности выдачи заключений экспертизы на разделы ПД в соответствии с [36].

ПК 4. Способен проводить оценку достоверности сметной стоимости, в том числе с применением инструментов визуализации динамических взаимосвязей результатов расчета количественных показателей с элементами ЦИМ, имеющий сертификат о возможности выдачи заключений экспертизы на разделы ПД в соответствии.

Укажем на три основных отдела, составляющие содержательную деятельность экспертного учреждения: ТИМ-отдел, отдел экспертизы раздела ПД, сметный отдел.

При этом распределение профессиональных компетенций (ПК) специалистов по указанным отделам можно представить следующим образом:

ТИМ-отдел – ПК 1; отдел экспертизы раздела ПД – ПК 2 и ПК 3; сметный отдел – ПК 4.

Содержание основных трудовых функций специалистов указанных отделов, в зависимости от применяемых методов получения количественных показателей, представлено в таблице 28.

Таблица 28 – Содержание основных трудовых функций специалистов экспертной организации, в зависимости от применяемых методов получения количественных показателей

Метод расчета	ТИМ-отдел (ПК 1)	Отдел экспертизы раздела ПД (ПК 2 и ПК 3)	Сметный отдел (ПК 4)
Ручной метод расчета	–	Предварительное подтверждение выполнения требований технических регламентов в двумерной документации	1) Открыть необходимые виды для расчета позиции. 2) Определить значения переменных для расчета с чертежа. 3) Произвести расчет и получить значение количественного показателя
Метод параметризации и классификатора	1) Входной контроль качества ЦИМ (проверка соответствия ЦИМ требованиям). 2) Предварительное формирование справочников для идентификации элементов ЦИМ и получения количественных показателей	Подтверждение достоверности геометрической и атрибутивной информации ЦИМ	1) Проверка правильности и достаточности привязанного перечня элементов ЦИМ в расчетах по каждой позиции 2) Сравнение значений количественных показателей, полученных из ЦИМ и представленных в локальных сметных расчетах проектировщиком

Следует отметить, что уровень компетенций сметного отдела в классической структуре экспертной организации не достигает содержания ПК 4, поэтому возникает необходимость организации для специалистов экспертного учреждения курса повышения квалификации. Структура и содержание данного авторского курса представлено в таблице 29.

Таблица 29 – Структура и содержание авторской программы повышения квалификации для специалистов, обеспечивающей возможность выполнения технологичной оценки достоверности сметной стоимости ОКС

Характеристика структуры обучения	Содержание лекций	Темы практических занятий	Самостоятельная работа
Тема 1. Нормативные требования в области ТИМ и их влияние на состав ЦИМ.	Основные нормативно-правовые в области ТИМ. Основные термины ИМ, ЦИМ, ТИМ и др.	Разбор уровня детализации и состава ЦИМ в зависимости от стадии проектирования	Рассмотрение нормативных документов ([32], [11], [34], [45], [52]). Просмотр блока 1 курса [68]
Тема 2. Система процессов контроля качества ЦИМ в экспертной организации	Валидация и верификация данных ЦИМ. Способы передачи данных с помощью атрибутивной и геометрической информации. Изучение методических рекомендаций, (табл. 26 и процесс экспертизы на рис. 37.	Работа с отчетами о проведенной валидации в программном комплексе. Параметризация выбранного блока позиций локальных сметных расчетов по форме таблицы 13.	Изучение блока 2 курса [68], приложения Б текущего исследования.
Тема 3. Формат IFC. Работа в программном комплексе	Разбор структуры формата IFC по данным, представленным на сайте [71]. Понятие IfcEntity и способы классификации с его помощью. Способы передачи параметров в формат IFC.	Работа в программном комплексе с целью поиска элементов, принадлежащих к определенной позиции локальных сметных расчетов с применением класса IfcEntity и параметров ЦИМ.	Изучение ПНСТ 909-2024 [39]. Анализ кластерных моделей ЦИМ, представленных на рисунках 26, 28, 29
Тема 4. Работа с результатами расчета количественных показателей	Проверка результатов расчета количественных показателей в выбранном программном комплексе. Методы визуализации в ЦИМ динамических ведомостей объемов количественных показателей	Настройка расчета количественных показателей с помощью параметров ЦИМ внутри программного комплекса и проверка полученных данных, в соответствии с процессами 6 и 9	Изучение рабочих операций процессов 6 и 9, представленных в таблице 10 и предпосылки их появления.

С учетом внедрения каждого метода расчета количественных показателей, а также сопутствующих ему процессов можно сформировать инструкцию для проектирования организационных изменений экспертной организации на основе данных по сметным позициям, сгруппированных по классам IfcEntity, которая представлена в таблице 30.

Таблица 30 – Проектирование организационных изменений экспертной организации и подготовки специалистов для технологичной оценки достоверности сметной стоимости ОКС

Метод расчета	Ручной метод расчета	Метод параметризации	Метод классификатора
Условие применения	Для выбранного класса IfcEntity наименее трудоемким является ручной метод расчета	Для выбранного класса IfcEntity наименее трудоемким является метод параметризации	Для выбранного класса IfcEntity наименее трудоемким является метод классификатора
Подготовительные действия, выполняемые внутри экспертного учреждения	1) С целью унификации для каждой позиции локальных сметных расчетов сформировать перечень переменных и формул, обязательных для применения 2) Автоматизировать процесс расчета количественных показателей с помощью программных возможностей (Например, формулы Excel) 3) Ввести разрешенный диапазон значений с целью укрупненного контроля	1) Определить перечень параметров элементов ЦИМ, необходимых для их идентификации и расчета количественных показателей 2) Дополнить требования к ЦИМ необходимыми параметрами для идентификации элементов ЦИМ и расчета количественных показателей 3) Описать процесс проверки достоверности информации каждого введенного параметра 4) Настроить справочники с привязками элементов ЦИМ к сметным позициям и формулами расчета количественных показателей	1) Определить перечень параметров элементов ЦИМ, необходимых для их идентификации и расчета количественных показателей 2) Разработать классификацию элементов ЦИМ, сформировав перечень признаков классификации на основании перечня параметров элементов ЦИМ 2) Дополнить требования к ЦИМ разработанным классификатором 3) Описать процесс проверки достоверности информации кода классификатора 4) Настроить справочники с привязками элементов ЦИМ к сметным позициям и формулами расчета количественных показателей

Выводы по главе 3

1. Получены кластерные модели значимых позиций локальных сметных расчетов по критериям: геометрическая детализация относительно стадии ПД; принадлежность элементов ЦИМ к категории по моделированию при проектировании; принадлежность элементов ЦИМ к классам IfcEntity.

2. Оценена трудоемкость выполнения базовых процессов формирования информационной модели проектной документации и анализа её количественных показателей для выборки позиций сметных расчетов и сформирована кластерная модель позиций сметных расчетов, распределенных в зависимости от технологичности их анализа в информационной модели строительного объекта.

3. Описан алгоритм подготовки требований к ЦИМ для применения технологий информационного моделирования для оценки сметной стоимости строительства школ на основании группировки классов IfcEntity по технологичному методу получения количественных показателей.

4. Предложена двухэтапная схема проведения экспертизы проектной документации, включающая: проверку выполнения требований технических регламентов с учетом комплектности и содержания разделов, в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 87; оценку достоверности сметной стоимости после детализации проектной документации, включая ЦИМ.

5. Описано содержание компетенций специалистов экспертной организации в зависимости от применяемых методов получения количественных показателей для оценки сметной стоимости, разработана программа повышения квалификации, обеспечивающая формирование необходимых компетенций с использованием технологий информационного моделирования.

6. Выявлены возможности разработанного методического обеспечения для управления на этапах жизненного цикла объектов строительства: архитектурно-строительное проектирование (в том числе экспертизы проектной документации), строительство, эксплуатация.

ГЛАВА 4. АПРОБАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧНОЙ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

4.1. Разработка сценария процесса апробации разработанного методического обеспечения в пилотном проекте на примере проекта школы в Свердловской области

Для апробации разработанного методического обеспечения, в первую очередь необходимо подобрать информационную модель объекта капитального строительства, соответствующую следующим условиям:

1) Группа объекта капитального строительства – объекты среднего образования, вид объекта строительства – здание средней школы (код 02.03.002.003 в соответствии с [42]); Информация о стоимости объекта представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Данные о стоимостях объекта капитального строительства (ОКС)

Стоимость ОКС на этапе экспертизы (без применения метода параметризации), тыс. руб.	Стоимость ОКС фактическая, полученная в результате строительства, тыс. руб.	Отклонение от фактической стоимости строительства, тыс. руб.
2 226 770,02	2 921 744,94	31,21 %

2) Объект капитального строительства должен отсутствовать в перечне, исследуемом в 3 главе, на основании которого была получена выборка позиций локальных сметных расчетов.

Из позиций локальных сметных расчетов разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» выбранного объекта, можно сформировать исследуемый перечень позиций с помощью разработанной программы для электронных вычислительных машин, схема которой представлена на рисунке 20.

На основании полученных данных можно подтвердить или опровергнуть существование в выбранном объекте определенной в разделе 3.1 закономерности: если сформировать выборку на основании условия $K > 2$, то значение показателя C такой выборки будет более 70 %.

С применением перечня позиций локальных сметных расчетов исследуемого ОКС можно подтвердить корректность полученных в главе 3 кластерных моделей, которые представлены на рисунках 26–29: выборки наиболее значимых позиций локальных сметных расчетов по стоимостной емкости с учетом принадлежности позиций к классам *IFC*, с учетом принадлежности позиций к категории при проектировании, а также распределенных по геометрической детализации относительно стадии «проектная документация» и распределенных по предпочтительному методу расчета количественных показателей с применением ЦИМ ОКС.

Апробация методики распределения позиций локальных сметных расчетов по технологичности их анализа в информационной модели строительного объекта на этапе проектирования и экспертизы проектной документации может быть произведена в несколько этапов:

- 1) В зависимости от определенного на рисунке 30 наиболее технологичного метода определения количественных показателей с использованием ЦИМ ОКС провести внедрение в производственные процессы экспертной организации ГАУ СО «Управление государственной экспертизы» необходимых базовых процессов (таблица 31).

- 2) Разработать требования к ЦИМ разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» с учетом наиболее технологичного метода получения количественных показателей работ из ЦИМ ОКС.

- 3) Откорректировать процессы входного контроля и проверки выполнения требований технических регламентов в ЦИМ ОКС с учетом изменившихся требований к ЦИМ ОКС.

4) Провести расчет количественных показателей исследуемых позиций двумя способами: с помощью ручного расчета и с применением ЦИМ наиболее технологичным способом (Рисунок – 30).

5) Получить значения реальной трудоемкости выполнения базовых процессов (рисунок 17) и сравнить их с полученными в главе 2 методом экспертной оценки.

6) Подтвердить корректность получения количественных показателей для нескольких позиций локальных сметных расчетов, отобранных методом выборочного контроля с помощью ручного расчета количественных показателей с последующим сравнением значений.

Описанный выше процесс апробации разработанного методического обеспечения представлен в виде схемы на рисунке 38.

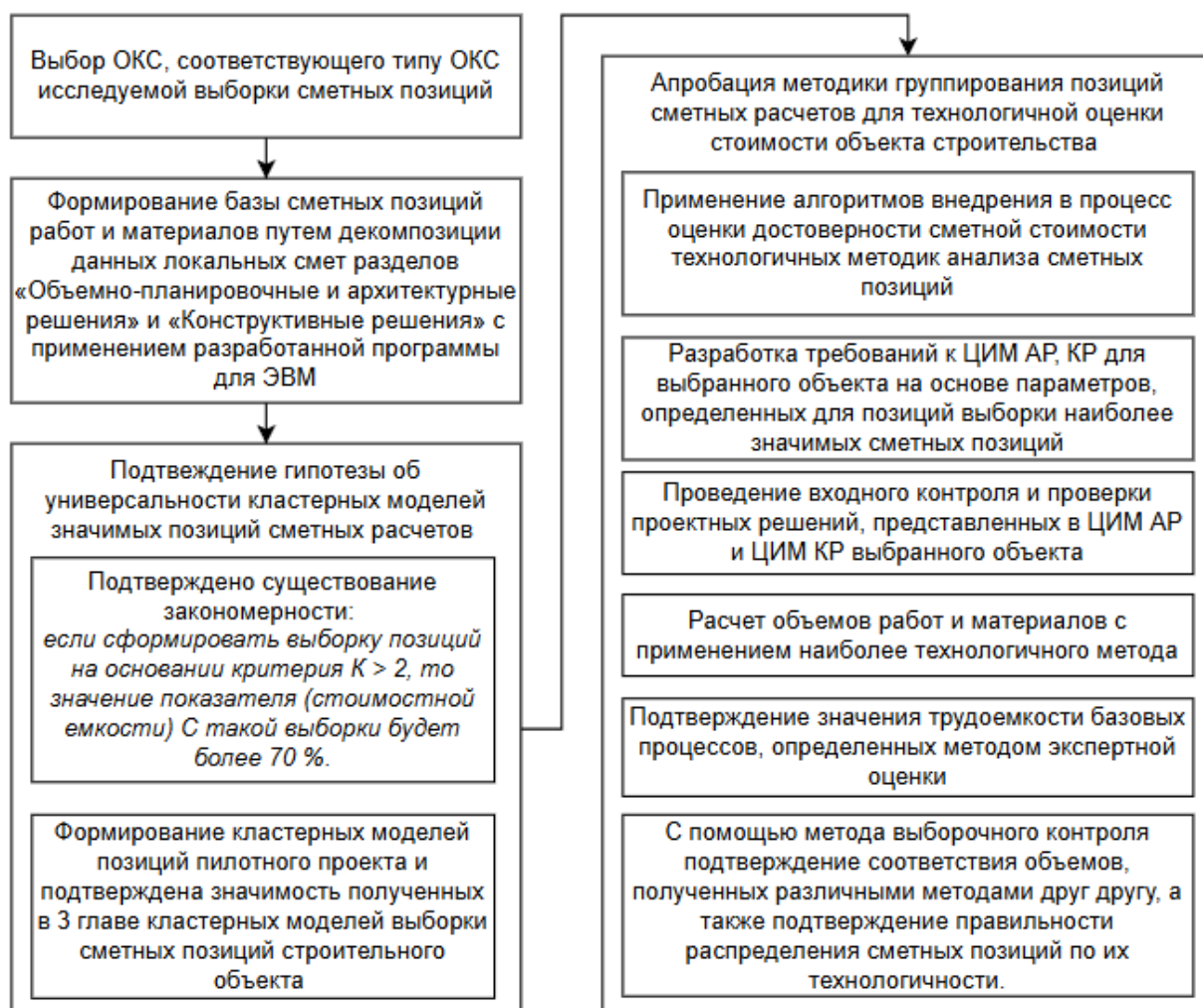


Рисунок 38 – Схема апробации разработанного методического обеспечения на этапе оценки достоверности сметной стоимости ОКС

4.2. Верификация кластерных моделей по данным пилотного проекта

Для апробации методического обеспечения, разработанного в главах 1–3, по схеме, представленной на рисунке 38, был выбран проект «Средняя общеобразовательная школа в квартале ул. Яламова – пер. Базовый-Сибирский тракт в Октябрьском районе г. Екатеринбурга».

В первую очередь, была произведена декомпозиция данных локальных сметных расчетов разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения», в результате чего сформировалась база позиций локальных сметных расчетов, представленная в приложении Д.

Среди общего числа позиций локальных сметных расчетов объекта были отобраны те, которые присутствуют в выборке, полученной в разделе 3.1 и участвующей в формировании кластерных моделей по стоимостной емкости. В столбце 2 приложения Д указывалось значение «Да», если позиция присутствует в выборке и «Нет», если отсутствует. Далее производился расчет суммарной стоимостной емкости позиций, присутствующих в выборке, суммированием значений столбца 6, после чего был рассчитан показатель C по формуле 53.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^k C_{pi}}{\sum_{i=1}^N C_{pi}} \cdot 100\% \quad (53)$$

где C – отношение суммарной стоимостной емкости позиций объекта, присутствующих в выборке раздела 3.1, к суммарной стоимостной емкости всех позиций локальных сметных расчетов разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» объекта;

k – количество позиций, присутствующих в выборке раздела 3.1;

N – суммарное количество позиций разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» объекта;

C_{pi} – стоимостная емкость i -ой позиции в объекте;

$$C = \frac{6,01}{7,91} \cdot 100\% = 76\%$$

По итогам проведенного анализа была подтверждена закономерность, установленная в разделе 3.1:

если сформировать выборку на основании условия $K > 2$, то значение показателя C такой выборки будет более 70 %.

Следовательно, подтверждена практическая значимость алгоритма формирования выборки позиций локальных сметных расчетов с применением авторских критериев отбора.

На основании данных сформированной базы позиций были получены кластерные модели:

1) Кластерная модель выборки наиболее значимых позиций локальных сметных расчетов по стоимостной емкости с учетом принадлежности позиций к классам IFC (представлена на рисунке 39).

2) Кластерная модель выборки наиболее значимых позиций локальных сметных расчетов по стоимостной емкости с учетом принадлежности позиций к категории при проектировании (представлена на рисунке 40).

Сравнение исходных данных для кластерных моделей, полученных на основании базы позиций сметных расчетов, представлено в таблицах 32 и 33.

Рисунок 39 – Кластерная модель выборки позиций локальных сметных расчетов по стоимостной емкости апробируемого объекта с учетом принадлежности позиций к классам *IFC*

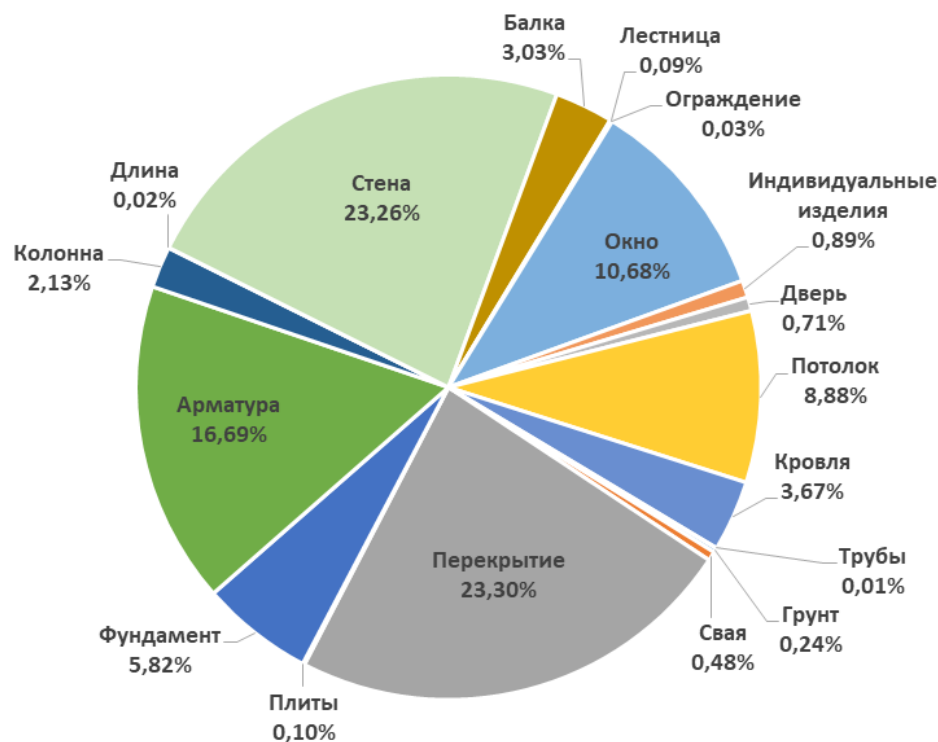


Рисунок 40 – Кластерная модель выборки позиций локальных сметных расчетов по стоимостной емкости апробируемого объекта с учетом принадлежности позиций к категории при проектировании

Таблица 32 – Сравнение исходных данных кластерных моделей выборки наиболее значимых позиций локальных сметных расчетов по стоимостной емкости с учетом принадлежности позиций к классам *IFC* и позиций сметных расчетов апробируемого объекта

Класс <i>IFC</i>	Значение стоимостной емкости сметных позиций		
	В кластерной модели по выборке значимых позиций, %	В кластерной модели по пилотному проекту, %	Разность величин, %
1	2	3	4
IfcBeam	0,77	2,34	1,57
IfcBuildingElementProxy	0,28	0	0,28
IfcColumn	1,60	1,83	0,23
IfcCovering	40,20	41,61	1,41
IfcWindow	1,19	2,58	1,39
IfcCurtainWall	8,83	7,55	1,28
IfcWindow+ IfcCurtainWall	10,02	10,13	0,11
IfcDamper	0,68	0	0,68
IfcDoor	1,90	0,62	1,28

Окончание таблицы 32

1	2	3	4
IfcEarthworksFill	0,93	0	0,93
IfcFooting	1,84	2,62	0,78
IfcMember	0,62	0,57	0,05
IfcOpeningElement	0,02	0	0,02
IfcPile	1,89	1,16	0,73
IfcRailing	0,11	0	0,11
IfcReinforcingBar	15,22	16,82	1,60
IfcSlab	15,55	16,50	0,95
IfcStair	0,40	0	0,4
IfcWall	7,96	7,38	0,68
IfcWasteTerminal	0,03	0	0,03

Для вариативности исследования распределения следует обратить внимание на суммарное значение классов IfcWindow (окна) и IfcCurtainWall (витражные системы), потому что имеют значение количественные показатели светопрозрачных конструкций независимо от принятого архитектурного решения.

Таблица 33 – Сравнение исходных данных кластерных моделей выборки наиболее значимых позиций локальных сметных расчетов по стоимостной емкости с учетом принадлежности позиций к категории при проектировании

Позиция	Значение стоимостной емкости сметных позиций		
	В кластерной модели по выборке значимых позиций, %	В кластерной модели по пилотному проекту, %	Разность величин, %
1	2	3	4
Грунт	0,27	0	0,27
Свая	0,55	1,08	0,53
Перекрытие	26,70	24,71	1,99
Плиты	0,11	0	0,11
Фундамент	6,68	5,57	1,11
Арматура	19,13	15,60	3,53
Колонна	2,44	1,69	0,75
Длина	0,02	0	0,02
Стена	26,66	24,10	2,56
Балка	3,47	2,70	0,77
Лестница	0,10	0,33	0,23
Ограждение	0,03	0	0,03
Окно	12,24	10,64	1,60
Индивидуальные изделия	1,02	1,48	0,46

Окончание таблицы 33

1	2	3	4
Дверь	0,81	0,57	0,24
Потолок	10,18	8,47	1,71
Кровля	4,21	3,76	0,45
Трубы	0,01	0	0,01
Панели витража	0	1,29	1,29

По результатам сравнения видно, что максимальное различие стоимостной емкости составляет 1,6 %, что не превышает 2 %. Таким образом, гипотеза о распределении стоимостной ёмкости сметных позиций в кластерных моделях подтверждена, и можно заключить, что кластерные модели выборки наиболее значимых позиций локальных сметных расчетов по стоимостной емкости с учетом принадлежности позиций к классам IFC и по принадлежности позиций к категории при проектировании являются универсальными с возможной погрешностью значений до 2 %.

4.3. Адаптация производственных процессов экспертной организации для оценки достоверности сметной стоимости

Основываясь на перечне дополнительных параметров, сформированном при оценке трудоемкости в разделе 3, представленном в приложении Б, были доработаны требования ГАУ СО «Управление государственной экспертизы» разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» параметрами, необходимыми для получения количественных показателей с применением ЦИМ ОКС. Добавленные параметры представлены в таблицах 34–49.

Таблица 34 – Дополнительные параметры для элементов «Стена», «Перегородка», «Парапет» (IfcWall)

Имя параметра	Формат данных	Требования к заполнению параметра	Примечания
Площадь	Длина	Указывать толщину элемента	См. блок Quantities, параметр NetArea. При отсутствии такой возможности о
Высота	Длина	Указывать высоту элемента	См. блок Quantities, параметр Height. При отсутствии такой возможности необходимо обсудить с экспертом варианты передачи информации.
Объем	Объем	Указывать объем элемента	См. блок Quantities, параметр NetVolume. При отсутствии такой возможности необходимо обсудить с экспертом варианты передачи информации

Таблица 35 – Дополнительные параметры для элементов «Отделка пола», «Отделка потолка», «Отделка стен», «Отделка маршей», «Отделка кровли», «Отделка фасада» (IfcCovering)

Имя параметра	Формат данных	Требования к заполнению параметра	Примечания
Состав отделки	Текстовый	Указывается вид работ по нанесению отделки. <u>Примеры:</u> <u>Для кровли:</u> Устройство покрытия Утеплитель ... Стяжка <u>Для пола:</u> «Уплотнение» «Подстилающий слой» «Гидроизоляция» ... Для потолков: «Выравнивание» «Устройство потолков» <u>Для стен:</u> «Выравнивание» «Облицовка» ... <u>Допускается объединять наименования,</u> например, «Устройство покрытия_Утеплитель...»	Создать новый параметр в блоке «Архитектурные и объемно-планировочные решения»
Фасад	Логический	Указать, является ли элемент частью отделки фасада.	Создать новый параметр в блоке «Архитектурные и объемно-планировочные решения»
Площадь	Площадь	Указывается площадь элемента	См. блок Quantities, параметр NetArea

Таблица 36 – Дополнительные параметры для элементов класса IfcCovering. Имена параметров для элемента «Дверь», «Ворота» (IfcDoor)

Имя параметра	Формат данных	Требования к заполнению параметра	Примечания
Вид полотна	Текстовый	Указывается вид полотна	Однопольная / Двупольная

Таблица 37 – Имена параметров для элемента «Окно», «Балконный блок», «Фонарь», «Люк» (IfcWindow)

Имя параметра	Формат данных	Требования к заполнению параметра	Примечания
Наличие фрамуги	Логический	Да / Нет	Создать новый параметр в блоке «Архитектурные и объемно-планировочные решения»

Таблица 38 – Имена параметров для элемента «Водосточная труба» (IfcPipeSegment)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Наименование	Текстовый	Водосточная труба	Создать новый параметр в блоке «Архитектурные и объемно-планировочные решения»
Материал	Привязка	Указывается материал трубы	В именовании материала указать характеристики от большего к меньшему с разделением с помощью нижнего подчеркивания.
Длина	Длина	Указывается длина трубы	См. блок Quantities, параметр Length

Таблица 39 – Имена параметров для элементов «Стена» (IfcWall)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Высота	IfcQuantityLength	Указывается высота элемента.	Выгрузка в блок Qto_WallBaseQuantities, параметр Height.
Объем	IfcQuantityVolume	Указывается объем элемента.	Выгрузка в блок Qto_WallBaseQuantities, параметр NetVolume.

Таблица 40 – Имена параметров для элемента «Плита» (IfcSlab)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Объем	IfcQuantityVolume	Указывается объем элемента.	Выгрузка в блок Qto_WallBaseQuantities, параметр NetVolume.

Таблица 41 – Имена параметров для элемента «Лестница» (IfcStair)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Объем	IfcQuantityVolume	Указывается объем элемента.	Выгрузка в блок Qto_WallBaseQuantities, параметр NetVolume

Таблица 42 – Имена параметров для элемента «Колонна» (IfcColumn)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Высота сечения	IfcQuantityLength	Указывается высота сечения элемента, мм (для прямоугольных сечений)	Выгрузка в блок Qto_WallBaseQuantities, параметр Height.
Ширина сечения	IfcQuantityLength	Указывается ширина сечения элемента, мм (для прямоугольных сечений)	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Диаметр сечения	IfcQuantityLength	Указывается диаметр сечения элемента, мм (для круглых сечений)	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Длина колонны	IfcQuantityLength	Указывается длина колонны, мм	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Профиль	IfcText	Указывается название и номер профиля сечения	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Объем	IfcQuantityVolume	Указывается объем элемента.	Выгрузка в блок Qto_WallBaseQuantities, параметр NetVolume.

Таблица 43 – Имена параметров для элемента «Балка» (IfcBeam)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Высота балки	IfcQuantityLength	Указывается высота сечения элемента, мм (для прямоугольных сечений)	Выгрузка в блок Qto_WallBaseQuantities, параметр Height.
Ширина балки	IfcQuantityLength	Указывается ширина сечения элемента, мм (для прямоугольных сечений)	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Диаметр балки	IfcQuantityLength	Указывается диаметр сечения элемента, мм (для круглых сечений)	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Профиль**	IfcText	Указывается название и номер профиля сечения	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Объем***	IfcQuantityVolume	Указывается объем элемента.	Выгрузка в блок Qto_WallBaseQuantities, параметр NetVolume.

Таблица 44 – Имена параметров для элементов «Ферма», «Связь» (IfcMember)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Марка	IfcText	Наименование позиции элемента в соответствии с ведомостью элементов. Например, PC1, BC1 и.т.п.	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения»
Сечение	IfcText	Наименование позиции элемента в соответствии с серией или ГОСТ (для профильных элементов). Например, Двутавр №45	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Длина	IfcQuantity Length	Указывается длина элемента.	Выгрузка в блок Qto_MemberBaseQuantities, параметр Length.

Таблица 45 – Имена параметров для элементов «Фундамент» (IfcFoundation)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Ширина подколонника	IfcLength	Указывается ширина подколонника, мм	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Ширина подошвы_N	IfcLength	Указывается ширина N-ой подошвы фундамента. Указывается только, если объект имеет постоянную толщину (призматический).	Выгрузка преимущественно в блок Quantities, параметр Widht. При отсутствии возможности выгрузить в параметр «Ширина»
Длина подошвы	IfcLength	Длина объекта. Указывается только в том случае, если он постоянный.	Выгрузка в блок Quantities, параметр Length.
Высота	IfcLength	Характерная высота Общая номинальная высота фундамента. Она должна быть указана только в том случае, если она постоянна.	Выгрузка в блок Quantities, параметр Height.
Объем	IfcQuantity Volume	Указывается объем элемента.	Выгрузка в блок Qto_WallBaseQuantities, параметр NetVolume.

Таблица 46 – Имена параметров для элементов «Свая» (IfcPile)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Способ заглубления	IfcText	Указывается способ заглубления свай с указанием применяемой машины.	Создать новый параметр в блоке «Проект организации строительства».
Группа грунтов	IfcText	Указывается группа грунтов несущего слоя	Создать новый параметр в блоке «Проект организации строительства».

Таблица 47 – Имена параметров для элементов «Гидроизоляция» (IfcCovering)

Имя параметра	Тип данных IFC	Описание	Примечание
Этаж/ Уровень	IfcRelContainedInSpatialStructure	Элементы должны быть привязаны к конкретному уровню. Для этажей ниже нуля перед номером ставится знак «-». При необходимости прописать назначение уровня.	В именовании уровня указать наименование этажа и относительную отметку.
Наименование	IfcText	Указывается наименование элемента_вид гидроизоляции Пример «Гидроизоляция_Оклеечная», «Гидроизоляция_Обмазочная»	Создать новый параметр в блоке «Конструктивные решения».
Материал	IfcMaterial	Указывается материал элемента	Для бетона указать класс по прочности, морозостойкости, водопроницаемости. Для стали указать марку.
Площадь	IfcQuantityArea	Указывается площадь элемента	Выгрузка в блок Qto_CoveringBaseQuantities, параметр NetArea.

В рамках пилотного проекта были рассмотрены схемы применения автоматического расчета количественных показателей и ручного метода, представленные на рисунках 41 и 42.

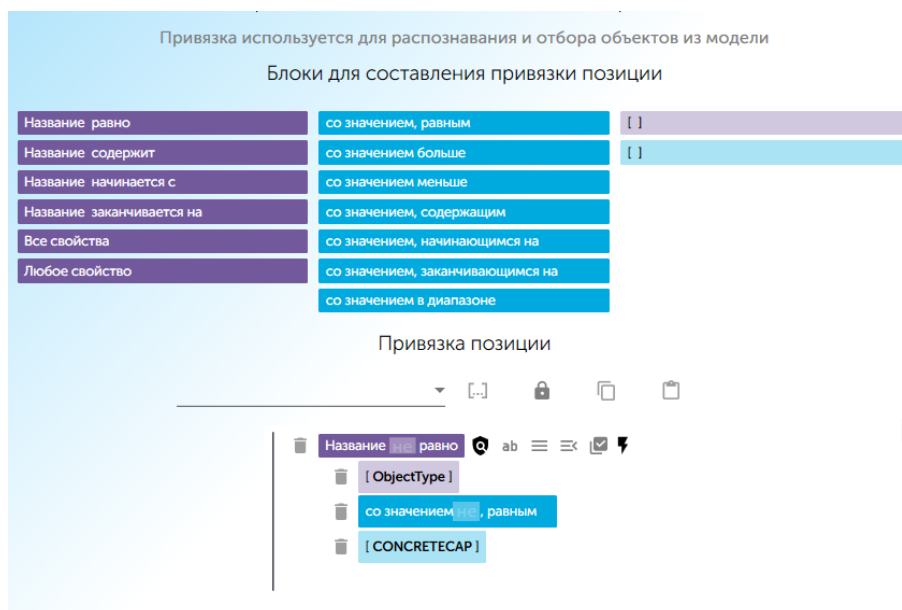


Рисунок 41 – Настройка идентификации элементов ЦИМ ОКС в Tangl Value

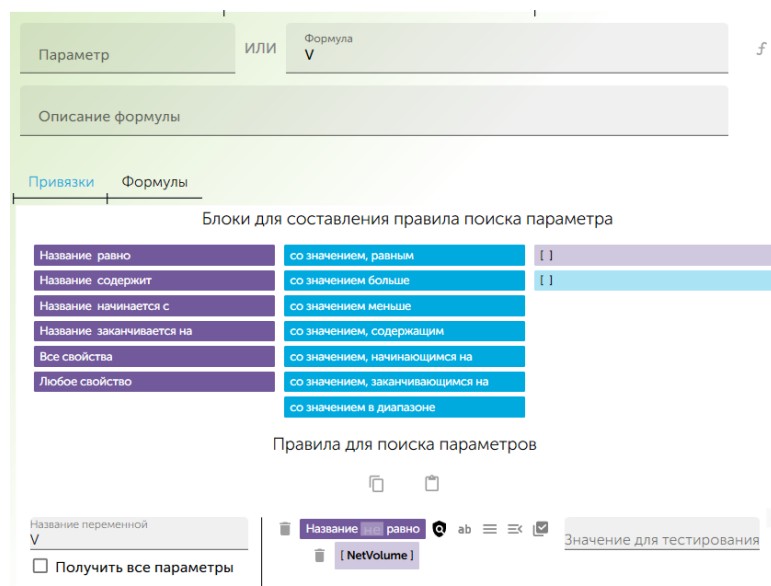


Рисунок 42 – Настройка получения количественных показателей элементов ЦИМ ОКС в Tangl Value

Автоматический метод получения количественных показателей рассмотрен для применения метода параметризации при формировании требований к цифровой информационной модели (ЦИМ). При применении этого метода элементы ЦИМ сначала необходимо идентифицировать с помощью правил поиска, примененных к параметрам таких элементов, а затем суммировать один или несколько других параметров этих элементов для получения результирующего значения. Для реализации этого метода была применена программа российского разработчика Tangl Value, так как принцип ее работы позволяет идентифицировать процесс идентификации элементов (настройка привязок в Tangl представлена на рисунке 41) от процесса получения количественных показателей идентифицируемых элементов (процесс заполнения вкладки «Объем позиций» представлен на рисунке 42).

Принцип работы идентификации основан на системе «Свойство – значение».

Свойство (отображается фиолетовым блоком) — это категория или тип данных (например, «Category», «Наименование», «Класс бетона»), по которому осуществляется поиск соответствующего элемента в модели.

Значение (отображается синим блоком) – это конкретное значение данного свойства (например, «БСГ В25 П4 F150 W6» или «Двери»), которое система ищет в модели для идентификации элемента и сопоставления с позицией.

Настройка выбора параметра, участвующего в расчете количественного показателя выполняется на вкладке "Объем позиций". В ней есть возможность прописать переменную, по которой рассчитывается формула, саму формулу и описание формулы. На рисунке 42 представлен пример использования параметра «NetVolume» при расчете объемов.

Пример результата проведенного анализа количественных показателей ЦИМ представлен на рисунке 43.

Рисунок 43 – Результаты проведенного анализа количественных показателей выполненного в Tangl Value

Следует отметить, что применение ТИМ при проверке количественных показателей позволяет большую часть работы выполнять на подготовительном этапе, не включенном в процесс рассмотрения сметной документации в соответствии с внутренним регламентом экспертного учреждения. Подготовительный этап автоматизированного подсчета выполняется ТИМ-отделом экспертного учреждения и включает настройку правил идентификации и формирования справочников в системе Tangl Value. Второй этап осуществляется экспертом-сметчиком уже в процессе экспертизы: он контролирует связь элементов ЦИМ со сметными позициями и получает из модели фактические объемы работ и материалов для проверки локальных сметных расчётов. Данный процесс отражен в схеме на рисунке 44.

При формировании схемы реализации ручного метода проверки количественных показателей авторы также выделили подготовительный этап, повышающий эффективность процесса проведения экспертизы. Подготовительный этап ручного метода, выполняемый до экспертизы ассистентом или сметчиком, заключается в создании удобного и читаемого шаблона для вычислений, выполняемых на этапе экспертизы, что позволяет стандартизировать и циклически повторять операции ручного расчёта. Работы, выполняемые экспертом-сметчиком уже в ходе экспертизы, представляет собой непосредственное проведение ручного расчёта объёмов работ и материалов с использованием созданного шаблона и применением проверенных долевого коэффициентов. Конечная цель выполняемых работ представляет собой получение данных для проверки позиций в локальных сметах. Данный процесс представлен в виде схемы на рисунке 45.

По рисункам 44 и 45 видно, что наиболее важная работа, учитываемая в текущем исследовании при работе с ЦИМ выполняется во время подготовительного этапа, при этом в ручном способе расчета она выполняется в ходе самой экспертизы, а значит качество её выполнения будет зависеть от сроков проведения экспертизы.

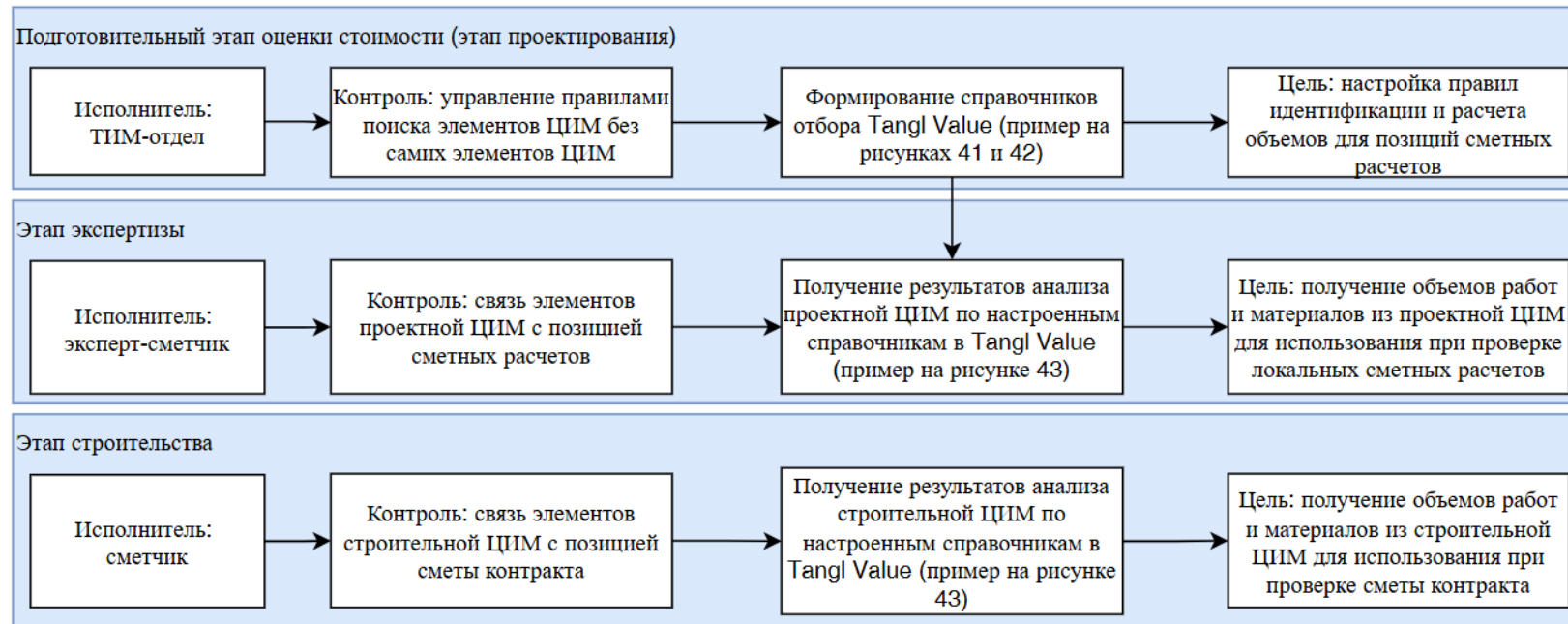


Рисунок 44 – Схема применения метода параметризации с использованием Tangl Value

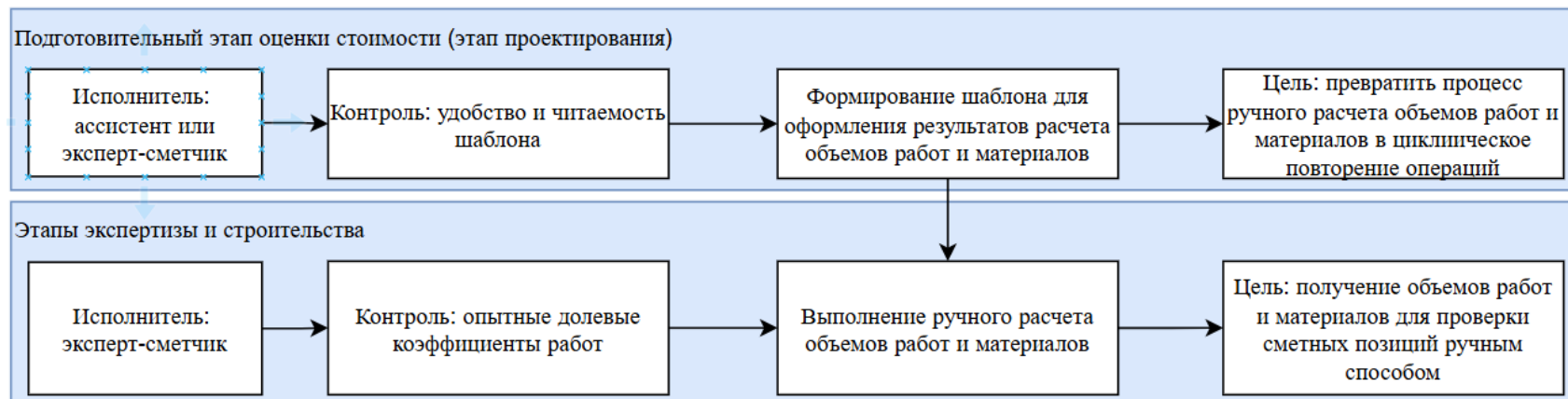


Рисунок 45 – Схема применения ручного метода расчета количественных показателей

Реализация ручного расчета потребовала работы с двухмерными проектными чертежами. Ввиду отсутствия в большинстве случаев привязок к осям, основные измерения выполнялись с помощью линейки непосредственно с чертежей. Все полученные количественные данные вносились и систематизировались в таблицах Microsoft Excel, структура которых была предварительно настроена ручным способом. При этом шаблоны отличаются для различных типов элементов.

Фундамент, обладающий, как правило, сложной геометрической формой, удобнее рассчитывать, разделяя его по вертикальным и горизонтальным осям. Использование столбца с пометкой «Исключить» позволяет не учитывать в расчёте те участки, объём которых не должен быть включён. Пример шаблона указан в таблице 48.

Таблица 48 – Шаблоны для расчета ручным методом фундаментов

Шифр ресурса	Наименование	Оси (гор)		Оси (верт)		V, м ³
Шифр работы/материала согласно федеральным расценкам или классификатору	Наименование работы / конструктивно го элемента	Участок по горизонтальным осям	Размеры в м	Участок по вертикальным осям	Размеры в м	столбец F-столбец H-толщина
ФЕР 06-01-001-16	Устройство фундаментных плит железобетонных: плоских	И/1 - П	16,55	1	1,8	7,45

Шаблон для расчёта стен и перегородок (таблица 49) структурирует процесс учёта и вычисления их объёмов. В нём чётко разделены ключевые параметры: привязка к осям – это позволяет обозначить участок расчета, геометрические размеры (высота, длина, толщина) – позволяют автоматизировано по настроенной формуле вычислить итоговый объём. Столбец «Примечание» позволяет фиксировать комментарии к каждому участку. Такой подход минимизирует ошибки, стандартизирует расчёты для разных объектов и облегчает их дальнейшую проверку и анализ.

Таблица 49 – Шаблоны для расчета ручным методом стен и перегородок

Ось	Участок	Высота, м	Длина участка		Толщина стен	Объем
			Размер	м	м	
Расчетная ось	Расчетный пролет между осями	Высота элемента	Размер в мм	мм / 1000	Толщина стен / перегородок	Длина·Высота·Толщина

Шаблон, представленный на таблице 50, удобен для расчёта окон и витражей, поскольку в нём центральное место отводится ключевым для данных конструкций параметрам – площади единичного элемента и количеству таких элементов. Это позволяет последовательно зафиксировать каждое изделие по наименованию, автоматически или вручную рассчитать его площадь, а затем получить общую площадь через умножение на количество. Такой подход обеспечивает точный подсчёт суммарной площади остекления и делает таблицу наглядным документом для проверки и планирования, где видна детализация по каждому типу конструкции.

Таблица 50 – Шаблоны для расчета ручным методом окон и витражей

Наименование окон/ витражей	Кол-во	S	S общая
-----------------------------	--------	---	---------

4.4. Апробация разработанной методики группирования позиций локальных сметных расчётов

В рамках текущего исследования была проведена оценка возможности получения результатов расчетов объемов работ и материалов вручную и с помощью ЦИМ.

По результатам проведенного исследования видно, что 12 % объемов от суммарной стоимости сметных позиций архитектурного и конструктивного разделов невозможно посчитать на стадии проектирования, 40 % рассчитываются частично с помощью ЦИМ (с необходимостью последующей обработки данных) и 48 % рассчитываются точно с помощью ЦИМ (рисунок 46, таблица 51).



Рисунок 46 – Суммарная стоимость сметных позиций разделов АР и КР по отношению к применяемым в них объемам

Таблица 51 – Суммарная стоимость сметных позиций разделов АР и КР по отношению к применяемым в них объемам

	Объемы, рассчитываемые точно с помощью ЦИМ, %	Объемы, рассчитываемые частично с помощью ЦИМ, с необходимостью последующей обработки данных, %	Объемы, превышающие стадию П, которые невозможно рассчитать с применением ЦИМ, %
Суммарная стоимость сметных позиций	48	40	12

Результаты расчета количественных показателей в системе Tangl Value представлены в виде структурированных таблиц, автоматически сгенерированных на основе настроенных правил выборки из ЦИМ, где каждая позиция динамически связана с элементами ЦИМ, что можно применять при проверке при просмотре (пример представлен на рисунке 42).

Результат ручного метода представлен в форме шаблонных таблиц, заполненных экспертом вручную на основе измерений по осям, участкам и формулам (таблицы 52–57).

Таблица 52 – Результаты проведенного ручного расчета количественных показателей фундамента ручным способом

Шифр ресурса	Наименование	Оси (гор)		Оси (верт)		V, м³
ФЕР06-01-001-16	Устройство фундаментных плит железобетонных: плоских	И/1–П	16,55	1	1,8	7,45
		Н/1–П	8,915	2	1,8	4,01
		Н/2	1,775	Между 1–2	2,475	1,10

Таблица 53 – Результаты проведенного ручного расчета количественных показателей перегородок ручным способом

Ось	Участок	Высота, м	Длина участка		Толщина стен, м	Объем, м³
			мм	м		
20–22	В/1–Д/1	2,57	17300	17,3	0,12	5,34
22–24	Д/1–Д/3	2,57	18600	18,6	0,12	5,74
14–17	В–Г	2,59	35400	35,4	0,12	11,00
12–17	Г/2–Д/3	2,59	54800	54,8	0,12	17,03
11–12	Г/2–Ж	2,59	22140	22,14	0,12	6,88

Таблица 54 – Результаты проведенного ручного расчета количественных показателей бетонных стен ручным способом

Ось	Участок	Высота, м	Длина участка		Толщина стен, м	Объем, м³
			мм	м		
А	2–10/1	1,8	30000	30	0,2	10,8
А/1	16–17 и 18/2–21/1	1,8	22200	22,2	0,2	7,99
А/1	17–18/1	2,59	5000	5	0,2	2,59
А/2	10/1–10/2	1,8	1700	1,7	0,2	0,51
А/2	14–16	1,8	11500	11,5	0,2	4,14

Таблица 55 – Результаты проведенного ручного расчета количественных показателей окон и витражей ручным способом

Наименование окон/ витражей	Кол-во	S, м²	S общая, м²
ОК-1	92	7,38	678,96
ОК-2	93	5,88	546,84
ОК-3.1	11	4,93	54,23
ОК-3.2	19	5,02	95,38
ВН-1.1	2	17,04	34,08
ВН-1.2	1	17,73	17,73
ВН-2	1	11,69	11,69
ВН-3	1	12,63	12,63

Сравнительный анализ результатов, представленный в таблице 56, выявил значительные расхождения в объемах работ, полученных ручным способом и с применением метода параметризации. Причина несовпадения также была определена и представлена в таблице 56.

Таблица 56 – Сравнительный анализ количественных показателей, полученных различными методами

Класс	Более технологичный метод	Ед.изм.	Объем по Tangl	Объем по ручному счету	Причина нестыковки
IfcWall	Tangl	м ³	78,87	84,07	Линейка ¹
IfcSlab	Tangl	м ³	319,25	810,92	Линейка ¹ и отсутствие информации ²
IfcWindow	Tangl	м ²	2372,26	3386,67	Линейка ¹ и отсутствие информации ²
IfcDoor	Tangl	м ²	1404,71	893,02	Линейка ¹ и отсутствие информации ²
IfcCovering	Tangl	м ²	652,04	715,07	Линейка ¹
Линейка ¹ – причина связана с тем, что при ручном методе применялась линейка вместо нанесенного размера.					
Отсутствие информации ² – в проекте отсутствуют маркировки, материал и описание элементов.					

Выявленные расхождения обусловлены ограничениями исходных данных при ручном методе:

1. При подсчете элементов **IfcWall** и **IfcCovering** расхождения вызваны отсутствием в 2D-чертежах проектной документации информации о толщине конструкций, а также недостатком привязок к осям, что осложнило учёт стен и перегородок, расположенных вне основной сетки.

2. Расчёт объёма **IfcSlab** (фундаментных плит) был затруднён из-за отсутствия на чертежах данных о толщине бетонной подготовки и типах фундаментов.

3. Подсчет элементов **IfcWindow** и **IfcDoor** по 2D-чертежам был затруднен в связи с проблемами отсутствия маркировок дверей на планах этажей и некорректного отображения витражей на фасадах. Для определения размеров витражей потребовался анализ разреза, планов этажей и фасада здания, а двери были учтены общим объёмом (без подразделения на типы) из-за недостаточной детализации в проекте.

Временные затраты, приведенные в таблице 57 на выполнение расчетов ручным методом, составили 45 часов 25 минут, в то время как на обработку аналогичного объема данных методом параметризации потребовалось 38 минут. Полученные результаты демонстрируют, что применение ТИМ при расчете показателей позволило сократить затраты времени специалиста более чем на 90%, что свидетельствует о высокой эффективности внедрения цифровых инструментов в экспертно-сметную деятельность.

Таблица 57 – Трудозатраты на выполнение расчетов количественных показателей ручным методом и с применением ТИМ

№	Наименование рабочей операции, входящей в процесс	Общее время	Полученная продолжительность выполнения операций				
Ручной подсчет			IfcWall	IfcSlab	IfcWindow	IfcDoor	IfcCovering
8.1	Открыть необходимые виды для расчета позиции	35 мин.	5 мин.	10 мин.	5 мин.	5 мин.	10 мин.
8.2	Определить значения переменных для расчета с чертежа	50 мин.	10 мин.	10 мин.	10 мин.	10 мин.	10 мин.
8.3	Произвести вычислительное действие для получения объема	44 ч.	17 ч.	14 ч.	3 ч.	4 ч.	6 ч.
Общее время		45 ч. 25 мин.					
Работа в Tangl			IfcWall	IfcSlab	IfcWindow	IfcDoor	IfcCovering
9.1	Создать позицию справочника расчета объемов	5 мин.	1 мин.	1 мин.	1 мин.	1 мин.	1 мин.
9.2	Добавить в позицию справочника правило идентификации элемента	13 мин.	5 мин.	3 мин.	2 мин.	2 мин.	1 мин.
9.3	Добавить в позицию справочника правило расчета объемов	20 мин.	3 мин.	7 мин.	5 мин.	3 мин.	2 мин.
Общее время		38 мин.					
Сокращение временных затрат при автоматизации процесса		44,78 ч.	17,10 ч.	14,15 ч.	3,12 ч.	4,15 ч.	6,27 ч.
		98,61 %	99 %	99 %	96 %	98 %	99 %

Стоимость, определенная с учетом применения положений исследования составила 2 679 288,77 тыс. руб. (таблица 58), отклонение от фактической стоимости составило 9,05 %.

Таблица 58 – Данные о стоимостях объекта капитального строительства (ОКС) с учетом применения разработанной методики

Стоимость ОКС на этапе экспертизы (без применения метода параметризации), тыс. руб.	Стоимость ОКС, полученная в результате строительства, тыс. руб.	Отклонение от фактической стоимости строительства, %	Стоимость ОКС на основе применения разработанной методики, тыс. руб.	Отклонение от фактической стоимости строительства (%)
1	2	3	4	5
2 226 770,02	2 921 744,94	$= (\text{ст. 2} - \text{ст. 1}) \cdot 100 \% / \text{ст. 1}$	2 679 288,77	$= (\text{ст. 4} - \text{ст. 1}) \cdot 100 \% / \text{ст. 1}$
		31,21%		9,05%

Полученные результаты позволяют сформировать следующие выводы:

1. Метод параметризации показал существенное преимущество в скорости обработки данных (таблица 57) и минимизации технических ошибок, неизбежных при длительных ручных вычислениях. Это позволяет сократить временные затраты на проверки, на подготовку сметной документации и повысить оперативность принятия решений на этапе планирования.

2. Ручной расчет сохраняет свою значимость при работе с нестандартными элементами, сложными архитектурными формами или на начальных этапах проектирования, когда требуется экспертная оценка и вариативность. Однако для больших массивов данных предлагаемая *методика* обеспечивает более высокую и стабильную точность за счет единого алгоритма расчетов.

3. Расхождения между объемами, полученными известными способами и предлагаемой методикой, носят системный характер и обусловлены, главным образом, различными правилами округления, а также подходами к учету сложных геометрических форм и уровнем детализации модели. Автоматизированный

расчет, основанный на единой информационной модели, обеспечивает полную прозрачность последовательности и контроль всех вычислений при использовании разработанной методики. Метод параметризации, реализованный на базе системы Tangl Value, показал превосходство над традиционным ручным способом по всем ключевым показателям эффективности. Экономия времени при обработке идентичного объема данных составила 97 %.

Разработанная методика группирования сметных позиций была подтверждена в результате ее апробации (данные представлены в таблице 57), так как фактическая трудоемкость выполнения циклических операций соответствует полученной методом экспертной оценки (таблица 9), при этом применение ТИМ является наиболее технологичным методом получения количественных показателей, как и было предварительно выявлено с помощью применения предложенной методики.

В таблице 59 показаны основные *критерии* результативности разработанной методики на этапах жизненного цикла ОКС.

Таблица 59 – Основные критерии результативности разработанной методики

Критерий результативности	Числовое значение
Трудоемкость анализа количественных показателей ЦИМ ОКС на этапе проектирования, экспертизы, строительства и эксплуатации	уменьшена на 90 %
Расхождение планируемой стоимости ОКС на этапе проектирования и фактической ОКС при завершении этапа строительства	снижено на 20 %

Примечание: данные в таблице приведены по сравнению с ручным методом (без применения ЦИМ) оценки стоимости ОКС, используемым в настоящее время.

Таким образом, разработанное методическое обеспечение позволяет обеспечить технологическую оценку стоимости ОКС на этапе проектирования (в перспективе развития методики: этапы строительства и эксплуатации) и избежать дополнительных трудозатрат на корректировку бюджета на последующих этапах жизненного цикла ОКС.

Выводы по главе 4

1. Разработан сценарий процесса апробации разработанного методического обеспечения в пилотном проекте на примере проекта школы в Свердловской области.
2. Подтверждена гипотеза о распределении стоимостной ёмкости сметных позиций в кластерных моделях.
3. Апробирована двухэтапная схема проведения экспертизы проектной документации, включающая: проверку выполнения требований технических регламентов с учетом комплектности, в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 87; оценку достоверности сметной стоимости после детализации проектной документации, включая ЦИМ, до этапа строительства.
4. Проведено сравнение трудоемкости реализации ручного метода расчета со способом, включающим разработанную методику оценки стоимости ОКС на этапах жизненного цикла.
5. По результатам апробации подтверждено снижение трудоемкости процессов оценки сметной стоимости на этапе проектирования на 90 %, а также определена возможность снижения отклонения стоимости ОКС на этапе строительства на 20 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа действующего законодательства по применению технологий информационного моделирования выявлено информационное противоречие в требованиях к проектной документации, обусловленное различиями между её нормативной и требуемой детализацией для практической оценки стоимости ОКС на этапах жизненного цикла.

В результате экспертного исследования установлено, что процедура оценки сметной стоимости на этапе экспертизы проектной документации и ее результаты не обеспечивают запланированный расход ресурсов на реализацию этапов жизненного цикла строительного объекта и затрудняют управление им, так как 59,5 % объектов строительства, финансируемых за счёт бюджета (на примере объектов 2021 г.), имеют расхождение в сметной стоимости между фактическими затратами и величиной, подтвержденной на этапе её оценки.

На основании анализа объектных сметных расчетов общеобразовательных школ, проектная документация которых получила положительное заключение ГАУ СО «Управление государственной экспертизы» за последние 10 лет, было установлено, что суммарная стоимостная емкость разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» составляет более 50 % от общей стоимости строительства объекта; дальнейшие исследования были сфокусированы на данных разделах.

В результате анализа отечественных и зарубежных исследований по оценке стоимости строительства ОКС было выделено три основных метода расчета количественных показателей, используемых в процессе оценки сметной стоимости с применением технологий информационного моделирования.

В результате анализа действующей методики определения сметной стоимости, а также XML-схемы представления ведомости объемов работ была разработана модель ведомости объемов работ для оценки сметной стоимости строительства ОКС с применением цифровых информационных моделей.

С целью детализации текущего процесса оценки сметной стоимости строительства ОКС была предложена графоаналитическая модель базовых процессов формирования и анализа информационной модели проектной документации, включающая три основных известных метода расчета количественных показателей.

Определена трудоемкость циклических рабочих операций, входящих в базовые процессы формирования и анализа информационной модели проектной документации, в результате экспертного исследования, с применением авторского критерия отбора специалистов.

Разработан алгоритм группирования позиций сметных расчетов, позволяющий определить технологичный метод оценки количественных показателей на этапах ЖЦ ОКС для каждой сметной позиции.

Разработан алгоритм формирования выборки значимых позиций сметных расчетов для оценки количественных показателей с применением авторского критерия отбора.

Разработана программа для ЭВМ для анализа позиций локальных и объектных сметных расчетов, представленных в различных форматах, таких как .xlsx, .xml, .ggs и декомпозиции полученной информации для последующего группирования позиции в зависимости от технологичного метода расчета количественных показателей (свидетельство № 2025684852).

Сформулирована гипотеза об универсальности кластерных моделей значимых позиций сметных расчетов по трем критериям.

Оценена трудоемкость выполнения базовых процессов формирования информационной модели проектной документации и анализа её количественных показателей для выборки позиций сметных расчетов и сформирована кластерная модель позиций сметных расчетов, распределенных в зависимости от технологичности их анализа в информационной модели строительного объекта.

Описан алгоритм формирования требований к ЦИМ для применения ТИМ в процессе оценки сметной стоимости строительства на основании группировки

классов IfcEntity по технологичному методу получения количественных показателей (на примере зданий школ).

Предложены и апробированы на практике организационные изменения в процессе анализа проектной документации с применением ЦИМ для реализации технологичного метода оценки количественных показателей информационной модели на этапах ЖЦ ОКС.

Описано содержание компетенций специалистов экспертной организации в зависимости от применяемых методов получения количественных показателей для оценки сметной стоимости строительного объекта, разработана программа повышения квалификации, обеспечивающая формирование необходимых компетенций с использованием технологий информационного моделирования.

Разработан сценарий процесса апробации разработанного методического обеспечения в пилотном проекте для анализа проекта школы в Свердловской области.

Подтверждена в результате апробации методики гипотеза об универсальности кластерных моделей значимых позиций сметных расчетов по трем критериям: геометрическая детализация относительно стадии ПД; принадлежность элементов ЦИМ к категории по моделированию при проектировании; принадлежность элементов ЦИМ к классам IfcEntity, полученных на основе алгоритма формирования выборки значимых позиций сметных расчетов с применением авторского критерия отбора, позволяющая на практике (в т. ч. экспертной работе) определять процентное соотношение стоимостной емкости составляющих смет объектов строительства на этапах их проектирования и строительства.

По результатам апробации подтверждено снижение трудоемкости процессов оценки сметной стоимости на этапе проектирования на 90 %, а также определена возможность снижения отклонения стоимости ОКС на этапе экспертизы и на этапе строительства на 20 %, позволяющая избежать расхода дополнительных ресурсов, связанных с корректировкой бюджета на этапе строительства.

Направление дальнейших исследований

Разработанная методика группирования позиций локальных сметных расчетов для выбора технологичного метода получения количественных показателей может быть апробирована на других типах ОКС (в настоящем исследовании анализировались здания школ), что позволит обеспечить выявление технологичного метода получения количественных показателей для разных типов объектов строительства на этапах жизненного цикла.

При подтверждении технологичности метода классификатора, по сравнению с методом параметризации (гипотетически для всех типов ОКС) в перспективе целесообразно приступить к разработке классификатора для большей части классов IfcEntity (для которых подтверждена технологичность метода классификатора) и включить алгоритм применения классификатора в общие требования к цифровым информационным моделям на законодательном уровне для технологичного анализа количественных показателей, включая оценку стоимости объекта строительства на этапах его жизненного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаханова, К. А. Управление стоимостью проектов в условиях использования BIM / К. А. Агаханова // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 7(133). – С. 10–13. – EDN QSUNQP.
2. Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства // Журнал РУБЕЖ [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru-bezh.ru/denis-ozhigin/39134-analiz-tekushhej-situaczii-narossijskom-bim-ryinke-v-oblasti-gr> (дата обращения: 08.01.2026 г.).
3. Бурцев, И. Г. Совершенствование методов экспертизы проектов строительства с помощью BIM-технологий / И. Г. Бурцев, А. И. Фоменкова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: Сборник статей 77-ой всероссийской научно-технической конференции, Самара, 26–30 октября 2020 г. / Под редакцией М. В. Шувалова и др. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2020. – С. 389–392. – EDN JGVBFV.
4. Бородин, С. И. Исследование вопроса связи информационной модели строительства объекта (BIM) и сметной стоимости объекта / С. И. Бородин, Е. В. Гусев, А. М. Коровин, С. Г. Некрасов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2024. – Т. 24. – № 4. – С. 113–122.
5. Васильева, Н. В. Анализ изменения стоимости Строительства в ходе проведения экспертизы сметной документации / Н. В. Васильева, В. А. Кудрявцева // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2018. – Т. 8. – № 4(27). – С. 25–34.
6. ГОСТ Р 58908.1–2020 (ИСО 81346-1:2009) «Промышленные системы, установки, оборудование и промышленная продукция. Принципы структурирования и коды».
7. ГОСТ Р ИСО 10303-11-2010 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 11. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS».

8. ГОСТ Р 10.0.02-2020 «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Отраслевые базовые классы (IFC) для обмена и управления данными об объектах строительства. Часть 1. Схема данных».
9. ГОСТ Р 10303-21-2023 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена».
10. ГОСТ Р ИСО 22274-2016 (ИСО 22274:2013, IDT) «Системы управления терминологией, базами знаний и контентом».
11. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 01.05.2022) «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 01.05.2022 г.).
12. Единые нормы и расценки на строительные работы (ЕНиР) / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1987. – 367 с.
13. Житлова, В. А. Пример определения сметной стоимости с помощью программного комплекса Гектор: 5D Смета на основе BIM-модели Autodesk Revit / В. А. Житлова, О. В. Петренева // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2020. – Т. 2. – С. 107–112.
14. Загидуллина, Г. М. Цифровая трансформация: понятие, проблемы перехода, условия развития в сфере строительства / Г. М. Загидуллина, Л. И. Чувашлова // Экономика строительства и жилищно-коммунального хозяйства. – 2024. – № 1(6). – С. 5–14.
15. Зеленцов, Л. Б. Интеграция смет и BIM-проектов / Л. Б. Зеленцов, Я. А. Кокарева, Н. Г. Акопян, Д. В. Пирко // Строительное производство. – 2020. – № 2. – С. 29–34.
16. Классификатор. <http://ksi.faufcc.ru/>.
17. Иванов, А. П. Российские системы классификации в строительстве: от СССР к BIM / А. П. Иванов // Экономика строительства. – 2022. – Т. 15. – № 4. – С. 78–92.

18. Иванов, А. Ю. BIM-модели: борьба с коллизиями при проектировании инженерных систем / А. Ю. Иванов, В.А. Ливанов // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2023. – № 5. – С. 52–64.
19. ISO/PAS 16739-1:2024. «Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. Part 1: Data schema».
20. Кочнева, М. Е. Особенности финансирования бюджетных объектов капитального строительства и выбор метода определения стоимости строительства по BIM-модели с применением экспертных оценок / М. Е. Кочнева // Евразийское Научное Объединение. – 2019. – № 8-3(54). – С. 176–180.
21. Кузина, О. Н. Информационное моделирование стоимости объекта строительства на каждом этапе жизненного цикла / О. Н. Кузина // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – № 1. – С. 107–111.
22. Лазарева, Н. В. Анализ целесообразности высокой стоимости BIM-проектов / Н. В. Лазарева, Д. С. Зенкин // Нормирование и оплата труда в строительстве. – 2019. – № 12. – С. 46–49.
23. Леонова, Н. Г. Финансовая математика: учебн. пособие / Н. Г. Леонова. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2015. – 103 с.
24. Лучшие практики. <https://www.minstroyrf.gov.ru/tim/dokumenty/>.
25. Методическое обеспечение контроля качества цифровых информационных моделей объектов капитального строительства на этапе экспертизы проектных решений: диссертация ... кандидата технических наук: 2.1.14. / Сербин Сергей Андреевич; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»; Диссовет 24.2.297.03 (24.2.297.03)]. – Екатеринбург, 2024. – 169 с.
26. Министерство строительства России. <https://www.minstroyrf.gov.ru/>.
27. Минстрой России форма XML. <https://www.minstroyrf.gov.ru/tim/xml-skhemu/>.

28. Миронова, П. А. Изменения в стоимости строительства / П. А. Миронова // Сметно-договорная работа в строительстве. – 2018. – № 8. – С. 50–56.

29. Мысовских, Д. А., Овчинников И. Г. Building information modeling в строительстве. Опыт использования. Проблемы внедрения / Д. А Мысовских, И. Г. Овчинников // Вестник Евразийской науки. – 2021. – № 2, <https://esj.today/PDF/17SAVN221.pdf>.

30. Панькин, М. И. Анализ методов и систем автоматизации проектирования в строительстве // Магистерские чтения. Сборник статей участников регионального научно-практического семинара. Санкт-Петербург, 2024. – С. 114–125.

31. Петроченко, М. В. Классификация строительной информации в BIM с использованием алгоритмов искусственного интеллекта / М. В. Петроченко, П. Н. Недвига, А. А. Кукина, В. В. Шерстюк // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17. – № 11. – С. 1537–1550.

32. Постановления Правительства РФ от 27 марта 2018 г. № 331 «Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства».

33. Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 г. № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства».

34. Постановление Правительства РФ от 17.05.2024 г. № 614 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов».

35. Постановление Правительства РФ от 12 сентября 2020 г. № 1416 «Об утверждении Правил формирования и ведения классификатора строительной информации» (с изменениями и дополнениями).

36. Постановление Правительства РФ от 29 декабря 2020 г. № 2328 «О порядке аттестации экспертов, привлекаемых к осуществлению экспертизы в целях государственного контроля (надзора), муниципального контроля».

37. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2007 г. (ред. от 15.09.2023 г.) № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий».

38. Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

39. ПНСТ 909-2024 «Требование к цифровым информационным моделям объектов непроизводственного назначения. Часть 1. Жилые здания».

40. Практическое руководство пользователя Renga. <https://manual.rengabim.com/dveri.html?ms=DgQAAAAAGQhABA%3D%3D&st=MA%3D%3D&sct=NjQ3&mw=NDAw>.

41. Сеферян Л. А. Применение BIM в оценке недвижимости и проект EBIM / Л. А. Сеферян, Д. М. Тальников, М. О. Ажиба, М. Р. Степанова // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 3(54).

42. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 02.11.2022 г. № 928/пр «Об утверждении классификатора объектов капитального строительства по их назначению и функционально-технологическим особенностям (для целей архитектурно-строительного

проектирования и ведения единого государственного реестра заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства)».

43. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 г. № 421/пр (ред. от 23.01.2025 г.) «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации».

44. Приказ Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области от 17.02.2023 г. № 121-17 «Об утверждении Требований к подготовке проектной документации, содержащей материалы в форме информационной модели площадных объектов, финансирование строительства которых осуществляется с привлечением средств областного бюджета».

45. Приказ Минстроя России от 12.05.2017 г. № 783/пр «Об утверждении требований к формату электронных документов, представляемых для проведения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий и проверки достоверности определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства».

46. Приходько, А. В. Анализ практики применения тим в жилищном строительстве в москве / А. В. Приходько // Наука, технологии, общество – НТО- II-2022. Сборник научных статей по материалам II Всероссийской научной конференции. Красноярск, 2022. – С. 183–187.

47. Руководство по созданию семейств. Autodesk Revit. <https://prombim.csd.ru/upload/iblock/265/%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%81%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8E%20%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%20Autodesk%20Revit.pdf>.

48. Сербин, С. А. Анализ текущей нормативной документации по отношению к технологиям информационного моделирования / С. А. Сербин, Н. Ю. Серёгина, Н. И. Фомин // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений – 2022 - № 4. – С. 18–21.

49. Серёгина, Н. Ю. Разработка алгоритма проверки достоверности атрибутивной и геометрической информации в цифровой информационной модели объекта капитального строительства / Серёгина Н. Ю., Сербин С. А., Фомин Н. И. // Вестник евразийской науки. – 2023. – № 6. – С. 52–64.

50. Ситков, Р. А. Методика проведения экспертного опроса по оцениванию свойств и факторов, влияющих на качество и компетентность экспертов / Р. А. Ситков, В. Н. Щельников, И. Е. Петрушин // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-5. – С. 944–948.

51. Соколова, В. В. Определение сметной стоимости строительства средствами программного комплекса Рикс использованием БИМ-технологий / В. В. Соколова, Н. М. Герман // Ползуновский альманах. – 2021. – № 1. – С. 167–169.

52. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла».

53. Селиванов, Ф. С. Autodesk Revit для экспертизы недвижимости / Ф. С. Селиванов, Н. Ф. Синева // Компьютерные науки и информационные технологии: Материалы Международной научной конференции, Саратов, 30 июня 2014 г. – Саратов: ИЦ «Наука», 2014. – С. 283. – EDN VIWZRV.

54. Стольников, К. А. Зависимость сметной стоимости работ по устройству свайного фундамента от уровня детализации (LOD) BIM-модели / К. А. Стольников, М. В. Петроченко // Неделя науки ИСИ: Материалы всероссийской конференции в 3-х частях, Санкт-Петербург, 26–30 апреля 2021 г. / Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Часть 2. – Санкт-Петербург: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2021. – С. 64– 67.

55. Сычева, И. В. Разработка комплексного подхода к управлению стоимостью инвестиционно-строительного проекта на основе использования BIM-моделей / И. В. Сычева, А. С. Мищенко, К. А. Лытнев // Вестник Института экономических исследований. – 2024. – № 4(36). – С. 205–222.

56. Ткаченко, А. З. (ред.) Научно-техническому и социально-экономическому развитию Дальнего Востока России – инновации молодых. Тезисы докладов 80-й Межвузовской студенческой научно-практической конференции. В 2-х тт., Хабаровск, 21–25 марта 2022 г. Хабаровск. – 324 с.

57. Талапов, В.В. Внедрение BIM: фундаментальный опыт Великобритании / В. В. Талапов // САПР и графика. – 2017. – № 3 – С 23–29.

58. Теличенко, В. И. Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве / В. И. Теличенко, А. А. Лapidус, А. А. Морозенко. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 144 с.

59. Требования к трехмерной модели архитектурных решений для прохождения экспертизы при использовании технологий информационного моделирования. ГАУ СО «Управление государственной экспертизы». URL: Экспертиза и ТИМ (expert-so.ru) (дата обращения: 01.03.2024).

60. Требования к цифровым информационным моделям объектов капитального строительства, представляемым для проведения экспертизы. «Центр Государственной Экспертизы» (СПб ГАУ «ЦГЭ»). URL: Требования к цифровым информационным моделям объектов капитального строительства, представляемых для проведения экспертизы (spbexp.ru) (дата обращения: 01.03.2024).

61. Трегубова, А. А. Управление стоимостью проекта строительства индивидуального жилого дома с применением BIM-технологий / А. А. Трегубова, Е. В. Мишкина // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2020. – Т. 1. – С. 306-311. – EDN GJJFTE.

62. Федеральный закон от 05.04.2013 г. № 44-ФЗ (ред. от 26.12.2024 г.) «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

63. Федеральный сметно-нормативный базис в строительстве (ФСНБ-2021) / Министерство строительства России. М.: Минстрой, 2021. – 412 с.
64. Шалина, Д. С. Building information modeling (BIM) как способ снижения рисков удорожания стоимости проекта / Д. С. Шалина, В. А. Ларионова // Фундаментальные исследования. – 2021. – № 12. – С. 215–222.
65. Шамсутдинова, А. Р. Об опыте применения технологии информационного моделирования (BIM) в учебном процессе при подготовке специалистов для строительства и ЖКХ / А. Р. Шамсутдинова // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы VI Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 19–21 апреля 2023 года / Под общей редакцией А. А. Семенова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 281–286.
66. Шахрамьян, М. А. Открытый BIM и автоматизированный учет объемов строительства: от машиночитаемых стандартов до реализации / М. А. Шахрамьян, В. П. Куприяновский, А. А. Климов // International Journal of Open Information Technologies. – 2022. – Т. 10. – № 10. – С. 128–147.
67. Шушаков, А. К. Оценка стоимости строительства на основе BIM-модели / А. К. Шушаков // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2024. – Т. 1. – С. 296–300.
68. Экспертиза по ЦИМ с Tangl Control. <https://bim.vc/edu/courses/ekspertiza-po-tsim-s-tangl-control/>.
69. Электронный ресурс: <http://ksi.faufcc.ru/> (дата обращения: 08.01.2026 г.).
70. Barnes P., Davies R. Uniclass 2015: The Complete Guide. London: ICE Publishing, 2016. 204 p.
71. Building smart. <https://technical.buildingsmart.org/>.
72. Chong, Heap-Yih & Zhang, Yufan & Lee, Cen & Wang, Fei & Zhang, Yubin. (2024). Synchronizing BIM cost models and bills of quantities for lifecycle audit

trail cost management. Engineering, Construction and Architectural Management. 10.1108/ECAM-04-2024-0440.

73. Construction M. H. The business value of BIM for construction in major global markets: How contractors around the world are driving innovation with building information modeling. Smart Market Report, 2014, pp. 2–47.

74. Construction M. H. The business value of BIM for infrastructure: Addressing America's infrastructure challenges with collaboration and technology. Smart Market Report, 2012, 30 p.

75. Construction Project Information Committee. Uniclass: Unified Classification for the Construction Industry. London: CPIC, 1987. 89 p.

76. Davies N. The History of Construction Standards in the UK // Construction History Journal. – 2018. – Vol. 33. – No. 2. – pp. 45–62.

77. Deutsches Institut für Normung. DIN 276: Costs in Construction Buildings. Berlin: DIN, 2008. 64 p.

78. Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition). W3C Recommendation. 2008. <https://www.w3.org/TR/xml/>.

79. Geotechnical bim for quantity take-off in tunneling structures with ground deformation. <https://bimaplus.org/wp-content/uploads/2020/10/2020-CristianRincon-Dissertation.pdf>.

80. Hamma-adama M., Kouider T. Comparative Analysis of BIM Adoption Efforts by Developed Countries as Precedent for New Adopter Countries. Current // Journal of Applied Science and Technology. (2019). No 36(2), pp. 1–15.

81. Hazra A., Bose S., Chakraborty A. [et al.]. The BIM-based automated cost computation and visualization of cost data // Системные технологии. – 2023. – No. 1(46). – P. 12–27.

82. Industry Foundation Classes (IFC). 2018. <https://technical.buildingsmart.org/st-standards/ifc/>.

83. Industry Foundation Classes 4.0.2.1 Reference View 1.2. https://standards.buildingsmart.org/MVD/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/RV1_2/HTML/.

84. Jan Ruzicka, Jakub Veselka, Zdenek Rudovsky, Stanislav Vitásek and Petr Hajek, BIM and Automation in Complex Building Assessment, Sustainability 2022, 14(4), 2237.
85. Kassem M., Succar B., Dawood N. A proposed approach to comparing the BIM maturity of countries. 30th International Conference on the Applications of IT in the AEC IndustryAt: Beijing. China, 2013, pp. 13–24.
86. Karlapudi, J. & Valluru, P. & Menzel, K. (2021). Ontological approach for LOD-sensitive BIM-data management.
87. Organizational and economic model of using bim technologies in investment and construction activities / Yu. Jiang, H. Volha, Z. Zhang, X. Lang // Экономика строительства. – 2024. – No. 3. – P. 257–262.
88. Oskar Lindström (2022), Measuring and extracting data from a BIM model [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/750010/Oskar_Lindström.p
df?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/750010/Oskar_Lindström.pdf?sequence=2)
89. Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology / World Economic Forum. Geneva: WEF, 2016. 126 p.
90. Shengxian Tang, Hexu Liu 1, Manea Almatared, Osama Abudayyeh, Zhen Lei, Alvis Fong, Towards Automated Construction Quantity Take-Off: An Integrated Approach to Information Extraction from Work Descriptions, Buildings 2022, 12(3), 354; <https://doi.org/10.3390/buildings12030354>.
91. Shilov, L. & Evtushenko, S. & Archipov, D. & Shilova, L. The prospects of information technology using for the analysis of industrial building defects // IOP Conf. Series: Materials Science and Ebngineering. 2021. 1030 (1). 012039. DOI: 10.1088/1757-899X/1030/1/012039 EDN: MCKZLG
92. MasterFormat. <https://architectwisdom.com/masterformat/>
93. MasterFormat: Numbers and Titles / Construction Specifications Institute. Alexandria, VA: CSI, 1963. 78 p.
94. MasterFormat 2004 Edition / Construction Specifications Institute. Alexandria, VA: CSI, 2004. 315 p.

95. Menezes, Geane & Giesta, Josyanne & Peixoto, C & Costa, Thalita & Ananias, Thayná. (2016). Modelagem paramétrica ifc para repositório bim do ifrn modelling parametric ifc bim repository of ifrn.
96. Mironova, L. I. Mathematical model for determination of formation professional competence level of bachelors in the field of a construction / L. I. Mironova, E. M. Zhartayev, V. N. Alekhin // Russian Journal of Construction Science and Technology. – 2017. – Vol. 3. – No. 2.
97. Model View Definition (MVD) – An Introduction. <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/>.
98. Mohamed Safaa Eldin, Ahmed & Tantawy, Mohamed & Abdelalim, Ahmed. (2024). Cost Management of Construction Projects Using BIM Technology. 10.13140/RG.2.2.15174.08000.
99. Mülle H. German Cost Planning Methods // Baukosten. – 2019. – Vol. 72. – No. 3. – pp. 112–125.
100. OmniClass Table 21: Elements / Construction Specifications Institute. Alexandria, VA: CSI, 2012. 96 p.
101. OmniClass: A Strategy for Classifying the Built Environment / OmniClass Development Committee. Alexandria, VA: CSI, 2006. 134 p.
102. Padala, S P Sreenivas & Skanda, Prabhanjan. (2024). BIM-based multi-objective optimization framework for volumetric analysis of building projects. Journal of Engineering, Design and Technology. 10.1108/JEDT-07-2023-0309.
103. Pishdad P., Onungwa I. O. Analysis of 5D BIM for cost estimation, cost control and payments / // Journal of Information Technology in Construction. – 2024. – No. 29 – pp. 525–548.
104. Proprietary file format. https://en.wikipedia.org/wiki/Proprietary_file_format#_References.
105. Renaud Vanlande. IFC and building lifecycle management. Renaud Vanlande, Christophe Nicolle, Christophe Cruz. 2008.
106. Samarbetskommitten for Byggnadsfragor. SfB System: Classification for the Construction Industry. Stockholm: SfB, 1948. 156 p.

107. Schmidt W. German Construction Classification Systems. Berlin: Springer, 2017. 189 p.
108. STLB-Bau: Standardleistungsbuch Bau / Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. Berlin: BMVI, 2020. 483 p.
109. Tangl. <https://tangl.ru/>.
110. Uniclass 2015: Implementation Guide / NBS. Newcastle upon Tyne: NBS, 2015. 112 p.
111. Wang, M. & Wang, C. & Sepasgozar, S. & Zlatanova, S. (2022). A time efficient quality check method based on laser scanning for installation of prefabricated wall panels. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. X-4/W2-2022. 273-280. 10.5194/isprs-annals-X-4-W2-2022-273-2022.
112. Yuhao, Jiang & Yue, Li & Kuo, Zhang & Holubava, Volha. (2024). Research on the application of BIM technology for cost control in construction. E3S Web of Conferences. 563. 02011. 10.1051/e3sconf/202456302011.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Акты о внедрении результатов диссертационного исследования



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

ул. Мира, 19, Екатеринбург, 620062, тел.: +7 (343) 375-45-07
контакт-центр: +7 (343) 375-44-44, 8-800-100-50-44 (звонок бесплатный)
e-mail: rector@urfu.ru, www.urfu.ru
ОКПО 02069208, ОГРН 1026604939855, ИНН/КПП 6660003190/667001001

11 АВГ 2026

№ 55.26 - 06/126

На № _____

от _____



УТВЕРЖДАЮ:

Первый заместитель
проректора по науке
ФГАОУ ВО «УрФУ»
Кружасев В. В.
_____ 2026 г.

АКТ

О внедрении результатов кандидатской диссертационной работы
«Методическое обеспечение анализа данных информационной модели
для технологичной оценки стоимости объекта строительства
на этапах жизненного цикла»

Серёгиной Натальи Юрьевны

в учебный процесс образовательной программы бакалавриата по направлению
08.03.01. «Строительство» и магистратуры
по направлению 08.04.01. «Строительство»

Результаты диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук Серёгиной Натальи Юрьевны используются в учебном процессе образовательных программ, реализуемых в Институте Строительства и Архитектуры Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина:

– образовательная программа бакалавриата по направлению 08.03.01. «Строительство» (программа «Строительство зданий и сооружений и развитие территорий» образовательные траектории: «Промышленное и гражданское строительство» и «Экспертиза и управление недвижимостью»), с 2024 года – дисциплина «Технологии информационного моделирования BIM», в которой рассматриваются современные инструменты формирования и анализа цифровых информационных моделей объектов строительства;

– образовательная программа магистратуры по направлению 08.04.01. «Строительство» (программа «Экспертиза инвестиционно-строительной и эксплуатационной деятельности»), с 2024 года – дисциплина «Экспертиза проектной документации», в которой рассматриваются современные методики экспертизы проектной документации, в т.ч. в формате анализа цифровых информационных моделей объектов строительства.



**МИНИСТЕРСТВО
СТРОИТЕЛЬСТВА И РАЗВИТИЯ
ИНФРАСТРУКТУРЫ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

ул. Мамина-Сибиряка, стр. 111, Екатеринбург, 620000
Тел. (343) 312-00-14
E-mail: minstroy@egov66.ru
Сайт: minstroy.midural.ru

УТВЕРЖДАЮ

Министр строительства
и развития инфраструктуры
Свердловской области

Г.В. Сурганов

25 марта 2026 года



23.03.2026 № 16-01-29/1723
на № _____ от _____

АКТ

внедрения результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Серёгиной Натальи Юрьевны

**"Методическое обеспечение анализа данных информационной модели
для технологичной оценки стоимости объекта строительства
на этапах жизненного цикла"**

Результаты диссертационной работы Н.Ю. Серёгиной «Методическое обеспечение анализа данных информационной модели для технологичной оценки достоверности сметной стоимости объекта капитального строительства» внедрены в отдел бюджетного планирования, отдел экономического анализа и отдел координации информационного моделирования Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области, в частности кластерные модели значимых позиций локальных сметных расчетов и методика группирования позиций локальных сметных расчетов для технологической оценки достоверности сметной стоимости объекта капитального строительства.

Классификация выборки позиций локальных сметных расчетов по технологичному методу получения количественных показателей, разработанная Серёгиной Н.Ю., позволяет выбирать метод анализа количественных показателей основываясь на трудоемкости его реализации. Кластерные модели значимых позиций локальных сметных расчетов позволяют оценить распределение стоимостной емкости сметных позиции в локальных сметных расчетах разделов «Объемно-планировочные и архитектурные решения» и «Конструктивные решения» проектной документации. Вышеперечисленное в совокупности повышает эффективность контроля расходования бюджетных средств при строительстве гражданских объектов.

Учебно-методический план по подготовке специалистов для технологической оценки достоверности сметной стоимости объекта, разработанный Серёгиной Н.Ю., был успешно внедрен в систему внутреннего обучения сотрудников отдела бюджетного планирования, отдела экономического анализа и отдела координации информационного моделирования Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области с целью повышения компетенций сотрудников и эффективности контроля оценки достоверности сметной стоимости.



ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**СЛУЖБА ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО НАДЗОРА
И ЭКСПЕРТИЗЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ЦЕНТР ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

**Директор Санкт-Петербургского
государственного автономного учреждения
«Центр государственной экспертизы»**

Косова И.В.

04 марта 2026 года

Санкт-Петербург

АКТ

**внедрения результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук**

Серёгиной Натальи Юрьевны

**"Методическое обеспечение анализа данных информационной модели
для технологичной оценки стоимости объекта строительства
на этапах жизненного цикла"**

Результаты диссертационной работы Серёгиной Н.Ю. «Методическое обеспечение анализа данных информационной модели для технологичной оценки достоверности определения сметной стоимости объекта капитального строительства» внедрены в отдел технологий информационного моделирования и в сметный отдел Санкт-Петербургского государственного автономного учреждения «Центр государственной экспертизы» (далее – СПб ГАУ «ЦГЭ»), в частности, внедрена методика группирования позиций локальных сметных

ПРИЛОЖЕНИЕ Б**ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ****Статьи в рецензируемых журналах, определенных ВАК РФ**

1. **Серёгина, Н. Ю.** Анализ текущей нормативной документации по отношению к технологиям информационного моделирования / С. А. Сербин, Н. Ю. Серёгина, Н. И. Фомин // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2022. – № 6 (61). – С. 18–21.

2. **Серёгина, Н. Ю.** Методика получения необходимых данных для проведения экспертизы проектной документации с использованием цифровой информационной модели раздела архитектурных и объемно-планировочных решений в формате ifc / Ю. Д. Литуева, И. Е. Вавилов, С. А. Сербин, Н. Ю. Серёгина // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2023. – № 6-2(67). – С. 37–39.

3. **Seregina, N. Yu.** Improving the organizational scheme for conducting state examination of design documentation in order to obtain a reliable estimated cost using BIM / N. Yu. Seregina, S. A. Serbin, N. I. Fomin // Недвижимость: экономика, управление. – 2023. – № 4. – С. 13–20.

4. **Серёгина, Н. Ю.** Разработка алгоритма проверки достоверности атрибутивной и геометрической информации в цифровой информационной модели объекта капитального строительства / С. А. Сербин, Н. И. Фомин, Н. Ю. Серёгина // Вестник евразийской науки. – 2023 – Т. 15. – № 6 – URL: <https://esj.today/PDF/57SAVN623.pdf>.

5. **Серёгина, Н. Ю.** Разработка структуры требований к цифровым информационным моделям объектов капитального строительства на основе показателей качества / С. А. Сербин, Н. И. Фомин, Н. Ю. Серёгина // Строительное производство. – 2024 – № 1. – С. 36–45.

6. **Серёгина, Н. Ю.** Обеспечение допустимой относительной погрешности результата оценки достоверности определения сметной стоимости в процессе

экспертизы проектной документации с помощью получения объемов работ и материалов из цифровой информационной модели на примере проектов школ / Н. Ю. Серёгина, С. А. Сербин, Н. И. Фомин // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16. – № 6. – URL: <https://esj.today/PDF/77SAVN624.pdf>.

7. **Серёгина, Н. Ю.** Проведение экспертизы проектной документации на основе анализа цифровой информационной модели / Н. И. Фомин, Н. Ю. Серёгина, С. А. Сербин // Строительное производство. – 2025. – № 3. – С. 57–64.

8. **Серёгина, Н. Ю.** Автоматизация расчетов объемов строительных работ на основе применения технологии информационного моделирования: преимущества и рекомендации по внедрению / Н. Ю. Серёгина, С. А. Сербин, А. Ф. Гусева, О. М. Зверева, Н. И. Фомин // Строительное производство. – 2026. – № 1. – С. 4–16.

Статьи в журналах, входящих в международную базу цитирования Scopus

9. **Seregina, N. Yu.** Organizational schemes for the state expertise process of design documentation depending on the level of implementation of information modeling technologies / S. A. Serbin, N. Yu. Seregina & N. I. Fomin // E3S Web of Conferences 474, 02012 (2024).

10. **Seregina, N.** Application of information technologies to avoid typical mistakes in the design of constructive solutions / S. Serbin, N. Seregina & N. Fomin // E3S Web of Conferences 474, 02035 (2024).

Статьи в изданиях, индексируемых в РИНЦ

11. **Серёгина, Н. Ю.** Разработка алгоритма унификации требований к цифровым информационным моделям для проведения экспертизы проектных решений / С. А. Сербин, Н. Ю. Серёгина, Н. И. Фомин // Актуальные вызовы архитектурно-строительной науки. Водные ресурсы, водоснабжение и водоотведение, окружающая среда. Сборник научных трудов I Международных конференций. – Екатеринбург: УрФУ. – 2024. – С. 288–294.

12. **Серёгина, Н. Ю.** Разработка схемы проведения контроля качества цифровых информационных моделей для проведения экспертизы проектных решений / С. А. Сербин, Н. Ю. Серёгина, Н. И. Фомин // Качество жизни: архитектура, строительство, транспорт, образование. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – Иваново: ИвГПУ. – 2024. – С. 107–109.

13. **Серёгина, Н. Ю.** Оценка возможности применения цифровых информационных моделей при проведении экспертизы линейных объектов капитального строительства / Н. Ю. Серёгина, С. А. Сербин, Н. И. Фомин // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве. Сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УрГАХУ. – 2024. – С. 87.

Программы для ЭВМ

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025684852 Программа для анализа строительных смет / **Серёгина Н. Ю.**, Соловьёв М. Г., Зверева О. М., Сербин С. А., Фомин Н. И. – № 2025684115, заявл. 22.08.2025; опубл. 18.08.2025.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Приложение из 20 стр. формата А4 в файле Excel представлено в виде выкопировки из 5-ти первых страниц для возможности анализа содержания.

Таблица В. Работы

Код работы	Наименование работы	Общ. кол-во вхождений	N _{вх}	N _{об}	C _с , %	Массив [A]	Массив [B]	Массив [C]	Критерий К
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11-01-011-01	Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм (83 мм)	294	19,60	15	2,770	1	1	1	3
11-01-050-01	Устройство пароизоляции из полиэтиленовой пленки в один слой насухо	177	11,80	15	2,358	1	1	1	3
11-01-047-02	Устройство покрытий из плит керамогранитных размером: 60х60 см	75	7,50	10	9,781	1	1	1	3
06-16-006-10	Установка отдельных стержней: в перекрытиях диаметром свыше. 8 мм	21	7,00	3	1,164	1	1	1	3
26-01-041-05	Изоляция изделиями из пенопласта насухо холодных поверхностей покрытий и перекрытий	70	6,36	11	1,425	1	1	1	3
11-01-047-01	Устройство покрытий из плит керамогранитных размером: 40х40 см	50	5,56	9	6,975	1	1	1	3
06-08-001-03	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: более 200 мм на высоте от опорной площади до 6 м	16	5,33	3	7,162	1	1	1	3
06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки	80	5,00	16	2,488	1	1	1	3

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
06-16-001-01	Монтаж и демонтаж: крупнощитовой опалубки стен	21	4,20	5	2,648	1	1	1	3
06-01-026-04	Устройство железобетонных колонн в деревянной опалубке высотой: до 4 м, периметром до 2 м	12	4,00	3	2,459	1	1	1	3
06-16-001-02	Монтаж и демонтаж: крупнощитовой опалубки перекрытий	15	3,75	4	3,516	1	1	1	3
06-01-001-05	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 3 м ³	37	3,70	10	1,541	1	1	1	3
15-02-016-03	Штукатурка поверхностей внутри здания цементно-известковым или цементным раствором по камню и бетону: улучшенная стен	24	3,00	8	3,485	1	1	1	3
26-01-055-01	Установка пароизоляционного слоя из: пленки полиэтиленовой	9	3,00	3	2,720	1	1	1	3
15-04-007-01	Окраска водно-дисперсионными акриловыми составами улучшенная: по штукатурке стен	23	2,88	8	1,963	1	1	1	3
12-01-002-09	Устройство кровель плоских из наплавливаемых материалов: в два слоя	31	2,82	11	1,973	1	1	1	3
06-01-024-03	Устройство стен подвалов и подпорных стен железобетонных высотой: до 3 м, толщиной до 300 мм	8	2,67	3	5,520	1	1	1	3

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26-01-039-01	Изоляция покрытий и перекрытий изделиями из волокнистых и зернистых материалов насухо	32	2,67	12	3,636	1	1	1	3
06-07-001-02	Устройство балок для перекрытий, подкрановых и обвязочных на высоте от опорной площадки: до 6 м при высоте балок до 500 мм	16	2,67	6	2,435	1	1	1	3
06-01-001-22	Устройство ленточных фундаментов: железобетонных при ширине по верху до 1000 мм	21	2,63	8	4,488	1	1	1	3
06-06-002-03	Устройство железобетонных стен и перегородок высотой: до 3 м, толщиной 200 мм	10	2,50	4	2,223	1	1	1	3
12-01-010-01	Устройство мелких покрытий из листовой оцинкованной стали	37	2,31	16	1,796	1	1	1	3
15-01-047-15	Устройство потолков: плитно-ячеистых по каркасу из оцинкованного профиля	30	2,31	13	7,665	1	1	1	3
15-01-047-17	Устройство подвесных потолков из декоративно-акустических плит по готовому каркасу с установкой направляющих и деталей крепления	16	2,29	7	11,513	1	1	1	3
26-01-036-01	Изоляция изделиями из волокнистых и зернистых материалов с креплением на клее и дюбелями холодных поверхностей: наружных стен	20	2,22	9	1,384	1	1	1	3

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15-01-019-05	Гладкая облицовка стен, столбов, пилястр и откосов (без карнизных, плитусных и угловых плиток) без установки плиток туалетного гарнитура на клее из сухих смесей: по кирпичу и бетону	26	2,17	12	2,906	1	1	1	3
08-02-002-03	Кладка перегородок из кирпича: армированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа до 4 м	30	2,14	14	6,825	1	1	1	3
09-04-009-04	Монтаж оконных блоков: из алюминиевых многокамерных профилей с герметичными стеклопакетами	16	2,00	8	2,585	1	1	1	3
06-05-001-04	Устройство железобетонных колонн в деревянной опалубке высотой: до 4 м, периметром до 2 м	14	2,00	7	1,302	1	1	1	3
15-01-080-05	Устройство наружной теплоизоляции зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю толщиной плит до: 200 мм	9	1,80	5	8,052	1	1	1	3
06-08-001-01	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: до 200 мм на высоте от опорной площади до 6 м	9	1,80	5	6,227	1	1	1	3
05-01-010-01	Вырубка бетона из арматурного каркаса железобетонных: свай площадью сечения до 0,1 м2	9	1,80	5	1,565	1	1	1	3

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26-01-037-01	Изоляция изделиями из волокнистых и зернистых материалов на битуме холодных поверхностей: стен и колонн прямоугольных	18	1,80	10	1,504	1	1	1	3
15-02-019-03	Сплошное выравнивание внутренних поверхностей (однослойное оштукатуривание) из сухих растворных смесей толщиной до 10 мм: стен	16	1,78	9	2,379	1	1	1	3
15-04-027-05	Третья шпатлевка при высококачественной окраске по штукатурке и сборным конструкциям: стен, подготовленных под окраску	14	1,75	8	1,224	1	1	1	3
15-01-047-16	Устройство потолков: реечных алюминиевых	15	1,67	9	5,931	1	1	1	3
09-04-010-03	Монтаж навесных панелей фасадов из герметичных стеклопакетов в пластиковой или алюминиевой обвязке	13	1,63	8	1,840	1	1	1	3
10-01-034-06	Установка в жилых и общественных зданиях оконных блоков из ПВХ профилей: поворотных (откидных, поворотно-откидных) с площадью проема более 2 м ² двухстворчатых (ОК-1, ОК-10, ОК-12)	9	1,50	6	4,307	1	1	1	3

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Приложение из 34 стр. формата А4 в файле Excel представлено в виде выкопировки из 3-х первых страниц для возможности анализа содержания

Таблица Г

Код работы	Наименование работы	Единица измерения сметной расценки	Класс IfcEntity	PredefinedType	Категория	Используемые параметры из стадии П - идентификация				Параметры, превышающие стандартные требования - идентификация				Геометрия, превышающая стадию П	Используемые параметры из стадии П - объем				Параметры, превышающие стандартные требования - объем			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
05-01-001-02	Погружение дизель-молотом копровой установки на базе трактора железобетонных свай длиной: до 6 м в грунты группы 2	1 м3 свай	IfcPile	FRICTION	Свая	Материал	Длина			Способ погружения	Группа грунтов											Объем
05-01-001-02	Сваи железобетонные С 50.30-1,2,3 /бетон В15 (М200), об	шт.	IfcPile	FRICTION	Свая	Марка изделия																
05-01-010-01	Вырубка бетона из арматурного каркаса железобетонных свай площадью сечения до 0,1 м2	1 свая	IfcPile	FRICTION	Свая		Срубка сваи			Площадь сечения												
05-01-010-01	Сваи железобетонные С 120.30-8,у, бетон В25, объем 1,09	шт	IfcPile	FRICTION	Свая		Срубка сваи															
05-01-010-01	Надбавка по водонепроницаемости W8=1152,50*1,5%*2	м3	IfcPile	FRICTION	Свая	Наименование								Вырубка сваи								Объем
05-01-010-01	Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т работающими вне карьера на расстояние: I класс груза до 28 км	1 т груза	IfcPile	FRICTION	Свая	Наименование								Вырубка сваи					Масса			
05-01-010-01	Погрузо-разгрузочные работы при автомобильных перевозках: Погрузка мусора строительного с погрузкой экскаваторами емкостью ковша до 0,5 м3	1 т груза	IfcPile	FRICTION	Свая	Наименование								Вырубка сваи					Масса			
05-01-010-01	Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъ	1 т груза	IfcPile	FRICTION	Свая	Наименование								Вырубка сваи					Масса			
05-01-010-01	Погрузочные работы при автомобильных перевозках: му	1 т груза	IfcPile	FRICTION	Свая	Наименование								Вырубка сваи					Масса			
06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М200)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), крупность заполнителя 20 мм, класс В10 (М150)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Бетон тяжелый, класс: В7,5 (М100)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В7,5 (М100)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Автобетоносмесители, объем барабана 6 м3	маш.-ч	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование												Расход			
06-01-001-01	Бетон тяжелый, крупность заполнителя: 20 мм, класс В7,5 (М100)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Бетон тяжелый, крупность заполнителя: 20 мм, класс В10 (М150)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Раствор кладочный, цементно-известковый, М100	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), крупность заполнителя 10 мм, класс В10 (М150)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Раствор готовый кладочный, цементный, М100	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), крупность заполнителя 10 мм, класс В7,5 (М100)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Бетон тяжелый, крупность заполнителя 20 мм, класс В10 (М150)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Бетон тяжелый, крупность заполнителя: 20 мм, класс В22,5 (М300)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Раствор готовый кладочный цементный марки: 300	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Бетон тяжелый, класс: В10 (М150)	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-01	Надбавка до W6	м3	IfcSlab		Перекрытие	Материал	Наименование															Объем
06-01-001-05	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура					Основа				Армирование					Масса			Объем
06-01-001-05	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 3 м3	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	IfcFooting	PAD_FOOTING	Фундамент	Тип конструкции																Объем
06-01-001-05	Бетон тяжелый, крупность заполнителя 20 мм, класс В25 (М300)	м3	IfcFooting	PAD_FOOTING	Фундамент	Материал																Объем
06-01-001-05	Бетон тяжелый, крупность заполнителя: 20 мм, класс В30	м3	IfcFooting	PAD_FOOTING	Фундамент	Материал																Объем
06-01-001-05	Смеси бетонные, БСТ, тяжелого бетона на гранитном щеб	м3	IfcFooting	PAD_FOOTING	Фундамент	Материал																Объем
06-01-001-05	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В30 (М400)	м3	IfcFooting	PAD_FOOTING	Фундамент	Материал																Объем
06-01-001-05	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В25 (М350)	м3	IfcFooting	PAD_FOOTING	Фундамент	Материал																Объем
06-01-001-05	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В25 (М350)	м3	IfcFooting	PAD_FOOTING	Фундамент	Материал																Объем
06-01-001-05	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура					Основа				Армирование					Масса			Объем
06-01-001-05	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура					Основа				Армирование					Масса			Объем
06-01-001-05	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура					Основа				Армирование					Масса			Объем
06-01-001-05	Горячекатаная арматурная сталь класса А-I, А-II, А-III	т	IfcReinforcingBar		Арматура					Основа				Армирование					Масса			Объем
06-01-001-05	Горячекатанная арматурная сталь класса А500 С, диамет	т	IfcReinforcingBar		Арматура					Основа				Армирование					Масса			Объем
06-01-001-05	Сталь арматурная, горячекатаная, гладкая, класс А-I, diam	т	IfcReinforcingBar		Арматура					Основа				Армирование					Масса			Объем

[illegible]

06-01-001-22	Сталь арматурная рифленая свариваемая, класс А500С, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Сталь арматурная, горячекатаная, гладкая, класс А-I, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Сталь арматурная рифленая свариваемая, класс А500С, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Сталь арматурная рифленая свариваемая, класс А500С, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Сталь арматурная рифленая свариваемая, класс А500С, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Сталь арматурная рифленая свариваемая, класс А500С, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Сталь арматурная рифленая свариваемая, класс А500С, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Надбавки к ценам заготовок за сборку и сварку каркасов и	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Надбавки к ценам заготовок за сборку и сварку каркасов и	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-001-22	Надбавки к ценам заготовок за сборку и сварку каркасов и	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-015-10	Армирование подстилающих слоев и набетонок	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-015-10	Горячекатаная арматурная сталь класса А-I, А-II, А-III	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-015-10	Сетка из проволоки холоднокатанной	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-015-10	Арматурные сетки сварные (10AIII)	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-015-10	Арматурные сетки сварные	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-024-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-024-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-024-03	Горячекатаная арматурная сталь гладкая класса А-I, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-024-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-024-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-024-03	Горячекатаная арматурная сталь класса А-I, А-II, А-III	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-024-03	Арматурные сетки сварные	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-024-03	Горячекатаная арматурная сталь гладкая класса А-I, диам	т	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Материал	Толщина	Высота			Основа						Армирование						Масса			
06-01-024-03	Устройство стен подвалов и подпорных стен железобетонных высотой: до 3 м, толщиной до 300 мм	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Материал	Толщина	Высота																		
06-01-024-03	Бетон тяжелый, крупность заполнителя 20 мм, класс В25 (С20)	м3	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Материал	Толщина	Высота																		
06-01-024-03	Бетон тяжелый, крупность заполнителя: 20 мм, класс В30 (С25)	м3	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Материал	Толщина	Высота																		
06-01-024-03	Бетон тяжелый, крупность заполнителя: 20 мм, класс В25 (С20)	м3	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Материал	Толщина	Высота																		
06-01-024-03	Надбавка по водонепроницаемости W6	м3	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Материал	Толщина	Высота																		
06-01-024-03	Бетон тяжелый, крупность заполнителя 20 мм, класс В25 (С20)	м3	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Материал	Толщина	Высота																		
06-01-026-04	Горячекатаная арматурная сталь гладкая класса А-I, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-026-04	Устройство железобетонных колонн в деревянной опалубке высотой: до 4 м, периметром до 2 м	100 м3 железобетона в деле	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Длина колонны	Ширина сечения	Тип конструкции	Высота сечения	Опалубки																
06-01-026-04	Бетон тяжелый, крупность заполнителя 20 мм, класс В25 (С20)	м3	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Материал																				Объем
06-01-026-04	Бетон тяжелый, крупность заполнителя: 20 мм, класс В30 (С25)	м3	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Материал																				
06-01-026-04	Сальник нажимной (серия 5.900-3) длиной 300 мм, диаметр 30 мм	шт	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Материал																				Расход
06-01-026-04	Сальник нажимной (серия 5.900-3) длиной 300 мм, диаметр 30 мм	шт	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Материал																				Расход
06-01-026-04	Сальник нажимной (серия 5.900-3) длиной 300 мм, диаметр 30 мм	шт	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Материал																				Расход
06-01-026-04	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-026-04	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-026-04	Горячекатаная арматурная сталь класса: А-I, А-II, А-III	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-041-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-041-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-041-03	Горячекатаная арматурная сталь гладкая класса А-I, диам	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-041-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-041-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-041-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-041-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-041-03	Горячекатаная арматурная сталь периодического профил	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-01-041-03	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: более 200 мм на высоте от опорной площади до 6 м	100 м3 в деле	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие						Высота бетонирования															Объем
06-01-041-03	Бетон тяжелый, крупность заполнителя 20 мм, класс В25 (С20)	м3	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Материал		Наименование																		Объем
06-03-004-10	Армирование подстилающих слоев и набетонок	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-03-004-10	Сетка сварная из арматурной проволоки диаметром 5,0 мм	м2	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование									Площадь
06-03-004-10	Детали закладные и накладные изготовленные: без прим	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-03-004-10	Сетка сварная из холоднокатанной проволоки 4-5 мм	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			
06-03-004-12	Армирование подстилающих слоев и набетонок	т	IfcReinforcingBar		Арматура						Основа						Армирование						Масса			

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Приложение из 20 стр. формата А4 в файле Excel представлено в виде выкопировки из 4-х первых страниц для возможности анализа содержания

Таблица Д

Код работы	Класс IFC	PredefinedType	Категория	Наименование работы	Единица измерения	Количество дополнительных параметров для идентификации по категории	Количество дополнительных параметров для расчета объемов (вручную) по категории	Количество дополнительных параметров для расчета объемов (через Quantities) по категории	Общее количество параметров для идентификации элементов по позиции	Общее количество параметров для расчета объемов (вручную) по позиции	Общее количество параметров для расчета объемов (через Quantities) по позиции	Количество переменных	Количество операций
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
05-01-001-02	IfcPile	FRICITION	Свая	Погружение дизель-молотом копровой установки на базе трактора железобетонных свай длиной: до 6 м в грунты группы 2	1 м3 свай	3	1	1	5	1	1	10	9
06-01-001-01	IfcSlab		Перекрытие	Устройство бетонной подготовки	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	7	1	2	2	1	1	40	39
06-01-001-05	IfcFooting	PAD_FOOTING	Фундамент	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 3 м3	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	0	0	1	3	0	1	30	29
06-01-001-16	IfcSlab	BASESLAB	Фундамент	Устройство фундаментных плит железобетонных: плоских	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	0	1	1	2	1	1	25	24
06-01-001-22	IfcFooting	STRIP_FOOTING	Фундамент	Устройство ленточных фундаментов: железобетонных при ширине по верху до 1000 мм	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	0	1	1	4	1	1	30	29
06-01-024-03	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Устройство стен подвалов и подпорных стен железобетонных высотой: до 3 м, толщиной до 300 мм	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	7	1	2	4	1	0	30	29
06-01-026-04	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Устройство железобетонных колонн в деревянной опалубке высотой: до 4 м, периметром до 2 м	100 м3 железобетона в деле	1	1	2	7	1	1	5	15
06-01-041-03	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: более 200 мм на высоте от опорной площади до 6 м	100 м3 в деле	7	1	2	3	0	1	15	14
06-04-001-03	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Устройство стен подвалов и подпорных стен железобетонных высотой: до 3 м, толщиной до 300 мм (пилон)	100 м3	7	1	2	4	0	0	30	29
06-05-001-04	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Устройство железобетонных колонн в деревянной опалубке высотой: до 4 м, периметром до 2 м	100 м3	1	1	2	5	1	2	5	15
06-05-002-01	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Устройство колонн гражданских зданий в металлической опалубке	100 м3	1	1	2	5	0	1	5	15
06-06-002-01	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Устройство железобетонных стен и перегородок высотой: до 3 м, толщиной 100 мм	100 м3	7	1	2	4	0	0	25	24
06-06-002-03	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Устройство железобетонных стен и перегородок высотой: до 3 м, толщиной 200 мм	100 м3	7	1	2	3	0	0	25	24

Продолжение таблицы Д

Количество видов	Среднее количество типоразмеров в проекте	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 6.1 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 6.2 применительно к одной сметной позиции (метод параметризации), чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 6.2 применительно к одной сметной позиции (метод классификатора), чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 9.1 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 9.2 применительно к одной сметной позиции (метод классификатора), чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 9.2 применительно к одной сметной позиции (метод параметризации), чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 9.3 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 8.1 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 8.2 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 8.3 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин
14	15	16	17	18	19		20	21	22	23	24
1	1	7	28	32	7	2	10	8	2	20	9
1	2	7	16	20	7	2	4	8	2	160	78
1	1	7	16	20	7	2	6	4	2	60	29
1	1	7	16	20	7	2	4	8	2	50	24
1	1	7	24	28	7	2	8	8	2	60	29
5	4	7	20	24	7	2	8	4	10	240	116
6	4	7	36	40	7	2	14	8	12	40	60
3	4	7	16	20	7	2	6	4	6	120	56
5	1	7	16	20	7	2	8	0	10	60	29
6	6	7	32	36	7	2	10	12	12	60	90
6	6	7	24	28	7	2	10	4	12	60	90
5	1	7	16	20	7	2	8	0	10	50	24
5	1	7	12	16	7	2	6	0	10	50	24

Продолжение таблицы Д

1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
06-07-001-02	IfcBeam	BEAM	Балка	Устройство балок для перекрытий, подкрановых и обвязочных на высоте от опорной площадки: до 6 м при высоте балок до 500 мм	100 м3	5	2	0	4	1	0	10	7
06-07-001-03	IfcBeam	BEAM	Балка	Устройство балок для перекрытий, подкрановых и обвязочных на высоте от опорной площадки: до 6 м при высоте балок до 800 мм	100 м3	5	2	0	5	1	0	10	7
06-08-001-01	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: до 200 мм на высоте от опорной площадки до 6 м	100 м3	7	1	2	4	0	2	15	14
06-08-001-03	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: более 200 мм на высоте от опорной площадки до 6 м	100 м3	7	1	2	3	0	1	15	14
06-16-001-01	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Монтаж и демонтаж: крупнощитовой опалубки стен	10 м2	7	1	2	2	0	1	30	29
06-16-001-02	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Монтаж и демонтаж: крупнощитовой опалубки перекрытий	10 м2	7	1	2	3	0	1	15	14
06-16-005-04	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Бетонирование перекрытий с помощью бады в крупнощитовой и объемно-переставной опалубках толщиной: свыше 20 см	10 м2	7	1	2	5	1	2	15	14
06-19-005-01	IfcStairFlight		Лестница	Устройство железобетонных лестничных маршей в инвентарной опалубке (подача бетона в бадах): прямоугольных	100 м3	2	0	2	4	0	2	15	14
06-21-002-01	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Устройство железобетонных перекрытий в инвентарной опалубке (подача бетона автобетононасосом) толщиной до 200 мм, с изготовлением арматурных каркасов (сеток)	100 м3	7	1	2	5	0	2	15	14
07-01-044-03	IfcBeam	LINTEL	Балка	Установка монтажных изделий массой: до 20 кг	т	5	2	0	2	2	0	20	9
07-05-001-02	IfcWall	STANDARD	Стена	Установка блоков стен подвалов массой: до 1 т	100 шт	7	1	2		0	0	1	100
08-01-002-02	IfcSlab		Перекрытие	Устройство основания под фундаменты: щебеночного	м3	7	1	2		0	1	40	39
08-01-003-05	IfcCovering	INSULATION	Стена	Гидроизоляция стен, фундаментов: боковая оклеечная по выровненной поверхности бутовой кладки, кирпичу и бетону в 2 слоя	100 м2	7	1	2	4	1	1	40	39
08-01-003-07	IfcCovering	INSULATION	Стена	Гидроизоляция боковая обмазочная битумная в 2 слоя по выровненной поверхности бутовой кладки, кирпичу, бетону	100 м2 изолируемой поверхности	7	1	2	4	1	1	40	39
08-01-003-09	IfcCovering	INSULATION	Стена	Огрунтовка поверхности полимерной мастикой на основе бутилкаучука	100 м2	7	1	2	2	1	1	40	39
08-01-005-01	IfcCovering	INSULATION	Стена	Устройство боковой обмазочной изоляции стен, фундаментов ручным способом из сухих смесей: толщиной слоя 2 мм	100 м2	7	1	2	3	1	1	40	39
08-01-008-03	IfcCovering	INSULATION	Перекрытие	Устройство горизонтальной изоляции: методом наплавления	100 м2	7	1	2	2	0	1	40	39
08-01-008-04	IfcCovering	INSULATION	Стена	Устройство боковой изоляции: методом наплавления	100 м2	7	1	2	1	0	1	40	39
08-02-001-01	IfcWall	STANDARD	Стена	Кладка стен кирпичных наружных простых при высоте этажа до 4 м (толщиной 250 мм)	м3	7	1	2	3	1	0	30	29
08-02-001-07	IfcWall	STANDARD	Стена	Кладка стен кирпичных внутренних: при высоте этажа до 4 м	1 м3 кладки	7	1	2	3	1	2	30	29
08-02-002-03	IfcWall	PARTITIONING	Стена	Кладка перегородок из кирпича: армированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа до 4 м	100 м2 перегородок (за вычетом проемов)	7	1	2	4	1	1	30	29
08-02-002-04	IfcWall	PARTITIONING	Стена	Кладка перегородок из кирпича: армированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа свыше 4 м	100 м2	7	1	2	3	1	2	30	29
08-03-004-01	IfcWall	STANDARD	Стена	Кладка стен из газобетонных блоков на клею без облицовки толщиной: 400 мм при высоте этажа до 4 м	м3	7	1	2	3	1	2	30	29
09-03-002-12	IfcBeam	BEAM, JOIST	Балка	Монтаж балок, ригелей перекрытия, покрытия и под установку оборудования многоэтажных зданий при высоте здания до 25 м (I 35Ш1)	т	5	2	0	3	1	0	20	9
09-03-012-01	IfcMember		Балка	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т	т	5	2	0	5	1	0	15	9
09-03-029-01	IfcMember		Балка	Монтаж лестниц прямолинейных и криволинейных, пожарных с ограждением	т	5	2	0	3	2	0	15	9

Окончание таблицы Д

14	15	16	17	18	19		20	21	22	23	24
3	4	7	20	24	7	2	8	4	6	80	28
3	4	7	24	28	7	2	10	4	6	80	28
3	4	7	24	28	7	2	8	8	6	120	56
3	4	7	16	20	7	2	6	4	6	120	56
5	5	7	12	16	7	2	4	4	10	300	145
3	5	7	16	20	7	2	6	4	6	150	70
3	5	7	32	36	7	2	10	12	6	150	70
3	6	7	24	28	7	2	8	8	6	180	84
3	6	7	28	32	7	2	10	8	6	180	84
3	6	7	16	20	7	2	4	8	6	240	54
1	10	7	0	4	7	2	0	0	2	20	1000
3	1	7	4	8	7	2	0	4	6	80	39
2	1	7	24	28	7	2	8	8	4	80	39
2	1	7	24	28	7	2	8	8	4	80	39
3	1	7	16	20	7	2	4	8	6	80	39
3	1	7	20	24	7	2	6	8	6	80	39
3	30	7	12	16	7	2	4	4	6	2400	1170
3	1	7	8	12	7	2	2	4	6	80	39
3	4	7	16	20	7	2	6	4	6	240	116
3	4	7	24	28	7	2	6	12	6	240	116
3	4	7	24	28	7	2	8	8	6	240	116
3	4	7	24	28	7	2	6	12	6	240	116
3	4	7	24	28	7	2	6	12	6	240	116
3	6	7	16	20	7	2	6	4	6	240	54
3	6	7	24	28	7	2	10	4	6	180	54
3	6	7	20	24	7	2	6	8	6	180	54

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Приложение из 14 стр. формата А4 в файле Excel представлено в виде выкопировки из 4-х первых страниц для возможности анализа содержания

Таблица Е

Код работы	Класс IFC	PredefinedType	Категория	Наименование работы	Единица измерения	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 1.1 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 1.2 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 2.1 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 2.2 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 2.3 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 2.4 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 3.1 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 3.2 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 3.3 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 3.4 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоёмкость выполнения рабочей задачи 6.1 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
05-01-001-02	IfcPile	FRICTION	Свая	Погружение дизель-молотом копроной установки на базе трактора железобетонных свай длиной: до 6 м в грунты группы 2	1 м3 свай	8,56	22	2,33	6	0,78	3	0,78	4	0,78	3	7
06-01-001-01	IfcSlab		Перекрытие	Устройство бетонной подготовки	100 м3 бетона, бугобетона и железобетона в деле	0,27	30	0,13	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-01-001-05	IfcFooting	PAD_FOOTING	Фундамент	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 3 м3	100 м3 бетона, бугобетона и железобетона в деле	2,55	24	0	0	0,21	3	0,21	4	0,21	3	7
06-01-001-16	IfcSlab	BASESLAB	Фундамент	Устройство фундаментных плит железобетонных: плоских	100 м3 бетона, бугобетона и железобетона в деле	2,55	24	0	0	0,21	3	0,21	4	0,21	3	7
06-01-001-22	IfcFooting	STRIP_FOOTING	Фундамент	Устройство ленточных фундаментов: железобетонных при ширине по верху до 1000 мм	100 м3 бетона, бугобетона и железобетона в деле	2,55	24	0	0	0,21	3	0,21	4	0,21	3	7
06-01-024-03	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Устройство стен подвалов и подпорных стен железобетонных высотой: до 3 м, толщиной до 300 мм	100 м3 бетона, бугобетона и железобетона в деле	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-01-026-04	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Устройство железобетонных колонн в деревянной опалубке высотой: до 4 м, периметром до 2 м	100 м3 железобетона в деле	4,12	20	0,66	10	0,26	4	0,13	4	0,26	4	7
06-01-041-03	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: более 200 мм на высоте от опорной площадки до 6 м	100 м3 в деле	0,27	30	0,13	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-04-001-03	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Устройство стен подвалов и подпорных стен железобетонных высотой: до 3 м, толщиной до 300 мм (пилона)	100 м3	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-05-001-04	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Устройство железобетонных колонн в деревянной опалубке высотой: до 4 м, периметром до 2 м	100 м3	4,12	20	0,66	10	0,26	4	0,13	4	0,26	4	7
06-05-002-01	IfcColumn	COLUMN	Колонна	Устройство колонн гражданских зданий в металлической опалубке	100 м3	4,12	20	0,66	10	0,26	4	0,13	4	0,26	4	7
06-06-002-01	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Устройство железобетонных стен и перегородок высотой: до 3 м, толщиной 100 мм	100 м3	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-06-002-03	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Устройство железобетонных стен и перегородок высотой: до 3 м, толщиной 200 мм	100 м3	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-07-001-02	IfcBeam	BEAM	Балка	Устройство балок для перекрытий, подкрановых и обвязочных на высоте от опорной площадки: до 6 м при высоте балок до 500 мм	100 м3	1,45	22	0,66	10	0,26	4	0,13	4	0,26	4	7
06-07-001-03	IfcBeam	BEAM	Балка	Устройство балок для перекрытий, подкрановых и обвязочных на высоте от опорной площадки: до 6 м при высоте балок до 800 мм	100 м3	1,45	22	0,66	10	0,26	4	0,13	4	0,26	4	7
06-08-001-01	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: до 200 мм на высоте от опорной площадки до 6 м	100 м3	0,27	30	0,13	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-08-001-03	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: более 200 мм на высоте от опорной площадки до 6 м	100 м3	0,27	30	0,13	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-16-001-01	IfcWall	SOLIDWALL	Стена	Монтаж и демонтаж: крупнощитовой опалубки стен	10 м2	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-16-001-02	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Монтаж и демонтаж: крупнощитовой опалубки перекрытий	10 м2	0,27	30	0,13	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7

Продолжение таблицы Е

Трудоемкость выполнения рабочей задачи 6.2 применительно к одной сметной позиции (метод параметризации), чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 6.2 применительно к одной сметной позиции (метод классификатора), чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 9.1 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 9.2 применительно к одной сметной позиции (метод классификатора), чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 9.2 применительно к одной сметной позиции (метод параметризации), чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 9.3 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 8.1 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 8.2 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Трудоемкость выполнения рабочей задачи 8.3 применительно к одной сметной позиции, чел.-мин	Ручной метод	Метод параметризации проектировщик	Метод параметризации экспертиза	Метод параметризации	Метод классификатора проектировщик	Метод классификатора экспертиза	Метод классификатора	Наименее трудоемкий метод
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
28	32	7	2	10	8	2	20	9	31	42,67	60	102,67	39,12	56	95,12	Ручной метод
16	20	7	2	4	8	2	160	78	240	48,42	42	90,42	38,31	44	82,31	Метод классификатора
16	20	7	2	6	4	2	60	29	91	29,76	40	69,76	33,97	40	73,97	Метод параметризации
16	20	7	2	4	8	2	50	24	76	29,76	42	71,76	33,97	44	77,97	Метод параметризации
24	28	7	2	8	8	2	60	29	91	29,76	54	83,76	33,97	52	85,97	Метод параметризации
20	24	7	2	8	4	10	240	116	366	48,37	46	94,37	38,28	44	82,28	Метод классификатора
36	40	7	2	14	8	12	40	60	112	39,04	72	111,04	32,51	64	96,51	Метод классификатора
16	20	7	2	6	4	6	120	56	182	48,42	40	88,42	38,31	40	78,31	Метод классификатора
16	20	7	2	8	0	10	60	29	99	48,37	38	86,37	38,28	36	74,28	Метод классификатора
32	36	7	2	10	12	12	60	90	162	39,04	68	107,04	32,51	64	96,51	Метод классификатора
24	28	7	2	10	4	12	60	90	162	39,04	52	91,04	32,51	48	80,51	Метод классификатора
16	20	7	2	8	0	10	50	24	84	48,37	38	86,37	38,28	36	74,28	Метод классификатора
12	16	7	2	6	0	10	50	24	84	48,37	32	80,37	38,28	32	70,28	Метод классификатора
20	24	7	2	8	4	6	80	28	114	38,37	46	84,37	31,84	44	75,84	Метод классификатора
24	28	7	2	10	4	6	80	28	114	38,37	52	90,37	31,84	48	79,84	Метод классификатора
24	28	7	2	8	8	6	120	56	182	48,42	54	102,42	38,31	52	90,31	Метод классификатора
16	20	7	2	6	4	6	120	56	182	48,42	40	88,42	38,31	40	78,31	Метод классификатора
12	16	7	2	4	4	10	300	145	455	48,37	34	82,37	38,28	36	74,28	Метод классификатора
16	20	7	2	6	4	6	150	70	226	48,42	40	88,42	38,31	40	78,31	Метод классификатора
32	36	7	2	10	12	6	150	70	226	48,42	68	116,42	38,31	64	102,31	Метод классификатора
24	28	7	2	8	8	6	180	84	270	50	54	104	49	52	101	Метод классификатора
28	32	7	2	10	8	6	180	84	270	48,42	60	108,42	38,31	56	94,31	Метод классификатора

Продолжение таблицы Е

1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
06-16-005-04	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Бетонирование перекрытий с помощью бады в крупнощитовой и объемно-переставной опалубках толщиной: свыше 20 см	10 м2	0,27	30	0,13	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
06-19-005-01	IfcStairFlight		Лестница	Устройство железобетонных лестничных маршей в инвентарной опалубке (подача бетона в бадьях): прямоугольных	100 м3	14	28	2	4	0	2	1	4	0	2	7
06-21-002-01	IfcSlab	FLOOR, ROOF	Перекрытие	Устройство железобетонных перекрытий в инвентарной опалубке (подача бетона автобетононасосом) толщиной до 200 мм, с изготовлением арматурных каркасов (сеток)	100 м3	0,27	30	0,13	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
07-01-044-03	IfcBeam	LINTEL	Балка	Установка монтажных изделий массой: до 20 кг	т	1,45	22	0,66	10	0,26	4	0,13	4	0,26	4	7
07-05-001-02	IfcWall	STANDARD	Стена	Установка блоков стен подвалов массой: до 1 т	100 шт	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-01-002-02	IfcSlab		Перекрытие	Устройство основания под фундаменты: щебеночного	м3	0,27	30	0,13	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-01-003-05	IfcCovering	INSULATION	Стена	Гидроизоляция стен, фундаментов: боковая оклеечная по выровненной поверхности бутовой кладки, кирпичу и бетону в 2 слоя	100 м2	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-01-003-07	IfcCovering	INSULATION	Стена	Гидроизоляция боковая обмазочная битумная в 2 слоя по выровненной поверхности бутовой кладки, кирпичу, бетону	100 м2 изолируемой поверхности	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-01-003-09	IfcCovering	INSULATION	Стена	Огрунтовка поверхности полимерной мастикой на основе бутылкаучка	100 м2	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-01-005-01	IfcCovering	INSULATION	Стена	Устройство боковой обмазочной изоляции стен, фундаментов ручным способом из сухих смесей: толщиной слоя 2 мм	100 м2	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-01-008-03	IfcCovering	INSULATION	Перекрытие	Устройство горизонтальной изоляции: методом наплавления	100 м2	0,27	30	0,13	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-01-008-04	IfcCovering	INSULATION	Стена	Устройство боковой изоляции: методом наплавления	100 м2	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-02-001-01	IfcWall	STANDARD	Стена	Кладка стен кирпичных наружных простых при высоте этажа до 4 м (толщиной 250 мм)	м3	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-02-001-07	IfcWall	STANDARD	Стена	Кладка стен кирпичных внутренних: при высоте этажа до 4 м	1 м3 кладки	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-02-002-03	IfcWall	PARTITIONING	Стена	Кладка перегородок из кирпича: армированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа до 4 м	100 м2 перегородок (за вычетом проемов)	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-02-002-04	IfcWall	PARTITIONING	Стена	Кладка перегородок из кирпича: армированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа свыше 4 м	100 м2	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
08-03-004-01	IfcWall	STANDARD	Стена	Кладка стен из газобетонных блоков на клею без облицовки толщиной: 400 мм при высоте этажа до 4 м	м3	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
09-03-002-12	IfcBeam	BEAM, JOIST	Балка	Монтаж балок, ригелей перекрытия, покрытия и под установку оборудования многоэтажных зданий при высоте здания до 25 м (I 35Ш1)	т	1,45	22	0,66	10	0,26	4	0,13	4	0,26	4	7
09-03-012-01	IfcMember		Балка	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т	т	1,45	22	0,66	10	0,26	4	0,13	4	0,26	4	7
09-03-029-01	IfcMember		Балка	Монтаж лестниц прямолинейных и криволинейных, пожарных с ограждением	т	1,45	22	0,66	10	0,26	4	0,13	4	0,26	4	7
09-03-046-01	IfcCurtainWall		Стена	Монтаж перегородок: из алюминиевых сплавов сборно-разборных с остеклением /Витражи внутренние ВВ-13	100 м2	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
09-04-009-04	IfcWindow	WINDOW	Окно	Монтаж оконных блоков: из алюминиевых многокамерных профилей с герметичными стеклопакетами	100 м2	1,17	24	0,1	2	0,1	2	0,1	4	0,1	2	7
09-04-010-03	IfcCurtainWall		Стена	Монтаж навесных панелей фасадов из герметичных стеклопакетов в пластиковой или алюминиевой обвязке	100 м2	0,24	30	0,11	14	0,02	4	0,02	4	0,02	4	7
09-04-012-01	IfcDoor	DOOR	Дверь	Установка металлических дверных блоков в готовые проемы	м2	2,07	32	0,13	2	0,13	2	0,13	4	0,13	2	7
09-04-012-02	IfcDoor	DOOR	Дверь	Установка дверного доводчика к металлическим дверям	шт	2,07	32	0,13	2	0,13	2	0,13	4	0,13	2	7

Окончание таблицы Е

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
32	36	7	2	10	12	6	150	70	226	48,42	68	116,42	38,31	64	102,31	Метод классификатора
24	28	7	2	8	8	6	180	84	270	50	54	104	49	52	101	Метод классификатора
28	32	7	2	10	8	6	180	84	270	48,42	60	108,42	38,31	56	94,31	Метод классификатора
16	20	7	2	4	8	6	240	54	300	38,37	42	80,37	31,84	44	75,84	Метод классификатора
0	4	7	2	0	0	2	20	1000	1022	48,37	14	62,37	38,28	20	58,28	Метод классификатора
4	8	7	2	0	4	6	80	39	125	48,42	22	70,42	38,31	28	66,31	Метод классификатора
24	28	7	2	8	8	4	80	39	123	48,37	54	102,37	38,28	52	90,28	Метод классификатора
24	28	7	2	8	8	4	80	39	123	48,37	54	102,37	38,28	52	90,28	Метод классификатора
16	20	7	2	4	8	6	80	39	125	48,37	42	90,37	38,28	44	82,28	Метод классификатора
20	24	7	2	6	8	6	80	39	125	48,37	48	96,37	38,28	48	86,28	Метод классификатора
12	16	7	2	4	4	6	2400	1170	3576	48,42	34	82,42	38,31	36	74,31	Метод классификатора
8	12	7	2	2	4	6	80	39	125	48,37	28	76,37	38,28	32	70,28	Метод классификатора
16	20	7	2	6	4	6	240	116	362	48,37	40	88,37	38,28	40	78,28	Метод классификатора
24	28	7	2	6	12	6	240	116	362	48,37	56	104,37	38,28	56	94,28	Метод классификатора
24	28	7	2	8	8	6	240	116	362	48,37	54	102,37	38,28	52	90,28	Метод классификатора
24	28	7	2	6	12	6	240	116	362	48,37	56	104,37	38,28	56	94,28	Метод классификатора
24	28	7	2	6	12	6	240	116	362	48,37	56	104,37	38,28	56	94,28	Метод классификатора
16	20	7	2	6	4	6	240	54	300	38,37	40	78,37	31,84	40	71,84	Метод классификатора
24	28	7	2	10	4	6	180	54	240	38,37	52	90,37	31,84	48	79,84	Метод классификатора
20	24	7	2	6	8	6	180	54	240	38,37	48	86,37	31,84	48	79,84	Метод классификатора
20	24	7	2	6	8	6	160	76	242	48,37	48	96,37	38,28	48	86,28	Метод классификатора
24	28	7	2	8	8	14	140	60	214	29,37	54	83,37	31,37	52	83,37	Метод параметризации
20	24	7	2	6	8	6	160	76	242	48,37	48	96,37	38,28	48	86,28	Метод классификатора
24	28	7	2	6	12	20	60	20	100	38,33	56	94,33	40,33	56	96,33	Метод параметризации
8	12	7	2	4	0	20	60	20	100	38,33	26	64,33	40,33	28	68,33	Метод параметризации

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Приложение из 24 страниц формата А4 в файле Excel представлено в виде выкопировки из 4 первых страниц для возможности анализа содержания

Таблица Ж

Код работы	Наличие в выборке	Наименование работы	Единица измерения	Стоимостная емкость позиции	Категория моделирования	Раздел позиции	Класс IFC	PredefinedType
1	2	3	4	5	6	7	8	9
01-01-003-03	Нет	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью: 1 (1-1,2) м3, группа грунтов 3	1000 м3	0,018537%	Грунт		IfcEarthworksFill	
01-01-022-03	Нет	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы в траншеях экскаватором «обратная лопата» с ковшом вместимостью 1 (1-1,2) м3, группа грунтов: 3	1000 м3	0,023466%	Грунт		IfcEarthworksFill	
01-01-033-05	Нет	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью: 79 кВт (108 л.с.), группа грунтов 2	1000 м3	0,000652%	Грунт		IfcEarthworksFill	
01-01-033-11	Нет	При перемещении грунта на каждые последующие 5 м добавлять: к расценке 01-01-033-05	1000 м3	0,000288%	Грунт		IfcEarthworksFill	
01-02-005-01	Нет	Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, группа грунтов: 1-2	100 м3	0,009346%	Грунт		IfcEarthworksFill	
01-02-057-03	Нет	Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами, группа грунтов: 3	100 м3	0,039994%	Грунт		IfcEarthworksFill	
01-02-061-02	Нет	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, группа грунтов: 2	100 м3	0,005566%	Грунт		IfcEarthworksFill	
05-01-002-02	Нет	Погружение дизель-молотом копровой установки на базе экскаватора железобетонных свай длиной: до 6 м в грунты группы 2	м3	0,139344%	Свая	КР	IfcPile	
05-01-002-04	Нет	Погружение дизель-молотом копровой установки на базе экскаватора железобетонных свай длиной: до 8 м в грунты группы 2	м3	0,029354%	Свая	КР	IfcPile	
05-01-010-01	Да	Вырубка бетона из арматурного каркаса железобетонных: свай площадью сечения до 0,1 м2	шт	0,041357%	Свая	КР	IfcPile	
06-01-001-01	Да	Устройство бетонной подготовки	100 м3	0,010877%	Перекрытие	КР	IfcSlab	USERDEFINED
06-01-001-05	Да	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 3 м3	100 м3	0,026574%	Фундамент	КР	IfcFooting	PAD_FOOTING
06-01-001-16	Да	Устройство фундаментных плит железобетонных: плоских	100 м3	0,012929%	Фундамент	КР	IfcSlab	BASESLAB
06-01-001-22	Да	Устройство ленточных фундаментов: железобетонных при ширине по верху до 1000 мм	100 м3	0,072769%	Фундамент	КР	IfcFooting	STRIP_FOOTING
06-03-004-12	Да	Армирование подстилающих слоев и набетонок	т	0,034851%	Арматура	АР	IfcReinforcingBar	
06-19-001-01	Нет	Устройство железобетонных колонн в инвентарной опалубке (подача бетона в бадьях) высотой: до 4 м, периметром до 2 м	100 м3	0,170675%	Колонна	КР	IfcColumn	COLUMN
06-19-002-02	Нет	Устройство железобетонных стен в инвентарной опалубке (подача бетона в бадьях): высотой до 6 м, толщиной 300 мм прямолинейных	100 м3	0,261449%	Стена	КР	IfcWall	SOLIDWALL
06-19-003-01	Нет	Устройство железобетонных балок для перекрытий в инвентарной опалубке (подача бетона в бадьях) на высоте от опорной площадки: до 6 м при высоте балок до 500 мм	100 м3	0,076497%	Балка	КР	IfcBeam	BEAM
06-19-005-01	Да	Устройство железобетонных лестничных маршей в инвентарной опалубке (подача бетона в бадьях): прямоугольных	100 м3	0,045796%	Лестница	КР	IfcStair	
06-21-002-01	Да	Устройство железобетонных перекрытий в инвентарной опалубке (подача бетона автобетононасосом) толщиной до 200 мм, с изготовлением арматурных каркасов (сеток)	100 м3	0,852900%	Перекрытие	КР	IfcSlab	FLOOR
07-05-007-10	Нет	Укладка перемычек массой до 0,3 т	100 шт	0,005412%	Балка	АР	IfcBeam	LINTEL
07-05-016-01	Нет	Устройство металлических ограждений: с поручнями из твердолиственных пород	100 м	0,023879%	Ограждение	АР	IfcRailing	HANDRAIL
07-05-016-04	Нет	Устройство металлических ограждений: без поручней	100 м	0,004126%	Ограждение	АР	IfcRailing	HANDRAIL
07-05-039-18	Да	Уплотнение стыков прокладками ПРП в 1 ряд в стенах, оконных, дверных и балконных блоках: насухо	100 м	0,020095%	Окно	АР	IfcCovering	INSULATION
08-01-003-05	Да	Гидроизоляция стен, фундаментов: боковая оклеечная по выровненной поверхности бутовой кладки, кирпичу и бетону в 2 слоя	100 м2	0,075423%	Стена	КР	IfcCovering	MEMBRANE

Продолжение таблицы Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9
08-01-005-01	Да	Устройство боковой обмазочной изоляции стен, фундаментов ручным способом из сухих смесей: толщиной слоя 2 мм	100 м2	0,002613%	Стена	AP	IfcCovering	INSULATION
08-01-008-05	Нет	Устройство боковой изоляции: методом механического крепления	100 м2	0,066963%	Стена	AP	IfcCovering	INSULATION
08-02-001-01	Да	Кладка стен кирпичных наружных: простых при высоте этажа до 4 м	м3	0,005082%	Стена	AP	IfcWall	PARTITIONING
08-02-002-01	Нет	Кладка перегородок из кирпича: армированных толщиной в 1/4 кирпича при высоте этажа до 4 м	100 м2	0,038879%	Стена	AP	IfcWall	PARTITIONING
08-02-002-03	Да	Кладка перегородок из кирпича: армированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа до 4 м	100 м2	0,220061%	Стена	AP	IfcWall	PARTITIONING
08-02-002-05	Нет	Кладка перегородок из кирпича: неармированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа до 4 м	100 м2	0,002251%	Стена	AP	IfcWall	PARTITIONING
08-02-007-01	Да	Армирование кладки стен и других конструкций	т	0,000954%	Арматура	KP	IfcReinforcingBar	
08-02-007-02	Нет	Крепление сводов стальными затяжками	т	0,000842%	Индивидуальные	AP	IfcBuildingElementProxy	
08-03-004-01	Да	Кладка стен из газобетонных блоков на клею без облицовки толщиной: 400 мм при высоте этажа до 4 м	м3	0,033543%	Стена	AP	IfcWall	PARTITIONING
08-04-001-09	Нет	Установка перегородок из гипсовых пазогребневых плит: в 1 слой при высоте этажа до 4 м	100 м2	0,037858%	Стена	AP	IfcWall	PARTITIONING
08-07-001-02	Нет	Установка и разборка наружных инвентарных лесов высотой до 16 м: трубчатых для прочих отделочных работ	100 м2	0,079956%	Индивидуальные изделия		IfcBuildingElementProxy	
09-03-012-01	Да	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т	т	0,009581%	Балка	KP	IfcMember	
09-03-012-12	Нет	Монтаж опорных стоек для пролетов: до 24 м	т	0,001656%	Балка	KP	IfcMember	
09-03-014-01	Нет	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м	т	0,017519%	Балка	KP	IfcMember	
09-03-015-01	Нет	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м	т	0,015865%	Балка	KP	IfcMember	
09-03-022-03	Нет	Монтаж оконных фонарных остекленных покрытий из герметичных одно- и двухкамерных стеклопакетов в пластиковой и алюминиевой обвязке	100 м2	0,002747%	Окно	AP	IfcWindow	LIGHTDOME
09-03-029-01	Да	Монтаж лестниц прямолинейных и криволинейных, пожарных с ограждением	т	0,013698%	Лестница	AP	IfcStair	
09-04-009-04	Да	Монтаж оконных блоков: из алюминиевых многокамерных профилей с герметичными стеклопакетами	100 м2	0,306635%	Окно	AP	IfcWindow	WINDOW
09-04-010-03	Да	Монтаж навесных панелей фасадов из герметичных стеклопакетов в пластиковой или алюминиевой обвязке	100 м2	0,108533%	Стена	AP	IfcCurtainWall	
09-04-012-01	Да	Установка металлических дверных блоков в готовые проемы	м2	0,046045%	Дверь	AP	IfcDoor	DOOR
09-04-013-01	Нет	Установка противопожарных дверей: однопольных глухих	м2	0,005830%	Дверь	AP	IfcDoor	DOOR
09-04-013-02	Нет	Установка противопожарных дверей: двупольных глухих	м2	0,001707%	Дверь	AP	IfcDoor	DOOR

Продолжение таблицы Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10-01-029-01	Да	Установка приборов: фрамужных	100 компл	0,005759%	Окно	AP	lfcWindow	WINDOW
10-01-034-02	Нет	Установка в жилых и общественных зданиях оконных блоков из ПВХ профилей: глухих с площадью проема более 2 м2	100 м2	0,000827%	Окно	AP	lfcWindow	WINDOW
10-01-035-01	Нет	Установка подоконных досок из ПВХ: в каменных стенах толщиной до 0,51 м	100 м	0,016925%	Окно	AP	lfcCovering	MOLDING
10-01-037-01	Нет	Установка противомоскитных сеток	100 шт	0,000624%	Окно	AP	lfcWindow	WINDOW
10-01-039-01	Нет	Установка блоков в наружных и внутренних дверных проемах: в каменных стенах, площадь проема до 3 м2	100 м2	0,006067%	Дверь	AP	lfcDoor	DOOR
10-01-039-02	Нет	Установка блоков в наружных и внутренних дверных проемах: в каменных стенах, площадь проема более 3 м2	100 м2	0,000525%	Дверь	AP	lfcDoor	DOOR
10-01-047-01	Нет	Установка блоков из ПВХ в наружных и внутренних дверных проемах: в каменных стенах площадью проема до 3 м2	100 м2	0,004524%	Дверь	AP	lfcDoor	DOOR
10-04-014-01	Да	Устройство сантехнических перегородок: (стандартные туалетные кабины) на каркасе из алюминиевого профиля	100 м2	0,193181%	Стена	AP	lfcWall	PARTITIONING
10-05-010-01	Нет	Облицовка стен по одинарному металлическому каркасу из направляющих и стоечных профилей гипсокартонными листами в два слоя: с оконным проемом	100 м2	0,016310%	Стена	AP	lfcCovering	CLADDING
10-05-011-02	Да	Устройство подвесных потолков из гипсокартонных листов (ГКЛ): одноуровневых	100 м2	0,081520%	Потолок	AP	lfcCovering	CEILING
11-01-001-02	Да	Уплотнение грунта: щебнем	100 м2	0,001911%	Перекрытие	KP	lfcCovering	
11-01-002-03	Нет	Устройство подстилающих слоев: гравийных	м3	0,004122%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-002-09	Да	Устройство подстилающих слоев: бетонных	м3	0,007889%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-004-03	Да	Устройство гидроизоляции оклеечной рулонными материалами: на резино-битумной мастике, первый слой	100 м2	0,013818%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-004-05	Да	Устройство гидроизоляции обмазочной: в один слой толщиной 2 мм	100 м2	0,006640%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-009-01	Да	Устройство тепло- и звукоизоляции сплошной из плит: или матов минераловатных или стекловолоконных	100 м2	0,019552%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-011-01	Да	Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм	100 м2	0,041850%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-011-02	Да	Устройство стяжек: на каждые 5 мм изменения толщины стяжки добавлять или исключать к расценке 11-01-011-01	100 м2	0,001076%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-011-03	Да	Устройство стяжек: бетонных толщиной 20 мм	100 м2	0,035466%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-011-04	Да	Устройство стяжек: на каждые 5 мм изменения толщины стяжки добавлять или исключать к расценке 11-01-011-03	100 м2	0,001073%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-011-07	Да	Устройство стяжек: из плит древесноволокнистых /прим. из плит аквапанель 12,5мм	100 м2	0,004977%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-011-09	Да	Устройство стяжек: из самовыравнивающейся смеси на цементной основе, толщиной 3 мм	100 м2	0,028174%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-011-11	Да	Устройство стяжек: на каждый последующий слой толщиной 1 мм добавлять к расценке 11-01-011-09	100 м2	-0,002446%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-027-01	Да	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток: бетонных, цементных или мозаичных	100 м2	0,017795%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-034-01	Нет	Устройство покрытий: из досок паркетных	100 м2	0,000923%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-037-06	Да	Устройство покрытий: из готовых ковров на комнату на клею	100 м2	0,006328%	Перекрытие	AP	lfcCovering	FLOORING
11-01-039-06	Нет	Устройство плинтусов: из плиток керамогранитных	100 м	0,030691%	Индивидуальные	AP	lfcCovering	SKIRTINGBOARD
11-01-040-01	Нет	Устройство плинтусов поливинилхлоридных: на клею КН-2	100 м	0,000979%	Индивидуальные	AP	lfcCovering	SKIRTINGBOARD
11-01-040-03	Нет	Устройство плинтусов поливинилхлоридных: на винтах самонарезающих	100 м	0,007019%	Индивидуальные	AP	lfcCovering	SKIRTINGBOARD

Окончание таблицы Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15-01-050-03	Нет	Облицовка стен декоративным бумажно-слоистым пластиком или листами из синтетических материалов: по сплошному основанию на клее	100 м2	0,004147%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-01-050-04	Нет	Облицовка оконных и дверных откосов декоративным бумажно-слоистым пластиком или листами из синтетических материалов на клее	100 м2	0,022558%	Индивидуальные	AP	IfcCovering	MOLDING
15-01-080-01	Нет	Устройство наружной теплоизоляции зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю толщиной плит до: 50 мм	100 м2	0,007219%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-01-080-02	Да	Устройство наружной теплоизоляции зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю толщиной плит до: 100 мм	100 м2	0,015781%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-01-080-04	Да	Устройство наружной теплоизоляции зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю толщиной плит до: 150 мм	100 м2	0,383059%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-01-080-05	Да	Устройство наружной теплоизоляции зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю толщиной плит до: 200 мм	100 м2	0,591933%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-01-090-02	Нет	Устройство вентилируемых фасадов с облицовкой панелями из композитных материалов: без теплоизоляционного слоя	100 м2	0,006924%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-01-094-01	Нет	Устройство вентилируемых фасадов с вертикально-горизонтальным каркасом, с лесов: установка направляющих профилей плоских поверхностей фасада	100 м2	0,045006%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-01-094-07	Нет	Облицовка изделиями бетонными декоративно-облицовочными: по направляющим профилям для плоских поверхностей фасада	100 м2	0,323690%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-02-019-03	Да	Сплошное выравнивание внутренних поверхностей (однослойное оштукатуривание) из сухих растворных смесей толщиной до 10 мм: стен	100 м2	0,108573%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-02-019-04	Да	Сплошное выравнивание внутренних поверхностей (однослойное оштукатуривание) из сухих растворных смесей толщиной до 10 мм: потолков	100 м2	0,010045%	Потолок	AP	IfcCovering	CEILING
15-02-019-07	Да	Сплошное выравнивание внутренних поверхностей (однослойное оштукатуривание) из сухих растворных смесей на каждый 1 мм изменения толщины слоя добавлять или исключать к расценке: 15-02-019-03	100 м2	0,010373%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-02-036-01	Нет	Штукатурка по сетке без устройства каркаса: улучшенная стен	100 м2	0,000882%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-04-006-03	Да	Покрытие поверхностей грунтовой глубокого проникновения: за 1 раз стен	100 м2	0,014708%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-04-007-01	Да	Окраска водно-дисперсионными акриловыми составами улучшенная: по штукатурке стен	100 м2	0,001807%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-04-007-04	Да	Окраска водно-дисперсионными акриловыми составами улучшенная: по сборным конструкциям потолков, подготовленным под окраску	100 м2	0,023798%	Потолок	AP	IfcCovering	CEILING
15-04-011-02	Нет	Окраска фасадов с лесов с подготовкой поверхности: силикатная	100 м2	0,000532%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-04-027-05	Да	Третья шпатлевка при высококачественной окраске по штукатурке и сборным конструкциям: стен, подготовленных под окраску	100 м2	0,087477%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-04-027-06	Нет	Третья шпатлевка при высококачественной окраске по штукатурке и сборным конструкциям: потолков, подготовленных под окраску	100 м2	0,020187%	Потолок	AP	IfcCovering	CEILING
15-04-047-12	Нет	Декоративная отделка поверхностей - набивка фриза по трафарету: клеевая	100 м2	0,015020%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-06-004-01	Нет	Вторая окраска стен, оклеенных стеклообоями, красками	100 м2	0,016347%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
15-06-007-01	Да	Оклейка стен стеклообоями с окраской поливинилацетатными красками за один раз: с подготовкой	100 м2	0,365859%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
16-07-002-01	Нет	Установка воронок водосточных	шт	0,001653%	Трубы	AP	IfcWasteTerminal	ROOFDRAIN
17-01-010-02	Нет	Установка люков сантехнических (ревизионных): без механического крепления	100 шт	0,002905%	Окно	AP	IfcDoor	TRAPDOOR
20-02-004-01	Нет	Установка клапанов обратных: диаметром до 355 мм	шт	0,009330%	Индивидуальные	AP	IfcDamper	
26-01-018-01	Нет	Изоляция плоских и криволинейных поверхностей пластинами (плитами) из вспененного каучука, вспененного полиэтилена	10 м2	0,003803%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
26-01-036-01	Да	Изоляция изделиями из волокнистых и зернистых материалов с креплением на клее и дюбелями холодных поверхностей: наружных стен	100 м2	0,065591%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
26-01-037-01	Да	Изоляция изделиями из волокнистых и зернистых материалов на битуме холодных поверхностей: стен и колонн прямоугольных	м3	0,049368%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
26-01-041-01	Да	Изоляция изделиями из пенопласта на битуме холодных поверхностей: стен и колонн прямоугольных	м3	0,001278%	Стена	AP	IfcCovering	CLADDING
26-01-041-05	Да	Изоляция изделиями из пенопласта насухо холодных поверхностей покрытий и перекрытий	м3	0,001365%	Перекрытие	AP	IfcCovering	FLOORING