Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации

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

Методическое пособие

МЕТОДЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Москва 2018

gost.e-ecolog.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1 Область применения 4
2 Нормативные ссылки 4
3 Термины и определения 5
4 Общие положения 10
5 Принципы классификации задач информационного моделирования 11
5.1 Классификация по стадиям жизненного цикла объекта строительства 11
5.2 Классификация по видам работ с информацией 21
6. Рекомендации по выбору, описанию и реализации задач информационного моделирования 34
6.1 Примеры описания и реализации задач применения информационного моделирования 37
Приложение А. Перечень задач применения информационного моделирования по версии международной организации buildingSMART 45
Список использованных источников 61

Введение

Настоящее методическое пособие разработано в развитие положений СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» в целях оказания методической поддержки участникам инвестиционно-строительного проекта на этапе его планирования в целях обоснования и эффективной реализации задач информационного моделирования всеми участниками инвестиционно-строительного проекта.

Пособие разработано авторским коллективом Акционерного общества «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство») – ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко в составе: к. т. н. Ю.Н. Жук, А.В. Ананьев, Б.В. Волков, Ю.А. Сыромятников, и ООО «КОНКУРАТОР» в составе: М.Г. Король, С.Э. Бенклян.

1 Область применения

Данное методическое пособие предназначено для применения заказчиками, исполнителями (проектными и строительными организациями), а также службами эксплуатации в целях методической поддержки процесса планирования проектов, реализуемых с применением информационного моделирования в части определения и реализации проектных задач, которые целесообразно решать с применением инструментов информационного моделирования.

2 Нормативные ссылки

В настоящем пособии применены нормативные ссылки на следующие нормативные документы:

1) Федеральный закон №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
2) ГОСТ Р 57563-2017/ISO/TS 12911:2012 «Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений»;
3) ГОСТ Р 57310-2016 (ИСО 29481-1:2010) «Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат;;
4) СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла»;
5) СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования» (на утверждении);
6) СП 331.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах».

3 Термины и определения

В настоящем методическом пособии применены термины и определения, включенные в СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» и СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования» (на утверждении, см. термины 3.1-3.23).

3.1

атрибутивные данные: Существенные свойства элемента цифровой информационной модели, определяющие его геометрию или характеристики, представленные с помощью алфавитно-цифровых символов.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.1]

3.2

выявление коллизий: Процесс поиска, анализа и устранения ошибок, связанных в том числе:

- с геометрическими пересечениями элементов цифровой информационной модели;
- нарушениями нормируемых расстояний между элементами цифровой информационной модели;
- пространственно-временными пересечениями ресурсов из календарно-сетевого графика строительства объекта.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.3]

3.3

геометрические данные: Данные, определяющие размеры, форму и пространственное расположение элемента цифровой информационной модели.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.4]

3.4

жизненный цикл здания или сооружения, ЖЦ: Период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.

[1, статья 2, пункт 5]

3.5

задача применения информационного моделирования: Метод применения информационного моделирования на различных стадиях жизненного цикла объекта для достижения одной или нескольких целей инвестиционно-строительного проекта.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.7]

3.6 **заказчик** (здесь)**:** Государственный заказчик, застройщик (инвестор), технический заказчик или юридическое лицо, осуществляющее функции технического заказчика.

3.7

инвестиционно-строительный проект, ИСП: Комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленных на создание объекта (основных фондов), комплекса объектов производственного или непроизводственного назначения, линейных сооружений в условиях временны́х и ресурсных ограничений.

[ГОСТ Р 57363–2016, статья 3.4]

3.8

инженерная цифровая модель местности, ИЦММ: Форма представления инженерно-топографического плана в цифровом объектно-пространственном виде для автоматизированного решения инженерных задач и проектирования объектов строительства. ИЦММ состоит из цифровой модели рельефа и цифровой модели ситуации.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.9.2]

3.9

информационное моделирование объектов строительства: Процесс создания и использования информации по строящимся, а также завершенным объектам строительства в целях координации входных данных, организации совместного производства и хранения данных, а также их использования для различных целей на всех стадиях жизненного цикла.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.10]

3.10 **исполнитель** (здесь)**:** Генеральный проектировщик, субподрядные проектные и проектно-изыскательские организации, генеральный подрядчик, подрядные и субподрядные организации и другие юридические лица, участвующие в процессе информационного моделирования.

3.11

карта процесса: Представление характеристик процесса, соответствующего поставленной цели, в виде карты.

[ГОСТ Р 57310-2016, статья 3.14]

3.12

компонент: Цифровое представление физических и функциональных характеристик отдельного элемента объекта строительства, предназначенное для многократного использования.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.12]

3.13

нотация моделирования бизнес-процессов (BPMN): Нотация для создания карты диаграмм бизнес-процессов, которая разработана для легкого понимания всеми пользователями.

[ГОСТ Р 57310-2016, статья 3.5]

3.14

обмен информацией: Процесс, в ходе которого между участниками инвестиционно-строительного проекта происходит обмен структурированными наборами информации в определенных форматах в целях поддержания конкретного требования по предоставлению информации на определенной фазе или стадии процесса информационного моделирования.

3.15

открытые форматы обмена данными: Форматы данных с открытой спецификацией.

Примечание – Формат IFC (Отраслевые базовые классы) — формат и схема данных с открытой спецификацией. Представляет собой международный стандарт обмена данными в информационном моделировании в области гражданского строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.14]

3.16 **план реализации проекта с использованием информационного моделирования, ПИМ:** Технический документ, который разрабатывается генпроектной и (или) генподрядной организацией для регламентации взаимодействия с заказчиком и субпроектными/субподрядными организациями.

3.17

сводная цифровая модель: Цифровая информационная модель объекта, состоящая из отдельных цифровых информационных моделей/инженерных цифровых моделей местности (например, по различным дисциплинам или частям объекта строительства), соединенных между собой таким образом, что внесение изменений в одну из моделей не приводит к изменению в других.

Примечание – Основное назначение сводной модели – поддержка процессов согласования технических решений и выявления коллизий.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.9.3]

3.18

среда общих данных; СОД**:** Комплекс программно-технических средств, представляющих единый источник данных, обеспечивающий совместное использование информации всеми участниками инвестиционно-строительного проекта.

Примечание – Среда общих данных основана на процедурах и регламентах, обеспечивающих эффективное управление итеративным процессом разработки и использования информационной модели, сбора, выпуска и распространения документации между участниками инвестиционно-строительного проекта.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.16]

3.19

требования заказчика к информационным моделям: Требования заказчика (государственного заказчика, застройщика, технического заказчика или юридического лица, осуществляющего функции технического заказчика), определяющие информацию, предоставляемую заказчику в процессе реализации инвестиционно-строительного проекта с применением информационного моделирования, задачи применения информационного моделирования, а также требования к применяемым информационным стандартам и регламентам.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.17]

3.20 **управляющий процессом информационного моделирования:** Лицо, которому поручено выполнять функции по планированию, организации, распределению ресурсов и контролю процесса информационного моделирования.

3.21

уровень проработки; LOD**:** Набор требований, определяющий полноту проработки элемента цифровой информационной модели. Уровень проработки задает минимальный объем геометрических, пространственных, количественных, а также любых атрибутивных данных, необходимых для решения задач информационного моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.18]

3.22

цифровая информационная модель; ЦИМ: Объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде совокупности информационно насыщенных элементов.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.9.1]

3.23

элемент модели: Часть цифровой информационной модели, представляющая компонент, систему или сборку в пределах объекта строительства или строительной площадки.

[СП 333.1325800.2017, статья 3.19]

4 Общие положения

4.1 Одним из ключевых понятий в концепции информационного моделирования является понятие «задача применения информационного моделирования» (в англоязычных источниках – BIM Use или BIM Use Case).

Согласно п.3.7 СП 333.1325800.2017 задача применения информационного моделирования – это **метод** применения информационного моделирования на различных стадиях жизненного цикла объекта для достижения одной или нескольких целей инвестиционно-строительного проекта.

4.2 Определение перечня задач применения информационного моделирования является отправной точкой для планирования инвестиционно-строительного проекта как со стороны заказчика, поскольку задачи определяют рамки применения технологии информационного моделирования и фиксируются в **требованиях заказчика к информационным моделям**, так и для исполнителей (проектировщиков и строителей), поскольку являются основой для формирования **планов реализации проекта с использованием информационного моделирования** (ПИМ), а также для служб эксплуатации в части использования информационных моделей.

5 Принципы классификации задач информационного моделирования

5.1 Классификация по стадиям жизненного цикла объекта строительства

В Таблице 1 приведено описание характерных задач применения информационного моделирования на различных стадиях ЖЦ объекта в соответствии с положениями СП 333.1325800.2017 (подразделы 5.4 – 5.7). Таким образом, одним из принципов классификации задач применения технологии информационного моделирования **является классификация по стадиям ЖЦ** объекта строительства.

Приведенный в таблице 1 перечень задач применения информационного моделирования сформирован на основе лучшего мирового и отечественного опыта и служит для того, чтобы все участники ИСП (заказчики, проектировщики, строители, производители материалов и другие участники) могли определить, для решения каких задач *целесообразно* применять технологии информационного моделирования, т. е. где можно получить максимальную *пользу* от применения технологий информационного моделирования.

Данный перечень не является исчерпывающим и может пополняться по мере развития цифровых технологий в строительной отрасли, а также в зависимости от специфики решаемых в проектах задач и уровня их детализации.

В приложении А приведен расширенный перечень задач применения информационного моделирования по версии международной некоммерческой организации buildingSMART Int, разрабатывающей стандарты для цифрового строительства.

Таблица 1 – Описание характерных задач применения технологий информационного моделирования

Стадия/этап ЖЦ объекта	Задачи применения информационного моделирования	Краткое описание	Потенциальная ценность
Обоснование инвестиций	Анализ местоположения, инженерно-геологической и экологической ситуации будущего объекта капитального строительства	Процессы, в которых инструменты информационного моделирования и геоинформационных систем используются для оценки ресурсов участка под застройку для определения оптимального расположения будущих объектов капитального строительства с учетом характерных форм рельефа, существующих инженерных коммуникаций, геологических и гидрологических характеристик, экологической ситуации, а также с учетом взаимного влияния окружающей среды и объекта строительства. Для этих целей используют, в том числе цифровые модели местности.	Формирование подробной информации о расположении объекта и его составляющих. Принятие обоснованных решений при размещении объектов капитального строительства. Повышение точности подсчетов объемов работ при последующей планировке территории.
	Разработка и сравнение вариантов	Процессы, в которых инструменты информационного моделирования используются для разработки	Возможность оперативно разработать и сравнить несколько вариантов концепций.

Стадия/этап ЖЦ объекта	Задачи применения информационного моделирования	Краткое описание	Потенциальная ценность
	архитектурно-градостроительных концепций, определение технико-экономических показателей объемно-планировочных решений	вариантов концептуальных моделей и получения данных по основным объемно-планировочным показателям, необходимым для разработки обоснований инвестиций в строительство.	Эффективная и точная оценка технико-экономических показателей.
Инженерные изыскания и проектирование	Выпуск чертежей и спецификаций	Процессы, в которых на основании разработанных моделей проводят выпуск проектной и рабочей документации	Автоматизация процесса выпуска чертежей и спецификаций на основе моделей. Повышение качества проектной и рабочей документации. Автоматическое обновление чертежей и спецификаций при внесении изменений в модель.
	Проверка и оценка технических решений.	Процесс, обеспечивающий взаимодействие заинтересованных лиц, которые изучают и анализируют модели в целях проверки и оценки принятых	Повышение обоснованности, согласованности и качества принимаемых технических решений за счет пространственного представления объекта во

Стадия/этап ЖЦ объекта	Задачи применения информационного моделирования	Краткое описание	Потенциальная ценность
		технических решений	взаимосвязи различных разделов проекта. Улучшение коммуникаций с заказчиком при согласовании проектных решений.
	Инженерно-технические расчеты	Процессы, в которых геометрические и атрибутивные данные, полученные из моделей, используются для производства различных инженерно-технических расчетов, в том числе посредством имитаций различных процессов	Сокращение времени на подготовку расчетных моделей. Повышение эффективности и качества принимаемых проектных решений.
	Пространственная междисциплинарная координация и выявление коллизий (3D-координация)	Процесс, в котором специализированные программные инструменты выявления коллизий используются для междисциплинарной координации и согласования технических решений. Цель выявления коллизий заключается в устранении значительных конфликтов в проекте до производства строительно-монтажных работ.	Минимизация количества коллизий до начала строительства. Повышение согласованности и качества проектных решений.

Стадия/этап ЖЦ объекта	Задачи применения информационного моделирования	Краткое описание	Потенциальная ценность
	Подсчет объемов работ и оценка сметной стоимости (BIM 5D)	Процесс, в котором геометрические и атрибутивные данные, полученные из моделей, используются для подсчета объемов работ и оценки сметной стоимости строительства.	Точный подсчет оборудования, изделий и материалов. Сокращение времени для подготовки данных для расчета потребности в материальных и трудовых ресурсах для определения сметной стоимости строительства. Использование данных из моделей по физобъемам при проведении конкурса по выбору строительного подрядчика
	Разработка проекта организации строительства, комплексного укрупненного сетевого графика	Использование моделей для разработки: организационно-технологических решений на уровне циклов работ и комплексных процессов; схемы механизации; внутриплощадочной логистики; комплексного укрупненного сетевого графика методами визуального планирования путем имитации строительных процессов	Оптимизация вариантов строительного генплана и сетевого графика
Строительство	Визуализация	Процесс, в котором	Оптимизации последовательности

Стадия/этап ЖЦ объекта	Задачи применения информационного моделирования	Краткое описание	Потенциальная ценность
	процесса строительства (BIM 4D)	специализированные программные инструменты информационного моделирования используются для интеграции данных моделей и календарно-сетевого графика строительства в целях анализа и оптимизации последовательности выполнения работ по проекту, выявления пространственно-временных коллизий, проверки выполнимости организационно-технологических решений, контроля выполненных физических объемов строительно-монтажных работ и визуализации план-фактного анализа	выполнения работ. Выявление пространственно-временных коллизий. Визуализация план-фактного анализа.
	Управление строительством с применением информационного моделирования (BIM 4D)	Процесс, в котором специализированные программные инструменты используются в целях разработки комплексного укрупненного сетевого графика и графика производства работ, координации строительно-	Улучшение процессов планирования и контроля строительства. Сокращение рисков срыва сроков работ. Сокращение ресурсных издержек.

Стадия/этап ЖЦ объекта	Задачи применения информационного моделирования	Краткое описание	Потенциальная ценность
		монтажных работ, оперативного планирования и мониторинга работ	
	Геодезические разбивочные работы	Процесс, в котором модели используются для выноса в натуру проектных решений, в том числе с использованием роботизированных геодезических приборов и систем автоматического управления техникой	Сокращение сроков разбивочных работ. Повышение точности позиционирования.
	Геодезический контроль	Процесс, в котором данные геодезических методов сопровождения строительства совмещаются с моделями в целях определения отклонения фактического положения конструкций от проектных характеристик: планово-высотные положения объектов, объемы выполненных строительных работ (заливка бетона и пр.)	Автоматизация работ по геодезическому контролю. Повышение точности результатов работ.
	Цифровое производство	Процесс, в котором данные из моделей передаются в	Автоматизация процесса промышленного производства.

Стадия/этап ЖЦ объекта	Задачи применения информационного моделирования	Краткое описание	Потенциальная ценность
	строительных конструкций и изделий	автоматизированные системы, предназначенные для подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением в целях промышленного производства строительных конструкций и изделий (например, на заводах металлоконструкций и в домостроительных комбинатах)	Обеспечение высокой точности геометрических параметров изделий (100% собираемость металлических конструкций).
	Мониторинг охраны труда и промышленной безопасности на строительной площадке	Процесс, в котором модели используются для оптимального размещения и последующего контроля элементов, обеспечивающих безопасность на строительной площадке (элементы защитных ограждений от падения; места расположения пожарных гидрантов; элементы лесов, переходных мостиков и стремянок; элементы электроснабжения и освещения и пр.)	Оптимизация и контроль размещения элементов, обеспечивающих безопасность на строительной площадке
Эксплуатация	Планирование	Процесс, в котором геометрические	Снижение эксплуатационных

Стадия/этап ЖЦ объекта	Задачи применения информационного моделирования	Краткое описание	Потенциальная ценность
	технического обслуживания и ремонта (BIM 6D)	и атрибутивные данные, полученные из моделей, используются в автоматизированных системах управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования	расходов
	Мониторинг эксплуатационных характеристик (BIM 6D)	Процесс, в котором геометрические и атрибутивные данные, полученные из моделей, используются в системах мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений	Улучшение процесса мониторинга эксплуатационных характеристик
	Управление эксплуатацией зданий и сооружений	Процесс, в котором геометрические и атрибутивные данные, полученные из моделей, используются в автоматизированных системах управления эксплуатацией зданий и сооружений	Поддержка в актуальном состоянии данных по зданию, помещениям, инженерным системам. Повышения уровня автоматизации работ служб эксплуатации.
	Моделирование чрезвычайных	Процесс, в котором модели используются для имитационного	Повышения эффективности реагирования на чрезвычайные

Стадия/этап ЖЦ объекта	Задачи применения информационного моделирования	Краткое описание	Потенциальная ценность
	ситуаций	моделирования чрезвычайных ситуаций	ситуации. Сокращение сроков принятия решений в чрезвычайных ситуациях.

5.2 Классификация по видам работ с информацией

Альтернативным (вторым) способом является классификация, основанная на разделении задач применения информационного моделирования по **видам работ с информацией**.

Задачи применения информационного моделирования группируются в зависимости от пяти основных видов работ с информацией:

1) сбор информации;
2) формирование информации;
3) анализ информации;
4) обмен информацией;
5) воплощение информации.

В свою очередь, эти 5 видов работ разделяются на 18 подвидов (см. таблицу 2).

Для конкретизации задачи применения каждая задача дополнительно описывается следующими **характеристиками**:

1) элемент объекта;
2) участник проекта/ дисциплина/раздел проекта;
3) стадия/этап жизненного цикла;
4) уровень проработки элемента.

Параметры видов работ с информацией позволяют конкретизировать задачу применения информационного моделирования.

Данная система классификации обеспечивает базовую методологию и терминологию при разработке **новых задач** применения технологии информационного моделирования, позволяет определить **организационную структуру задач**, а также позволяет **декомпозировать** любую характерную задачу, например, из перечня, приведенного в Таблице 1. Систему классификации задач применения информационного моделирования можно также использовать для разработки стандартов и регламентов коллективных

рабочих процессов, а также для описания функционала программного обеспечения.

Таблица 2 – Классификация задач применения технологии информационного моделирования по видам/подвидам работ с информацией

№№ п/п	Задачи применения по видам/подвидам работ с информацией	Назначение	Описание
1	Сбор информации	Сбор и систематизация информации об объекте строительства	Собирается, структурируется и систематизируется информация об объекте и его элементах на различных стадиях/этапах жизненного цикла, происходит подсчет требуемых величин и определение текущего состояния элемента с целью правильного планирования и управления его функционированием. К подвидам работ по сбору информации относятся ввод данных, подсчет данных, контроль данных, идентификация данных. В рамках этих работ не делаются выводы о значении полученной информации, она не анализируется и не изменяется, а осуществляется лишь ее сбор и систематизация. Реализация этой задачи, как правило, является первым этапом разработки комплексных процессов информационного моделирования.
1.1	Ввод данных	Сохранение и предоставление информации о текущем состоянии объекта и его элементов для последующей обработки	Используется для сбора исходных геометрических и атрибутивных данных об объекте, например, об элементах участка до разработки нового объекта или об условиях существующего объекта до его реконструкции. Данные могут быть записаны, в том числе с помощью оборудования для проведения геодезических работ или путем ручного ввода. Главное, что данные фиксируются там, где ранее их не было. При этом данные не являются новообразованной информацией, а записью состояния существующих элементов объекта.

№№ п/п	Задачи применения по видам/подвидам работ с информацией	Назначение	Описание
1.2	Подсчет данных	Измерение количественных характеристик об элементах объекта	Используется, как правило, как часть процесса подсчета количества конструкций, изделий и материалов, подсчета объемов работ и оценки затрат на различных этапах реализации инвестиционно-строительного проекта.
1.3	Контроль данных	Сбор информации о работе элементов и систем объекта в целях их контроля и мониторинга	Применяется для понимания работоспособности отдельных элементов или систем объекта. Например, на этапе эксплуатации – для контроля температуры помещения – для этого данные системы автоматизации зданий должны быть интегрированы с данными модели. Во время строительства – для мониторинга процесса строительства, для этого необходимо, чтобы динамические данные в режиме реального времени собирались для принятия решений. При проектировании – для контроля соответствия проектных решений требованиям заказчика и нормативно-технической документации.
1.4	Идентификация данных	Описание, идентификация состояния элементов объекта	Используется для отслеживания состояния элемента объекта, например, существует ли этот элемент внутри объекта, как он работает. Отслеживание происходит с течением времени. Например, на стадии проектирования определяется уровень проработки элемента. На стадии строительства определяется, изготовлен ли элемент, установлен ли он или поврежден. На этапе ввода объекта в эксплуатацию собирается информация о гарантии на элемент, сроке службы и эксплуатационных характеристиках.

№№ п/п	Задачи применения по видам/подвидам работ с информацией	Назначение	Описание
2	**Формирование информации**	Разработка, создание информации об объекте, моделирование	Используется для того, чтобы определить какая информация, где и кем формируется. На протяжении жизненного цикла различными участниками проекта формируется информация об объекте строительства. Этот процесс включает в себя назначение данных, размещение и определение размеров элементов объекта. На этапе проектирования основным источником информации является проектная организация, на этапе строительства — подрядные организации. На стадии эксплуатации информация формируется лицами, осуществляющими техническое обслуживание.
2.1	Назначение элементов	Определение потребности и выбор конкретных элементов объекта, которые нужно разместить	Используется, когда разработчиком информации определяется потребность в конкретном элементе объекта. Так, например, технолог или архитектор могут предписывать необходимость в определенных помещениях или зонах объекта. Инженер может предписывать необходимость в конкретной инженерной системе и ее элементах. Подрядчик может определить потребность во временных элементах строительной площадки, таких как башенный кран. Управляющий проектом может предписать конкретную заменяющую деталь и т. д.
2.2	Размещение элементов	Определение координат и пространственного расположения	Используется для определения местоположения или конфигурации элементов объекта. На этапе планирования это может быть взаимное расположение конкретных помещений в рамках предлагаемого объекта. На этапе проектирования это

№№ п/п	Задачи применения по видам/подвидам работ с информацией	Назначение	Описание
		элементов объекта	может быть общее расположение противопожарных трубопроводов. На этапе строительства – например, размещение креплений, которые поддерживают этот трубопровод. На этапе эксплуатации может применяться для определения размещения мебели. В целом, размещение означает определение геометрического положения любого элемента.
2.3	Определение размеров	Определение величины и масштаба элементов объекта	Используется, когда назначается величина элемента объекта. Во время проектирования речь может идти о размерах помещений и зон, размерах сечения балки или размерах воздуховода. Во время строительства — о размере крана или опалубки под фундамент и т. п. Во время эксплуатации регистрируются габариты запасных частей и т. п.
3	**Анализ информации**	Изучение, оценка элементов объекта для лучшего понимания, превращение данных в аналитические выводы	Используется в аналитических процессах, когда элементы объекта требуют дополнительного анализа для определения их целесообразности. В этих процессах данные часто берутся из того, что было собрано или сформировано, а затем переведено в форму (формат), подходящую для принятия решений. К анализу информации относятся следующие подвиды: координация, симуляция (прогнозирование) и валидация данных.

№№ п/п	Задачи применения по видам/подвидам работ с информацией	Назначение	Описание
3.1	Координация данных	Обеспечение точности и соответствия взаимосвязанных элементов объекта	Используется для анализа элементов объекта в целях обеспечения эффективности их взаимосвязей и соответствия между ними. Данный вид анализа часто называется выявлением коллизий, предотвращением коллизий, координацией и согласованием проектных решений и др. В конечном итоге, все элементы объекта должны функционировать взаимосвязано. Сюда относится координация проектных решений различных систем на стадии проектирования, координация изготовления и монтажа на стадии строительства и координация ремонтных работ.
3.2	Симуляция различных процессов	Прогнозирование будущей работы объекта и его элементов	Используется для прогнозирования будущей работы объекта и его элементов. Следует учитывать главным образом финансовые, энергетические, потоковые, сценарные и временные факторы. Финансовое прогнозирование включает в себя оценку стоимости ЖЦ. Прогнозирование энергопотребления показывает будущее потребление энергии. Симуляция потоков показывает, например, потоки воздуха или пассажиропоток. Симуляция сценариев развития чрезвычайных ситуаций прогнозирует показатели объекта во время чрезвычайных ситуаций, таких как пожар, наводнение, эвакуация и другие. Временное прогнозирование показывает эффективность объекта с течением времени для понимания ухудшения эксплуатационных характеристик здания и сроков замены элементов.

№№ п/п	Задачи применения по видам/подвидам работ с информацией	Назначение	Описание
3.3	Валидация данных	Проверка, данных на соответствие заданным требованиям, согласование данных, проверка и подтверждение точности информации об объекте, ее логичности и обоснованности	Используется для проверки целевой информации об объекте для обеспечения ее логичности и обоснованности. Задача в общем случае делится на три этапа: назначение правил проверок, проверка работоспособности и подтверждение соответствия. Цель проверки работоспособности заключается в том, чтобы гарантировать, что объект является пригодным для безопасной эксплуатации. Подтверждение соответствия показывает соответствие объекта заданным требованиям.
4	**Обмен информацией**	Предоставление информации об объекте в виде, позволяющем использовать ее совместно	Одна из важнейших задач применения технологии информационного моделирования заключается в организации эффективного обмена информацией об объекте. Часто это последний этап выполнения других процессов, на которых происходит визуализация, преобразование, схематизация данных и документирование с целью последующей передачи информации следующему пользователю. Это одна из наиболее ценных задач, позволяющая повысить качество взаимодействия и сократить время, затрачиваемое на обмен информацией. Кроме того, передача данных часто является сопутствующим продуктом процессов выполнения других задач применения

№№ п/п	Задачи применения по видам/подвидам работ с информацией	Назначение	Описание
			информационного моделирования.
4.1	Визуализация данных	Формирование реалистичного представления об объекте и его элементах для зрительного наблюдения и анализа	Включает формирование представления об объекте или его элементах. Визуализация может быть очень реалистичной и детализированной по своему характеру. Часто используется для принятия проектных решений, в целях маркетинга и в прочих целях. Может включать в себя пошаговые руководства, визуализацию модели и визуализацию графика строительства.
4.2	Преобразование данных	Преобразование информации в целях передачи для использования в других процессах	Часто информация об объекте должна быть переведена из одной формы представления в другую, чтобы ее можно было получить и использовать в другом процессе. Этот перевод, или преобразование данных, позволяет осуществлять взаимодействие между различными информационными системами. Часто такая передача осуществляется путем преобразования данных в открытые форматы. Методы обеспечения интероперабельности при обмене информацией приведены в СП 331.1325800.2017.
4.3	Схематизация данных	Создание символьного представления об объекте и его	Расширяет и улучшает возможности по разработке чертежей, включая детализацию и аннотирование. Чертежи разрабатываются в динамическом режиме, а не в статическом. Например, при обновлении модели обновляются

№№ п/п	Задачи применения по видам/подвидам работ с информацией	Назначение	Описание
		элементах	соответствующие виды, чертежи и спецификации.
4.4	Документирование	Запись информации, необходимой для точного определения объекта и его элементов	Используется для создания записи данных об объекте в текстовом или табличном формате. Сюда входят процессы, которые необходимы для точного определения элементов объекта. Результаты документирования включают спецификации, техническую документацию, графики работ и другие виды отчетности об объекте.
5	**Воплощение информации**	Создание физического объекта и управление им на основе информации	Способствует автоматизированной разработке физических элементов объекта, дает возможность производить, монтировать, контролировать и регулировать элементы объекта. Именно эти возможности в конечном итоге могут привести к повышению производительности как строительства, так и эксплуатации объектов: автоматизированной строительной площадке и автоматизированному управлению объектами.
5.1	Цифровое производство изделий	Использование информации об объекте для автоматизированного изготовления его элементов	Используется в процессах, в которых информация об объекте напрямую используется для изготовления его элементов. Например, информация об объекте может использоваться для непосредственного изготовления конструкционных стальных профилей с помощью ЧПУ или непосредственного изготовления воздуховодов. На этапе проектирования может использоваться

№№ п/п	Задачи применения по видам/подвидам работ с информацией	Назначение	Описание
			для быстрого создания прототипов будущих элементов объекта (3D печать).
5.2	Монтаж сборных конструкций	Использование информации об объекте для объединения его отдельных элементов	Используется для предварительной (виртуальной) сборки систем, которые изначально были раздельными. Например, систем навесных фасадов.
5.3	Управление строительной техникой	Использование информации об объекте для управления работой строительного оборудования	Используется в процессах, в которых информация об объекте используется для физического управления работой строительной техники.
5.4	Регулировка инженерных систем	Использование информации об объекте при эксплуатации его элементов	Позволяет управляющему объектом оптимизировать свои операции. Например, информация, полученная от датчика температуры, используется для регулировки расхода системы отопления. Ключевым фактором процесса является то, что данные из модели привязаны к интеллектуальным системам мониторинга. Это позволяет системам принимать обоснованные решения.

Характеристики задач применения информационного моделирования позволяют определить и описать задачу более точно, а не только в зависимости от стадии жизненного цикла. В таблице 3 приведено описание этих характеристик.

Таблица 3 – Характеристики задач применения информационного моделирования

Характеристики задач применения информационного моделирования	Описание характеристики
Элемент(ы) объекта	Элемент(ы) объекта, в отношении которого планируется применение задачи/вида работ с информацией
Стадия объекта	Стадия/этап жизненного цикла объекта, на котором планируется применение задачи/вида работ с информацией
Участник проекта/ дисциплина/раздел проекта	Участник(и), которому планируется поручить применение задачи/вида работ с информацией
Уровень проработки	Уровень проработки (LOD), который планируется достичь при реализации задачи/вида работ с информацией

Применение данных характеристик обеспечивает более точное описание задачи. Кроме того, на этапе планирования проектная группа может информировать всех заинтересованных лиц о том, какая задача будет выполняться, кем, в какой момент и в каком объеме.

В зависимости от масштабов применения информационного моделирования на объекте можно обеспечить выполнение различными участниками различных задач на различных стадиях с целью разработки различных элементов объекта до различных уровней проработки. Например,

координационный анализ (выявление коллизий) может выполняться проектировщиком и подрядчиком на стадии проектирования и строительства до уровня проработки LOD 300 и LOD 400, таким образом, создавая две сущности задачи применения информационного моделирования.

6 Рекомендации по выбору, описанию и реализации задач информационного моделирования

Определение целей ИСП и соответствующих задач применения технологии информационного моделирования являются первым этапом планирования проекта как со стороны заказчика, поскольку определяют рамки применения технологии информационного моделирования на выбранных стадиях жизненного цикла объекта и фиксируются в требованиях к информационным моделям, так и для исполнителей – проектировщиков и строителей – поскольку являются основой для формирования планов реализации проекта с использованием информационного моделирования, а также для служб эксплуатации в части способов использования информационных моделей.

В основе методики разработки ПИМ заложен принцип «начни с конечного результата». Этот принцип заложен также в методику разработки стандартов по информационному моделированию, которая описана в ГОСТ Р 57563-2017.

Это означает, что при планировании крайне важно учитывать весь жизненный цикл объекта капитального строительства. Группа планирования должна стремиться понять, каким образом все заинтересованные лица проекта будут применять информационное моделирование. В первую очередь, группа планирования должна понять, каким образом заказчик намерен использовать информационное моделирование, а затем пройти весь путь назад, в идеальном случае, через этапы ввода в эксплуатацию, строительства и проектирования.

В СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования» (на утверждении) приведена общая методика разработки ПИМ, которая состоит из четырех этапов:

- Этап I. Анализ целей ИСП и определение соответствующих им задач применения информационного моделирования.
- Этап II. Разработка процессов информационного моделирования.
- Этап III. Разработка структуры и содержания цифровых информационных моделей и процедур обмена информацией.
- Этап IV. Определение потребности в ресурсах, разработка процедур совместной работы, контроля процесса информационного моделирования и качества цифровых информационных моделей.

Приведенная в СП методика определения задач применения информационного моделирования основана на принципе классификации задач по стадиям ЖЦ объекта строительства. **Альтернативной** методикой разработки этапа I, позволяющей, при необходимости, более детально проработать структуру задачи, является использование системы классификации задач применения информационного моделирования **по видам работ с информацией**.

Эта методика выбора, описания и реализации задач применения информационного моделирования включает следующие последовательные действия:

1) определить стадии ЖЦ на которых заказчик планирует использовать информационное моделирование (при наличии требований заказчика к информационным моделям эти стадии должны быть указаны);
2) определить цели ИСП (при наличии требований заказчика к информационным моделям эти стадии должны быть указаны);
3) определить, какие задачи по видам работ с информацией (см. таблицу 2) необходимо использовать для достижения целей проекта, в том числе:
   - сбор информации;

- формирование информации;
- анализ информации;
- обмен информацией;
- воплощение информации.

4) определить характеристики для каждой задачи (см. таблицу 3);
5) разработать карту процесса реализации задач применения информационного моделирования[1]. При разработке карт процессов следует руководствоваться положениями ГОСТ Р 57310–2016.

Для разработки карт процессов реализации задач информационного моделирования следует руководствоваться положениями ГОСТ Р 57310–2016 в части нотаций моделирования бизнес-процессов (BPMN).

В аббревиатуре BPMN (Business Process Model and Notation) выделяют аббревиатуру BPM, которая имеет две расшифровки:

- Business Process Modeling – моделирование бизнес-процесса;
- Business Process Management – управление бизнес-процессами, в которую также входит и моделирование бизнес-процессов.

Нотация BPMN является частью следующих систем:

- BPM (Business Process Modeling) – это среда для совместного моделирования.
- BPMS (Business Process Modeling System) – это программные инструменты для выполнения созданных моделей (например, Bizagi, Comundo, ELMA и т.п.)

В отличие от графических инструментов описания программных сценариев, BPMN оперирует не только программными системами, но и людьми – заказчиками, поставщиками, персоналом.

[1] Процесс реализации задачи информационного моделирования иногда называют BIM-сценарием

В отличие от неисполняемых бизнес-процессов, использующихся для визуального отображения различных вариантов сценариев событий, составление исполняемых бизнес-процессов требует специальных технических знаний – они реализуются в программной среде с математической логикой, поэтому грамотная структура и четкая последовательность действий очень важны. Удобство применения нотаций BPMN заключается в том, что независимо от сложности правил разработки таких сценариев, их схематичное изображение становятся понятными даже людям без специальной подготовки. Нотация BPMN создавалась специально для того, чтобы аналитики и управляющие специалисты (менеджеры, руководители проектов, директора) могли легко понимать друг друга.

В числе программных средств, поддерживающих создание нотаций BPMN 2.0, можно выделить Microsoft Visio (Pro), Enterprise Architect, ELMA BPM, BPM 2.0 Modeler for Visio, Bizagi Process Modeler, Modelio, ARIS Express, последние три из которых являются бесплатными.

6.1 Примеры описания и реализации задач применения информационного моделирования

В качестве первого примера применения вышеизложенной методики рассматривается реализация задачи применения информационного моделирования «пространственная междисциплинарная координация и выявление коллизий (3D-координация)».

Для проведения междисциплинарной 3D-координации предварительно рекомендуется провести внутридисциплинарную координацию, которая подразумевает устранение всех неточностей моделирования, дублирования элементов модели и пересечений элементов внутри каждой из дисциплин.

Кроме того, необходимо обеспечить пространственную координацию всех моделей по разделам, т. е. обеспечить расположение всех моделей в одной и той же системе координат.

Для реализации процедуры 3D-координации в специализированном программном обеспечении необходимо сгруппировать и выбрать проверяемые элементы. Для группировки могут использовать их названия, а также отдельные свойства. В зависимости от программной BIM-платформы, в которой элементы созданы, их выбор может быть осложнен по причине отсутствия свойств, общих для этой конкретной группы элементов. В таком случае заранее в программной среде для создания цифровой информационной модели будет полезно создать дополнительные параметры, которые позволят в программном обеспечении для 3D-координации элементы успешно группировать.

Примерная последовательность действий:

1) Стадии ЖЦ: заказчик планирует реализовать проект строительства административного здания и использовать информационное моделирование на стадиях проектирования и строительства.

2) Цели: заказчик ставит одной из целей проекта на стадии проектирования минимизацию междисциплинарных коллизий до начала строительства.

3) Реализацию этой задачи планируется осуществить путем автоматизированной проверки сводной (многодисциплинарной) модели на коллизии в специализированном для этих целей программном обеспечении. Основные этапы реализации этой задачи включают:

- формирование исходных данных для проверки на коллизии, включающую подготовку отдельных информационных моделей по разделам проекта (например, АР, КР, разделы ИОС) и размещение этих моделей в среде общих данных (в области «общий доступ»). Для этого необходимо использовать вид работ с информацией: *ввод данных (идентификация данных);*

• сборку сводной модели и проверку ее на коллизии. Для этого необходимо использовать виды работ с информацией: *формирование информации (размещение)* и *анализ информации (координация)*;

• анализ выявленных коллизий, включающий подготовку отчета по коллизиям, предоставление этого отчета заинтересованным участникам проекта, и проведение, при необходимости, координационного совещания для их разрешения. Для этого необходимо использовать виды работ с информацией: *обмен информацией (визуализация, документирование)*;

• корректировку исходных моделей по разделам проекта с целью устранения коллизий, повторную сборку (обновление) сводной модели. Для этого необходимо использовать виды работ с информацией: *формирование информации (размещение).*

4) Определение характеристик задачи:

Характеристики задачи применения информационного моделирования	Описание характеристики
Элементы объекта/модели	Элементы модели разделов проекта АР, КР, ИОС
Стадия объекта	Стадия проектирования, этап подготовки проектной документации
Участники процесса реализации задачи	Управляющий информационным моделированием, координаторы по разделам проекта, руководитель проекта, проектировщики и другие вовлеченные участники проекта
Уровень проработки	Не ниже LOD 300

5) Карта процесса реализации этой задачи разработана в соответствии с положениями ГОСТ Р 57310–2016 в нотации BPMN и приведена на рисунке 1.

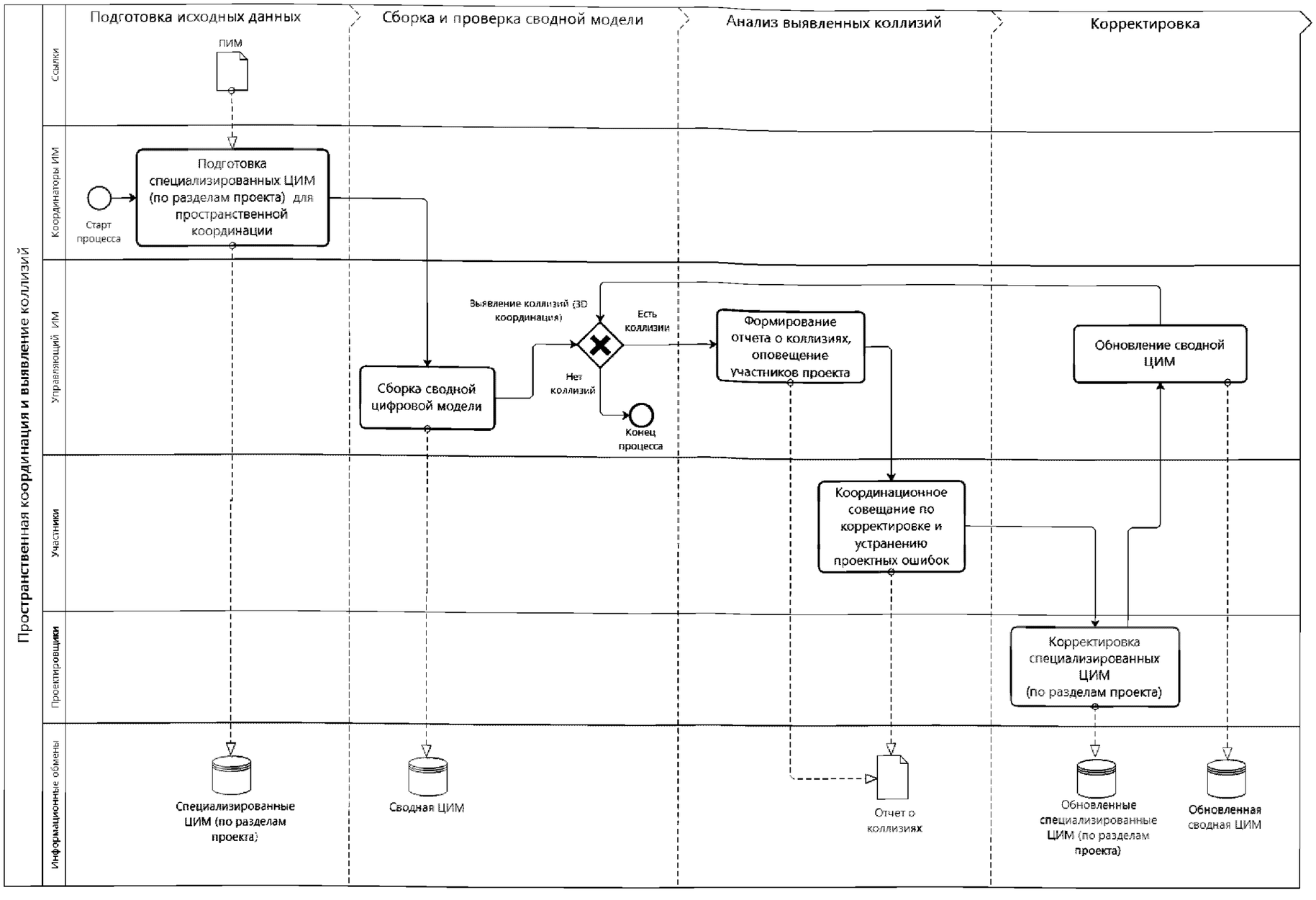

Рисунок 1 – Карта процесса реализации задачи применения информационного моделирования «Пространственная междисциплинарная координация и выявление коллизий»

В качестве второго примера рассматривается использование вышеизложенной методики для реализации задачи применения информационного моделирования «подсчет объемов работ и оценка сметной стоимости».

В качестве исходных данных принимаем данные, приведенные в первом примере с тем отличием, что работы ведутся на этапе разработки рабочей документации.

В качестве методики интеграции используемого в процессе проектирования программного обеспечения информационного моделирования с программными средствами для сметных расчетов принимаем положения СП 333.1325800.2017, раздел 11 «Формирование цифровых моделей в целях подсчета объемов строительных работ и составления сметной документации».

Для подсчета объемов строительных работ и формирования оценки сметной стоимости строительства необходимы:

а) средства доступа к структуре проекта (извлечению иерархической структуры элементов цифровой информационной модели) для понимания сметчиком структуры проекта;

б) средства определения типа (колонна, плита перекрытия, перегородка и т. п.) для каждого элемента цифровой информационной модели и средства доступа к параметрам (атрибутам) элемента, влияющим на определение объемов работ по его установке (монтажу) в проектное положение;

в) «сметное свойство», выработанное сметчиком для элемента цифровой информационной модели на основе состава и содержания атрибутов с применением базы знаний, в обязательном порядке зафиксированное в качестве «сметного» атрибута в самой цифровой информационной модели или (при невозможности помещения в модель) в связанных с моделью файлах;

г) средства агрегации объемов работ для идентичных или однотипных элементов, имеющих одинаковые сметные свойства (например, сбор суммарной площади по установке оконных блоков на этаже, захватке);

д) средства декомпозиции (разбора) проектной структуры на отдельные элементы с последующим сбором элементов в сметную структуру, то есть метод рекомпозиции (например, для полов из всех помещений одного этажа в одну позицию сметы собирают работы по устройству бетонных стяжек).

Применяем к вышеизложенным пунктам методику классификации задач применения информационного моделирования по видам работ с информацией, для чего используем средства по:

а) извлечению иерархической структуры элементов цифровой информационной модели: *сбор информации (ввод данных)*;

б) определению типа для каждого элемента цифровой информационной модели и доступу к параметрам (атрибутам) элемента*: сбор информации (идентификация данных, подсчет данных)*;

в) назначению «сметного свойства»: *формирование информации (назначение элементов, определение размеров) плюс анализ информации (валидация);*

г) агрегации объемов работ: *сбор информации (подсчет данных)*;

д) рекомпозиции – декомпозиции проектной структуры на отдельные элементы с последующим сбором элементов в сметную структуру: *обмен информацией (преобразование данных, документирование)*.

Карта процесса реализации задачи «подсчет объемов работ и оценка сметной стоимости» с применением сметной системы приведена на рисунке 2.

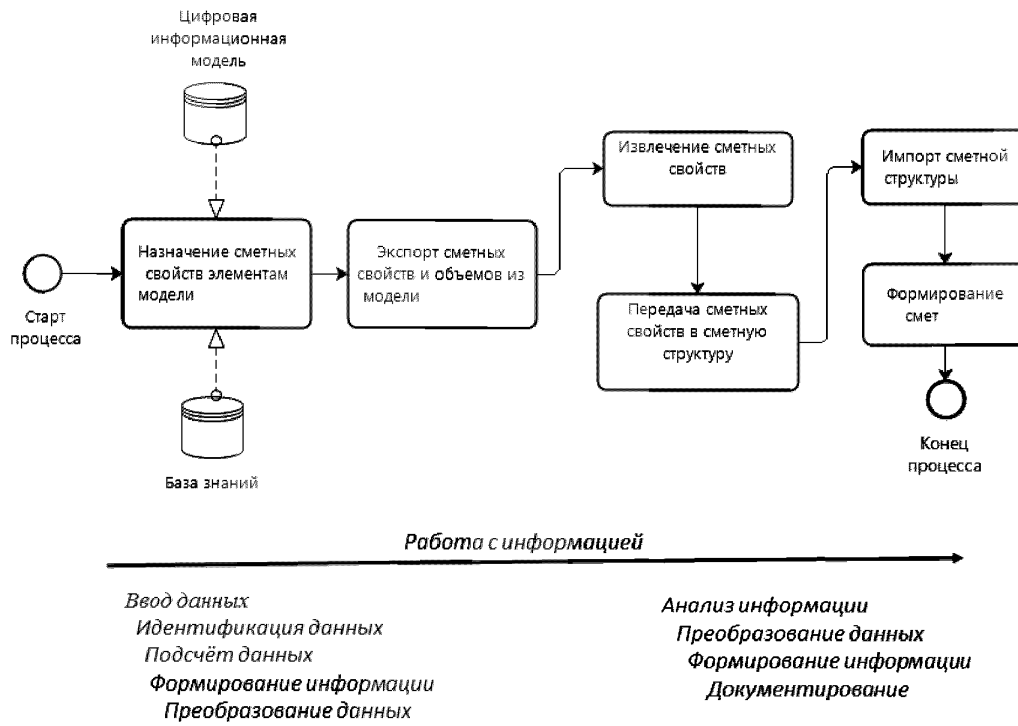

Рисунок 2 – Карта процесса реализации задачи «подсчет объемов работ и оценка сметной стоимости»

При назначении сметного свойства на элемент модели инженер-сметчик устанавливает логическую связь между сметной системой (ее потребностью в параметрах) и теми параметрами, которые необходимо считать с элемента модели. При отсутствии необходимых сведений аппарат базы знаний (при его наличии) запрашивает и позволяет ввести такие сведения в момент назначения свойства. Сведения об объемах из модели переносятся в структуру сметно-экономического вида. Далее формируется сметное задание для передачи в сметный программный комплекс, в котором происходит подбор сметных нормативов, расчет потребности в ресурсах и

окончательный расчет стоимости работ, а также применение коэффициентов к сметным нормам, учитывающих условия производства работ. В сметной программе осуществляется генерирование необходимых отчетов, информация из которых экспортируется в различные форматы: Excel, Word. Также возможен экспорт в формат xml и в универсальный сметный формат АРПС 1.10.

На выходе из сметной программы формируется пакет отчетных документов в целом по объекту.

Для разработки карт процессов реализации задач информационного моделирования следует руководствоваться положениями ГОСТ Р 57310–2016 в части нотаций моделирования бизнес-процессов (BPMN).

Приложение А

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАЧ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПО ВЕРСИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ BUILDINGSMART

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
Планирование и проектирование	1	Создание модели существующей ситуации	• Процесс разработки проектной группой цифровой информационной модели существующей ситуации строительной площадки, расположенных на ней объектов или определенной зоны внутри объекта. • Данная модель может разрабатываться различными способами в зависимости от поставленных целей и эффективности доступных способов. • После построения модели из нее можно извлекать необходимую информацию, независимо от того, проект ли это нового строительства или модернизации.
	2	Планирование использования строительной площадки	• Процесс, в котором информационная модель используется для графического представления постоянных и временных внутриплощадочных объектов, часто вместе с планом-графиком строительных работ. • Прямая привязка элементов 3D-модели к плану-графику позволяет проводить анализ таких функций по управлению стройплощадкой, как визуализация планирования, краткосрочная корректировка планов и анализ ресурсов, с учетом различных пространственно-временных данных. • Дополнительно в модель может включаться информация о трудовых ресурсах, материалах и их поставках, расположении оборудования.
	3	Анализ строительной площадки	• Процесс, в котором инструменты информационного моделирования/ГИС применяются для оценки существующих объектов недвижимости на определенной территории с целью определения оптимального расположения будущего объекта. • Собранные данные используются для выбора стройплощадки и последующего позиционирования здания с учетом технических критериев (траектория движения солнца, доступность коммунальных сетей, пр).

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
	4	Архитектурное программирование	• Процесс, в котором архитектурная цифровая информационная модель используется для эффективной и точной оценки проекта с точки зрения пространственных требований к функциональному зонированию. • Цифровая информационная модель может использоваться проектной группой для проведения анализа помещений, стандартов и нормативов, регулирующих площади помещений, что позволяет ей экономить время, избавляться от рутины и проводить работы, в конечном итоге повышающие стоимость проекта. • На этой стадии проектирования принимаются самые важные решения, создающие стоимость проекта, обсуждаются потребности и различные варианты с заказчиком и выбирается оптимальный подход.
	5	Визуализация	• Процесс, в котором цифровая информационная модель используется для создания изображений, графиков и анимации, передающих идею. • Процесс используется для визуального представления, понимания естественного освещения, помогает при выборе стройплощадки и позиционировании, в целях маркетинга, понимания общего проектного замысла и определения строительной технологичности. • Визуализация посредством зрительного представления — эффективный способ передачи абстрактной и конкретной идеи. • Дополненная и виртуальная реальность также расширяют возможности визуализации.
	6	Имитационное моделирование	• Процесс, в котором цифровая информационная модель используется для имитационного моделирования работы реального процесса или системы на протяжении времени. Для выполнения имитационного моделирования модель должна представлять основные характеристики или поведение/функции выбранной физической или абстрактной системы или процесса. • Модель представляет саму систему, а имитационное моделирование показывает работу системы на протяжении времени. • Имитационное моделирование используется в различных целях, например, моделирование технологии для оптимизации эксплуатационных показателей, техника безопасности, тестирование,

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
			обучение, образование и видеоигры. Часто для изучения имитационных моделей проводятся компьютерные эксперименты. • Имитационное моделирование также используется в научном моделировании инженерных систем, природных систем и систем, созданных человеком, для получения представления об их функционировании. • Имитационное моделирование может применяться для наглядной демонстрации фактических последствий реализации альтернативных условий и совершения действий. • Имитационное моделирование также может применяться в том случае, если нельзя задействовать реальную систему, поскольку к ней отсутствует доступ, это опасно или неприемлемо, она разработана, но еще не смонтирована или просто не существует.
	7	Пространственный анализ	• Процесс, в котором цифровая информационная модель используется для проведения анализа архитектурного пространства.
	8	Производство спецификаций	• Процесс производства системы спецификаций, привязанных к объектам, выбранным для включения в цифровую информационную модель, реагирующих на любые изменения и альтернативные позиции, добавляемые в модель или исключаемые из нее в ходе проектирования и строительства.
	9	Снятие физических объемов	• Процесс, в котором цифровая информационная модель используется для точного определения физических объемов. Снятые физические объемы — это точно измеренные объемы материалов и трудовые ресурсы, необходимые для завершения проекта строительства. Физические объемы снимаются сметчиком из цифровой информационной модели, разработанной проектной организацией на стадии проектирования, а в ходе строительства —и в связи с запросами о внесении изменений. • Данные измерения используются для подготовки тендерной заявки на основе объема строительных работ, указанных в спецификациях. • Для подсчета данных объемов сметчики проводят анализ чертежей, спецификаций и цифровых информационных моделей. Некоторые

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
			объемы необходимы для вспомогательных работ, выполняемых на стадии строительства, например, для установки опалубки и прокладки траншей.
	10	Анализ/оценка затрат	• Процесс, позволяющий при помощи цифровой информационной модели на основе четко снятых объемов сформировать смету расходов на ранних этапах проектирования и проанализировать последствия внесения дополнений и модификаций с точки зрения затрат с возможностью экономии времени и средств и недопущения превышения бюджета. • Данный процесс также позволяет проектировщикам своевременно увидеть последствия внесения ими изменений с точки зрения затрат, что позволяет сократить превышение бюджета, вызванное внесением в проект изменений. • Анализ затрат — это сбор, проверка и управление сметой затрат в целях проведения сравнения и прогнозирования. • Он также предполагает возможность проведения инженерами-сметчиками оценки внешних воздействий на проект, например, погодных условий, наличия рабочей силы и необходимого набора навыков, наличие материалов, экономические условия и т.д.
	11	Стоимость жизненного цикла	• Процесс, в котором цифровая информационная модель используется для проведения финансовой оценки, позволяющей покупателям и владельцам определить все прямые и косвенные расходы на продукт или систему на протяжении жизненного цикла, включая расходы/стоимость, связанные с выводом из эксплуатации. • В рамках управленческого учета процесс может использоваться для полного учета производственных затрат и даже экологических показателей, если включает социальные издержки и затраты на обучение.

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
	12	Разработка проекта	• Процесс разработки цифровой информационной модели при помощи программного обеспечения для трехмерного моделирования на основе критериев, важных для реализации проекта здания или сооружения. • Две группы приложений, составляющих основу процесса проектирования, ориентированного на информационном моделировании, — это средства разработки и средства аудита и анализа. • Средства разработки позволяют создавать модели, а средства аудита и анализа — проводить анализ информационной насыщенности модели и повышать ее уровень.
	13	Проверка и оценка технических решений	• Процесс, в котором цифровая информационная модель (модели) используется для представления проекта заинтересованным лицам и оценки его соответствия программе и установленным критериям, таким как планировка, линии обзора, освещенность, безопасность, эргономичность, акустические свойства, текстуры и цвета и т.д. • Виртуальный макет может быть исполнен с высокой степенью детализации даже отдельных частей здания, например, фасада, для проведения быстрого анализа альтернативных проектных решений и разрешения проблем, связанных с проектированием и строительной технологичностью. • При правильном выполнении данный анализ способствует разрешению различных проблем проектирования, предлагая различные варианты и способы сокращения расходов и сроков на этапе основного строительства и последующих стадиях жизненного цикла. • Проведению оценки спроектированного пространства способствует высокий уровень взаимодействия, обеспечивающий обратную связь с конечным пользователем и заказчиком. • При проведении оценки основными критериями являются освещенность, соответствие стандартам, физическая и информационная безопасность, линии обзора, акустические свойства, системы ОВВК, эргономичность и эстетичность. • Существует возможность внесения изменений в режиме реального времени на основе комментариев, полученных от конечных пользователей. Соответственно, вдвое

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
			сокращаются сроки принятия решений за счет того, что каждый вопрос рассматривается отдельно до тех пор, пока не достигнуто согласие.
	14	Оценка энергоэффективности и экологичности	• Процесс, в котором цифровая информационная модель используется для оценки энергоэффективности и экологичности проекта на протяжении его жизненного цикла по следующим категориям сертификации и критериям: • LEED; • BREEAM; • другие признанные программы оценки энергоэффективности и экологичности. • Для получения желаемой сертификации наиболее стандартный подход — это проведение анализа проекта на основе единой базы данных. • Оценка может проводиться на любой стадии проекта строительства. • Оценка энергоэффективности и экологичности наиболее эффективна в том случае, если она проводится на стадиях планирования и проектирования, а ее результаты затем применяются на стадиях строительства и эксплуатации.
	15	Анализ проекта в целях техобслуживания и ремонта	• Процесс оценки, при котором каждый объект, выбранный в ходе проектирования для включения в цифровую информационную модель, оценивается с точки зрения его технического обслуживания на протяжении жизненного цикла, например, на наличие свободного пространства для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту. • Кроме того, учитывается полная замена объекта или его отдельных компонентов.
	16	Прочностной расчет конструкций	• Процесс, где при помощи интеллектуального программного обеспечения по моделированию и программ прочностного анализа производится эффективный расчет строительных конструкций. • Указанные средства анализа и имитационное моделирование эксплуатационных характеристик позволяют значительно повысить качество объекта.

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
	17	Расчет освещенности	•Процесс, где при помощи интеллектуального программного обеспечения по моделированию и программ по расчету освещенности на основе архитектурной модели производится эффективный расчет освещенности. • На основе данной информации проводится валидация уровней освещенности и соответствия строительным нормам. • Указанные средства анализа и имитационное моделирование эксплуатационных характеристик позволяют значительно повысить качество объекта.
	18	Расчет энергопотребления	Процесс, где при помощи интеллектуального программного обеспечения по моделированию и программ по расчету энергопотребления на основе инженерной модели производится эффективный расчет энергопотребления. • Указанные средства анализа и имитационное моделирование эксплуатационных характеристик позволяют значительно повысить качество объекта и оптимизировать энергопотребление в будущем на протяжении его жизненного цикла.
	19	Расчет систем отопления и вентиляции	Процесс, где при помощи интеллектуального программного обеспечения по моделированию и программ по расчету систем отопления и вентиляции на основе инженерной модели производится эффективный расчет систем отопления и вентиляции. • Указанные средства анализа и имитационное моделирование эксплуатационных характеристик позволяют значительно повысить качество проектирования инженерных систем объекта и оптимизировать энергопотребление на протяжении его жизненного цикла. • Информация, полученная по результатам этого анализа, предоставляется заказчику и/или оператору для использования при эксплуатации инженерных систем здания.
	20	Расчет систем электроснабжения	• Процесс, где при помощи интеллектуального программного обеспечения по моделированию и программ по расчету систем электроснабжения на основе инженерной модели производится эффективный расчет систем электроснабжения. • Указанные средства анализа и имитационное моделирование эксплуатационных показателей позволяют значительно повысить качество электрической части проекта и оптимизировать

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
			энергопотребление на протяжении его жизненного цикла. • Информация, полученная по результатам этого анализа, предоставляется заказчику и/или оператору для использования при эксплуатации инженерных систем здания.
	21	Прочие виды инженерных расчетов	• Процессы, где при помощи интеллектуального программного обеспечения по моделированию и программ по инженерным расчетам на основе информационной модели производятся эффективные инженерные расчеты. • Разработанная информация составляет основу информации, передаваемой заказчику и/или оператору (напр., план экстренной эвакуации, планы пожарных выходов и т.д.). • Указанные средства анализа и имитационное моделирование эксплуатационных показателей позволяют значительно повысить качество объекта в будущем в течение его жизненного цикла.
	22	Анализ инженерных систем	• Процесс, где цифровые информационные модели используются для оптимизации рабочих характеристик до установленных параметров. • Это позволяет понять, каким образом работает инженерная система и сколько электроэнергии потребляет здание. • Также возможен анализ вентилируемости фасадов, освещенности, внутренних и внешних потоков воздуха и инсоляции.
	23	3D-координация	• Процесс, где информационные модели используются в ходе проектирования и строительства для выявления коллизий и координации возможных несоответствий. • В ходе проектирования проверка на коллизии позволяет убедиться в наличии достаточного места для всех спроектированных элементов. • В ходе строительства цель выявления коллизий — урегулирование несоответствий между основными системами до их монтажа.
Строительство	24	3D контроль и планирование	• Процесс, где цифровые информационные модели используются при планировке сборок элементов и составлении чертежей сборок конструкций

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
	25	Библиотека компонентов производителей	• Процесс, обеспечивающий специалистам доступ к информации о компонентах конкретных производителей из внешнего источника. • В настоящее время ряд организаций занимаются разработкой библиотек компонентов производителей с использованием разных форматов представления информации, включая нативные форматы, используемые существующим программным обеспечением по информационному моделированию, и открытый формат данных IFC.
	26	Информация производителя	• Процесс, при котором цифровая информационная модель способствует оценке информации, предоставленной производителем в библиотеке компонентов в машиночитаемом формате. • Степень зрелости библиотеки компонентов растет и в конечном итоге будет содержать не только графическую информацию и геометрическую информацию о размерах, но и информацию о технических характеристиках, технических возможностях и допусках, первоначальной стоимости, общей стоимости владения, техобслуживании и ремонте, экологических показателях, среднем времени до отказа, монтаже и гарантии, а также другую информацию, способствующую выбору подходящего продукта для проектируемого объекта. • Это подробная информация об объекте, предоставляющая доступ ко всей известной информации об изготовленном продукте, которая потенциально также будет включать в себя списки запчастей и идентифицируемую номенклатуру для заказа запчастей для техобслуживания и ремонта существующих объектов. В нее также может входить информация об эксплуатационных характеристиках и прочая информация, способствующая выбору компонентов.
	27	Выбор компонентов производителей	• Процесс использования цифровой информационной модели для идентификации объектов и использования информации, представленной в библиотеках компонентов, способствующая выбору наиболее предпочтительных изделий, материалов и оборудования. Чем больше информации, тем

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
			правильнее принимаемые решения. • Данный процесс аналогичен таблицам сравнения, на сегодняшний день предлагаемым по многим изделиям, материалам и оборудованию.
	28	Закупки	• Процесс использования цифровой информационной модели, при котором после выбора объекта его заказ оформляется в электронном виде, что позволяет обеспечить планирование поставок «точно в срок» и получение полного пакета документации по процессу управления объектом на протяжении его жизненного цикла. • В рамках данного процесса получателю направляется информация, потенциально позволяющая отслеживать объект на стадиях его изготовления и доставки. • Процесс может использоваться для первичной закупки и для поддержки потока заказов для действующих объектов. • Данный процесс может быть привязан к автоматическим инструментам оформления заказов, при помощи которых осуществляется заказ, хранение, учет запасов и отслеживание наличия запасных частей для текущего техобслуживания и ремонта. • Данный процесс также может поддерживать работу и быть привязанным к системам управления рабочим пространством для проведения работ по плановому техобслуживанию и ремонту, требующих закупки продуктов в ходе эксплуатации и ТО.
	29	Валидация на соответствие требованиям, строительным нормам и правилам	• Процесс, в котором при помощи программного обеспечения, применяемого для проверки на соответствие строительным нормам и правилам, а также требованиям заказчика и других регуляторов на основе информационной модели (моделей). • Фактически это «проверка правописания» строительных моделей. • По мере развития и усовершенствования инструментов проверки моделей и включения в них все большего числа норм и правил, процесс валидации на соответствие нормам будет все шире применяться в проектировании.

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
	30	Сборка и монтаж строительных конструкций и инженерных систем	• Процесс, в котором цифровая информационная модель используется для виртуальной сборки сложных систем здания (напр., технических этажей, вентилируемых фасадов, остекления, опалубки, крепежных элементов и т.д.) с целью повышения эффективности планирования и качества результатов работ.
	31	Планирование стадий проекта	• Процесс, в котором цифровая информационная модель с добавленным измерением времени используется для эффективного планирования стадий проекта, включая строительство, эксплуатацию в период реновации, переоснащение, а также для демонстрации последовательности строительных работ и требований к пространству на строительной площадке для выполнения работ. • Цифровая информационная модель с измерением времени (также называется 4D) — важный инструмент визуализации и коммуникации, позволяющий лучше понимать основные вехи проекта, календарные графики и планы строительно-монтажных работ.
	32	Цифровое изготовление	• Процесс, в котором на заводском промышленном оборудовании объекты изготавливаются непосредственно на основе цифровых моделей для дальнейшей сборки на стройплощадке. • Цифровое изготовление позволяет повысить качество контроля конструктивных и инженерных систем здания и их компонентов, при этом повышая общую безопасность проекта.
	33	Логистика материалов	• Использование цифровой информационной модели (моделей) для отслеживания движения материалов, поставленных на проект, в привязке к плану-графику и последовательности сборочных работ. • Обеспечивает идентификацию материалов после закупки, включая доставку, расположение мест складирования и т.д. • При заводском изготовлении данный процесс можно использовать для отслеживания хода изготовления и доставки.
	34	Геодезические разбивочные работы	• Процесс, позволяющий передавать информацию из модели в электронные устройства для выноса точек в натуру, что обеспечивает точность разбивки в соответствии с моделью. • Данная информация может использоваться для

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
			сравнения (обеспечения/контроля качества) реального объекта с моделью. • Устройства обеспечивают точное размещение и монтаж крепежа труб и воздуховодов, элементов конструкций. • Также существует возможность передачи информации технике для производства земляных работ, что обеспечивает точность профилирования и соблюдение высотных отметок.
	35	Обеспечение/контроль качества	• Процесс, в котором цифровая информационная модель используется для выполнения действий по обеспечению/контролю качества. • Обеспечение качества — способ применения информационной модели для сокращения количества ошибок и дефектов в изготовленных продуктах, входящих в состав построенного объекта. В стандартах ИСО 9000 обеспечение качества определяется как «часть управления качеством, ориентированная на обеспечение уверенности в том, что требования к качеству будут выполнены». • Контроль качества — процесс, в котором цифровая информационная модель используется для экспертизы качества всех производственных факторов. В стандартах ИСО 9000 контроль качества определяется как «часть управления качеством, ориентированная на выполнение требований к качеству».
	36	Приемка работ заказчиком	• Бизнес-процесс, позволяющий использование информации, хранимой в цифровой информационной модели, для валидации хода реализации проекта и обеспечения соблюдения заявленных заказчиком целей и задач объекта как с концептуальной точки зрения, так и с договорной.
	37	Подготовка актов выполненных работ	• Процесс использования цифровой информационной модели для отслеживания незавершенных работ, валидации завершенных работ и произведения оплаты подрядчикам и субподрядчикам.

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
	38	Лазерное сканирование	• Процесс использования цифровой информационной модели и лазерных сканеров с целью валидации результатов строительства путем соотнесения их с цифровой информационной моделью. • Данный метод позволяет быстро определять формы объектов, зданий и ландшафта. Полученное облако точек может интерпретироваться и использоваться программным обеспечением для создания информационной модели существующей ситуации.
	39	Ввод в эксплуатацию	• Процесс использования цифровой информационной модели для проверки всех (или некоторых, в зависимости от объема) подсистем непосредственно перед сдачей с целью обеспечения соответствия требований заказчика. • Повторная пуско-наладка – периодический процесс тестирования и наладки систем существующих зданий с использованием оригинальной исходной проектной цифровой информационной модели для обеспечения непрерывной эффективной работы и проведения анализа на экологичность и энергоэффективность.
Эксплуатация	40	Актуализация модели	• Процесс, при котором проектные цифровые информационные модели корректируются в ходе авторского надзора с целью более точного представления завершенного объекта и входящих в его состав активов. • Потенциально это предполагает информацию не только об основных архитектурных элементах и элементах инженерных систем, но и об оборудовании и основных фондах. Актуализированные модели передаются заказчику при вводе объекта в эксплуатацию и используются на стадии эксплуатации.
	41	Исполнительная модель («как построено»)	• Процесс, при котором цифровые информационные модели представляют точное отображение физических условий и окружения объекта и входящих в его состав основных фондах. • Потенциально это предполагает информацию не только об основных архитектурных элементах и элементах инженерных систем, но и об оборудовании и основных фондах.

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
			• Такие модели будут в точности отображать существующее пространство и могут содержать ссылки на такую информацию как гарантийные обязательства на отдельные компоненты здания.
	42	Управление активами	• Процесс использования цифровой информационной модели, при котором организованная система управления эффективно способствует осуществлению эксплуатации и техническому обслуживанию объекта и входящих в его состав основных фондов. • Входящие в цифровые информационные модели активы, представляющие собой здания, системы, окружающую среду и оборудование, должны проходить техобслуживание и модернизацию и эксплуатироваться на уровне производительности, удовлетворяющем и собственника, и пользователей при минимальных расходах. • Цифровые информационные модели помогают в принятии финансовых решений, краткосрочном и долгосрочном планировании, а также обеспечивают ведение актуальной базы данных активов компании.
	43	Управление площадями	• Процесс использования цифровой информационной модели (моделей) для эффективного распределения, управления и мониторинга рабочих площадей и ресурсов. • При помощи цифровой информационной модели (моделей) организация, управляющая активами, может проводить анализ использования существующих площадей и соответствующим образом управлять арендой площадей, использованием площадей и будущими реконструкциями на протяжении всего жизненного цикла объекта.
	44	Информация о техобслуживании и ремонте	• Процесс, обеспечивающий сбор и хранение информации о техобслуживании и ремонте объектов, подлежащей внесению в цифровую информационную модель. • Вся информация доступна в цифровом виде. Важно обеспечить возможность ее получения в форме, удобной для применения и передачи в информационную модель. • Библиотеки компонентов, после их подключения – самый простой способ сбора такой информации.

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
			• Данный инструмент также должен предусматривать возможность обновления цифровых информационных моделей по мере выполнения рабочих заданий и в случае изменения спецификаций объектов.
	45	Документация по управлению объектами	• Процесс разработки схемы данных об объекте для передачи информации в модель, обеспечивающей передачу информации из моделей в интегрированные системы управления рабочим пространством. • Необходимо предусмотреть возможность передачи текстовых и графических объектов данных. • Величина объема данных об объекте зависит от способности управляющей организации осуществлять их сбор и ведение.
	46	Составление план-графиков технического обслуживания	• Процесс, при котором конструкции здания (стены, перекрытия, крыша и т.д.) и инженерное оборудование здания (механическое, электротехническое, водопроводное и т.д.) проходят техобслуживание в течение срока эксплуатации объекта при использовании цифровых информационных моделей. • Правильная программа техобслуживания позволяет повысить эксплуатационные характеристики здания, сократить объем ремонта энергетического оборудования и снизить общие расходы на техобслуживание.
	47	Планирование действий в чрезвычайных ситуациях	• Процесс, при котором сотрудники экстренных служб имеют доступ к критически важной информации о здании в форме цифровых информационных моделей. • Из цифровых информационных моделей сотрудники экстренных служб получают критически важную информацию о здании, что позволяет повысить эффективность мер по ликвидации аварий и минимизировать риски, связанные с безопасностью. • Динамическая информация о здании содержится в системах автоматизации зданий, а статическая информация о здании, в том числе планы этажей и схемы расположения оборудования — в цифровых информационных моделях.

Стадия ЖЦ	№ №	Задача применения информационного моделирования	Описание
			• Две указанные системы соединяются через беспроводное соединение, таким образом сотрудники экстренных служб имеют доступ к единой системе. Соединенные с системами автоматизации зданий цифровые информационные модели четко показывают место аварии, возможные пути доступа к этой зоне и места расположения опасных материалов и оборудования в здании.
	48	Управление безопасностью	• Процесс установления и оценки зон безопасности, расположенных на объекте, при помощи цифровых информационных моделей. Данная оценка позволяет обеспечить отсутствие недостатков в стратегии по обеспечению безопасности.
	49	Управление связью	• Процесс привязки цифровых информационных моделей к управлению размещением персонала, позволяющий удостовериться в наличии установленных телефонных аппаратов и оплаты за минимальное количество линий. • Это также обеспечивает функционирование компьютеров с фиксированным размещением при нахождении в помещении человека.
	50	Навигация	• Процесс использования цифровых информационных моделей для ведения документации и оказания содействия пользователям объекта. Навигация означает все способы ориентирования людей (и животных) в физическом пространстве и пути их перемещения из одной точки в другую.

Список использованных источников

1. *BIM Use Case Documentation* - buildingSMART, 2018, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: gost.e-ecolog.ru

   gost.e-ecolog.ru
2. *The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses* - The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: gost.e-ecolog.ru
3. *BIM Project Execution Planning Guide v2.1* - The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: gost.e-ecolog.ru
4. *AN ONTOLOGY OF THE USES OF BUILDING INFORMATION MODELING* - The dissertation of Ralph G. Kreider, The Penn. state University, USA, 2013
5. *The Contractors' Guide to BIM, Edition 2d* - AGC Research Foundation, Las Vegas, NV. –, Associated General Contractors of America. (2010).
6. *Singapore VDC Guide, Version 1.0* – Singapore, 2017, [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

   gost.e-ecolog.ru

   gost.e-ecolog.ru
7. *The BIM Uses Guide* - The University Construction Management Council, Harvard University, USA
8. *PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling.* - British Standards Institution, UK, [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

   gost.e-ecolog.ru
9. Common BIM Requirements, v1.0, COBIM, buildingSMART, Finland, 2012, [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

   gost.e-ecolog.ru

10. *BIM Project Inception Guide, v1.0*, - NATSPEC, Construction Information Systems Limited, Australia, 2014, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bimingargentina.files.wordpress.com/2016/01/natspec_bim_guide.pdf

11. *BIM Uses Guideline* - The Massachusetts Port Authority (Massport), USA, 2016, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: *https://www.massport.com/media/1142/appendix-a-072115-web.pdf*

12. *Benefit Evaluation of Implementing BIM in Construction Projects,* Hui-Yu Chou and Pei-Yu Chen 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 245 062049, [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru