|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ | | |
|  | НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | ГОСТ Р 10.01.0002—202Х  (проект, окончательная редакция) |

Единая система информационного моделирования

Строительная информационная модель

Правила построения

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Москва

2021

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Национальной Ассоциацией инженеров-консультантов в строительстве (НАИКС)

2 ВНЕСЁН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от №

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ "О стандартизации в Российской Федерации". Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе "Национальные стандарты", а официальный текст изменений и поправок - в ежемесячном информационном указателе "Национальные стандарты". В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты". Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет ([www.rst.gov.ru](http://www.rst.gov.ru)).

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации.

Содержание

[1 Область применения 1](#_Toc84951418)

[2 Нормативные ссылки 2](#_Toc84951419)

[3 Термины и определения 4](#_Toc84951420)

[3.1 Термины и определения, относящиеся к моделям 4](#_Toc84951421)

[3.2 Термины и определения, относящиеся к строительным проекту и продукту 8](#_Toc84951422)

[3.3 Термины и определения, относящиеся к строительному производству 10](#_Toc84951423)

[3.4 Термины и определения, относящиеся к технологичности и методам строительства 13](#_Toc84951424)

[3.5 Термины и определения, относящиеся к календарно-сетевому планированию 14](#_Toc84951425)

[3.6 Термины и определения, относящиеся к рабочим процессам 15](#_Toc84951426)

[3.7 Термины и определения, относящиеся к ресурсам 16](#_Toc84951427)

[3.8 Термины и определения, относящиеся к организационным единицам 17](#_Toc84951428)

[4 Обозначения и сокращения 17](#_Toc84951429)

[5 Основные положения информационного моделирования строительного производства 19](#_Toc84951430)

[5.1 Цели 19](#_Toc84951431)

[5.2 Аспекты моделирования строительного производства 21](#_Toc84951432)

[5.3 Основные принципы построения СИМ как способы достижения обозначенных целей 22](#_Toc84951433)

[5.4 Основные положения по организации работ 25](#_Toc84951434)

[5.5 Сценарии и порядок использования 29](#_Toc84951435)

[5.6 Организация ситуационно-моделирующего центра 46](#_Toc84951436)

[6 Принципы структурирования строительной информационной модели 49](#_Toc84951437)

[6.1 Общее положение 49](#_Toc84951438)

[6.2 Аспекты, через которые производится структурирование 50](#_Toc84951439)

[7 Структура строительной информационной модели 51](#_Toc84951440)

[7.1 Общие правила 51](#_Toc84951441)

[8 Состав строительной информационной модели 54](#_Toc84951442)

[8.1 Общие правила 54](#_Toc84951443)

[8.2 Строительная информационная модель 54](#_Toc84951444)

[8.3 Строительная цифровая информационная модель 55](#_Toc84951445)

[8.4 Модели обеспечения 55](#_Toc84951446)

[8.5 Записи строительного производства 56](#_Toc84951447)

[9 Принципы формирования элементного состава строительной информационной модели 56](#_Toc84951448)

[9.1 Атрибутивные данные СЦИМ в части СП ЦИМ 56](#_Toc84951449)

[9.2 Геометрические данные СЦИМ и СП ЦИМ 57](#_Toc84951450)

[9.3 Атрибутивные данные СЦИМ в части КСГ 58](#_Toc84951451)

[9.4 Верификация моделей 60](#_Toc84951452)

[10 Требования к программно-аппаратному оснащению 61](#_Toc84951453)

[10.1 Общие требования 61](#_Toc84951454)

[10.2 Требования к программному оснащению 61](#_Toc84951455)

[10.3 Требования к аппаратному оснащению 63](#_Toc84951456)

[Приложение А Примеры структур строительной информационной модели 66](#_Toc84951457)

[А.1 Структура промышленного комплекса 66](#_Toc84951458)

[А.2 Структура инфраструктурного комплекса 69](#_Toc84951459)

[А.3 Структура жилого комплекса 71](#_Toc84951460)

[Приложение Б Пример структур отдельных систем объекта капитального строительства 74](#_Toc84951461)

[Б.1 Архитектурно-строительные системы 74](#_Toc84951462)

[Б.2 Система отопления, вентиляции и кондиционирования 76](#_Toc84951463)

[Б.3 Система электроснабжения 77](#_Toc84951464)

[Б.4 Система освещения 78](#_Toc84951465)

Введение

Настоящий стандарт является частью системы стандартов «Единая система информационного моделирования».

Настоящий стандарт разработан в целях обеспечения единства терминологии и понятий в строительном информационном моделировании, установления принципов и базовых требований к построению строительной информационной модели так, чтобы:

* обеспечить целостность, полноту, непротиворечивость, точность, достоверность, своевременность, актуальность, преемственность, взаимосвязанность и согласованность данных в информационных потоках между реализуемыми сценариями использования информационных моделей для задач подготовки и реализации строительных проектов;
* заложить системные основы для построения единого информационного пространства для участников строительного проекта, повысив оперативность получения ими необходимой информации и в целом качество коммуникаций в строительном проекте;
* повысить достоверность прогнозных оценок и качество отчётности, необходимых для своевременного и объективного принятия управленческих решений по строительному проекту;
* снизить трудоёмкость вариантного строительного информационного моделирования, осуществляемого с целью поиска наиболее целесообразного, в том числе с точки зрения экономической эффективности и организационно-технологической надёжности.

Достижение вышеобозначенных целей позволяет:

* облегчить использование технологий информационного моделирования на этапах строительства, реконструкции и капитального ремонта, и переход к системе управления жизненным циклом объектов капитального строительства;
* облегчить выявление, сравнительный анализ, накопление, повторное использование и совершенствование типовых организационно-технологических решений;
* повысить уровень зрелости применения технологий информационного моделирования [1] и уровень зрелости управления [2] строительными проектами;
* повысить вероятность реализации строительных проектов в рамках их целевых показателей;
* снизить непроизводственные издержки участников строительного проекта и повысить рентабельность их деятельности;
* повысить конкурентоспособность строительных компаний;
* облегчить интеграцию строительной деятельности в экосистему цифровой экономики [11].

|  |
| --- |
| НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| Единая система информационного моделирования  СТРОИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ  Правила построения  The unified system of information modeling.  Construction information model. Rules for building a model |
| Дата введения — 2021 — ХХ — ХХ |

# Область применения

Настоящий стандарт устанавливает терминологическую базу информационного моделирования строительного производства, принципы и общие требования к построению строительных информационных моделей, которые могут использоваться:

* заказчиками, техническими заказчиками, которые хотят быть уверенными в способности строительных организаций реализовывать строительные проекты в рамках их целевых показателей;
* проектными и строительными организациями, стремящимися к устойчивому успеху своей производственной деятельности;
* для повышения эффективности работы органов, осуществляющих контрольно-надзорную деятельность в строительных проектах;
* организациями, которые хотят быть уверенными в своей цепочке поставок, и в том, что их требования к продукции и услугам будут выполнены поставщиками;
* организациями и заинтересованными сторонами, которые стремятся улучшать взаимодействие через общее понимание терминологии, используемой в информационном моделировании строительного производства;
* организациями и специалистами, проводящими оценку соответствия требованиям единой системы информационного моделирования;
* обучающимися и организациями, которые проводят обучение, оценку или консультирование в области информационного моделирования;
* разработчиками стандартов организаций и требований к информационному моделированию строительного производства;
* организациями и специалистами, которые осуществляют разработку строительных информационных моделей и/или их частей.

Настоящий стандарт может применяться организациями любого типа в отношении строительных проектов любых видов, независимо от их сложности, масштаба или продолжительности.

# Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р 10.0.05-2019/ИСО 12006-2:2015 Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Строительство зданий. Структура информации об объектах строительства. Часть 2. Основные принципы классификации

ГОСТ Р 56715.5-2015 Проектный менеджмент. Системы проектного менеджмента. Часть 5. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 10007-2019 Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту конфигурации

ГОСТ Р ИСО 21500-2014 Руководство по проектному менеджменту

ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство

ГОСТ Р ИСО 6707-1-2020 Здания и сооружения. Общие термины

ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003

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

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

# Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по проекту ГОСТ Р 10.00.0001, СП 333.1325800, ГОСТ Р ИСО 9000, ГОСТ Р ИСО 21500 и ГОСТ Р ИСО 31000, а также следующие термины с соответствующими определениями:

## Термины и определения, относящиеся к моделям

**информационная модель**: Совокупность взаимосвязанных данных, описывающих аспекты объекта моделирования.

**объект капитального строительства**: Здание, строение, сооружение, объекты, строительство которых не завершено (далее – объекты незавершенного строительства), за исключением некапитальных строений, сооружений и неотделимых улучшений земельного участка (замощение, покрытие и другие).

[3, глава 1, статья 1, пункт 10]

**информационная модель объекта капитального строительства** (ИМ ОКС): 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.

[3, глава 7, статья 1, пункт 10.3]

**цифровая информационная модель** (трёхмерная модель): Электронный документ в составе информационной модели объекта капитального строительства (ИМ ОКС), представленный в цифровом объектно-пространственном виде.

[СП 333.1325800.2020, пункт 3.1.6]

Примечание— Примерами цифровой информационной модели (ЦИМ) являются цифровая информационная модель объекта капитального строительства (ЦИМ ОКС), инженерная цифровая модель местности (ИЦММ) и другие виды цифровых информационных моделей, применяемых для различных целей.

**цифровая информационная модель объекта капитального строительства** (ЦИМ ОКС): Совокупность взаимосвязанных инженерно-технических и инженерно-технологических данных об объекте капитального строительства, представленных в цифровом объектно-пространственном виде.

[СП 333.1325800.2020, пункт 3.1.4]

**инженерная цифровая модель местности** (ИЦММ): Совокупность взаимосвязанных инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических, инженерно-экологических данных, инженерно-геотехнических данных и данных о территории объекта капитального строительства, представленных в цифровом виде для автоматизированного решения задач управления процессами на жизненном цикле объектов капитального строительства.

[СП 333.1325800.2020, пункт 3.1.5]

**атрибутивные данные**: Существенные свойства элемента цифровой информационной модели, определяющие его характеристики, представленные в виде алфавитно-цифровых символов.

[СП 333.1325800.2020, пункт 3.1.9]

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

[СП 333.1325800.2020, пункт 3.1.10]

**строительное представление цифровой информационной модели** (СП ЦИМ): Цифровая информационная модель, сформированная связанным образом из ЦИМ ОКС и/или ИЦММ, элементный состав, геометрические и атрибутивные данные которой представлены с учётом моделируемой технологии строительного производства.

**календарно-сетевой график** (КСГ): Динамическая информационная модель производственного процесса, отражающая технологическую последовательность выполнения работ с учётом их объёма и потребностей в ресурсах, сбалансированная в рамках имеющихся ограничений.

**строительная цифровая информационная модель** (СЦИМ): Совокупность взаимосвязанных организационно-технологических решений по основным и вспомогательным строительным процессам, представленных в едином цифровом объектно-пространственном и временном виде.

Примечание — СЦИМ объединяет в единую модель СП ЦИМ и соответствующий ему КСГ (КСГ СЦИМ). СЦИМ является частью строительной информационной модели и отвечает на вопросы: что, в каком объёме и каким образом, в какие сроки и какими ресурсами должно быть выполнено в части основных и вспомогательных строительных процессов; текущий статус выполнения работ и затраченных ресурсов.

**модель обеспечения**: Совокупность организационно-технических решений по обеспечивающим строительным процессам (обеспечение строительного производства всеми необходимыми ресурсами), основанных и взаимоувязанных со СЦИМ, и представленных в цифровом виде.

**записи строительного производства** (ЗСП): объективные свидетельства (сведения, документы и материалы, подтверждающие наличие или истинность чего-то), фиксируемые в цифровом виде по ходу строительного производства, необходимые для контроля хода выполнения и приёмки работ по строительному проекту, а также для контроля технического состояния объектов незавершенного строительства.

Примечание — Различают ЗСП, используемые для управленческого учёта, строительного контроля [4] и надзора, а также приёмки выполненных объёмов работ и ввода объекта капитального строительства в эксплуатацию.

**строительная информационная модель** (СИМ): Информационная модель строительного производства, используемая для его планирования и организации, а также мониторинга и регулирования хода работ.

Примечание — СИМ создаётся на базе ЦИМ и документации, сформированных при изысканиях и архитектурно-строительном проектировании объекта капитального строительства, и актуализируется по фактическим результатам хода работ. Составляющими СИМ являются: СЦИМ, связанные с ней модели обеспечения и ЗСП в части управленческого учёта.

**исполнительная информационная модель**: Информационная модель результатов строительного производства, отражающая фактическое исполнение проектных решений по мере выполнения работ, используемая для сбора, обработки и хранения информации о фактических качестве и объёмах работ, а также как основание для осуществления приёмки выполненных объёмов работ и ввода объекта капитального строительства в эксплуатацию.

Примечание — Исполнительная информационная модель состоит из ЦИМ «Строительная модель качества» и создаваемой на её основе ЦИМ «Исполнительная модель», а также ЗСП строительного контроля и надзора, приёмки выполненных объёмов работ и ввода в эксплуатацию [4]. ЦИМ «Строительная модель качества» создаётся на базе ЦИМ и документации, сформированных при изысканиях и архитектурно-строительном проектировании объекта капитального строительства, и/или на базе СИМ.

## Термины и определения, относящиеся к строительным проекту и продукту

**строительный проект**: Проект, предпринятый для строительства, реконструкции или капитального ремонта объекта капитального строительства.

**очередь строительства**: Часть строительного проекта, состоящая из группы зданий и/или сооружений, ввод которых в эксплуатацию обеспечивает выпуск продукции или оказание услуг, предусмотренных строительным проектом.

Примечание — Очередь строительства может состоять из одного или нескольких пусковых комплексов.

**пусковой комплекс**: Совокупность объектов строительства (или их частей) основного, подсобного и обслуживающего назначения, энергетического, транспортного и складского хозяйства, связи, инженерных коммуникаций, охраны окружающей среды, благоустройства, обеспечивающих выпуск продукции или оказание услуг, определённых для данного пускового комплекса, и нормальные санитарно-бытовые условия труда для работающих, согласно действующим нормам.

**строительный узел**: Здание, сооружение или их группа выраженного функционального назначения или его конструктивно обособленная часть, в пределах которой производятся строительно-монтажные работы до технической готовности, необходимой для передачи узла для монтажа технологических линий или установок, а в случае отсутствия таковых – для ввода в эксплуатацию.

Примечание — Основным критерием при определении состава и границ строительного узла является необходимость создания геометрической неизменяемости части здания и возможно близкое совпадение с границами технологических узлов.

**технологический узел**: Конструктивно обособленная часть технологической линии, в границах которой производятся строительно-монтажные работы до технической готовности, необходимой для проведения пусконаладочных работ.

**здание**: Результат строительства, представляющий собой объемную строительную систему, имеющую надземную и (или) подземную части, включающую в себя помещения, сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения и предназначенную для проживания и (или) деятельности людей, размещения производства, хранения продукции или содержания животных.

[5, статья 2, пункт 2.6]

**сооружение**: Результат строительства, представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов.

[5, статья 2, пункт 2.23]

**этаж здания**: Часть здания между высотными отметками верха перекрытия или пола по грунту и верха вышерасположенного перекрытия (покрытия), включающая пространство высотой в чистоте (от пола до потолка) 1,8 м и более.

[СП 54.13330.2016, подраздел 3.31]

**захватка**: Участок, отводимый бригаде для выполнения задания в течение определенного времени и получения законченной строительной продукции.

## Термины и определения, относящиеся к строительному производству

**строительный процесс** (construction process):Процесс, использующий ресурсы для достижения результатов строительства.

Примечание — Термин заимствован из пункта 3.3.2 ГОСТ Р 10.0.05-2019/ИСО 12006-2:2015 в адаптированном для целей настоящего стандарта виде.

**результат строительства** (construction result): Строительный объект, образованный или приведенный в измененное состояние в результате одного или нескольких строительных процессов с использованием одного или нескольких ресурсов.

Примечание — Термин заимствован из пункта 3.4.6 ГОСТ Р 10.0.05-2019/ИСО 12006-2:2015 в адаптированном для целей настоящего стандарта виде.

**производственный процесс** (production process): Строительный процесс, в результате которого образуется искусственная среда.

[ГОСТ Р 10.0.05-2019/ИСО 12006-2:2015, пункт 3.3.6]

Примечание — Производственный процесс в соответствии с научной организацией труда разделяют по назначению на основные (например, монтаж каркаса здания, установка монтируемого элемента в проектное положение), вспомогательные (например, устройство подмостей, ограждения стенок траншей, обустройство монтируемых конструкций вспомогательными навесными приспособлениями) и обеспечивающие (например, закупка и поставка материалов, разработка строительной документации) строительные процессы.

**строительное производство**: Производственная система, реализующая производственный процесс, приводящий к законченному результату строительства, отвечающему установленным целевым показателям строительного проекта.

**технология строительного производства**: Система решений по технологиям возведения строительных объектов и технологиям строительных процессов для конкретного строительного проекта.

**технология возведения строительных объектов**: Система взаимодействия строительных процессов, учитывающая соответствующие правила и ограничения, для достижения результата по возведению строительного объекта (комплекса, элемента).

**технология строительного процесса**: Система взаимодействия необходимых ресурсов (материальных, технических, энергетических, трудовых и временных), учитывающая соответствующие правила и ограничения, для достижения результата строительного процесса.

**организационно-технологические решения** (ОТР): Система организационных мероприятий и решений по технологии строительного производства для конкретного строительного проекта.

**надёжность организационно-технологическая** (ОТН): Способность организационно-технологических решений с заданной вероятностью обеспечивать достижение заданного результата функционирования строительного производства в условиях случайных возмущений, присущих строительству.

**технологичность**: Комплексная характеристика технического уровня и совершенства выбранных объёмно-конструктивных решений строительного объекта или его части, позволяющая оценить их с точки зрения достижения оптимальных трудовых и материальных затрат, повышения производительности труда, сокращения времени на производство, в том числе транспортировку и монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт.

Примечание — Строительная технологичность существенно влияет на организационно-технологическую надежность строительного производства.

**планирование строительного производства**: Определение, оценка и распределение ресурсов во времени и пространстве в соответствии с выбранным вариантом организационно-технологических решений для достижения прогнозируемых результатов функционирования строительного производства.

Примечание — Планирование разделяется на перспективное (многолетнее) и текущее (годовое). Реализация текущего плана достигается через организацию строительного производства, а также через текущее и оперативное управление им.

**организация строительного производства**: Реализация организационных мероприятий по приведению строительного производства в плановое состояние.

**управление реализацией строительного производства**: Мониторинг и регулирование строительного производства, включая перераспределение во времени и пространстве предусмотренных планами ресурсов, для достижения заданного результата.

Примечание — Управление реализацией строительного производства разделяется на текущее (годовое) и оперативное (месячное, недельно-суточное).

## Термины и определения, относящиеся к технологичности и методам строительства

**узловой метод строительства**: Метод, при котором осуществляется членение комплексных объектов на строительные и технологические узлы, и создание на этой основе системы подготовки и реализации строительного производства, позволяющей проводить пусконаладочные работы и сдачу в эксплуатацию узлов в необходимой функциональной и/или технологической последовательности.

Примечание

Применение узлового метода строительства позволяет:

- чётко координировать работу в пределах каждого узла и по комплексу в целом;

- создать основу для качественного и надёжного планирования строительных процессов, комплектования материально-техническими и трудовыми ресурсами, оперативного управления и диспетчерского контроля за ходом строительства;

- обеспечить необходимую детализацию организационно-технологической документации на всех уровнях управления строительным производством;

- сконцентрировать и наиболее рационально использовать ресурсы;

- повысить эффективность применения поточного метода строительства.

**поточный метод строительства**: Метод выполнения строительных процессов, при котором обеспечивается планомерный, ритмичный выпуск готовой строительной продукции на основе непрерывной и равномерной работы трудовых коллективов, обеспеченных своевременной и комплектной поставкой всех необходимых видов ресурсов в рамках выделенных для них фронтов работ.

Примечание — Поточный метод строительства аналогичен конвейеру в машиностроении.

**фронт работ**: Суммарная протяжённость (площадь) рабочих мест, необходимая для работы бригады или звена в течение определенного срока без вынужденных перерывов в работе.

Примечание — Через фронт работ производится расчёт характеристик потока.

## Термины и определения, относящиеся к календарно-сетевому планированию

**структура декомпозиции продукта** (СДП): Представление результатов строительного проекта как готового продукта, описывающее состав и иерархию компонентов продукта в виде древовидной структуры во взаимосвязи «целое-часть».

Примечание — СДП идентичен по формату структуры декомпозиции работ, но является отдельным представлением и используется на более раннем этапе процесса планирования. СДП фокусируется на каталогизации всех результатов (продуктов), необходимых для достижения цели строительного проекта. СДП способствует созданию структуры декомпозиции работ, которая определяет задачи и мероприятия, необходимые для достижения этих результатов.

**структура декомпозиции работ** (СДР): Представление СДП в соответствии с выбранной технологией возведения строительных объектов.

**пакет работ**: Элемент СДР, расположенный на самом низком уровне иерархии каждого ответвления СДР. Пакет работ включает в себя работы, необходимые для достижения результата поставки пакета работ.

**базовый план**: КСГ, зафиксированный в проекте организации строительства, используемый в качестве основы для контроля целевых показателей строительного проекта.

## Термины и определения, относящиеся к рабочим процессам

**рабочий процесс простой**: Совокупность технологически связанных между собой рабочих операций, характеризующаяся однородностью создаваемой продукции, осуществляемых одним рабочим или группой рабочих (звеном или специализированной бригадой).

Примечание — Каждая рабочая операция состоит из рабочих приёмов, которые включают рабочие движения. Рабочие приёмы и движения выполняет один рабочий.

**рабочий процесс комплексный**: Совокупность одновременно осуществляемых разнородных рабочих простых процессов, находящихся во взаимной организационной и технологической зависимости, и связанных единством конечной продукции.

Примечание — Комплексный рабочий процесс, как правило, выполняется группой согласованно работающих исполнителей различных специальностей и разной квалификации (комплексной бригадой).

## Термины и определения, относящиеся к ресурсам

**ресурс**: Активы организации, которые предназначены для использования или потребления в ходе выполнения производственного процесса.

**ресурс материальный**: Предмет труда, предназначенный для потребления целиком в производственном процессе, который переносит свою стоимость сразу и полностью на строительный продукт, в состав которого он вошёл.

Примечание — Например, арматура, бетонная смесь, сыпучие материалы, трубы, кабели, металлоконструкции, монтируемое оборудование и т.п.

**ресурс технический**: Средство труда, предназначенное для участия или обслуживания производственного процесса в течение длительного времени, участия во многих производственных циклах, сохраняющее в процессе производства свою первоначальную форму, переносящее по частям свою стоимость на продукцию, выполненную с её участием.

Примечание — Например, строительные машины и механизмы, инструмент, оснастка, строительная информация и т.п.

**ресурс трудовой**: Люди, предназначенные для участия в производственном процессе.

**ресурс энергетический**: Носитель энергии, энергия которого предназначена для потребления в производственном процессе.

**ресурс денежный**: Денежные средства, предназначенные для приобретения всех других ресурсов, необходимых для осуществления производственного процесса.

**ресурс времени**: Время, отведённое для выполнения работ(ы) производственного процесса.

**норма времени**: Рабочее время, необходимое для изготовления единицы доброкачественной строительной продукции рабочим соответствующей профессии, специальности или квалификации в условиях правильной организации производства работ и применения современных методов труда.

## Термины и определения, относящиеся к организационным единицам

**звено**: Группа рабочих одной профессии, выполняющих совместно простые рабочие процессы.

Примечание — Численность звена обуславливается рациональной организацией труда, состав обычно колеблется в пределах от двух до пяти человек.

**бригада**: Несколько звеньев рабочих, объединённых для совместного производства одного и того же вида работ.

Примечания

1) бригада специализированная состоит из звеньев рабочих одной профессии численностью около 25-30 человек, выполняющих работы одного вида (малярные, штукатурные, плиточные и т.п.);

2) бригада комплексная состоит из рабочих разных профессий численностью около 40-50 человек, занятых выполнением одновременно протекающих разнородных рабочих процессов, связанных единством конечной продукции (бригада отделочников – это штукатуры, маляры и плиточники, бригада бетонщиков – это опалубщики, плотники, арматурщики, бетонщики).

# Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ВЗиС – временные здания и сооружения;

ВОР – ведомость объёма работ;

ЕИП – единое информационное пространство;

ИМ – информационная модель;

ИМ ОКС – информационная модель объекта капитального строительства;

ИЦММ – инженерная цифровая модель местности;

ЗСП – записи строительного производства;

НМЦ – начальная максимальная цена;

КСГ – календарно-сетевой график;

КСИ – классификатор строительной информации;

МТР – материально-технические ресурсы;

ОВиК – отопление, вентиляция и кондиционирование;

ОТН – организационно-технологическая надёжность;

ОТР – организационно-технологические решения;

ПНР – пусконаладочные работы;

ПОС – проект организации строительства;

СДП – структура декомпозиции продукта;

СДР – структура декомпозиции работ.

СИМ – строительная информационная модель;

СМР – строительно-монтажные работ;

СМЦ – ситуационно-моделирующий центр;

СОД – среда общих данных;

СП ЦИМ – строительное представление цифровой информационной модели;

СЦИМ – строительная цифровая информационная модель;

ТИМ – технологии информационного моделирования;

ТЭП – технико-экономические показатели;

ФЭМ – финансово-экономическая модель;

ЦИМ ОКС – цифровая информационная модель объекта капитального строительства;

ERP – Enterprise Resource Planning (планирование ресурсов предприятия);

MOM – Manufacturing Operations Management (управление производственным процессом);

MRP II - Manufacturing Resource Planning (планирование производственных ресурсов)

# Основные положения информационного моделирования строительного производства

## Цели

Заказчики в своих потребностях и ожиданиях при реализации строительного проекта, представленных через функции управления строительным проектом, должны придерживаться следующих целей информационного моделирования строительного производства, см. Таблица 1:

Таблица 1 – Информационное моделирование строительного производства. Цели

| Функции управления | Цели |
| --- | --- |
| Планирование строительного производства: | достижение более высокого класса точности оценки стоимости [8] строительного производства на как можно более ранних этапах планирования [9, с. 21] |

Окончание таблицы 1

|  |  |
| --- | --- |
| Функции управления | Цели |
| Планирование строительного производства: | получение обоснованного, наиболее целесообразного комплекса решений по строительному производству, обеспечивая необходимую организационно-технологическую надёжность и экономическую эффективность |
| Организация строительного производства: | эффективные совместная работа и координация участников строительного проекта |
| Управление реализацией строительного производства: | удержание строительного проекта в рамках его целевых показателей |
| Мониторинг | своевременный учёт с выявлением коренных причин всех возникающих и прогнозируемых ограничений и отклонений (несоответствий) |
| Регулирование | обеспечение высокого уровня достоверности прогнозных оценок |
| проактивное [7, с. 343], интерактивное и минимально инерционное принятие эффективных решений по строительному проекту |

Для обеспечения полноты и эффективности мониторинга и регулирования строительного производства, а также прослеживаемости принимаемых решений, необходимо взаимоувязанным образом применять технологии информационного моделирования для строительного контроля и надзора, приёмки выполненных работ и ввода объекта в эксплуатацию.

## Аспекты моделирования строительного производства

Целью построения строительной информационной модели является получение ответов с заданной степенью точности на некоторую совокупность вопросов (задач), решаемых в процессах планирования и организации строительного производства, управления его реализацией. При этом, если модель отвечает не на все вопросы или ее ответы недостаточно точны, то считается, что модель не достигла своей цели.

Строительное производство необходимо рассматривать со стороны присущих ему ключевых аспектов:

* основного, вспомогательного и обеспечивающего производственных процессов;
* технологии строительных процессов и технологии возведения объектов строительства;
* видов ресурсов;
* объектов строительства: ОКС, наружных систем и сооружений, благоустройства / территории;
* управленческого учёта в совокупности с учётом в рамках строительного контроля и надзора, приёмки выполненных работ и ввода объекта в эксплуатацию.

Выделенные аспекты определяют состав СИМ: строительное представление цифровых информационных моделей (как ЦИМ ОКС, так и ИЦММ), календарно-сетевой график основных и вспомогательных процессов, совокупность моделей обеспечения (кадровые, МТР, ФЭМ, качества, контрактных стратегий, обеспечения рабочей документацией) и записи строительного производства в части управленческого учёта (остальные ЗСП относятся к исполнительной информационной модели).

## Основные принципы построения СИМ как способы достижения обозначенных целей

Для достижения целей моделирования строительного производства необходимо обеспечить связность, прослеживаемость и наследуемость данных в различных моделях. Для этого необходимо придерживаться следующих принципов:

Цифровая информационная модель должна быть представлена в соответствии с выбранной технологией строительного производства (СП ЦИМ).

Все элементы СП ЦИМ должны быть сопоставлены с СДП, сформированной для этапа строительства.

Элементное представление СП ЦИМ предопределяется потребностью сформировать автоматизированным путём (прямым или косвенным параметрическим расчётом) ведомость объёмов работ до уровня простых рабочих процессов.

Календарно-сетевой график основных и вспомогательных строительных процессов должен быть построен на основании ведомости объёмов работ сформированной строго из СП ЦИМ.

Уровень детализации КСГ СЦИМ – простые рабочие процессы на одинаковых типоразмерах соответствующих им строительных элементов СП ЦИМ в рамках захватки.

СДР основных и вспомогательных процессов КСГ является строгим продолжением и развитием СДП с точки зрения моделируемой технологии возведения строительных объектов. Календарно-сетевое планирование осуществляется строго «снизу-вверх». Все работы должны иметь полное ресурсное наполнение (физический объём, трудовые ресурсы, машины, механизмы и оснастка - непосредственно в КСГ СЦИМ, а специфицируемые изделия через связь между элементами СП ЦИМ и работами КСГ СЦИМ).

СЦИМ должна увязывать элементы СП ЦИМ с работами КСГ СЦИМ.

СЦИМ должна быть верифицирована на пространственные, пространственно-временные и временные коллизии, а также в целом на корректность воспроизведения моделируемой технологии строительного производства.

ОТР СЦИМ рекомендуется верифицировать на организационно-технологическую надёжность, в том числе в совокупности анализируя технологичность проектных решений ОКС.

Все модели обеспечения должны быть сбалансированы со СЦИМ, но при этом могут иметь своё представление СДП и СДР, а также могут ограничиваться только календарным графиком работ.

На базе различных вариантов СЦИМ и соответствующих им моделей обеспечения осуществляется поиск наиболее целесообразного варианта ОТР.

СИМ актуализируется строго в соответствии с записями строительного производства, а также на основании изменений в решениях предыдущих этапов строительного проекта.

Вышеуказанные в данном подразделе основные принципы построения СИМ позволяют достичь обозначенных в подразделе 5.1 целей за счёт:

* минимизации количества проектных ошибок;
* использования точных и достоверных данных об объёмах работ;
* использования детального технологически обоснованного планирования;
* расчёта продолжительности работ КСГ на основании физического объёма работ и норм расхода трудовых ресурсов и материалов;
* ресурсного метода оценки стоимости;
* сбалансированности ресурсов КСГ в массе имеющихся ограничений (пространственных, временных, ресурсных, логистических, климатических и др.);
* вариативной проработки ОТР с поиском наиболее целесообразного варианта;
* учёта фактической механовооруженности исполнителей;
* согласованности планов работ, поставок ресурсов, финансирования;
* датацентричного сбора и обработки показателей производственной системы;
* оперативного контроля производственной деятельности по всем аспектам деятельности;
* проактивного принятия обоснованных управленческих решений на основе СИМ и СМЦ.

Развитие технологий информационного моделирования строительного производства в области оперативного и связанного накопления данных в ЗСП, синхронного представления в данных о статусе и условиях работ (в КСГ СЦИМ), в данных о состоянии ресурсов (в КСГ СЦИМ и моделях обеспечения), в данных об изменениях в конфигурации продукта (в СЦИМ), позволяет производить замер эффективности строительного производства, а также выявлять аномалии в строительных процессах, и открывает возможность достижения таких целей как: управление в режиме реального времени; получение аналитики в автоматизированном режиме; оптимизация управления производственным процессом (МОМ); адаптация во время процесса; и т. д., постепенно технологически переходя к цифровому двойнику строительного производства [13].

Переход, в том числе за счёт информационного моделирования строительного производства, к разработке и внедрению решений цифрового двойника дополнительно повысит эффективность использования средств производства, производительность труда, надёжность выпуска продукции с заданными параметрами в требуемые сроки, улучшит понимание производственных элементов и их связей, позволит управлять производством с минимальной инерционностью, снизит фактические затраты и т.д.

## Основные положения по организации работ

Заказчик должен определить ответственного за роль управляющего процессом информационного моделирования службы заказчика. Его функции приведены в СП 404.1325800.

Управляющий процессом информационного моделирования службы заказчика должен разработать требования заказчика к информационным моделям, которые в составе договорных отношений между участниками строительного проекта определяют применение технологий информационного моделирования.

Минимальный состав требований заказчика к информационным моделям в составе договора должен включать в себя:

* общие сведения об ОКС и строительном проекте, включая:
  1. описание текущей ситуации по проекту;
  2. известную на момент заключения договора информацию об участниках проекта, с которыми планируется взаимодействие;
  3. целевые показатели строительного проекта и/или ОКС;
  4. этапы и объёмы работ по моделированию;
  5. исходные данные для моделирования, включая перечень нормативно-правовых и нормативно-технических документов;
  6. потребности, ожидания и цели применения технологий информационного моделирования.
* требования к общей организации работ в области информационного моделирования, включая:
  1. требования к общему процессу информационного моделирования и/или его видение;
  2. общие требования к управлению процессами информационного моделирования;
  3. перечень задач применения информационного моделирования на определенных договором стадиях жизненного цикла с указанными для них ожиданиями, потребностями и/или целями;
  4. требования к плану реализации проекта с применением технологии информационного моделирования, в том числе к основному плану поставки информации и плану реализации информационных задач [10];
  5. общие требования к информационным потокам, способам обмена данными, процедурам согласования, среде общих данных и/или общим сетевым ресурсам;
  6. требования к управлению изменениями в строительном проекте;
  7. общие положения об оценке стоимости в строительном проекте.
* требования к результатам работ, включая:
  1. общие требования к составу, структуре и содержанию ИМ;
  2. общие требования к элементному составу и уровням проработки элементов ЦИМ, а также при необходимости к иным видам моделей;
  3. общие требования к учёту, структурированию, именованию, классификации и кодированию;
  4. требования к формам и форматам обмена данными;
  5. общие требования к качеству ИМ и её составляющих.

Конкретный перечень требований устанавливается заказчиком на основании его потребностей, ожиданий и целей с учётом условий реализации и специфики строительного проекта.

Реализация сценариев использования информационных моделей обеспечивает достижение целей строительного проекта. Выбор сценариев для конкретного строительного проекта осуществляется на основе анализа ожидаемых выгод от их применения и затрат на их реализацию. Перечень используемых в конкретном строительном проекте сценариев использования информационной модели отражается в техническом задании на информационное моделирование. Такой подход позволяет создать СИМ адекватную запросам и возможностям участников строительного проекта.

Рекомендуемый перечень задач применения информационного моделирования строительного производства, сгруппированный по реализуемым функциям управления и группам сценариев использования информационных моделей, приведён в подразделе 5.5 настоящего стандарта.

Принципы структурирования и классификации СИМ изложены в разделе 6.

Требования к элементному составу моделей СИМ, атрибутивным и геометрическим данным этих моделей, приведены в разделе 9.

Со стороны исполнителей договоров должны быть определены роли управляющих процессом информационного моделирования в рамках работ, зафиксированных в соответствующих договорах.

Исполнитель договора с учётом требований СП 404.1325800 с привлечением заинтересованных участников процесса информационного моделирования на основании требований заказчика к информационным моделям разрабатывает план реализации проекта с использованием информационного моделирования. В данном плане исполнитель договора, в рамках его ответственности, в том числе детально, до карт процессов, прорабатывает полный перечень задач применения технологий информационного моделирования, описывает в виде объединяющих их сценариев применения информационных моделей, определяя действия всех заинтересованных участников процесса строительства в соответствии с их ролями (роли участников процесса, права доступа к данным).

Данные, используемые для целей строительного производства, должны поддерживаться в актуальном состоянии и быть доступны в рамках СИМ и СОД.

Права доступа и ответственность за наполнение СИМ данными устанавливаются в плане реализации проекта с применением технологии информационного моделирования. Доступ к информации должен назначаться по отдельности на модели СИМ и ЗСП управленческого учёта.

Ответственным за формирование и ведение СЦИМ и моделей обеспечения является ситуационно-моделирующий центр, см. п. 5.6.

ЗСП управленческого учёта формируются и ведутся организациями, осуществляющими строительное производство.

## Сценарии и порядок использования

В области информационного моделирования раскрытие перечня вопросов, подлежащих проработке, на верхнем уровне необходимо задавать через построение совокупности связанных между собой сценариев использования информационных моделей, объединённых в группы, раскрывающих общий порядок моделирования.

Выбор необходимых сценариев и их последующая проработка для получения детальных требований к структуре и составу ИМ необходимо осуществлять на основе анализа ожидаемых выгод от применения этих сценариев в конкретном строительном проекте и затрат на их реализацию. Такой подход позволяет создать ИМ адекватную запросам и возможностям участников строительного проекта.

Исходными данными для информационного моделирования строительного производства являются данные ИМ инженерных изысканий и архитектурно-строительного проектирования (в части проектных решений ОКС). В частности, используются данные следующих сценариев применения информационных моделей:

* моделирование результатов инженерных изысканий – используются данные об условиях строительства;
* моделирование технологического процесса – используются данные для формирования технологических узлов;
* объёмно-конструктивное моделирование – используются данные для пространственного членения зданий и сооружений на захватки;
* объёмно-пространственное моделирование – используются данные для формирования строительных узлов;
* расчёт строительных конструкций – используются данные о плотности армирования монолитных конструкций для расчёта на основе удельных показателей объёмов арматурных работ.

Вся входная информация в информационное моделирование строительного производства должна быть верифицирована.

Перечни основных сценариев использования информационных моделей (далее – сценарии) для планирования строительного производства и реализуемых в них задач применения информационного моделирования приведены ниже, см. Таблица 2.

Таблица 2 – Сценарии планирования строительного производства и связанные с ними задачи применения информационного моделирования

| Группа сценариев | Сценарии | Задачи |
| --- | --- | --- |
| Разработка внутриплощадочных ОТР | | |
|  | Разработка поузлового сетевого графика в части СДП | |
|  |  | Отнесение элементов ЦИМ к очередям строительства и пусковым комплексам |
|  |  | Отнесение элементов ЦИМ к технологическим узлам |
|  |  | Моделирование технологической взаимоувязки узлов и их энергетического обеспечения |
|  |  | Отнесение элементов ЦИМ к строительным узлам |
|  |  | Моделирование схемы последовательности ввода строительных узлов с учетом межузловых ограничений |
|  | Разработка вариантов ОТР отдельных зданий и сооружений | |
|  |  | Внесение в ЦИМ информации о способе монтажа оборудования (раздельный, совмещенный, комбинированный) |
|  |  | Членение ЦИМ на захватки |
|  |  | Внесение в ЦИМ информации о выбранном способе монтажа (мелкоэлементный, поэлементный, крупноблочный, комплектно-блочный и монтаж сооружений в готовом виде) |
|  |  | Внесение в ЦИМ информации о способе строительства (открытый, закрытый) |
|  |  | Моделирование схем (направлений) развития строительных потоков по захваткам по отдельным ОКС |
|  | Разработка вариантов ОТР возведения комплекса зданий и сооружений | |
|  |  | Формирование сводной по ОКС СП ЦИМ |
|  |  | Определение межузловых ограничений и моделирование схем (направлений) развития строительных потоков по захваткам между ОКС |
|  |  | Моделирование вариантов механизации работ (выбор комплектов машин-механизмов) |
|  | Формирование поузловых спецификаций и ВОР | |
|  |  | Формирование поузловой спецификации оборудования, изделий и материалов |
|  |  | Формирование поузловой ведомости объемов работ |
|  | Разработка КСГ СЦИМ (основные и вспомогательные процессы строительного производства ОКС) | |
|  |  | Моделирование строительства отдельных ОКС (все циклы) |
|  |  | Моделирование строительства комплекса ОКС, включая учёт ограничений и балансировку ресурсов |
|  | Разработка вариантов общеплощадочного стройгенплана (надземный и подземный циклы) | |
|  |  | Моделирование мест установки грузоподъемных механизмов и путей их передвижения |
|  |  | Моделирование приобъектных складских площадок и стендов для укрупнительной сборки конструкций и оборудования |
|  |  | Моделирование внутриплощадочных временных зданий и сооружений производственного назначения |
|  |  | Моделирование временной внутриплощадочной дорожной сети и мест стоянки строительной техники |
|  |  | Моделирование внутриплощадочных временных зданий и сооружений административно- и санитарно-бытового назначения |
|  |  | Моделирование внутриплощадочных временных инженерных сетей временных зданий и сооружений административно- и санитарно-бытового назначения |
|  |  | Моделирование внутриплощадочных земляных работ |
|  |  | Моделирование внутриплощадочных защитных ограждений опасных зон |
|  | Разработка вариантов общеплощадочного стройгенплана (подготовительный цикл) | |
|  |  | Моделирование ограждения строительной площадки |
|  |  | Моделирование действий сноса/переноса по существующим объектам |
|  |  | Моделирование внешней разбивочной сети здания (сооружения) |
|  |  | Моделирование земляных работ |
|  | Формирование поузловых спецификаций и ВОР внутриплощадочных ВЗиС | |
|  | Разработка КСГ СЦИМ внутриплощадочных ВЗиС | |
| Разработка внеплощадочных ОТР | | |
|  | Моделирование ситуационного плана | |
|  |  | Моделирование границ территории строящегося объекта, вырубки леса и участков, временно отводимых для нужд строительства |
|  |  | Моделирование границ близлежащих населенных пунктов |
|  |  | Моделирование границ имеющихся внешних путей сообщения и дорог, станций примыканий к железнодорожным путям |
|  |  | Моделирование границ имеющихся магистральных линий связи и электропередач |
|  |  | Моделирование границ имеющихся сетей электроснабжения, связи и мест их примыкания к внешним магистральным линиям |
|  |  | Моделирование границ имеющихся промышленных и энергетических предприятий, магистральных линий водо- и газоснабжения, канализации |
|  |  | Моделирование границ добычи и складирования инертных материалов, растительного грунта |
|  |  | Моделирование границ имеющихся предприятий материально-технической базы (база стройиндустрии, пионерная и перевалочные базы) |
|  |  | Моделирование границ особо охраняемых территорий (заповедники, заказники, полигоны и др.) |
|  | Моделирование вариантов внеплощадочных ВЗиС | |
|  |  | Моделирование внеплощадочных складских площадок и стендов для укрупнительной сборки конструкций и оборудования |
|  |  | Моделирование внеплощадочных ВЗиС производственного назначения |
|  |  | Моделирование временной и постоянной внеплощадочной дорожной сети и мест стоянки строительной техники |
|  |  | Моделирование вахтового поселка |
|  |  | Моделирование внеплощадочных временных инженерных сетей временных зданий и сооружений административно- и санитарно-бытового назначения |
|  |  | Моделирование внеплощадочных земляных работ |
|  |  | Моделирование внеплощадочных защитных ограждений опасных зон |
|  | Формирование поузловых спецификаций и ВОР внеплощадочных ВЗиС | |
|  | Разработка КСГ СЦИМ внутриплощадочных ВЗиС | |
| Моделирование обеспечения | | |
|  | Моделирование вариантов кадрового обеспечения | |
|  |  | Формирование графиков движения рабочей силы из КСГ СЦИМ |
|  |  | Моделирование численности АУП, ИТР, МОП и охраны |
|  |  | Формирование системы оплаты труда и мотивации |
|  |  | Принятие решения о вахтовом методе работы |
|  |  | Расчет потребности в жилье для рабочего персонала, АУП, ИТР, МОП и охраны |
|  | Моделирование вариантов материально-технического обеспечения | |
|  |  | Формирование из СЦИМ графиков поставки МТР на площадку строительства |
|  |  | Принятие решения «производить или покупать» |
|  |  | Расчёт объёма строительных отходов и поиск путей их минимизации |
|  |  | Определение потенциальных поставщиков |
|  |  | Определение маршрутов доставки МТР |
|  |  | Выбор вида транспортного средства |
|  |  | Определение оптимального размещения МТР на складских площадях |
|  |  | Формирование сборных заказов МТР |
|  |  | Формирование плана закупки, изготовления и доставки МТР |
|  | Моделирование обеспечения документацией | |
|  |  | Формирование перечня рабочей и организационно-технологической документации |
|  |  | Моделирование поузлового графика рабочего проектирования |
|  | Моделирование работ обеспечения качества | |
|  |  | Формирование плана обеспечения качества |
|  |  | Моделирование работ контроля качества |
|  | Оценка стоимости | |
|  |  | Определение НМЦ блоков, оборудования, конструкций, изделий и материалов |
|  |  | Определение НМЦ использования машин и механизмов |
|  |  | Определение НМЦ использования трудовых ресурсов |
|  |  | Расчет вариантов сводных ТЭП, выбор наиболее целесообразных вариантов ОТР |
|  |  | Оценка капитальных затрат, формирование смет |
|  |  | Моделирование бюджета капитальных затрат |
|  | Оценка надежности вариантов ОТР | |
|  |  | Анализ опасности и работоспособности |
|  |  | Идентификация рисков |
|  |  | Качественный анализ риска |
|  |  | Количественный анализ риска |
|  |  | Планирование реагирования на риски |
|  | Формирование контрактной стратегии | |
|  |  | Моделирование вариантов разделения работ по потенциальным организациям |
|  |  | Выбор контрактной стратегии |
|  |  | Формирование плана коммуникаций |
|  |  | Финансово-экономическое моделирование |
|  | Формирование ПОС из СИМ | |
|  |  | Формирование графической части ПОС |
|  |  | Формирование табличной и текстовой части ПОС |

Перечни основных сценариев организации строительного производства и реализуемых в них задач применения информационного моделирования приведены ниже, см. Таблица 3.

Таблица 3 – Сценарии организации строительного производства и связанные с ними задачи применения информационного моделирования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа сценариев | Сценарии | Задачи |
| Сценарии информационного менеджмента | | |
|  | Управление конфигурацией | |
|  | Управление изменениями | |
|  | Управление требованиями | |
|  |  | Управление требованиями к объекту, строительному проекту |
|  |  | Управление требованиями к информационному моделированию |
|  |  | Управление информацией об ограничениях |
|  | Управление нормативно-справочной информацией | |
|  |  | Управление базами норм и расценок |
|  |  | Управление базами правил (увязки элементов ЦИМ с нормами и расценками и т.п.) |
|  |  | Управление технологическими картами |
|  |  | Управление библиотеками компонентов моделей |
|  |  | Управление типовыми решениями (база знаний) |
|  |  | Управление шаблонами моделей и документов |
|  | Планирование и координация моделирования | |
|  |  | Планирование моделирования, включая анализ трудоёмкости моделирования |
|  |  | Координация работ по моделированию |
|  | Верификация | |
|  |  | Верификация исходных материалов (как структурированного набора данных) |
|  |  | Верификация проектных решений |
|  |  | Верификация конфигурационной целостности проекта |
|  |  | Верификация требований к информационному моделированию |
|  |  | Верификация на пространственные коллизии |
|  |  | Верификация на пространственно-временные и временные коллизии |
|  |  | Анализ технологичности |
|  | Управление информационными системами проекта | |
|  |  | Управление едиными информационным пространством |
|  |  | Управление средой(ами) общих данных |
|  |  | Управление техническим (инженерным) документооборотом |
|  |  | Управление учётными производственными системами |
|  |  | Управление интеграцией |
|  |  | Управление автоматизацией моделирования |
|  | Управление несоответствиями в информационном менеджменте и моделировании | |
|  | Управление управленческим учётом | |
|  | Управление сервисом поддержки принятия решений | |
| Организация закупочно-поставочных работ | | |
|  | Формирование закупочных пакетов | |
|  | Предквалификация участников | |
|  | Выбор исполнителей, заключение договора | |
| Сценарии актуализации СИМ | | |
|  | Актуализация СИМ по результатам закупочно-поставочных работ | |
|  | Актуализация СИМ по результатам рабочего проектирования | |
|  | Моделирование особо сложных проектов производства работ (до рабочих операций) | |
|  | Моделирование интерактивных инструкций по монтажу | |
| Организация исполнения работ | | |
|  | Выдача недельно-суточных наряд-заказов | |
| Сценарии цифрового производства | | |

Перечни основных сценариев управления реализацией строительного производства и реализуемых в них задач применения информационного моделирования приведены ниже, см. Таблица 4.

Таблица 4 – Сценарии управления реализацией строительного производства и связанные с ними задачи применения информационного моделирования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа сценариев | Сценарии | Задачи |
| Мониторинг хода выполнения работ по проекту | | |
|  | Управленческий учёт | |
|  |  | Управленческий учёт выполнения физических объёмов работ по недельно-суточным наряд-заказам |
|  |  | Управленческий учёт мобилизации, поставки и доступности ресурсов |
|  | Общий мониторинг | |
|  |  | Учёт в СЦИМ и МО статусов хода работ из данных управленческого учёта |
|  |  | Учёт в СИМ статусов хода работ из данных строительного контроля и надзора, приёмки выполненных работ и ввода объекта в эксплуатацию[[1]](#footnote-1) |
|  |  | Контроль производительности ресурсов |
|  |  | Выявление ограничений, отклонений и несоответствий |
|  |  | Представление оперативной информации о статусе проекта и прогнозных оценок |
| Регулирование работ | | |
|  | Управление несоответствиями в строительном производстве | |
|  |  | Разработка корректирующих действий |
|  |  | Анализ первопричин отклонений от плановых показателей, разработка предупреждающих действий |
|  | Поддержка принятия управленческих решений | |
|  |  | Сценарное моделирование вариантов реализации работ проекта |
|  |  | Проведение мероприятий по выбору и защите сценариев реализации работ |

Сценарии использования информационных моделей для организации строительного производства и управления реализацией строительного производства могут реализовываться в рамках аналогичных общепроектных сценариев использования информационных моделей.

## Организация ситуационно-моделирующего центра

Переход на ТИМ меняет форму взаимодействия участников проекта. С помощью ТИМ осуществляется переход от дискретного управления проектом, осуществляемого путём проведения периодических встреч (штабов, координационных совещаний) и коммуникаций на основе формальной переписки, к непрерывному управлению:

* централизованному детальному ресурсному планированию работ на весь период реализации проекта с учётом имеющихся в проекте ограничений;
* выдаче скоординированных планов работ непосредственным исполнителями в среде общих данных;
* получению оперативной обратной связи о ходе выполнения работ и затраченных для их выполнения ресурсах в среде общих данных;
* предоставлению управляющему звену участников строительного проекта аналитической информации о ходе выполнения работ по проекту в режиме реального времени с прогнозными оценками до завершения работ из строительной информационной модели.

Применение ТИМ позволяет установить горизонтальные связи между исполнителями разных организаций с оперативной передачей управляющего воздействия, существенно снижая издержки на коммуникацию участников проекта, увеличивая скорость принятия и исполнения решений.

Для информационного моделирования строительного производства и для управления проектом на его основе, заказчику необходимо сформировать ситуационно-моделирующий центр как:

* собственную организационную единицу или привлекаемого подрядчика, например, специализированного технического заказчика (для средних и крупных строительных проектов);
* матричную организационную единицу, распределив обязанности между технической службой заказчика и производственно-техническим отделом генподрядчика (для малых строительных проектов).

В работу СМЦ должны вовлекаться основные участники проекта (заказчик, эксплуатирующая организация, генпроектировщик, генподрядчик, специализированные строительные и монтажные организации, производители основного оборудования, наладочные организации, строительный контроль и надзор).

Цели и задачи СМЦ:

* На этапе подготовки к строительству:
  1. наладить эффективное взаимодействие основных участников проекта для проработки вариантов организационно-технологических решений с использованием ТИМ;
  2. смоделировать при вовлечении основных участников проекта наиболее рациональные и экономически эффективные организационно-технологические решения, целесообразные для текущего строительного проекта.
* На этапе реализации строительства:
  1. актуализировать модели организационно-технологических решений под выбранную контрактную стратегию и фактическую механовооруженность исполнителей СМР;
  2. обеспечивать всех участников проекта точной, достоверной и согласованной между собой информацией (графики СМР и ПНР, графики движения рабочей силы и строительной техники, графики поставок МТР, графики закупок МТР, работ и услуг, графики рабочего проектирования, наряд-заказы на выполнение работ и др.) получаемой из СЦИМ;
  3. обеспечивать полную диспетчеризацию – централизованное управление производственной деятельностью в соответствии с графиком работ;
  4. обеспечивать на всех уровнях принятия решений (стратегический, тактический и оперативный) проактивное, интерактивное, минимально инерционное и скоординированное управление проектом на основании данных.
  5. осуществлять анализ расходования ресурсов, достигнутой производительности труда в сравнении с плановыми показателями строительного проекта и осуществлять прогнозные оценки на их основе;
  6. разрабатывать корректирующие и предупреждающие действия для удержания проекта в его целевых показателях.

# Принципы структурирования строительной информационной модели

## Общее положение

На основе структуры строительной информационной модели осуществляется менеджмент конфигурации [6] – деятельность, направленная на применение технического и административного управления процессом жизненного цикла строительной продукции. Менеджмент конфигурации обеспечивает идентификацию и прослеживаемость, статус выполнения физических и функциональных требований, позволяет сравнивать различные варианты и осуществлять доступ к точным данным на всех стадиях жизненного цикла для всех участников строительного проекта в соответствии с их профилем деятельности (точкой зрения) и правами доступа.

Менеджмент конфигурации строительной информационной модели начинается в процессе подготовки строительного производства, фиксируя варианты ОТР в конфигурации СП ЦИМ и сценарии реализации каждого варианта технологических решений в конфигурации календарно-сетевого графика (инвариант организационных решений). Подобный подход позволяет рассматривать большее количество вариантов организационно-технологических решений, с меньшими затратами. Выбор целесообразного способа реализации строительного проекта рекомендуется производить на основании оценок организационно-технологической надёжности, технологичности и экономической целесообразности.

Выбранный способ реализации строительного проекта фиксируется как базовый план строительного проекта, и на этапе строительства детализируется и уточняется (по результатам закупочной компании и рабочего проектирования) и актуализируется (по ходу выполнения строительства) до текущей линии конфигурации строительного проекта.

Модели обеспечения и ЗСП выстраиваются с учётом структурных данных СЦИМ, однако могут иметь свои структурные декомпозиции продукта и работ, определяемые технологией обеспечивающих процессов и/или контрактной стратегией.

## Аспекты, через которые производится структурирование

Используемые при создании строительной информационной модели принципы структурирования информации должны соответствовать структуре и логике технологии строительного производства. Для этого структура СП ЦИМ и календарно-сетевой график СЦИМ должны поддерживать комплексное многоаспектное представление:

* выполняемая элементом функция – для возможности выделения строительных и технологических узлов;
* местоположение элемента в пространстве – для возможности выделения захваток;
* продукты и компоненты – для возможности группировки элементов по категориям и типоразмерам с целью последующего формирования пакетов работ и самих работ;
* ориентация на прочие аспекты (такие как организационная структура, структура затрат, структура рисков и т.д.).

Для классификации основных аспектов необходимо использовать классификатор строительной информации [12]. Также могут использоваться дополнительные классификаторы, зафиксированные в плане реализации проекта информационного моделирования.

# Структура строительной информационной модели

## Общие правила

В процессе принятия организационно-технологических решений выделяются строительные и технологические узлы, циклы (основные: подземный, надземный, монтажный, наладочный), осуществляется членение отдельных зданий и сооружений на захватки (строительные, монтажные, наладочные), устанавливаются между захватками связи (межузловые ограничения, последовательность ввода узлов и их энергетического обеспечения), задавая таким образом укрупнённую очерёдность возведения объекта. Соответственно структура строительной информационной модели (структура декомпозиция продукта) должна соответствовать принимаемым организационно-технологическим решениям.

На основе структура декомпозиции продукта формируется структура декомпозиции работ КСГ СЦИМ, детализируя СДП до уровня пакетов работ. Пакет работ – это нижний уровень структуры декомпозиции работ, формируемый по типоразмерам конструктивных или конструктивно-технологических элементов на захватке соответствующего цикла, имеющих одинаковый способ выполнения работ.

Пример: Устройство стен и перегородок бетонных толщиной до 500 мм; устройство бетонных колонн периметром до 2-х метров; кладка наружных стен из лицевого кирпича толщиной 250 мм.

Структура декомпозиции продукта СЦИМ в связке с работами календарно-сетевого графика представлена на рисунке ниже, см. Рисунок 1.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок – Структура декомпозиции работы строительной цифровой информационной модели |

Деление СЦИМ на узлы осуществляется для организации целенаправленного и технологически обоснованного выбора последовательности возведения сложных объектов и объектов комплексов с учётом достижения в возможно более короткие сроки их технической готовности для автономного опробования и наладки отдельных технологических линий, отделений и установок.

При формировании узлов необходимо учитывать:

* конструктивную завершённость выделяемой части промышленного комплекса (объекта);
* обеспечение пространственной устойчивости части здания или сооружения, входящего в состав узла;
* законченность отдельного технологического цикла в общей технологии промышленного производства;
* возможность производства пусконаладочных работ;
* возможность закрепления на узлах ведущего исполнителя с учётом преобладания работ его профиля;
* создание условий для поточного производства работ;
* обеспечение эффективной работы строительных машин и механизмов;
* возможность открытия в минимально короткие сроки фронта работ для смежных организаций.

В составе наиболее трудоёмких и сложных узлов могут автономно выделяться подузлы, с целью сокращения продолжительности их возведения за счёт максимально возможного совмещения строительных, монтажных и специальных работ во времени. Подузел – часть узла, в пределах которой обеспечивается выполнение строительно-монтажных работ до технической готовности, необходимой для проведения в целом по узлу пусконаладочных работ, опробования агрегатов, механизмов и устройств.

Для некомплексных строительных проектов, состоящих из отдельных зданий, структура строительной информационной модели может не содержать в иерархии: очереди строительства, пусковые комплексы, иерархию узлов и подузлов.

В приложениях к настоящему стандарту приведены примеры выделения узлов и захваток на строительных объектах разного назначения.

# Состав строительной информационной модели

## Общие правила

Строительная информационная модель по своей природе является организационно-технологической моделью процессов строительного производства.

Организационно-технологические решения, отражённые в СП ЦИМ, КСГ СЦИМ (и, как следствие, в СЦИМ) и моделях обеспечения, на этапе архитектурно-строительного проектирования подлежат многовариантному моделированию с целью поиска и выбора наиболее целесообразного варианта.

Наиболее целесообразный вариант ОТР фиксируется как базовый план в проекте организации строительства и используется для контроля целевых показателей строительного проекта.

На этапе строительства, реконструкции и капитального ремонта СЦИМ и моделях обеспечения детализируются и актуализируются по факту проведения закупочных процедур, по фактической мехвооружённости строительно-монтажных организаций, по результатам рабочего проектирования и разработки проектов производства работ, а также по фактическому состоянию хода работ, и используются в качестве текущего и перспективного плана работ.

## Строительная информационная модель

В состав СИМ входят:

* организационно-технологическая модель основных и вспомогательных строительных процессов, роль которой выполняет СЦИМ;
* организационно-технологическая модель обеспечивающих строительных процессов, роль которой выполняет совокупность моделей обеспечения;
* записи строительного производства в части управленческого учёта, подтверждающие или определяющие тот или иной факт, связанный с ходом строительства, включая отчётную и аналитическую информацию по строительному проекту, материалы по несоответствиям, корректирующим и предупреждающим действиям.

## Строительная цифровая информационная модель

СЦИМ состоит из свода строительных представлений ИЦММ (в части местности и наружных инженерных сетей и сооружений) и ЦИМ ОКС строительного проекта, а также ЦИМ ВЗиС, ЦИМ основных ведущих машин и механизмов, необходимых для осуществления строительного производства) и взаимосвязанным с ней КСГ (по основным и вспомогательным строительным процессам).

## Модели обеспечения

Модели обеспечения представляются набором следующих основных моделей:

* Модель материально-технического обеспечения (или отдельно материального и отдельно технического обеспечения);
* Организационная модель, содержащая в себе модель контрактной стратегии и кадрового обеспечения стройки). Связка СЦИМ с организационной моделью позволяет сформировать оптимальный план мобилизации персонала;
* Финансово-экономическая модель, формируемая из совокупности финансово-экономических данных всех предыдущих моделей (к примеру: стоимости оборудования, материалов и изделий, машин, механизмов и оснастки, прочих работ и услуг по строительному проекту; заработные платы рабочих, административно-управленческого и вспомогательного персонала; резервы на риски, непредвиденные расходы; ожидаемая прибыль; условия налогообложение). ФЭМ включает в себя сметную документацию;
* Модель обеспечения качества;
* Модель обеспечения рабочей документацией;
* Модель контрактных стратегий, см. п. 5.5.

## Записи строительного производства

Фиксация в ЗСП объективных свидетельств о ходе строительства, должна обеспечивать актуальной информацией о статусах и условиях работ, о состоянии ресурсов и об изменениях в конфигурации продукции.

# Принципы формирования элементного состава строительной информационной модели

## Атрибутивные данные СЦИМ в части СП ЦИМ

Для формирования СЦИМ из СП ЦИМ требуются, как минимум, следующие группы атрибутивных данных:

* статусно-идентификационные;
* позиционирование в строительном и технологическом узлах, очереди строительства и пусковом комплексе (для комплексных объектов);
* позиционирование в пространстве (привязка к зданию, этажу, уровню, захватке, помещению);
* продуктовая классификационная информация (на базе КСИ из таблицы «Компоненты» и/или других систем классификации);
* весогабаритные характеристики в достаточном объёме для формирования ВОР;
* данные о материалах (в том числе на базе КСИ и/или других систем классификации);
* данные о покрытиях;
* данные о входящих в элемент компонентах (например, плотность или процент армирования, объём закладных деталей);
* данные о внутренней среде и внешней среде;
* данные о требованиях безопасности;
* данные строительного производства (способ изготовления и монтажа, способ соединения элементов, способ крепления элементов и т.п.);
* атрибуты используемой оснастки (например, площадь опалубочных работ, тип опалубки, количество площадей опалубливания и т.п.).

Набор атрибутивных данных СП ЦИМ определяется прежде всего задачами автоматизированного формирования ВОР и построения КСГ.

## Геометрические данные СЦИМ и СП ЦИМ

Для формирования СЦИМ из СП ЦИМ предъявляются следующие минимальные требования к геометрическим данным:

* разделение геометрических данных элементов ЦИМ на части в соответствии с принятой логикой деления на захватки;
* достаточный для построения автоматизированным путём из СП ЦИМ ведомости объёмов работ;
* расчётом весогабаритных характеристик и положения по элементам, по которым возможно деление на части.

## Атрибутивные данные СЦИМ в части КСГ

Детализация СЦИМ до уровня рабочих простых процессов, выполняемых на различных типоразмерах строительных элементов, позволяет выделить совокупность технологически связанных рабочих операций, обеспечивающую получение законченной продукции, имеющей один измеритель физического объёма (например, армирование в тоннах, опалубливание в м2, бетонирование в м3), выполняемых группой согласованно работающих исполнителей одной специальности (например, арматурщик, плотник, бетонщик), задействующих, как правило, один тип ведущей машины или механизма.

СЦИМ должна обеспечивать связь между работами КСГ СЦИМ и геометрическими данными элементов СП ЦИМ.

В работах КСГ СЦИМ должны быть указаны как минимум:

* код или номер работы;
* статус работы (не начата, начата, приостановлена, завершена, принята);
* наименование работы;
* привязка к пакету работ;
* даты начала и завершения работ (плановые, ожидаемые и фактические);
* даты приостановки и возобновления;
* продолжительность работ (плановая и фактическая);
* используемый календарь;
* связи с предшествующими и последующими работами (за исключением первой и последней работы в КСГ);
* физический объём с единицей измерения (плановый и фактический);
* код нормы расхода трудовых ресурсов и материалов.

На работы КСГ СЦИМ должны быть назначены:

* трудовые ресурсы в виде звена (по квалификационному справочнику с учётом разрядной сетки) с указанием трудозатрат (плановых и фактических). А по мере выбора исполнителя работ – наименование организации и ответственной за работу организационной единицы (например, номер бригады);
* ведущие машины и механизмы, с указанием машино-часов, затрачиваемых для выполнения рабочего процесса (плановых и фактических).

Также работы в КСГ могут содержать или использовать связанные данные из внешнего источника данных (к примеру, ФЭМ или ERP):

* стоимость трудовых ресурсов (плановая и фактическая);
* стоимость использования машин и механизмов (плановая и фактическая);
* стоимость материалов (плановая и фактическая).

Все это в совокупности позволяет перейти к решению следующих задач:

* подобрать рациональное количество ведущих машин и механизмов;
* подобрать рациональный численный состав звена;
* сформировать элементарные строительные потоки, представляющие собой последовательное выполнение одного процесса на ряде захваток звеном или одним рабочим, а на их основе специализированные, объектные и комплексные потоки, обеспечив согласованную и ритмичную работу;
* выровнять потоки и организовать поточное строительство;
* рассчитать себестоимость строительно-монтажных работ;
* сформировать график освоения капиталовложений;
* проводить план-факт анализ.

## Верификация моделей

Входные для СИМ, а также СП ЦИМ, подлежат следующим видам верификаций:

* проверка на пространственные, пространственно-временные и временные коллизии, в том числе на дубляж и наложение элементов;
* проверка на соответствие требования заказчика к элементному составу, атрибутивным и геометрическим данным, в том числе проверка полноты и корректности заполнения атрибутивных данных, излишней или наоборот избыточность геометрической детализации;
* проверка корректности построения геометрии с точки зрения технологии строительного производства (например, выявление неверного отнесения объёмов, объединение множества элементов с разными видами работ в один);
* проверка унификации типоразмеров;
* проверка нарушения правил формирования твердотельной геометрии (особенно после конвертации форматов);
* проверка ошибок позиционирования элементов;
* проверка разорванности связей между элементами;
* проверка на ошибки в сочленении элементов.

# Требования к программно-аппаратному оснащению

## Общие требования

Аппаратное обеспечение следует выбирать таким образом, чтобы обеспечивать полнофункциональную работу необходимого программного обеспечения.

Программно-аппаратное оснащение всех участников строительного проекта должно отвечать должному уровню информационной безопасности и отказоустойчивости. А для архивов длительного хранения – должным уровнем катастрофоустойчивости.

## Требования к программному оснащению

Для реализации совместной работы по информационному моделированию строительного производства и управлению строительным проектом используется следующая конфигурация программно-аппаратных решений:

* среда общих данных для хранения и обмена информацией с участниками проекта (единый источник данных, обеспечивающий совместное использование информации всеми участниками строительного проекта);
* система управления нормативно-справочной информацией;
* система управления конфигурацией объекта/проекта;
* программное обеспечение для создания сводных цифровых информационных моделей;
* программное обеспечение для верификации цифровых информационных моделей;
* система управления несоответствиями и изменениями;
* редактор цифровых информационных моделей (для членения на захватки и т.п.). Как правило, отдельно для ЦИМ ОКС и ИЦММ;
* программное обеспечение для создания строительного представления ЦИМ (насыщение атрибутивными данными и объединение элементов модели);
* программное обеспечение для расчёта объёмов работ (основных и вспомогательных строительных процессов);
* программное обеспечение календарно-сетевого планирования;
* программное обеспечение 4D-визуализации и верификации;
* программное обеспечение, позволяющее формировать из СЦИМ потребности в ресурсах;
* программное обеспечение для организационного моделирования;
* программное обеспечение для моделирования обеспечения МТР;
* программное обеспечение финансово-экономического моделирования;
* программное обеспечение выдачи наряд-заказов;
* программное обеспечение координацией работ;
* программно-аппаратные комплексы мониторинга выполнения работ;
* программно-аппаратные комплексы мониторинга доступности (обеспечения) ресурсами;
* программное обеспечение управленческого учёта (ERP или MRP II);
* программное обеспечение, формирующее и предоставляющее участникам отчётную бизнес-аналитику по всем аспектам управления и строительного производства.

## Требования к аппаратному оснащению

Аппаратное оснащение, необходимое для информационного моделирования строительного производства в части редактирования ЦИМ ОКС и ИЦММ, построения и применения СП ЦИМ, КСГ СЦИМ и СЦИМ, включает в себя локальные или виртуализированные графические станции. Для данных задач рекомендуется применение сотрудниками мониторов от 24 дюймов, в том числе нескольких мониторов одновременно.

Аппаратное оснащение, необходимое для информационного моделирования строительного производства в части построения и применения моделей обеспечения, формирования и ведения ЗСП, работы с прочей технической документацией, включает в себя локальные или виртуализированные рабочие станции, а также мобильные устройства.

Аппаратное оснащение, необходимое для информационного моделирования строительного производства в части организации СОД и/или ЕИП, а также систем класса MRP II и ERP, кроме случая их облачной реализации, включает в себя серверы хранения информации, серверы приложений, при необходимости серверы лицензий и сервера виртуализации.

Для всех участников проекта рекомендуется оснащение сотрудников высокопроизводительной сетевой инфраструктурой на всех её участках, а также обеспечение на площадке строительства качественного покрытия беспроводной защищённой сетью. Производительность сети сильно влияет на операции, требующие взаимодействия с большими массивами данных, в том числе с ЦИМ, размещённых на серверах или облачных сервисах.

Библиография

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Bilal Succar: Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies (pp.65-103). Chapter: Building Information Modelling Maturity Matrix. Publisher: Information Science Reference, IGI Publishing; |
| [2] | ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-3-2009 Информационная технология (ИТ). Оценка процесса. Часть 3. Руководство по проведению оценки; |
| [3] | Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. N 190-ФЗ "Градостроительный кодекс Российской Федерации"; |
| [4] | СП 471.1325800.2019 Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства строительных работ; |
| [5] | Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"; |
| [6] | ГОСТ Р ИСО 10007-2019 Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту конфигурации; |
| [7] | Ньюстром Д.В., Дэвис К. Организационное поведение. – СПб., 2000; |
| [8] | 17R-97: Cost Estimate Classification System - AACE International; |
| [9] | Integrated Project Delivery: A Guide, version 1. – The American Institute of Architects, 2007; |
| [10] | ISO 19650-2:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets; |
| [11] | Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровой экономики Российской Федерации», утверждённая распоряжением»; |
| [12] | Классификатор 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) (утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 10 июля 2020 г. № 374/пр); |
| [13] | ISO 23247-2:2021. Automation systems and integration — Digital twin framework for manufacturing — Part 2: Reference architecture. |

1. Примеры структур строительной информационной модели
   1. Структура промышленного комплекса

Пример формирования структуры СИМ (строительных узлов) энергетического объекта (атомной электростанции) приведён в таблице ниже, см. Таблица А.1.

Таблица . – Структура атомной электростанции (пример)

| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |  | Атомная электростанция |
| 1 | 1 |  |  |  |  | Очередь строительства №1 |
| 1 | 1 | 1 |  |  |  | Пусковой комплекс №1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |  |  | Основные технологические процессы |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  | Производство свежего пара |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |  | Генерация электроэнергии |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |  | Трансформация и распределение электроэнергии |
| 1 | 1 | 1 | 2 |  |  | Сопутствующие технологические процессы |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |  | Хранилище свежего топлива |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |  | Хранение отработанного ядерного топлива |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |  | Здание обслуживания оборудования c санпропускником |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |  | Водоподготовка теплоносителя |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 5 |  | Здание АСУ ТП |
| 1 | 1 | 1 | 3 |  |  | Обеспечение основных и сопутствующих технологических процессов (инженерная инфраструктура) |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |  | Электроснабжение |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | Электроснабжение собственных нужд нормальной эксплуатации (ЭСН НЭ) |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | Электроснабжение резервное |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | Электроснабжение аварийное |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |  | Водоснабжение и водоотведение |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | Водоснабжение производственно-техническое |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | Водоснабжение хозяйственно-питьевое |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | Водоснабжение пожарное |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | Наружные сети водоснабжения и канализации |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 5 | Комплекс очистных сооружений |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 6 | Тоннели водоснабжения |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |  | Тепло-, холодо- и газоснабжение |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | Теплоснабжение |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | Холодоснабжение |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | Газоснабжение |
| 1 | 1 | 1 | 4 |  |  | Общестанционные объекты |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |  | Объекты подсобного и обслуживающего назначения |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | Административно-бытовой комплекс с пожарным депо |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | Ремонтно-складское хозяйство |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | Объекты физической защиты |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | Учебно-тренировочный центр |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 2 |  | Инфраструктурные объекты |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | Котлован с дренажной системой |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | Благоустройство территории и автодороги |
| 1 | 1 | 2 |  |  |  | Подготовка и обустройство территории строительства |
| 1 | 1 | 2 | 1 |  |  | Подготовка территории строительства |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |  | Освобождение территории строительства |

Окончание таблицы А.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сокращение | | | | | | Название элемента структуры |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |  | Временная ограда и подъездные дороги |
| 1 | 1 | 2 | 2 |  |  | Обустройство территории строительства |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |  | Пионерная база |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |  | Строительно-монтажная база |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |  | Перевалочная база |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 4 |  | Вахтовый поселок строителей |

* 1. Структура инфраструктурного комплекса

Пример структуры СИМ (строительных узлов) инфраструктурного комплекса (аэропорта) приведён в таблице ниже, см. Таблица А.2.

Таблица . – Структура аэропорта (пример)

| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |  | Аэропорт «Северный» |
| 1 | 1 |  |  |  |  | Очередь строительства №1 |
| 1 | 1 | 1 |  |  |  | Пусковой комплекс №1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |  |  | Основные объекты |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  | Пассажирский терминал |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |  | Грузовой терминал |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |  | Взлётно-посадочная полоса |
| 1 | 1 | 1 | 2 |  |  | Сопутствующие объекты |

Продолжение таблицы А.2

| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |  | Фабрика бортового питания |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |  | Топливозаправочный комплекс |
| 1 | 1 | 1 | 3 |  |  | Обеспечение основных и сопутствующих технологических процессов (инженерная инфраструктура) |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |  | Электроснабжение |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | Электроснабжение собственных нужд нормальной эксплуатации |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | Электроснабжение резервное |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | Электроснабжение аварийное |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |  | Водоснабжение и водоотведение |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | Водоснабжение хозяйственно-питьевое |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | Водоснабжение пожарное |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | Наружные сети водоснабжения и канализации |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | Комплекс очистных сооружений |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |  | Тепло-, холодо- и газоснабжение |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | Теплоснабжение (резервная котельная) |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | Холодоснабжение (чиллерная) |

Окончание таблицы А.2

| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 4 |  |  | Общестанционные объекты |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |  | Объекты подсобного и обслуживающего назначения |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | Административно-бытовой комплекс |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | Ремонтно-складское хозяйство |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | Объекты физической защиты |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 2 |  | Инфраструктурные объекты |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | Железнодорожная станция |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | Автомобильная дорога |
| 1 | 1 | 2 |  |  |  | Подготовка и обустройство территории строительства |
| 1 | 1 | 2 | 1 |  |  | Подготовка территории строительства |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |  | Освобождение территории строительства |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |  | Временная ограда и подъездные дороги |

* 1. Структура жилого комплекса

Пример структуры СИМ (строительные узлы) объекта комплексной жилой застройки (микрорайон с квартальной застройкой) приведён в таблице ниже, см. Таблица А.3.

Таблица . – Структура микрорайона с квартальной застройкой (пример)

| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |  | Микрорайон «Курортный» |
| 1 | 1 |  |  |  |  | Очередь строительства №1 |
| 1 | 1 | 1 |  |  |  | Жилые комплексы |
| 1 | 1 | 1 | 1 |  |  | Квартал «Лазурный» |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  | Корпус «Южный» |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |  | Корпус «Восточный» |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |  | Наземная парковка №1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 |  |  | Квартал «Айвазовский» |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |  | Корпус «Западный» |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |  | Наземная парковка №2 |
| 1 | 1 | 2 |  |  |  | Инфраструктурные объекты |
| 1 | 1 | 2 | 1 |  |  | Социальная инфраструктура |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |  | Детский сад «Солнышко» |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |  | Школа №281 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 3 |  | Стадион «Темп» |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |  | Парк «Центральный» |

Окончание таблицы А.3

| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 2 | 2 |  |  | Транспортная инфраструктура |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |  | Транспортно-пересадочный узел «Санаторий» |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | Станция метро «Курортная» |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | Автодорожная развязка №1 |

1. Пример структур отдельных систем объекта капитального строительства
   1. Архитектурно-строительные системы

На рисунке ниже показана структура (членение) двухсекционного здания на захватки в части строительных конструкций, см. Рисунок Б.1.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок . – Структура захваток в части строительных конструкций на примере здания распределительных устройств |

Примечание — К этажу относятся несущие конструкции.

В виде иерархии такое членение ОКС на захватки, а следовательно, и структура СИМ по данному ОКС, выглядит как представлено в таблице ниже, см. Таблица Б.1.

Таблица .1 – Захватки здания распределительных устройств в части строительных конструкций (пример)

| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |  | Здание распределительных устройств |
| 1 | 1 |  |  |  |  | Секция управления |
| 1 | 1 | 1 |  |  |  | Подземная часть (цикл) |
| 1 | 1 | 1 | 1 |  |  | Фундаментная плита (-5.600) |
| 1 | 1 | 1 | 2 |  |  | Подземный этаж (-4.400) |
| 1 | 1 | 1 | 3 |  |  | Фундаментная плита (-2.300) |
| 1 | 1 | 1 | 4 |  |  | Фундаментная плита (-0.900) |
| 1 | 1 | 1 | 5 |  |  | Подземный этаж (+0.300) |
| 1 | 1 | 2 |  |  |  | Надземная часть (цикл) |
| 1 | 1 | 2 | 1 |  |  | Этаж (+4.800) |
| 1 | 1 | 2 | 2 |  |  | Этаж (+9.300) |
| 1 | 1 | 2 | 3 |  |  | Этаж (+13.500) |
| 1 | 1 | 2 | 4 |  |  | Этаж (+18.000) |
| 1 | 1 | 2 | 5 |  |  | Этаж (+22.200) |

Окончание таблицы Б.1

| Цифровой код | | | | | | Название элемента структуры |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 2 | 6 |  |  | Крыша (+26.400) |
| 1 | 1 | 2 | 7 |  |  | Внешняя отделка (+27.100) |
| 1 | 2 |  |  |  |  | Секция распределительных устройств |
| 1 | 2 | 1 |  |  |  | Подземная часть (цикл) |
| 1 | 2 | 1 | 1 |  |  | Фундаментная плита (+3.600) |
| 1 | 2 | 2 |  |  |  | Надземная часть (цикл) |
| 1 | 2 | 2 | 1 |  |  | Этаж (+4.800) |
| 1 | 2 | 2 | 2 |  |  | Крыша (+17.700) |
| 1 | 2 | 2 | 3 |  |  | Внешняя отделка (+19.500) |

* 1. Система отопления, вентиляции и кондиционирования

Пример структуры СИМ для систем отопления, вентиляции и кондиционирования приведён в таблице ниже, см. Таблица Б.2.

Таблица . – Структура СИМ для систем ОВиК (пример)

| Цифровой код | | | | | | Название технологического узла |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |  | Система снабжения (обеспечения) |
| 1 | 1 |  |  |  |  | Система отопления |
| 1 | 1 | 1 |  |  |  | Рециркуляционная система снабжения теплом |

Окончание таблицы Б.2

| Цифровой код | | | | | | Название технологического узла |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 2 |  |  |  | Воздушно-тепловая завеса |
| 1 | 2 |  |  |  |  | Система вентиляции |
| 1 | 2 | 1 |  |  |  | Система общеобменной вентиляции |
| 1 | 2 | 2 |  |  |  | Система местной вентиляции |
| 1 | 2 | 3 |  |  |  | Система дымоудаления |
| 1 | 2 | 4 |  |  |  | Система подпора воздуха |
| 1 | 3 |  |  |  |  | Система климатизации |
| 1 | 3 | 1 |  |  |  | Система промежуточного охлаждения |
| 1 | 3 | 2 |  |  |  | Система непосредственного охлаждения |

* 1. Система электроснабжения

Пример структуры СИМ для систем электроснабжения приведён в таблице ниже, см. Таблица Б.3.

Таблица . – Структура СИМ для систем электроснабжения (пример)

| Цифровой код | | | | | | Название технологического узла |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |  | Система снабжения (обеспечения) |
| 1 | 1 |  |  |  |  | Система электроснабжения |
| 1 | 1 | 1 |  |  |  | Система нормальной эксплуатации |
| 1 | 1 | 2 |  |  |  | Система надежного электроснабжения |

Окончание таблицы Б.3

| Цифровой код | | | | | | Название технологического узла |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 3 |  |  |  | Система аварийного электроснабжения |

* 1. Система освещения

Пример структуры СИМ для систем освещения приведён в таблице ниже, см. Таблица Б.4.

Таблица . – Структура СИМ для систем освещения (пример)

| Цифровой код | | | | | | Название технологического узла |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |  | Система снабжения (обеспечения) |
| 1 | 1 |  |  |  |  | Система электроснабжения |
| 1 | 1 | 1 |  |  |  | Система нормальной эксплуатации |
| 1 | 1 | 2 |  |  |  | Система надежного электроснабжения |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УДК 004.9:006.354 | ОКС | 35.240.01  35.240.67  91.010.01  91.040.01  91.200 |

Ключевые слова: Информационное моделирование строительного производства, строительная информационная модель, строительная цифровая информационная модель, строительное представление цифровой информационной модели, модель обеспечения, записи строительного производства

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Руководитель организации-разработчика | | | | |
| Национальная Ассоциация инженеров-консультантов в строительстве (НАИКС) | | |  | |
| наименование организации | | |  | |
|  | Исполнительный директор |  | | О.О. Кубанская |
|  | должность | личная подпись | | инициалы, фамилия |

Руководитель разработки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Руководитель проектов, PME |  | К.Ю. Кузнецов |
|  | должность | личная подпись | инициалы, фамилия |

СОИСПОЛНИТЕЛИ

Руководитель организации-разработчика

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ООО «Интеллектуальный строительный инжиниринг» | |  | |
| наименование организации | |  | |
|  | Генеральный директор |  | А.С. Ерофеев |
|  | должность | личная подпись | инициалы, фамилия |

Исполнитель

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | VDC-директор, PMP |  | В.В. Клепа |
|  | должность | личная подпись | инициалы, фамилия |

СОИСПОЛНИТЕЛИ

Представитель организации-разработчика

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский  политехнический университет  Петра Великого» | | |  | |
| наименование организации | | |  | |
|  | Ведущий специалист  Центра управления  изменениями, к.т.н., PMP |  | | М.О. Гришин |
|  | должность | личная подпись | | инициалы, фамилия |

Исполнитель

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Доцент Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства, к.т.н. |  | Д.В. Немова |
|  | должность | личная подпись | инициалы, фамилия |

1. Учёт данных из сценариев исполнительного информационного моделирования «Строительный контроль и надзор, включая фотофиксацию, фотограмметрию, лазерное сканирование, георадиолокацию фактически выполненных объёмов работ» и «Приёмка выполненных работ и ввод объекта в эксплуатацию», также относящихся к функции управления реализацией строительного производства [↑](#footnote-ref-1)