

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы мемлекеттік
нормативтер

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

Государственные нормативы в области архитектуры,
градостроительства и строительства

СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**ҚҰРЫЛЫС ҰЙЫМЫНДА АҚПАРАТТЫҚ
МОДЕЛЬДЕУДІ ҚОЛДАНУ**

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ**

ҚР ЕЖ Х.ХХ-ХХХ-2019

СП РК Х.ХХ-ХХХ-2019

Мемлекеттік нормативтің осы жобасы оның бекітілуіне дейін
қолданылуға жатпайды

Настоящий проект государственного норматива не подлежит
применению до его утверждения

Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму
министрлігінің Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық
істері комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства
Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики
Казахстан

Нур-Султан 2019

АЛҒЫ СӨЗ

- 1 ӘЗІРЛЕГЕН:** «Қазақ құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау институты» акционерлік қоғамы
- 2 ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігінің Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
- 3 БЕКІТІЛГЕН ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН:** Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігінің Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің 2019 жылғы № бұйрығымен __ желтоқсаннан бастап

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 4 РАЗРАБОТАН:** Акционерное общество «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры»
- 5 ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан
- 6 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от __ декабря 2019 года № _____

Осы мемлекеттік нормативті уәкілетті органның ведомствосы рұқсатысыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды.

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ведомства уполномоченного органа в области архитектуры,

градостроительства и строительства.

обозначение стандарта (обозначения стандартов)

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	6
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	6
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	7
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	8
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	8
СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ТИМСО	9
Мероприятия по охране труда и безопасности	12
Авторский и технический надзор	13
УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИЕЙ НА СТАДИИ СТРОИТЕЛЬСТВА	13
ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ	14
Исполнительная электронная модель строительного объекта (as-built model)	15
ПЕРЕДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	17
Формат	17
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
(информационное)	
ПЕРЕЧЕНЬ	19
Шаблон матрицы ответственности по управлению информацией (Пример)	21
БИБЛИОГРАФИЯ	24

ВВЕДЕНИЕ

При применении технологии информационного моделирования строительных объектов ключевое значение для достижения целей реализации инвестиционных строительных проектов имеет эффективное взаимодействие между участниками строительного процесса. Преимуществами такого подхода являются продуктивная коммуникация, повторное использование и накопление информации, эффективный обмен и сведение к минимуму потерь, рисков нереализации противоречий или неправильной интерпретации данных.

Положения настоящего свода правил составлены на основе действующих законодательных и нормативных актов Республики Казахстан с учетом достижений науки и новых технологий, а также передового опыта экономически развитых стран в области проектирования, строительства и эксплуатации с применением технологии информационного моделирования строительных объектов, представленного в национальных и международных стандартах. Настоящий свод правил призван максимизировать производство проекта посредством скоординированного и последовательного подхода, обеспечивая эффективный обмен данными и обмен информацией в междисциплинарных проектах

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚҰРЫЛЫС ҰЙЫМЫНДА АҚПАРАТТЫҚ МОДЕЛЬДЕУДІ ҚОЛДАНУ

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В
СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Дата введения – 2019-XX-XX

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий свод правил содержит рекомендации по организации внутренних процессов, связанных с внедрением и использованием ТИМСО в производственной деятельности строительной компании.

1.2 Рекомендации, изложенные в настоящем своде правил, призваны обеспечить поддержку строительным организациям при составлении собственного внутреннего регламента, организации внутренних производственных процессов для создания и оперирования информацией в среде ТИМСО.

1.3 Настоящий нормативный документ содержит рекомендации по разработке внутреннего стандарта строительной организации по ТИМСО, а также информацию о процессах управления информацией на стадии строительства.

1.4 Настоящий свод правил предназначен для участников процесса реализации строительных проектов за счет государственных инвестиций и средств субъектов квазигосударственного сектора, на этапе их создания (на стадии строительства) с использованием технологии информационного моделирования строительных объектов.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящего государственного норматива необходимы следующие ссылочные нормативные правовые акты и нормативные технические документы:

СП РК 1.01-101-2014 Строительная терминология

СП РК 1.01-102-2014 Строительная терминология. Технология и организация строительства

СН РК 1.03-00-2011 Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений

СТ РК ISO 55000-2016 Управление активами. Обзор, принципы и термины.

Примечание – При пользовании настоящим сводом правил рекомендуется проверить действие ссылочных стандартов по информационным указателям «Перечень нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «Указатель нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан» и «Указатель межгосударственных нормативных документов». Если ссылочный документ заменен

(изменен), то при пользовании настоящим нормативом следует руководствоваться заменяющим (измененным) нормативом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем своде правил применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Актив (asset): Идентифицируемый предмет, вещь или объект, который имеет потенциальную или действительную ценность для организации.

Примечания

1 В соответствии с СТ РК ISO 55000-2016.

2 В настоящем руководящем документе рассматривается как физический актив, в виде строительного объекта (недвижимости), включая все виды сооружений с относящимся к ним технологическим и инженерным оборудованием.

3.2 Среда общих данных (common data environment; CDE): Единый источник информации для любого отдельно взятого проекта или актива, предназначенный для сбора, управления и распределения данных информационной модели с помощью управляемого процесса.

3.3 Стандарт организации по технологии информационного моделирования строительных объектов – совокупность правил взаимодействия всех участников процесса информационного моделирования, необходимая проектной, либо строительной, либо эксплуатирующей организации для обеспечения эффективной совместной работы, качества разрабатываемых информационных моделей строительных объектов и функциональной совместимости цифровых данных;

3.4 Информационная модель проекта (project information model; PIM): Информационная модель на этапе создания актива.

3.5 Технология информационного моделирования строительных объектов (аналог building information building; BIM): Совокупность технологий, производственных процессов и регламентов, обеспечивающих возможность коллективного создания и управления информацией о строительном объекте на всех этапах его жизненного цикла.

3.6 Жизненный цикл строительного объекта (life cycle): Последовательные и взаимосвязанные этапы существования строительного объекта, включая его создание, эксплуатацию и завершение существования.

3.7 Электронная модель строительного объекта (ЭМ СО): Электронная модель, в котором объектом моделирования является строительный объект.

3.8 Заинтересованная сторона (stakeholder): Лицо, группа лиц или организация, которая может воздействовать, подвергаться воздействию или считает, что может подвергаться воздействию решений, деятельности или результата проекта.

3.9 Приемка объекта: Порядок принятия от исполнителя (генерального подрядчика) законченного строительного объекта. Приемку производит заказчик или другое уполномоченное лицо. Приемка производится на основе результатов проведенных

заказчиком исследований, проверок, контрольных испытаний и измерений, документов исполнителя работ, подтверждающих соответствие принимаемого объекта нормам и проекту, а также заключения надзорных органов.

3.10 Электронная модель: Модель, выполненная в компьютерной (вычислительной) среде и представляющая собой совокупность данных и программного кода, необходимого для работы с данными.

3.11 Электронный документ: Документ, выполненный программно-техническим средством на электронном носителе. Информация, представленная в документе, должна быть удостоверена электронной цифровой подписью. Электронный документ состоит из двух частей: содержательной и реквизитной.

3.12 Электронно-цифровая подпись (ЭЦП): набор электронных цифровых символов, созданный средствами электронной цифровой подписи и подтверждающий достоверность электронного документа, его принадлежность и неизменность содержания.

3.13 Электронный документооборот: обмен электронными документами между государственными органами, физическими и юридическими лицами.

3.14 Исполнительная электронная модель строительного объекта (As-built model)

3.15 ERP-система (англ. Enterprise Resource Planning System - система планирования ресурсов предприятия)

4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ЖЦСО: Жизненный цикл строительного объекта

ТИМСО: Технология информационного моделирования строительных объектов

КП: Календарный план

AIM: Asset information model

AIR: Asset information requirements

BIM: Building information modeling

CDE: Common data environment

EIR: Exchange/employer's information requirements

ERP: Enterprise resource planning

IFC: Industry foundation class

PIM: Project information model

ERP: Enterprise Resource Planning System

QA

QC

PCM

5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1 На этапе создания строительного объекта, включая стадию строительства, разрабатывается и используется информационная модель проекта (PIM), которая содержит графические, неграфические данные и документы.

5.2 На стадии строительства информационная модель проекта (PIM), полученная

со стадии проектной подготовки строительства, используется для организации строительства и дополняется информацией, возникающей в ходе строительства.

5.3 Применение технологии информационного моделирования на стадии строительства объекта позволяет оптимизировать следующие процессы: планирование, осуществление строительно-монтажных работ, мониторинг, контроль качества, сроков, стоимости строительства.

5.4 Для применения ТИМСО необходимо наличие следующих составляющих: доступ к среде общих данных (CDE), информационные требования заказчика (EIR), стандарты организации и обмена информацией.

5.5 Информационная модель проекта (PIM) должна соответствовать действующим нормативно-правовым и нормативно-техническим документам и обеспечивать информационную основу, достаточную для осуществления строительно-монтажных работ в объеме, предусмотренном утвержденным проектом.

5.6 Требования к составу информационной модели проекта (PIM), правилам именования контейнеров, формированию электронных моделей изложены в действующих нормативных технических документах, регламентирующих применение ТИМСО.

6 СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ТИМСО

6.1 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

6.1.1 Стандарт строительной организации по ТИМСО устанавливает правила применения технологии информационного моделирования в строительной организации, а также регламентирует взаимодействие между участниками процесса стадии строительства.

6.1.2 Стандарт утверждается строительной организацией самостоятельно и может быть включен в состав информационных требований к подрядным организациям.

6.1.3 Разработка стандарта организации по ТИМСО необходима для:

- обеспечения единых подходов и базовых требований по составу и содержанию информации о строительном объекте, в целях ее дальнейшего использования на этапе эксплуатации;
- контроля производства строительно-монтажных работ с использованием информационного моделирования;
- обеспечения обмена данными и совместной работы в среде общих данных (CDE);
- других целей и задач, решаемых на стадии строительства жизненного цикла строительного объекта.

6.1.4 Стандарт строительной организации по ТИМСО может включать следующие разделы:

- среда общих данных;
- организация строительства;
- планирование строительства;
- мониторинг строительства;
- контроль строительства.

6.1.5 Стандарт строительной организации по ТИМСО содержит описания структуры данных и идентификаторов, правила обмена информацией, определение содержания информации для обмена, своевременность передачи необходимой

информации, а также форматы для ее обмена.

6.2 СРЕДА ОБЩИХ ДАННЫХ (CDE)

6.2.1 Среда общих данных (CDE) на стадии строительства необходима для совместного формирования и обмена информацией о строящемся объекте .

6.2.2 Применение среды общих данных (CDE) позволяет обмениваться достоверной и актуальной информацией.

6.2.3 Технические решения для организации среды общих данных (CDE) могут иметь такие функции, как разграничение прав доступа к информации, поиск и управление документами.

Примечание - техническое решение организации среды общих данных (CDE) может быть реализовано различными способами, согласно РДС РК 1.02-04-2018 "Информационное моделирование в строительстве. Основные положения и СП РК 1.02-115-2018 "Правила организации совместного создания информации о строительстве. Среда общих данных".

6.2.4 Для выполнения работ по разработке, настройке, управлению и поддержке среды общих данных (CDE) назначается ответственное лицо.

Примечание – В случае, если ответственное лицо по управлению средой общих данных (CDE) по проекту назначается заказчиком, то это должно быть прописано в информационных требованиях заказчика (EIR).

6.2.5 В данном разделе необходимо прописать конкретные требования к выбранному ПО или другому техническому решению по организации среды общих данных (CDE), описание рабочих процессов в данном ПО, определение состава и характеристик оборудования (например, компьютеров, серверов, планшетов, сканеров и т.д.), необходимого при использовании ТИМСО, функциональные обязанности и права доступа.

6.2.6 Необходимо обеспечить безопасность и конфиденциальность информации, содержащейся в среде общих данных (CDE).

6.3 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

6.3.1 В составе стандарта организации по ТИМСО рекомендуется разработать шаблон матрицы ответственности.

6.3.2 Шаблон матрицы ответственности содержит перечень задач и функции исполнителей в отношении этих задач.

Примечание – пример шаблона матрицы ответственности верхнего уровня приведен в приложение Б. Допускается использование других шаблонов, отвечающих нуждам организации.

6.3.3 Для формирования детальной матрицы ответственности, следует провести декомпозицию матрицы ответственности высокого уровня, с целью определения:

- какая информация должна быть произведена;
- когда и для кого информация должна быть предоставлена;
- какая группа по задаче отвечает за ее производство.

6.3.4 При этом необходимо рассмотреть:

- ключевые события производства информации по проекту;
- матрицу ответственности высокого уровня;
- методы и процедуры производства информации по проекту;
- элементы, выделенные из структуры информационного контейнера, предназначенные каждой группе по задаче;
- зависимости между задачами (группами по задаче) процесса производства информации.

Примечание: ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) содержит шаблон матрицы ответственности по управлению информацией (Пример).

6.3.5 Электронная модель строительного объекта (ЭМСО) используется при разработке ППР в качестве источника актуальных данных.

6.3.6 При разработке проекта производства работ (ППР) с использованием ТИМСО в него рекомендуется включать:

- календарный план, интегрированный с электронной моделью строительного объекта;

Примечание – интеграция календарного плана осуществляется через сметную документацию, основой для которой является ЭМСО. Порядок формирования календарного плана регламентирован нормативным техническим документом, описывающим требования к информационной модели на стадии строительства.

- сводные ведомости строительных материалов и оборудования в электронном виде с разделением по этапам строительства;
- ПОС и другие рабочие документы прилагаемые к основной задаче.
- информация о поставках ресурсов, оборудования, а также об использовании персонала и техники, определяемый объемом строительства.
- указание особых условий строительства (например, свойства грунта, сейсмичность района строительства, климат, техногенные условия района строительства и др.)

6.3.7 Рекомендуется использовать сметные показатели как основу для формирования ведомости объемов работ, используя специализированное программное обеспечение.

6.3.8 С целью обеспечения объекта материально-техническими ресурсами, рекомендуется составить график поступления на объект основных строительных конструкций и материалов и график работы основных строительных машин и механизмов с применением ТИМСО.

6.3.9 Применение ТИМСО дает возможность оптимизации процессов на строительной площадке

6.3.10 Используя графики потребности в строительных конструкциях и изделиях и материалах с применением ТИМСО, рекомендуется автоматизировать процесс формирования заявок на поставку необходимых ресурсов с привязкой ко времени или элементам конструкции.

6.3.11 При получении необходимых строительных конструкций, материалов, и изделий товарно-транспортные электронные накладные подписываются с помощью ЭЦП

и хранятся в среде общих данных (CDE) для целей архива и аудита.

6.4 МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

6.4.1 При ведении электронного документооборота в строительной организации каждый документ в составе исполнительной документации, включая журналы, отчеты и акты, должен быть заверен ЭЦП лицом, несущим ответственность за достоверность документа.

6.4.2 Внесенные данные должны быть сохранены в среде общих хранения информации и быть доступными для проверок.

6.4.3 В электронные журналы с установленной нормативами периодичностью заносятся данные, которые позволяют осуществлять непрерывный контроль над строительными процессами.

6.4.4 Отчеты и акты хранятся и доступны участникам проекта в среде общих данных (CDE) для контроля и мониторинга текущей ситуации на строительном объекте.

6.4.5 Для фиксации хода производства строительно-монтажных работ на объекте, в том числе при принятии работ по ответственными конструкциям, узлам и т.д., рекомендуется использовать фото- и/или видеосъемку. Фото- и видеоматериалы прилагаются к соответствующим актам исполнительной документации.

6.4.6 Данные входного контроля рекомендуется заносить в систему электронного документооборота с возможностью контроля и мониторинга процессов поставки, подсчета, хранения и выдачи материалов.

6.4.7 Данные о сертификатах на материалы и паспорта оборудования вносятся в систему электронного документооборота и фиксируются электронными актами.

6.4.8 Данные о расходах и остатках материалов рекомендуется формировать на основе данных общего журнала работ и вносить в систему электронного документооборота.

6.4.9 Заключение о соответствии или несоответствии продукции установленным требованиям и заполнение электронного журнала учета результатов входного контроля должно быть доступно в среде общих данных для контроля другими участниками проекта.

6.4.10 Операционный контроль с применением ТИМСО позволяет проводить контроль дистанционно при наличии фото- и видеофиксации дефектов и их устранения.

6.4.11 Операционный контроль проводится по схемам операционного контроля выполнения работ, автоматически формирующихся в системе электронного документооборота (например, в ERP-системе) для всех строительных и монтажных процессов.

6.4.12 Производственно-технический контроль рекомендуется осуществлять визуальным и инструментальными методами с применением фото- и видеофиксации. Материалы фото- и видеофиксации прилагаются к актам в системе электронного документооборота.

6.4.13 Все данные о материалах, конструкциях, изделиях, замечания по качеству выполненных работ, методы производства работ, начало и ход их выполнения заносятся в электронные журналы, доступные в среде общих данных для других участников проекта.

6.5 Мероприятия по охране труда и безопасности

6.5.1 Рекомендуется использовать ЭМСО для прогноза рисков безопасности.

6.5.2 Допускается использование ЭМСО с привязкой к опасным видам работ в

календарном плане в специализированном ПО для определения опасных зон производства работ и предотвращения пространственных конфликтов на строительной площадке при выполнении строительно-монтажных работ.

6.5.3 Данные информационной модели проекта (PIM) используются в специализированном ПО для оптимизации труда, распределения загрузки ИТР и расхода ресурсов, организации и контроля работы транспорта и строительных процессов, обеспечения безопасности, непрерывности сбора данных с помощью датчиков и меток.

7 Авторский и технический надзор

7.1 При осуществлении авторского и технического надзоров по объектам, строящимся с применением ТИМСО:

7.1.1 Необходимо использовать среду общих данных (CDE) как единственный достоверный источник информации.

7.1.2 Надзорным органам предоставляется доступ к журналам авторского и технического надзора в среде общих данных.

7.1.3 Замечания надзорных органов регистрируются в разделах журналов в электронном виде.

7.1.4 Каждое замечание подписывается с помощью ЭЦП (электронной цифровой подписи) представителем авторского и/или технического надзора.

7.1.5 Для фиксации замечаний авторского и технического надзора рекомендуется применять фото- и видеосъемку. Материалы фото- и видеофиксации прилагаются к актам.

7.1.6 Замечания и указания по устранению выявленных дефектов и нарушений вносятся в общий журнал работ в электронном виде.

7.2 Для проведения авторского надзора, рекомендуется применять системы для дистанционного контроля: видеофиксации, видеотрансляции, виртуального посещения и иных систем надзора и мониторинга строительной площадки.

7.3 Для осуществления авторского и технического надзора необходимо предоставить доступ к среде общих данных (CDE), содержащей информацию о контроле качества работ, таких как:

- схемы операционного контроля выполняемых работ в электронном виде;
- перечень требуемых актов освидетельствования скрытых работ в электронном формате;
- указания о сроках проверки качества работ с лабораторными испытаниями материалов, конструктивных элементов, температурно-влажностных режимов;
- порядок опробования отдельных агрегатов и систем инженерного оборудования;
- и иная информация согласно требования конкретного проекта.

8 УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИЕЙ НА СТАДИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

8.1 Система управления строительным производством должна обеспечивать возможность использования информации для всех участников строительного процесса.

8.2 Для сбора, анализа, обмена и хранения информации на стадии строительства объекта рекомендуется назначить лицо, ответственное за управление информацией.

8.3 К задачам управления информацией на стадии строительства объекта относятся обеспечение обмена актуальной информацией между всеми заинтересованными сторонами, а также передача информации на следующую стадию жизненного цикла

строительного объекта, соблюдение необходимых процедур при работе в среде общих данных (CDE), в используемых программных средствах, соблюдение информационных требований заказчика (EIR) и решение иных задач данной стадии жизненного цикла.

8.4 Обмен информацией происходит между всеми участниками строительного процесса:

- внутри строительной организации;
- между строительной организацией и внешними заинтересованными сторонами;
- между строительной организацией и надзорными органами или сопровождающими лицами;
- между строительной организацией и заказчиком;
- между строительной организацией и проектной организацией;
- между взаимозависимыми проектами.

8.5 В целях контроля лицо, ответственное за управление информацией, определяет контрольные точки процесса формирования информационной модели проекта (PIM). При определении контрольных точек допускается применять различные подходы:

- по мере завершения определенных видов строительно-монтажных работ (монтажа строительных конструкций, монтажа инженерных систем, отделочных работ и других видов работ);
- по отчетным периодам (неделя, месяц, квартал и т.д.);
- по очередности строительства и т.д.

8.6 Строительной организации необходимо определить методы и процедуры производства информации. Технические аспекты формирования информационной модели проекта (PIM) рассматриваются в нормативном документе, регламентирующим требования к информационной модели на стадии строительства.

8.7 При составлении требований к методам и процедурам производства информации о строительном объекте, необходимо учесть следующие аспекты:

- создание, просмотр и утверждение новой информации;
- безопасности и распространения информации;
- представления информации заказчику;
- опыт реализации аналогичных проектов с применением ТИМСО.

8.8 Лицо, ответственное за управление информацией, обеспечивает информационную безопасность путем разграничения прав доступа участников проекта к среде общих данных (CDE).

9 ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ

9.1 Перед началом строительных работ над проектом следует определить и зафиксировать в матрице ответственности функции и обязанности исполнителей как внутри строительной организации, так и в отношении субподрядчиков.

9.2 В проекте, реализуемом с применением ТИМСО, может возникнуть необходимость исполнения следующих функций:

- управления информацией;
- технической поддержки.

9.3 Функция управления информацией включает в себя контроль за соблюдением стандартов и требований (стандарта организации по ТИМСО, информационных

требований заказчика (EIR)), контроль за наполнение и актуализацию информационной модели проекта (PIM), соблюдение процедур утверждения и согласования информации.

9.4 Функция технической поддержки включает в себя обеспечение доступа и разграничение прав доступа в среде общих данных (CDE), обеспечение возможности обмена данными между исполнителями, обеспечение совместимости между различными ПО и т.п.

10 Исполнительная электронная модель строительного объекта (as-built model)

10.1 Исполнительная электронная модель строительного объекта (as-built model) может быть сформирована различными способами:

- на основе ЭМСО, разработанной на предыдущей стадии ЖЦСО;
- методом лазерного сканирования;
- методом фотограмметрии;
- на основе съемки электронных тахеометром (RTS);
- и иными способами.

10.2 Согласно данным собранным из электронных актов исполнительной документации, формируется исполнительная электронная модель строительного объекта (as-built model) в соответствии со строящимся или построенным строительным объектом.

10.3 Исполнительная электронная модель строительного объекта (as-built model) может быть создана на основе данных полученных при съемке построенного объекта электронным тахеометром (RTS).

10.3.1 Исполнительная электронная модель строительного объекта (as-built model) также может быть создана на основе набора ориентированных облаков точек. Каждое отдельное облако точек состоит из набора точек, каждая из которых представлена в виде вектора с координатами. Полученные электронные модели обрабатываются специальными программными инструментами, которые позволяют пользователю выполнять несколько операций, таких как очистка нежелательных точек, регистрация, сегментация, создание сетки и т. д.

Автоматическая цифровая фотограмметрия (ADP). Метод, который позволяет точно соотнести геометрическую информацию объекта с цифровыми изображениями посредством измерений, выполненных на этих изображениях. Электронная модель, получаемая из изображения, может быть автоматически сформирована из набора данных изображений с не-большим базовым расстоянием между ними.

Лазерное сканирование (TLS) заключается в захвате множества облаков точек путем позиционирования системы лазерного сканирования в различных точках, относительно исследуемой структуры и записи как можно большего количества информации.

10.3.2 Необработанные данные сканирования должны предоставляться в форматах, чтобы их можно было использовать в самых разных приложениях, таких как Autodesk® Recap®, Autodesk® Revit®, Archicad, MicroStation, Autodesk® Navisworks® и т.д. Эти форматы включают RCS, PTS, PTX, PCG, E57, POD, IMP и многие другие форматы.

10.4 Стандарты моделирования исполнительной электронной модели строительного объекта (as-built model)

10.4.1 Базовая точка проекта не должна вращаться, перемещаться или изменяться. Локальная система координат не должна отличаться от общей системы координат, согласованной между различными заинтересованными сторонами. Несоответствия приведут к коллизиям между разделами, а также будет потеряна связь с системой координат РСМ.

10.4.2 При использовании некоторых программных обеспечений, Исполнительная электронная модель строительного объекта (as-built model) должна быть смоделирована в существующей фазе проекта. При моделировании новых элементов необходимо разделить их на новую фазу.

Пояснение: Разделение проекта на фазы позволяет контролировать и различать, какие элементы уже существуют, какие части элементов или целые элементы разрушены и где находятся новые элементы. Разделение по фазам проекта необходимо для визуального анализа и для извлечения количественных графиков.

10.4.3 Если доступны только исполнительные документы, элементы модели в собранном виде должны генерироваться путем ручного ввода измерений вместо метода трассировки. Модель должна быть построена по размерам, указанным в документации, с шагом приращения 0,1 миллиметра, который соответствует согласованным допускам. Если сделаны предположения о размерах, они должны быть аннотированы в элементе или представлении.

10.4.4 Перед процессом моделирования должны быть определены размеры и допуски. Установив допуски, можно решить, какие отклонения будут задокументированы в исполнительной электронной модели строительного объекта (As-built model).

10.4.5 Допуски определяются в зависимости от типа материала и срока службы здания, отклонения варьируются в зависимости от конкретного объекта.

10.5 При наличии результатов съемки (PCM), должны применяться следующие рекомендации:

10.5.1 Размеры элементов должны быть скорректированы с точностью до 5 миллиметров. По причине использования размеров, округленных до ближайших 5 мм, необходимо обеспечить минимальные размеры округлением в большую сторону.

Пояснение: В случае стены толщиной 123 миллиметра, она становится стеной 125 миллиметров, а не 120 миллиметров

10.5.2 Элементы должны быть смоделированы, в пределах 5 миллиметров от РСМ, где это возможно и достаточно данных. Элементы с неровными поверхностями (камень, кирпич и т. д.) следует моделировать с большим пределом.

10.5.3 Элементы должны моделироваться параллельно относительно исходной оси модели и базовых плоскостей в пределах согласованных допусков. Полярные углы (45 градусов, 90 градусов) в пределах 0,02 градуса должны быть согласованы с 45 или 90 градусами.

10.5.4 Элементы, которые построены неортогонально, должны быть скорректированы таким образом, чтобы допуск от РСМ не превышал согласованный допуск и находился в пределах, например, максимальных приращений в 0,01 градуса

(десятичные разряды после .xx должны быть обнулены).

10.5.5 Опорные плоскости должны быть нарисованы параллельно с допуском в пределах в пределах 5 миллиметров. Опорные плоскости могут использоваться для создания допусков и контроля положения элементов и измерений.

10.5.6 Исполнительную электронную модель строительного объекта (As-built model) следует создавать через РСМ, вручную размещая размеры по мере их появления.

10.5.7 Если допуски невозможны или сделаны допущения по размерам, комментарии должны быть связаны с элементами и представлениями. Необходимо создать параметры, связанные с представлениями и элементами для аннотирования LOC, и отклонения, это должно быть добавлено к графикам и тегам.

10.5.8 При создании исполнительной электронной модели (as-built model) необходимо согласовать минимальный LOD.

10.5.9 Смоделированные элементы должны быть параметрическими, чтобы впоследствии их можно было многократно использовать и редактировать. Эти элементы обеспечивают повторяемость одного и того же типа элемента без значительного увеличения размера файла и использования параметров для более быстрого изменения типов элементов. РСМ-представление определенных элементов, таких как окна, должно быть изолированным из облаков точек и смоделированы в программные средства в стандартные параметрические элементы.

10.5.10 Необходимо внедрить стандартизированные элементы с номинальными размерами в пределах установленных допусков. Предполагается, что большинство зданий имеют заданное количество типов элементов при строительстве. Однако при обследовании могут быть выявлены небольшие различия в размерах. Вместо того, чтобы создавать тип элемента для каждого изменения в размере, средние измерения в пределах допусков моделирования должны быть приняты.

10.5.11 Следует избегать непараметрических элементов, если они не согласованы с командой и не аннотированы, в тех случаях, когда это уникальный и сложный элемент.

10.5.12 Необходимо, чтобы каждый разработчик модели проводил собственную проверку качества (QA) во время моделирования. Окончательная исполнительная электронная модель строительного объекта (as-built model) должна быть проверена менеджером до передачи / доставки, что считается контролем качества (QC).

11 ПЕРЕДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

11.1 Результаты, которые необходимы для передачи объекта в эксплуатацию:

- построенный строительный объект
- информационная модель проекта (PIM), включая исполнительную электронную модель строительного объекта (as-built model)

11.2 Формат

11.2.1 Необходимая для этапа эксплуатации строительного объекта информация переходит из информационной модели проекта (PIM) в информационную модель актива (AIM).

11.2.2 На этап эксплуатации может быть передана соответствующая информация в таких форматах, как COBie, IFC, а также электронные модели строительного объекта, полученные в процессе проектирования.

11.2.3 Генерирование модели осуществляется на основе геометрической и атрибутивной информации. Атрибутивная информация содержит данные о материалах элементов, информации об огнестойкости, информации производителя, невидимых внутренних слоев материала (материалы внутри стен, полов, крыш и т. д.) и информация о строительных системах.

11.2.4 Для создания исполнительной электронной модели (As-built model) необходимо установить и смоделировать геометрию здания, затем во время генерации, связать дополнительную атрибутивную информацию.

11.2.5 Результат получаемый на стадии эксплуатации:

1. эксплуатируемый объект
2. информационная модель проекта (PIM), включая исполнительную электронную модель строительного объекта (as-built model) в составе PIM.

11.2.6 Возможные варианты представления информационной модели актива (AIM) согласно РДС РК 1.02-04-2018:

вариант 1: исполнитель, предоставляет информационную модель проекта (PIM) и информационную модель актива (AIM), а также предоставляет функциональные возможности для ввода и вывода данных в существующие информационные системы.

Пояснение: такой вариант характерен для реализации проектов полного цикла с использованием EPCM контрактов.

вариант 2: исполнитель, предоставляет информационную модель проекта (PIM) и информационную модель актива (AIM). Ответственный пользователь здания и сооружения предоставляет функциональные возможности для ввода и вывода данных в существующие информационные системы.

Пояснение: Проектная организация предоставляет PIM, при этом в EIR были заложены требования к AIM, но без привязки к конкретному ПО. Данный вариант применим для реализации проектов с государственным финансированием, поскольку не допускается указывать (отдавать предпочтение) определенному ПО для создания информационной модели, которое в последующем будет использоваться ответственным пользователем здания и сооружения.

вариант 3: исполнитель, предоставляет информационную модель проекта (PIM) и обеспечивает функциональные возможности ввода и извлечения данных в существующие информационные системы. Существующие информационные системы обеспечивают полную функциональность информационной модели актива (AIM).

Пояснение: Проектная организация предоставляет РІМ, при этом в ЕІР были заложены требования к АІМ на этапе создания строительного объекта для использования ее в конкретном ПО. Данный вариант подходит для реализации проектов с частным финансированием, когда на стадии разработки проекта заказчику известно какое ПО будет использоваться при эксплуатации актива.

вариант 4: исполнитель, предоставляет информационную модель проекта (РІМ). Существующие информационные системы обеспечивают полную функциональность информационной модели актива (АІМ). Ответственный пользователь здания и сооружения предоставляет функциональные возможности для ввода и вывода данных в существующие информационные системы.

Пояснение: Проектная организация предоставляет РІМ, при этом в ЕІР не были заложены требования к АІМ. Ответственный пользователь актива определяет какое ПО будет использоваться на этапе эксплуатации актива и обеспечивает передачу информации из РІМ в АІМ в соответствии с требованиями ПО.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(информационное)

ПЕРЕЧЕНЬ

актов испытаний и приемки отдельных законченных строительством систем и оборудования

№	Наименование документа	Среда формирования документа
1	Акт испытания наружного газопровода на плотность.	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*
2	Акт гидравлического испытания и приемки наружных сетей (теплосети, водопровода) и т.д.	система электронного документооборота в строительстве*
3	Акт гидравлического испытания систем внутреннего хозяйственно-питьевого, противопожарного, горячего водоснабжения, отопления, котлов, водонагревателей, тепловых узлов и др.	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*
4	Акт пробного испытания систем на проектные нагрузки (гидро -, пневмо -,	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*

	электронапряжения и т.д. с указанием результатов).	
5	Акт приемки системы отопления.	система электронного документооборота в строительстве *
6	Акт приемки теплового пункта и бойлерной (при местном источнике теплоснабжения).	система электронного документооборота в строительстве *
7	Акт приемки системы и выпусков внутренней канализации.	система электронного документооборота в строительстве *
8	Акт приемки системы и выпусков внутреннего водостока из здания.	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*
9	Акт приемки внутренних систем хозяйственно-питьевого и горячего водоснабжения.	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*
10	Акт приемки систем противопожарного водопровода и оборудования.	система электронного документооборота в строительстве *
11	Акт приемки внутриквартального водостока дренажа.	система электронного документооборота в строительстве *
12	Акт приемки систем естественной вентиляции..	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*
13	Акт приемки системы кондиционирования воздуха.	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*
14	Акт приемки систем пылеудаления.	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*
15	Акт приемки системы приточно-вытяжной вентиляции.	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*
16	Акт приемки мусоропровода и помещений мусоросборников.	система электронного документооборота в строительстве *
17	Акт приемки молниезащиты	система электронного документооборота в строительстве (ERP, EDMS)*
18	Акт приемки (справка о приемке) работ по благоустройству и озеленению	система электронного документооборота в строительстве*

	территории сдаваемого объекта и обязательств заказчика, предусмотренных решением об отводе участка	
--	--	--

Примечание: * допускается оформление документов в бумажном виде при отсутствии возможности сформировать документ в электронной системе.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Шаблон матрицы ответственности по управлению информацией (Пример)

Организация самостоятельно назначает задачи в зависимости от требований конкретного проекта. Роль заинтересованной стороны может выполнять лицо или организация, задействованная в проекте и выполняющая одну из функций по реализации задачи.

R – Responsible (исполняет);

A – Accountable (несет ответственность);

C – Consult before doing (консультирует до исполнения);

I – Inform after doing (оповещается после исполнения).

Примеры задач	Заинтересованная сторона	Заинтересованная сторона	Заинтересованная сторона	Заинтересованная сторона
Назначение исполнителей для выполнения функции управления информацией				
Утверждение требований к информации по проекту				
Определение состава ключевых событий производства информации по проекту				
Утверждение регламента управления информацией по проекту				

Утверждение методов и процедур производства информации по проекту				
Создание общедоступных информационных ресурсов проекта				
Организация среды общих данных проекта				
Утверждение информационного протокола проекта				
Назначение исполнителей для выполнения функции управления информацией				
Определение квалификации и возможностей группы по задаче				
Определение квалификации и возможностей группы исполнителей				
Определение плана мобилизации группы исполнителей				
Формирование реестра рисков группы исполнителей				
Согласование плана реализации задач информационного моделирования инвестиционно-строительного проекта				
Определение подробной матрицы ответственности группы исполнителей				
Определение требований к обмену информацией ведущим исполнителем работ				
Полный комплект документов ведущего исполнителя работ				
Полный комплект документов исполнителя работ				
Мобилизация ресурсов				
Мобилизация информационных технологий				
Проверка методов и процедур производства информации по проекту				
Проверка доступности справочной				

информации и общедоступных ресурсов				
Создание информации				
Проведение проверки качества				
Рассмотрение и утверждение информации для общего использования				
Формирование исполнительной электронной модели (As-built model)				
Предоставление информационной модели для принятия заказчиком работ				
Рассмотрение и принятие информационной модели				
Архивация информационной модели проекта				
Сбор накопленных знаний для применения в будущих проектах				

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Технический регламент «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий» // Утвержден постановлением Правительства РК от 17 ноября 2010 года, № 1202.
- [2] Правила организации застройки и прохождения разрешительных процедур в сфере строительства // Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 30 ноября 2015 года № 750.
- [3] Правила приемки построенного объекта в эксплуатацию собственником самостоятельно, а также формы акта приемки // Утверждены приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 13 декабря 2017 года № 867.
- [4] Правила организации деятельности и осуществления функций заказчика (застройщика) // Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 19 марта 2015 года №229.
- [5] Правила оказания инжиниринговых услуг по управлению проектом строительства объектов и квалификационных требований, предъявляемых организациям, оказывающим услуги по управлению проектом // Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 30 ноября 2015 года №749.
- [6] СП РК 1.01-101-2014 Строительная терминология.
- [7] СП РК 1.01-102-2014 Строительная терминология. Технология и организация строительства.
- [8] СП РК 1.01-103-2014 Строительная терминология. Инженерные изыскания.
- [9] СП РК 1.01-104-2014 Строительная терминология. Строительные конструкции. Строительные материалы и изделия.
- [10] РДС РК 1.02-04-2018 Информационное моделирование в строительстве. Основные положения.
- [11] СП РК 1.02-112-2018 Жизненный цикл строительных объектов. Часть 1. Общие понятия
- [12] Перечень видов работ (услуг) в составе строительно-монтажных работ

- [13] Акт приемки объекта в эксплуатацию
- [14] Сборник нормативно-технической и исполнительной документации, необходимой при проведении строительно-монтажных работ
- [15] СН РК 1.03-00-2011* Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений
- [16] СН РК 1.03-16-2013 Инструкция по разработке проектов организации и проектов производства работ по капитальному ремонту жилых зданий
- [17] РДС РК 1.03-01-2018 Геодезическая служба и организация геодезических работ в строительстве
- [18] СН РК 1.03-01-2016 Продолжительность строительства и задел в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть I
- [19] СН РК 1.03-02-2014 Продолжительность строительства и задел в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть II
- [20] СН РК 1.03-03-2018 Геодезические работы в строительстве
- [21] СП РК 1.03-103-2013 Геодезические работы в строительстве
- [22] СП РК 1.03-101-2013 Продолжительность строительства и задел в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть I
- [23] СП РК 1.03-102-2014 Продолжительность строительства и задел в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть II
- [24] Авторский надзор за строительством зданий и сооружений
- [25] Технический надзор за строительством зданий и сооружений
- [26] СТ РК ISO 12006-2-2015 «Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации»
- [27] СТ РК ISO 15686-1-2002 Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Часть 1. Общие принципы и структура
- [28] СТ РК ISO 22263-2012 Структура информации о строительных работах. Основы менеджмента информации о строительном объекте
- [29] СТ РК ISO 29481-1-2016 Справочник по доставке информации
- [30] СТ РК 1.1-2013. Государственная система технического регулирования Республики Казахстан. Стандартизация и смежные виды деятельности. Термины и определения
- [31] СТ РК 1.5-2013 Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов
- [32] СТ РК 1.9-2013 Государственная система технического регулирования Республики Казахстан. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию международных, региональных стандартов и стандартов иностранных государств; применяемых в качестве национальных и предварительных национальных стандартов
- [33] СТ РК 1.27-2013 Государственная система технического регулирования Республики Казахстан. Стандартизация в терминологии. Основные принципы и методы
- [34] Правила разработки, согласования, утверждения, регистрации и введения в действие (приостановления действия, отмены) государственных нормативов, утвержденные приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 22 декабря 2017 года №890
- [35] Гражданский кодекс Республики Казахстан (особенная часть) от 1 июня 1999

г. № 409-1

- [36] Бюджетный кодекс Республики Казахстан от 4 декабря 2008 года № 95-IV
- [37] Закон Республики Казахстан «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан» от 16 июля 2001 года № 242-III
- [38] Технический регламент «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий» // Утвержден постановлением Правительства РК от 17 ноября 2010 года, № 1202
- [39] Правила проведения комплексной вневедомственной экспертизы технико-экономических обоснований и проектно-сметной документации, предназначенных для строительства новых, а также изменения (реконструкции, расширения, технического перевооружения, модернизации и капитального ремонта) существующих зданий и сооружений, их комплексов, инженерных и транспортных коммуникаций независимо от источников финансирования // Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 1 апреля 2015 года № 299
- [40] Правила организации застройки и прохождения разрешительных процедур в сфере строительства // Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 30 ноября 2015 года № 750
- [41] Правила приемки построенного объекта в эксплуатацию собственником самостоятельно, а также формы акта приемки // Утверждены приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 13 декабря 2017 года № 867
- [42] Правила организации деятельности и осуществления функций заказчика (застройщика) // Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 19 марта 2015 года №229
- [43] СН РК 1.02-01-2016 Типовое проектирование
- [44] СН РК 1.03-00-2011 Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений
- [45] СН РК 1.03-01-2016 Продолжительность строительства и задел в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть 1
- [46] СН РК 1.03-02-2014 Продолжительность строительства и задел в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть 2
- [47] СН РК 1.03-16-2013 Инструкция по разработке проектов организации и проектов производства работ по капитальному ремонту жилых зданий
- [48] СН РК 3.01-00-2011 Инструкция о порядке разработки, согласования и утверждения градостроительных проектов в Республике Казахстан
- [49] СН РК 8.02-02-2002 Порядок определения сметной стоимости строительства в Республике Казахстан
- [50] СН РК 8.02-02-2011 Методика определения стоимости строительной продукции в Республике Казахстан
- [51] СТ РК ISO 15686-1-2002 Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Часть 1. Общие принципы и структура
- [52] СТ РК ISO 55000-2016 Управление активами. Обзор, принципы и термины
- [53] СП 1.02-21-2007 Правила разработки, согласования, утверждения и состав технико-экономических обоснований на строительство
- [54] СП РК 1.02-101-2014 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Основные положения

- [55] СП РК 1.02-102-2014 Инженерно-геологические изыскания для строительства
- [56] СП РК 1.02-105-2014 Инженерные изыскания для строительства
- [57] ISO 22263:2008 Organization of information about construction works — Framework for management of project information
- [58] ISO 12006-2:2015 Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification
- [59] ISO 29481-1:2016 Building information models – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format
- [60] ISO 15686-5:2017 Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life cycle costing
- [61] ISO 15686-4:2014 Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 4: Service Life Planning using Building Information Modelling
- [62] ISO 15686-10:2010 Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 10: When to assess functional performance
- [63] PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling
- [64] PAS 1192-3:2014 Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling
- [65] BS 1192-4:2014 Collaborative production of information — Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie — Code of practice
- [66] BS 8536-1:2015 Briefing for design and construction — Part 1: Code of practice for facilities management (Buildings infrastructure)
- [67] BS 8536-2:2016 Briefing for design and construction — Part 2: Code of practice for asset management (Linear and geographical infrastructure)
- [68] PAS 1192-5:2015 Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management.

УДК

МКС

Ключевые слова:
