

ВІМ-СТАНДАРТ

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

ВІМ-стандарт и набор сопутствующих практических шаблонов для проектных организаций и служб технического заказчика, применяющих в своих рабочих процессах технологию ВІМ.

Версия 1.0

МОСКВА 2018

СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТЕ

Разработан ООО «КОНКУРАТОР»

АВТОРЫ СТАНДАРТА

Небойша Новкович, ООО «КОНКУРАТОР»

Старший консультант департамента разработки технических решений

Сергей Бенклян, ООО «КОНКУРАТОР»

Старший менеджер проектов

АО «ВНИИ Галургии»

Татьяна Ларина, CSD

Руководитель направления "Решения для технологического проектирования"

Андрей Коряковцев, ООО «СПб-Гипрошахт»

Начальник отдела информационного моделирования

Владимир Волкодав, АО «Верфау»

Руководитель отдела информационного моделирования

Дмитрий Воробьев

ВМ-менеджер

Ксения Веселова, «АЕСОМ»

ВМ-специалист

РЕЦЕНЗЕНТЫ

Александр Попов, ООО «Сибтехпроект»

ВМ-директор

Дмитрий Мицко, «Крок»

Ведущий консультант

Николай Попов, АО ИК «АСЭ»

Эксперт УИАиОПР

Николай Максименко, «НТП-Трубопровод»

Заместитель генерального директора по САПР

Шаблон ВМ-стандарта учитывает опыт Autodesk Consulting.

Специалисты Autodesk Consulting принимали участие в разработке как национальных (NBIMS, PAS и др.), так и корпоративных ВМ-стандартов для предприятий Европы, Ближнего Востока, Азии, США и России в различных секторах экономики: промышленное и гражданское строительство, горнодобывающая промышленность, транспорт и инфраструктура.

ПЛОЩАДКА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ

Если вы хотите задать вопрос по данному BIM-стандарту или оставить свой комментарий/предложение, воспользуйтесь площадкой Autodesk Discussion, где открыта специальная ветка форума, посвященная BIM-стандарту. Разработчики и активисты Сообщества пользователей Autodesk готовы ответить на ваши вопросы: <http://autode.sk/2dfAFSp>

Если вы заинтересованы в услугах по адаптации данного стандарта под бизнес-задачи вашей компании или ищете подрядчиков на выполнение работ по BIM-технологии, напишите нам на bim.standart@autodesk.com

BIM-СТАНДАРТ ДЛЯ ПЛОЩАДНЫХ ОБЪЕКТОВ



Для проектных организаций и групп, участвующих в разработке информационных моделей площадных объектов также разработан Шаблон BIM-стандарта для зданий и сооружений.

Прямая [ссылка для скачивания](#)

BIM-СТАНДАРТ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ



Для проектных организаций и групп, участвующих в разработке информационных моделей линейных объектов также разработан Шаблон BIM-стандарта для зданий и сооружений.

Прямая [ссылка для скачивания](#)

ШАБЛОНЫ ДЛЯ AUTOCAD® REVIT® И CIVIL 3D®

autodesk.ru/bimstandard

Шаблон раздела ТХ 2018

Шаблон проекта для раздела АР V.2017

Шаблон проекта для раздела АР V.2017

Шаблон проекта для раздела КР 2017

Шаблон проекта для разделов ОВ и ВК 2017

Файл общих параметров

Шаблоны для AutoCAD® Civil 3D® доступны в составе продукта

ПРАВИЛА РЕДАКТИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Материалы из настоящего произведения, полностью или в части, могут быть использованы путем копирования или цитирования, а также путем переработки, для целей создания внутренних BIM-стандартов третьих лиц. При этом ссылка на настоящее произведение как источник обязательна.

Autodesk, Inc. © 2018. Все права защищены.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Цифровая трансформация отраслей экономики	6
Специфика и проблематика применения BIM в промышленном проектировании и строительстве	7
Цели разработки BIM-стандарта.....	7
1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	9
2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	10
3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	11
4. УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ ТЕХНОЛОГИИ BIM	13
4.1. Основные положения BIM Уровня 2	14
5. ПОДГОТОВКА И ПЛАНИРОВАНИЕ BIM-ПРОЕКТА	15
5.1. Задачи применения BIM.....	15
5.2. Уровни проработки	17
Основные положения концепции LOD.....	17
Спецификации LOD	18
Общие подходы к определению LOD для элементов технологических разделов проекта.....	19
5.3. Методика планирования BIM-проекта	21
Информационные требования заказчика.....	22
План реализации BIM-проекта.....	23
5.4. Документ «План реализации BIM-проекта»	30
5.5. Роли и функции участников BIM-проекта	31
5.6. Среда общих данных.....	42
6. РЕАЛИЗАЦИЯ BIM-ПРОЕКТА	45
6.1. Общеотраслевой процесс реализации промышленного BIM-проекта.....	45
Предпроектная подготовка – разработка обоснования инвестиций (ТЭО).....	47
Проектная документация (ПД)	49
Рабочая документация (РД).....	53
6.2. Общеотраслевые схемы программного взаимодействия на базе решений Autodesk.....	54
Программное взаимодействие по разделу СПОЗУ	56
Программное взаимодействие по разделу ТХ.....	58
Программное взаимодействие по разделу АР.....	59
Программное взаимодействие по разделу КР (КЖ/КМ)	60
Программное взаимодействие по разделам ОВиК, ВК, ТС.....	61
Программное взаимодействие по разделам ЭО/ЭМ/ЭС/СС	62
Междисциплинарное программное взаимодействие.....	63
6.3. Общие правила моделирования.....	63
Пространственная координация	63

Разделение модели – связи, рабочие наборы.....	65
Разработка компонентов с учетом LOD – основные положения.....	65
6.4. Рекомендации по разработке компонентов оборудования	65
Использование моделей поставляемого производителями оборудования	65
Разработка оборудования в Inventor	68
Разработка оборудования непосредственно в Revit	68
6.5. Основные принципы идентификации и кодирования элементов модели	68
Правила именования.....	68
Правила кодирования технологических линий, арматуры и оборудования.....	68
6.6. Основные подходы к организации коллективной работы.....	70
Работа в мультипрограммной среде и обеспечение интероперабельности.....	70
Правила взаимодействия в среде общих данных	71
Правила и способы формирования сводной модели объекта для проверки проектных решений	72
Управление изменениями в BIM-проекте.....	78
6.7. Контроль процесса информационного моделирования. Виды проверок моделей	82
Контроль процесса проектирования.....	82
Контроль качества разработки модели	84
6.8. Выпуск проектной документации	87
Использование Navisworks в качестве «контейнера» проекта.....	88
6.9. Шаблон проекта Revit для раздела ТХ.....	88
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ШАБЛОН ПЛАНА РЕАЛИЗАЦИИ BIM-ПРОЕКТА.....	90
Раздел 1. Краткое описание проекта.....	90
Раздел 2. Сведения об объекте строительства, сроках реализации проекта, перечень исходных данных.....	90
Раздел 3. Ключевые контакты проекта.....	91
Раздел 4. Цели и задачи применения BIM.....	91
Раздел 5. Роли и функции основных участников.....	91
Раздел 6. Карты BIM-процессов	92
Раздел 7. Процедуры обмена данными	92
Раздел 8. Требования к информационным моделям	92
Раздел 9. Процедуры совместной работы	92
Раздел 10. Процедуры контроля качества	93
Раздел 11. Потребности в ресурсах	94
Раздел 12. Структура и содержание информационных моделей	95
Раздел 13. Результаты процесса информационного моделирования	95
Раздел 14. Стратегия реализации.....	95
Раздел 15. Приложения	95

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	96
1. Основные понятия о лазерном сканировании. Измерения. Технология.....	96
2. Задачи, решаемые лазерным сканированием	96
3. Процесс лазерного сканирования	97
3.1. Определение требований заказчика. Составление технического задания на лазерное сканирование	98
3.2. Планирование	98
3.3. Съёмка	98
3.4. Обработка и регистрация облаков точек.....	98
3.5. Результат сканирования, выдаваемый заказчику.....	99
4. Лучшие практики	99
 ПРИЛОЖЕНИЕ В. АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО МАКРОПЛАНИРОВКЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ.....	 101

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация отраслей экономики

Цифровая экономика — это система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий. В настоящее время мир стоит на пороге следующей индустриальной революции, которая характеризуется проникновением в производство киберфизических систем и сращиванием виртуального и физического пространства. Основной фокус концепции четвертой промышленной революции сосредоточен на интеграции систем автоматизации физического и информационного пространства на протяжении всего жизненного цикла объекта.

Процессы планирования, проектирования, строительства и эксплуатации объектов строительства во всем мире постепенно переходят на путь цифровой трансформации, связанной с отказом от традиционных технологий проектирования и строительства и применением инновационных. Цифровая трансформация – это использование современных технологий для кардинального повышения производительности и ценности предприятий. Одной из таких ключевых технологий является технология информационного моделирования (BIM).

BIM – это, прежде всего, методология, описывающая совместный способ работы по созданию и использованию информационной модели как цифрового двойника (цифровое представление физических и функциональных характеристик) реального физического объекта на всех стадиях его жизненного цикла. По своей сути BIM использует трехмерные модели и среду общих данных для эффективного доступа и обмена информацией между всеми участниками инвестиционно-строительного проекта, снижает риск ошибок и максимизирует способность команды к инновациям.

Создание цифровых стандартов – это неотъемлемая часть цифровой трансформации экономики. А основой цифровой трансформации процессов проектирования и строительства являются стандарты BIM. В таблице 1 приведены основные уровни и виды документов по стандартизации BIM.

Таблица 1. Уровни стандартизации BIM

Уровни	Типы документов
Международный	Стандарты ISO/IEC
Национальный (государственный)	- Федеральные и региональные законы - ГОСТ Р ИСО - ГОСТ Р - Своды правил - Национальные классификаторы - Нормативные правовые акты министерств и ведомств
Отраслевой	- Отраслевые стандарты - Отраслевые классификаторы
Стандарты организаций	- СТО

Специфика и проблематика применения BIM в промышленном проектировании и строительстве

В отличие от гражданского строительства промышленное имеет ряд специфических отличий, в том числе:

- обязательное наличие стадии технико-экономического обоснования (или ОБИН);
- разработка ТЭО с учетом эксплуатации (расчет рентабельности);
- большая зависимость проектных решений от технологии производства и закупаемого оборудования;
- большое количество требований (технологические, санитарные, экологические, противопожарные, архитектурно-строительные и др.);
- наличие внутривозрадных сооружений и сетей (эстакады, транспортеры и т.д.);
- высокая роль технологии производства, потребность в точном контроле соблюдения технологических схем, потоков на всех этапах реализации проекта;
- большое количество дорогостоящего технологического оборудования, замена которого существенно влияет на проект;
- большое количество технологических сред (нефть, газ, руда и т. д.), либо высокая доля зонирования и потоков персонала;
- повышенное внимание к снижению отходов и запасам по материалам.

Эти отличия обуславливают в том числе применение многоплатформенных программных решений и вытекающих из этого проблем обеспечения технической и семантической интероперабельности. Указанные проблемы в настоящее время во всем мире полностью не решены, но пути их преодоления определены и связаны с разработкой и стандартизацией моделей (онтологий) данных жизненного цикла объектов, общих библиотек справочных данных, открытых форматов цифровых данных, единых систем классификаций и кодирования информации.

Цели разработки BIM-стандарта

«BIM-СТАНДАРТ. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ. Версия 1» является логическим продолжением и развитием серии открытых стандартов Autodesk¹ в части применения к процессам информационного моделирования промышленных предприятий.

Настоящий документ не затрагивает глобальные задачи стандартизации моделей данных жизненного цикла, а ставит своей целью обобщить накопленный опыт и существующие подходы к организации, планированию и обеспечению совместной работы над BIM-проектом, организационной интероперабельности, а также подготовить рекомендации по практической реализации процессов информационного моделирования с применением решений Autodesk. При этом авторы отмечают, что эти решения имеют определенные ограничения по применению и функциональным возможностям².

В совместной рабочей среде от участников проекта требуется производить информацию с помощью стандартизированных процессов, а также согласованных регламентов и методов, чтобы обеспечить единство формы и качества, дающее возможность многократно пользоваться единожды произведенной информацией без изменений или искажений. Изменение процесса отдельным лицом, организацией или группой без согласования является препятствием для совместной работы. Таким образом, основной целью стандарта является регламентация процессов, обеспечивающих создание скоординированной, согласованной и актуальной проектно-строительной информации.

¹ <https://knowledge.autodesk.com/community/collection/28236>

² См. Раздел 1 Область применения.

Стандарт ориентирован на уровень организации (см. таблицу 1) и направлен на достижение в организации Уровня 2 зрелости технологии информационного моделирования³.

Состав документа включает как платформенно-независимую часть, содержащую общие подходы и методики по организации, планированию и управлению BIM-проектом, так и платформенно-ориентированную, содержащую практические руководства по реализации процессов информационного моделирования с применением платформ Autodesk Revit и Civil 3D, а также других решений, входящих в отраслевую коллекцию Autodesk для проектирования и строительства промышленных и гражданских объектов.

Авторы выражают надежду, что документ будет полезен в особенности тем организациям, которые находятся на начальных этапах внедрения технологии BIM и делают первые шаги на пути цифровой трансформации своих бизнес-процессов.

Авторы признают, что стандартизация в области информационного моделирования (BIM) в части промышленных проектов во всем мире еще далека от завершения, и, в связи с этим, с благодарностью примут пожелания и конструктивную критику со стороны заинтересованного BIM-сообщества.

Авторы считают, что разработка и применение открытых BIM-стандартов являются прогрессивной практикой, а каждый последующий документ или новая версия способствуют повышению экономической эффективности от внедрения стандартизованных процессов информационного моделирования.

Авторы выражают благодарность всем рецензентам настоящего документа.

³ См. Раздел 4 «Уровни зрелости технологии BIM»

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Стандарт предназначен для проектных организаций и служб технического заказчика, применяющих в своих рабочих процессах технологию BIM.

Стандарт предназначен для применения в следующих основных процессах:

- разработка информационных требований к BIM службами технического заказчика (ТЗ на BIM);
- планирование, организация и управление BIM-проектом на уровне проектной организации;
- техническая реализация BIM-проекта на уровне проектной организации применением решений компании Autodesk. При этом стандарт не ограничивает применение каких-либо других программных средств.

Стандарт может быть применен при проектировании и реконструкции:

- промышленных предприятий горнодобывающей промышленности (надземная часть);
- промышленных предприятий малой энергетики;
- транспортно-складских, административно-хозяйственных, бытовых зданий и сооружений предприятий атомной и тепловой энергетики, нефтегазовой, химической и металлургической отраслей (как составная часть многоплатформенного решения);
- прочих промышленных предприятий малой и средней мощности, при проектировании которых экономически нецелесообразно применение высокоуровневых датацентричных программных комплексов.

Стандарт не регламентирует специфику разработки и требования к составу и структуре информационной модели по конкретной дисциплине (разделу) проекта промышленного объекта.

Положения настоящего стандарта носят рекомендательный характер и могут быть использованы организациями для разработки собственных стандартов.

Предполагается, что применение положений настоящего стандарта будет осуществляться специалистами, обладающими необходимым опытом и квалификацией в области информационного моделирования.

Положения настоящего стандарта должны быть тщательно проанализированы перед их внедрением в текущие рабочие процессы. Авторы стандарта не несут ответственности за какие-либо последствия применения данного документа.

Стандарт учитывает взаимосвязи с национальными документами по стандартизации в области информационного моделирования.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ Р 57563-2017 «Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений» (ISO/TS 12911:2012);

ГОСТ Р 57310-2016 «Моделирование информационное зданий и сооружений. Руководство по доставке информации. Методология и формат» (ISO 29481-1:2010);

ГОСТ Р 12006-2-2017 «Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации» (ISO 12006-2:2015);

ГОСТ Р 12006-3-2017 «Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 3. Основы обмена объектно-ориентированной информацией» (ISO 12006-3:2007);

ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries;

Свод правил 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла»;

Свод правил 328.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели»;

PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling;

BS 1192:2007+A2:2016 Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice;

Employer's Information requirements. Core Content and Guidance Notes, Version 07 28.02.13, BIM Task Group;

The BIM Project Execution Planning Guide and Templates – Version 2.1, Penn State;

PAS 1192-5:2015 Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management;

«BIM-СТАНДАРТ. ПЛОЩАДНЫЕ ОБЪЕКТЫ. Версия 2.0»;

«BIM-СТАНДАРТ. ИНФРАСТРУКТУРА. Версия 2.0».

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

Информационная модель (ИМ, IM). Совокупность представленных в электронном виде документов, графических и текстовых данных по объекту строительства, размещаемая в среде общих данных (СОД) и представляющая собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла.



Рисунок 3.1.

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

Информационная модель инженерных изысканий⁴ (ИМИИ). Совокупность результатов инженерных изысканий участка(-ов) строительства, представленных в цифровом виде, включающая:

- цифровую модель рельефа (ЦМР);
- цифровую модель ситуации (ЦМС);
- цифровую модель землепользования (ЦМЗ);
- цифровую модель инженерных коммуникаций (ЦМК);
- цифровую модель геологического строения (ЦМГ);
- цифровую модель гидрометеорологического строения (ЦМГМ);
- цифровую модель инженерно-экологических изысканий (ЦМЭ).

Сводная информационная модель (federated model). Информационная модель объекта, состоящая из отдельных информационных моделей (например, по различным дисциплинам или частям объекта строительства), соединенных между собой таким образом, что внесение изменений в одну из моделей не приводит к изменению в других.

Задача применения информационного моделирования (ВІМ-задача, BIM Use). Метод применения информационного моделирования на различных стадиях жизненного цикла объекта для достижения одной или нескольких целей инвестиционно-строительного проекта.

⁴ Данный термин имеет более расширенное определение, чем ИЦММ (инженерная цифровая модель местности).

Сценарий использования информационного моделирования (BIM-сценарий).

Стандартизованный процесс, используемый для решения конкретной задачи применения информационного моделирования.

Среда общих данных, СОД (CDE, Common Data Environment). Комплекс программно-технических средств, представляющих единый источник данных, обеспечивающий совместное использование информации всеми участниками инвестиционно-строительного проекта. Среда общих данных основана на процедурах и регламентах, обеспечивающих эффективное управление итеративным процессом разработки и использования информационной модели, сбора, выпуска и распространения документации между участниками инвестиционно-строительного проекта.

Уровень проработки (LOD, Level Of Development). Набор требований, определяющий полноту проработки элемента BIM-модели. Уровень проработки задает минимальный объем геометрической, пространственной, количественной, а также любой атрибутивной информации, необходимой для решения задач моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта строительства.

BIM-проект. Инвестиционно-строительный проект, реализуемый с применением технологий информационного моделирования.

Информационные требования заказчика (EIR, Employer's Information Requirements).

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

План реализации BIM-проекта (BEP, BIM Execution Plan). Технический документ, который разрабатывается, как правило, генпроектной и (или) генподрядной организацией для регламентации взаимодействия с субпроектными (субподрядными) организациями и согласовывается с заказчиком. Отражает информационные требования заказчика, задачи применения информационного моделирования, требуемые уровни проработки, роли и функциональные обязанности участников процесса информационного моделирования.

Выявление коллизий. Процесс поиска, анализа и устранения ошибок, связанных:

- с геометрическими пересечениями элементов модели;
- нарушениями нормируемых расстояний между элементами модели;
- пространственно-временными пересечениями ресурсов из календарно-сетевых графиков строительства объекта.

Кодирование информации. Процесс преобразования и/или представления данных. Применяется при наличии в организации системы классификации и кодирования.

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

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

4. УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ ТЕХНОЛОГИИ BIM

Для определения основных принципов информационного моделирования, а также целевых требований к информационным моделям и процессам моделирования, соответствующих настоящему времени, в мировой практике стандартизации BIM⁵ вводится понятие модели зрелости технологии BIM.

На рисунке 4.1 приведена модель зрелости технологии BIM, отображающая продвижение от 2D CAD до BIM Уровня 3.

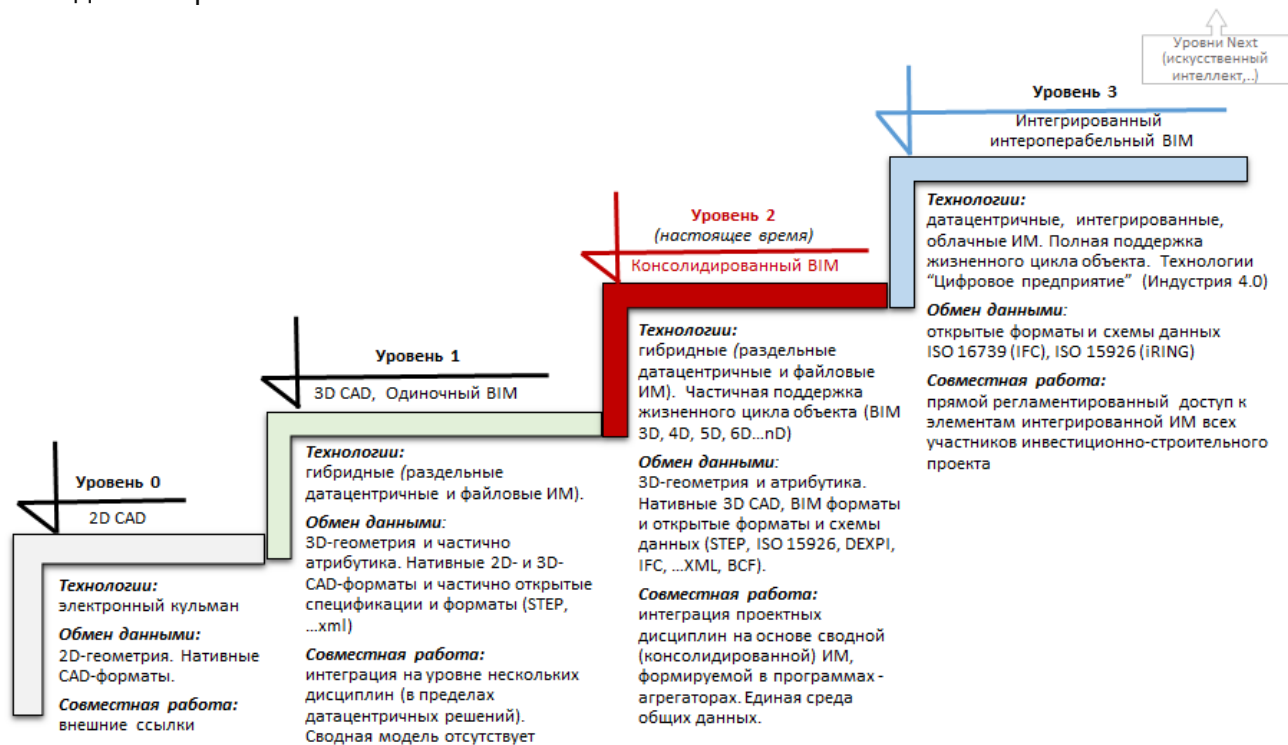


Рисунок 4.1. Уровни зрелости технологии BIM

Уровень 0

Используется традиционный CAD в 2D-формате. Обмен данными осуществляется в основном на уровне 2D-геометрии. Совместная работа практически отсутствует или реализуется посредством внешних ссылок. На данный момент большая часть представителей отрасли промышленного проектирования успешно перешли к следующим уровням зрелости BIM-технологии.

Уровень 1

Это уровень, на котором в настоящее время работает большинство организаций. Обычно это комбинация 3D CAD/BIM и 2D CAD (подготовка ПД и РД). Совместная работа, как правило, организована на уровне нескольких профильных дисциплин в рамках датацентричного программного комплекса.

Сводная модель не формируется, поскольку многие дисциплины работают в 2D. Обмен данными осуществляется на уровне 3D-геометрии и атрибутики в рамках дисциплин, использующих 3D CAD/BIM решения. Открытые форматы практически не используются. Среда общих данных, как правило, организована на уровне файлового обмена, могут применяться системы управления инженерными данными (PDM).

⁵ PAS 1192-2:2013, ISO 19650.

Уровень 2

Это целевой уровень зрелости технологии BIM, принятый к реализации в настоящее время во всех международных и зарубежных документах по стандартизации BIM. Основное отличие от предыдущих уровней и основная цель этого уровня – организация совместной скоординированной работы multidisciplinary проектных групп на основе сводной модели, размещаемой в среде общих данных. Для обеспечения интероперабельности используются как нативные, так и открытые форматы и схемы представления данных. Обмен данными осуществляется на уровне 3D-геометрии и атрибутивной информации. Данный уровень предполагает добавление следующих измерений: 4D (время) и 5D (стоимость) и частичное использование BIM на всех стадиях жизненного цикла объекта. На данном уровне могут выполняться работы по автоматизированному сбору данных по моделям и автоматизированным проверкам на коллизии.

Уровень 3

Предполагает работу посредством web-сервисов всех проектных дисциплин и всех участников инвестиционно-строительного проекта к единой интегрированной датацентричной BIM-модели на основе открытых схем (онтологий) и форматов данных, семантик и классификаций. В настоящее время не существует документов по стандартизации этого уровня.

4.1. Основные положения BIM Уровня 2

Уровень 2 зрелости технологии информационного моделирования включает следующие основные требования к BIM:

- разработка BIM-моделей по отдельным дисциплинам и организация обмена информацией между ними на основе сводных моделей, внешних ссылок или непосредственного обмена информацией;
- четкое определение Информационных требований технического заказчика (EIR);
- оценка квалификации исполнителей проекта;
- предоставление исполнителями BIM-проекта Плана реализации BIM-проекта (BEP);
- обеспечение единой среды общих данных (CDE);
- разработка BIM-моделей с использованием программного обеспечения, поддерживающего технологию информационного моделирования.

5. ПОДГОТОВКА И ПЛАНИРОВАНИЕ BIM-ПРОЕКТА

Планирование BIM-проекта должно осуществляться всеми участниками процесса информационного моделирования (заказчиками, проектными и строительными организациями, службами эксплуатации) в целях:

- формирования целей и задач применения BIM на всех стадиях и этапах инвестиционно-строительного проекта (или на отдельных стадиях, на которых применяется BIM);
- обеспечения совместной работы на основе единой среды общих данных;
- распределения ролей и функций участников как на межорганизационном уровне взаимодействия, так и внутриорганизационном;
- определения информационных потребностей участников проекта;
- обеспечения надежного и непрерывного обмена информацией;
- определения потребности в требуемых для реализации проекта ресурсах;
- осуществления контроля качества информационных моделей.

5.1. Задачи применения BIM

Для оказания содействия всем участникам BIM-проекта при определении задач, которые целесообразно решать с применением инструментов информационного моделирования, были разработаны методические рекомендации, изложенные в документе «*The BIM Project Execution Planning Guide*» (The Pennsylvania State University). В документе приведено 25 основных и вторичных задач применения BIM с кратким описанием соответствующих процессов их реализации (BIM-сценариев).

Задачи применения BIM являются отправной точкой для планирования BIM-проекта как со стороны заказчика, поскольку определяют рамки применения BIM на всех или некоторых стадиях ЖЦ объекта, так и для исполнителей (проектировщиков и строителей), поскольку являются основой для формирования Плана реализации BIM-проекта (BEP).

Таблица 2. Характерные задачи применения BIM

Стадия/этап ЖЦ объекта	Характерные задачи применения BIM (промышленные предприятия)
Обоснование инвестиций (ТЭО)	Анализ местоположения, инженерно-геологической и экологической ситуации будущего промышленного предприятия; Разработка вариантов размещения промышленного предприятия и основных технологических, объемно-планировочных и конструктивных решений; Сравнение вариантов площадок размещения промышленного предприятия (минимизации объемов земляных работ)
Инженерные изыскания	Формирование информационной модели инженерных изысканий; Наземное лазерное сканирование существующего объекта (при реконструкции и модернизации)
Проектирование	Разработка моделей (Design authoring); Пространственная междисциплинарная координация и выявление коллизий (3D-координация); Проверка и оценка технических решений; Производство чертежей и спецификаций; Инженерно-технические расчеты; Подсчет объемов работ и оценка сметной стоимости (BIM 5D); Разработка проекта организации строительства, комплексного укрупненного сетевого графика

Стадия/этап ЖЦ объекта	Характерные задачи применения BIM (промышленные предприятия)
Строительство	Визуализация процесса строительства (BIM 4D); Геодезические разбивочные работы; Геодезический контроль; Цифровое производство строительных конструкций и изделий
Эксплуатация	Планирование технического обслуживания и ремонта; Мониторинг эксплуатационных характеристик; Моделирование чрезвычайных ситуаций

В своде правил 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» перечислен список характерных задач применения BIM, соответствующих текущему уровню внедрения BIM в отечественной практике.

В рамках настоящего стандарта выделены следующие задачи применения BIM и соответствующие процессы их реализации (BIM-сценарии):

- **разработка моделей** (Design Authoring): процесс, в результате которого посредством программных решений, поддерживающих технологию BIM, создаются BIM-модели, насыщенные информацией согласно информационным требованиям заказчика. Данная задача применения BIM должна быть разделена на подзадачи. Например, разработка моделей по разделам/маркам проекта, компоновка технологического оборудования и т.д.;
- **3D-координация** (3D Coordination): процесс, в ходе которого в BIM-модели выявляются и устраняются коллизии;
- **проверка и оценка технических решений** (Design Review): процесс, в ходе которого происходит наглядная (трехмерная) проверка проектных решений всеми ключевыми участниками проекта с выдачей комментариев, замечаний, рекомендаций. Проверка может происходить не только визуально, но и с использованием специализированных инструментов анализа и измерений;
- **производство чертежей и спецификаций** (Drawing Generation): процесс, по результатам которого на основе BIM-модели формируются чертежи и спецификации.

При разработке конкретного BIM-сценария рекомендуется в качестве руководящих методик использовать положения стандартов:

- ГОСТ Р 57563-2017 «Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений» (ISO/TS 12911:2012);
- ГОСТ Р 57310-2016 «Моделирование информационное зданий и сооружений. Руководство по доставке информации. Методология и формат» (ISO 29481-1:2010).

Один из руководящих принципов разработки любого BIM-сценария: «начни разработку процесса с конечного результата». Это означает, что вначале нужно определить требуемые результаты на выходе из процесса и, уже анализируя эти требования, определить процесс реализации и требования к исходным данным на входе в процесс.

Общая схема реализации задач применения BIM представлена на рисунке 5.1.

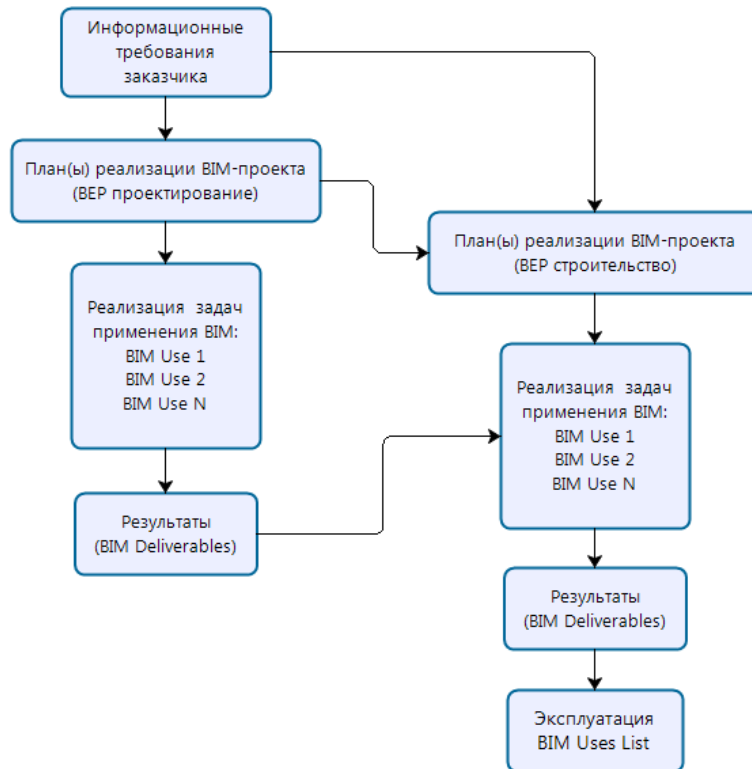


Рисунок 5.1. Схема планирования BIM-проекта

5.2. Уровни проработки

Уровень проработки элемента модели (LOD) задает минимальный объем геометрической, пространственной, количественной, а также любой атрибутивной информации, необходимой для решения задач моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта строительства.

LOD элемента модели включает две составляющих: геометрическую – LOD(G) и атрибутивную – LOI, которые могут не находиться в прямой зависимости.

Основные положения концепции LOD

В BIM-модели информация (геометрическая и атрибутивная) содержится в ее элементах. По ходу проекта эта информация накапливается и уточняется. Для управления этой информацией необходимо применять подходы, позволяющие планировать и реализовывать задачи по информационному обмену между различными участниками проекта.

Для решения этих задач применяется концепция LOD, которая помогает:

- сформировать требования к информационному наполнению моделей на различных стадиях проекта и тем самым обеспечить единое понимание и конкретизацию всеми участниками проекта (заказчиками, проектировщиками, строителями, производителями оборудования, службами эксплуатации, органами экспертизы) требуемых результатов работ по информационному моделированию;
- эффективно решать задачи, связанные с недостаточностью исходных данных для проектирования, что позволяет оперировать понятием проектной неопределённости, когда решения, закладываемые на ранних стадиях проектирования, могут учитывать всю вариативность последующей детализации проектного решения;
- планировать совместную работу и соответствующие процессы информационных обменов путем определения требуемой информации, содержащейся в элементе модели, которая

необходима не только автору (исполнителю) элемента, но и другим участникам проекта на различных его этапах⁶;

- контролировать процесс информационного моделирования путем оценки степени информационной насыщенности элементов модели на различных этапах проекта (например, путем выборочного сравнение текущего и требуемого LOD у различных элементов модели).

Концепция LOD включает в себя несколько базовых уровней проработки:

LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500, характеризующих процесс разработки элемента от концептуального до фактического состояния. При необходимости для конкретного проекта **допускается наличие промежуточных уровней проработки**, которые должны быть согласованы и специфицированы всеми участниками проекта и зафиксированы в Требованиях Заказчика и Плана реализации BIM-проекта.

На рисунке 5.2 приведена примерная схема прогрессии (наполнения информацией) для элемента «Колонна железобетонная».

Требования к уровням проработки носят уточняющий характер, то есть определение каждого последующего уровня проработки элемента уточняет и дополняет определения всех предыдущих уровней. В этом отношении LOD уровня «N» является целевым уровнем на завершении этапа или стадии, а не в середине или начале.

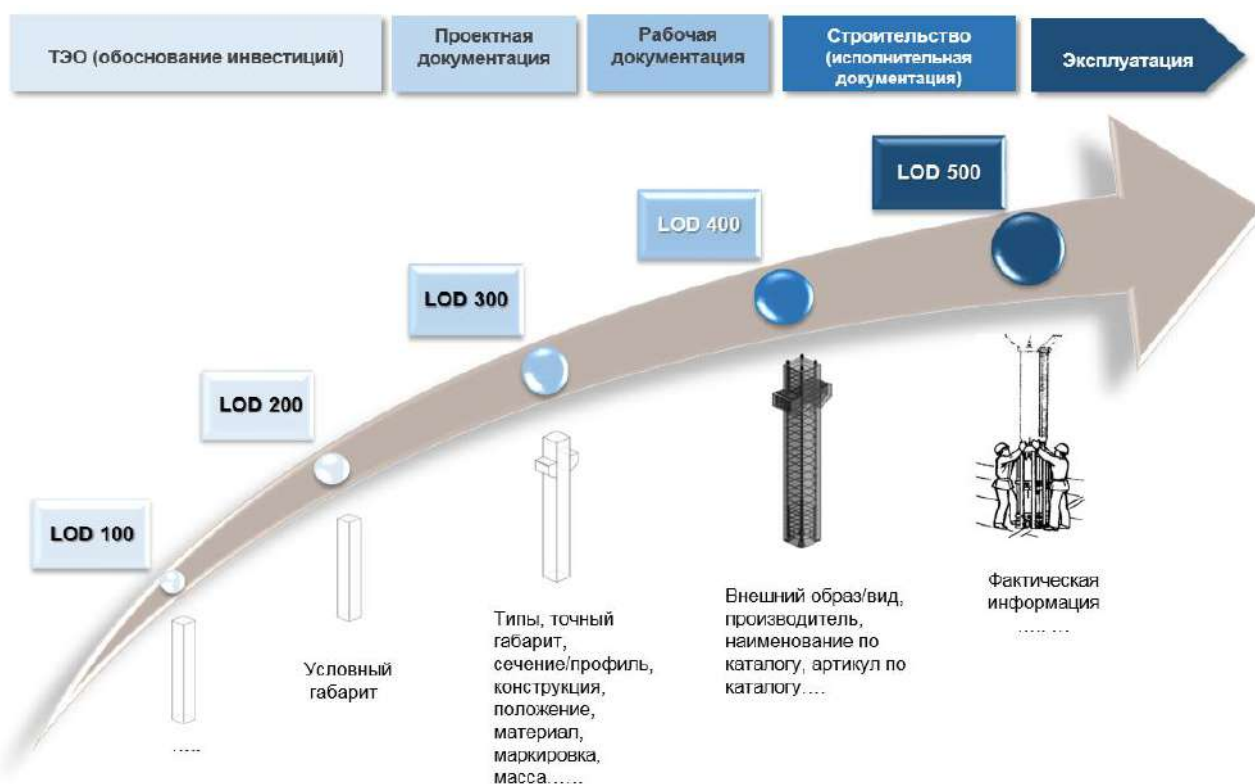


Рисунок 5.2. «Прогрессия» элементов BIM-модели

Спецификации LOD

⁶ Примером планирования LOD является процесс выдачи заданий смежным отделам при проектировании. Так, например, инженер-проектировщик по отоплению и вентиляции, получая задания от инженера-конструктора на сбор нагрузок от оборудования и инженера систем электроснабжения на сбор электрической нагрузки, должен в элемент модели «Оборудование» заложить в том числе атрибутивные данные о массе и потребляемой мощности, а также геометрические параметры оборудования.

В таблице 3 приведена базовая спецификация LOD (в соответствии со сводом правил 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла»).

Таблица 3. Базовая спецификация LOD

LOD	Описание
LOD 100	Элемент информационной модели представлен в виде объемных формообразующих элементов с приблизительными размерами, формой, пространственным положением и ориентацией или схематично, а также необходимой атрибутивной информацией
LOD 200	Элемент информационной модели представлен в виде трехмерного объекта или сборки с предварительными изменяемыми размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и необходимой атрибутивной информацией
LOD 300	Элемент информационной модели представлен в виде объекта или сборки с точными фиксированными размерами, формой, точным пространственным положением, ориентацией и необходимой атрибутивной информацией
LOD 400	Элемент информационной модели представлен в виде конкретной сборки с точными фиксированными размерами, включая размеры элементов узловых соединений, формой, пространственным положением, ориентацией, данными по изготовлению и монтажу, а также другой необходимой атрибутивной информацией
LOD 500	Элемент информационной модели представлен в виде конкретной сборки с фактическими размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и атрибутивной информацией, достаточной для передачи модели в эксплуатацию

При определении информационного содержания элементов BIM-моделей необходимо учитывать информационные потребности всех участников на различных стадиях реализации проекта. В этих целях определение геометрической и атрибутивной информации следует осуществлять в обратном порядке (от финальной стадии, на которой заказчик планирует использовать BIM, к начальной), руководствуясь при этом требованиями к результатам информационного моделирования на завершении соответствующего этапа (стадии) проекта.

Примеры требований к уровням проработки элементов BIM-моделей, относящимся к разделам (маркам) проекта AP, KP, OB, BK, ЭО, ЭС, ЭМ на предпроектных и проектных стадиях, приведены в документе «BIM-СТАНДАРТ. ПЛОЩАДНЫЕ ОБЪЕКТЫ. Версия 2.0» (Приложение А) и СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла».

Общие подходы к определению LOD для элементов технологических разделов проекта

При определении необходимого информационного содержания LOD для элементов технологических разделов проекта в общем случае необходимо учитывать:

- стадии жизненного цикла промышленного объекта, на которых заказчик планирует использовать BIM (информационные требования заказчика);
- задачи применения BIM на каждой стадии жизненного цикла объекта (например, если данные из модели используются в различных расчетных комплексах, то они должны присутствовать в соответствующих элементах модели и т.д. по каждой задаче применения BIM);
- информационные потребности участников проекта;
- требования государственных и отраслевых стандартов к составу и содержанию технической документации на соответствующей стадии проекта;
- опыт реализации проектов-аналогов.

Для систематизации подходов по формированию необходимого состава атрибутивной информации для каждого типа технологического оборудования рекомендуется по возможности его сгруппировать, например:

1. оборудование индивидуального изготовления, влияющее на геометрию сооружения (конвейеры, кратцер-краны, подъемные механизмы и др.);
2. оборудование серийного изготовления, влияющее на геометрию сооружения (насосы, дробилки, емкости, кран-балки и др.);
3. оборудование серийного изготовления, не влияющее на геометрию сооружения (здвижки, датчики, эл. щиты, сантехника и др.).

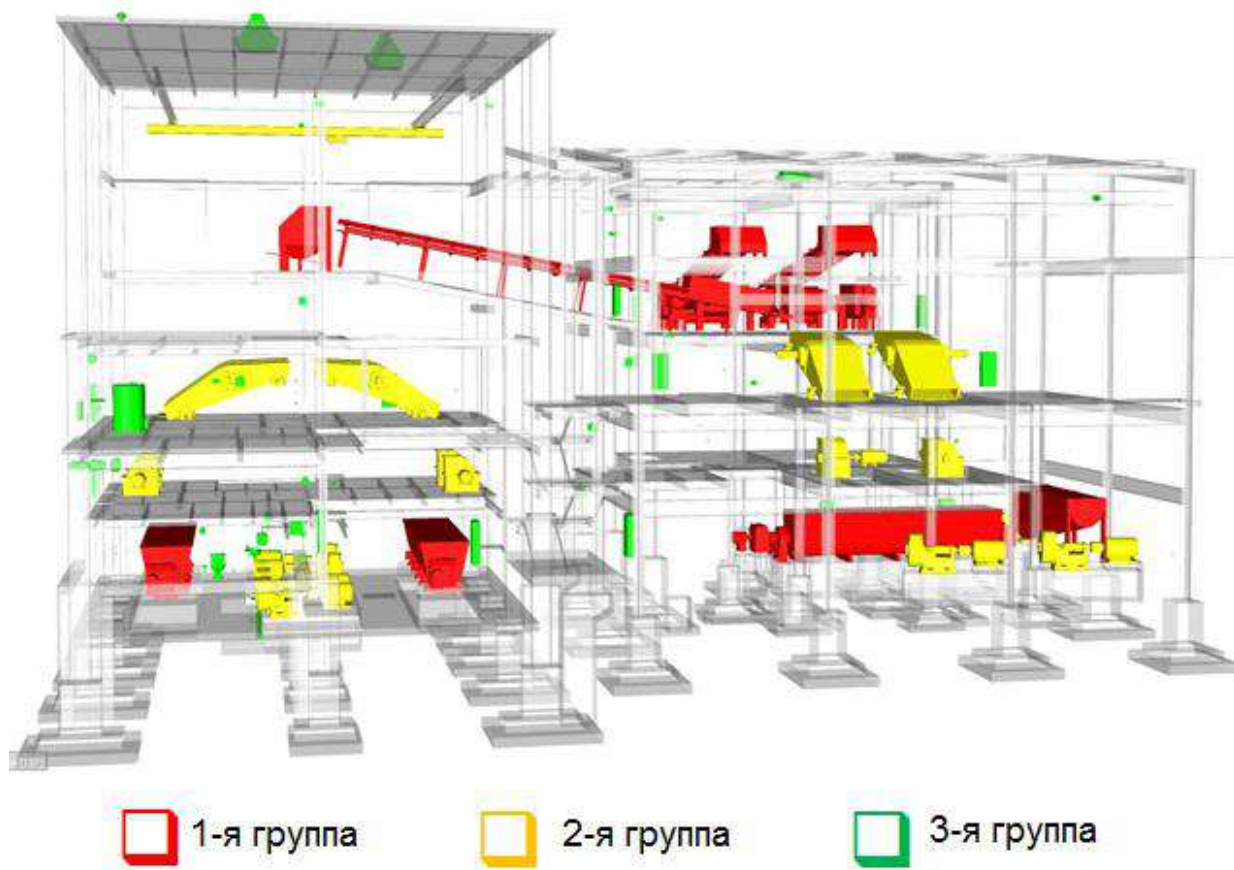


Рисунок 5.3. Пример группировки оборудования

Атрибуты в общем случае рекомендуется разделять на обязательные (основные) и дополнительные. К обязательным атрибутам элемента модели рекомендуется относить, в том числе:

- основные технико-технологические характеристики, характерные для определенного типа оборудования, в том числе информацию, представленную на принципиальных схемах;
- атрибуты, позволяющие однозначно идентифицировать элемент (типы, коды по классификатору, маркировки, артикулы, обозначения различных классов, категорий и пр.);
- атрибуты, необходимые для внесения в проектную/рабочую и прочую документацию, спецификации, опросные листы и др.

К дополнительным атрибутам следует относить свойства или технические характеристики, необходимые для проведения инженерных расчетов, информацию технико-экономического характера, технико-эксплуатационные и иные характеристики. Дополнительная информация определяется в зависимости от задач применения BIM (используемых в проекте BIM-сценариев).

Количество уровней LOD для элементов технологического оборудования должно быть определено индивидуально для каждого типа в зависимости от специфики технологии конкретной отрасли, этапа проекта, на котором проводится конкурс на закупку оборудования и других факторов. Пример приведен на рисунке 5.4.



Рисунок 5.4. LOD для технологического оборудования

5.3. Методика планирования BIM-проекта

Изначальное планирование BIM-проекта должно осуществляться заказчиком (инвестором, застройщиком, техническим заказчиком) и далее всеми участниками инвестиционно-строительного проекта.

На рисунке 5.5 приведена примерная организационная схема реализации BIM-проекта.



Рисунок 5.5. Организационная схема реализации BIM-проекта

Информационные требования заказчика

Если заказчик (инвестор) принял решение о реализации инвестиционно-строительного проекта с применением BIM (на всех или отдельных стадиях жизненного цикла), то в дополнение к традиционному техническому заданию служба технического заказчика должна разработать документ «Информационные требования заказчика». Таким образом, данный документ входит в комплект договорной документации по проекту.

Основная цель разработки «Информационных требований заказчика» – четко сформулировать требования по предоставлению информации в соответствии с ключевыми точками принятия решений или этапами проекта, что позволяет исполнителям (проектировщикам и строителям) подготовить Планы реализации BIM-проектов (BEP), по которым заказчик может оценить предлагаемый подход и возможности по предоставлению требуемой информации.

Требования к информации должны быть конкретными, измеримыми, достижимыми, реалистичными и с ограниченными сроками в отношении определенных этапов проекта и обмена информацией.

Прежде всего, заказчик (инвестор) должен определить, какую пользу может принести BIM в части реализации требований к проекту, т.е. сформулировать цели и определить задачи применения BIM.

К современным проектам промышленных предприятий, как правило, предъявляются два основополагающих требования:

- обеспечение безопасной эксплуатации объекта;
- минимизация совокупных затрат жизненного цикла объекта.

Реализация этих требований обеспечивается за счет соблюдения существующих нормативно-технических документов, качественного управления на всех стадиях жизненного цикла объекта, использования эффективных технических решений, инноваций, энергоэффективных материалов и оборудования и, в том числе за счет применения цифровых технологий, включая BIM.

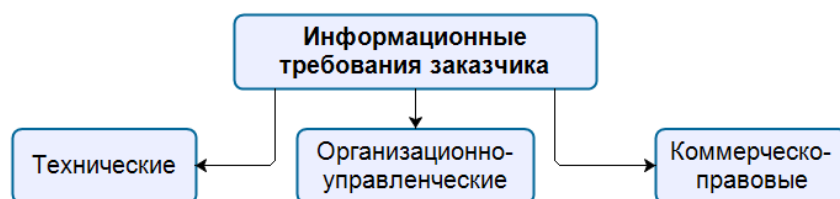


Рисунок 5.4. Состав информационных требований заказчика

В качестве примера документа, описывающего состав информационных требований, рекомендуется использовать документ *Employer's Information requirements. Core Content and Guidance Notes, Version 07 28.02.13, BIM Task Group*.

В общем случае информационные требования заказчика могут содержать технические, организационно-управленческие и коммерческо-правовые аспекты, в том числе:

- цели и задачи применения BIM на различных стадиях ЖЦ;
- этапы работ и контрольные точки выдачи информации;
- требования к стандартам и регламентам информационного моделирования (при их наличии у заказчика);
- требования к составу и структуре BIM-моделей;
- требования к согласованности систем координат;
- требования к объемам моделирования и уровням проработки элементов моделей;
- требования к составу и форматам выдачи результатов проекта;

- требования к качеству информационных моделей;
- требования к среде общих данных, процедурам согласования, способам и форматам обмена данными, правилам именования файлов, требования к общим сетевым ресурсам;
- требования к защите информации от несанкционированного доступа;
- распределение ролей и функций участников проекта (матрица ответственности);
- методика по установлению критериев оценки заявок на участие в конкурсах по выбору исполнителей (требования к квалификации);
- положения о правовом статусе информационных моделей;
- прочие требования (например, требования к программному обеспечению).

Если у заказчика есть библиотечные компоненты BIM, стандартные шаблоны для ПО, то они должны быть включены в технические требования.

Хорошей практикой подготовки требований заказчика является анализ опыта эксплуатации аналогичных объектов, который осуществляется совместно с эксплуатирующей организацией, предоставляющей необходимую информацию к обеспечению надежной, безопасной эксплуатации и соответствующие требования к проекту.

План реализации BIM-проекта

Планирование BIM должно осуществляться всеми участниками инвестиционно-строительного проекта по мере их привлечения на различных стадиях и этапах, причем координацию этих планов должен осуществлять управляющий информационным моделированием службы технического заказчика. Вследствие этого План реализации BIM-проекта всегда является динамичным и периодически корректируемым документом. Исходными данными и основой для разработки Плана реализации BIM-проекта являются технические задания (на проектирование, строительство) заказчика и Информационные требования заказчика.

Главная задача Плана реализации BIM-проекта на стадии проектирования – планирование и организация скоординированной совместной работы всех участников проектных групп. Особенное значение он приобретает при координации работ генпроектировщика с субпроектными организациями.

Все участники проекта должны четко понимать цели и задачи применения BIM, свои функциональные обязанности, требуемые результаты на каждом этапе проекта. В этой связи в разработке Плана реализации BIM-проекта должны принимать участие представители всех проектных групп, BIM-менеджеры и координаторы, руководители проектов (ГИПы). План должен быть согласован с внешними исполнителями и заказчиком. Процесс планирования BIM-проекта включает четыре основных этапа (см. рис. 5.5).

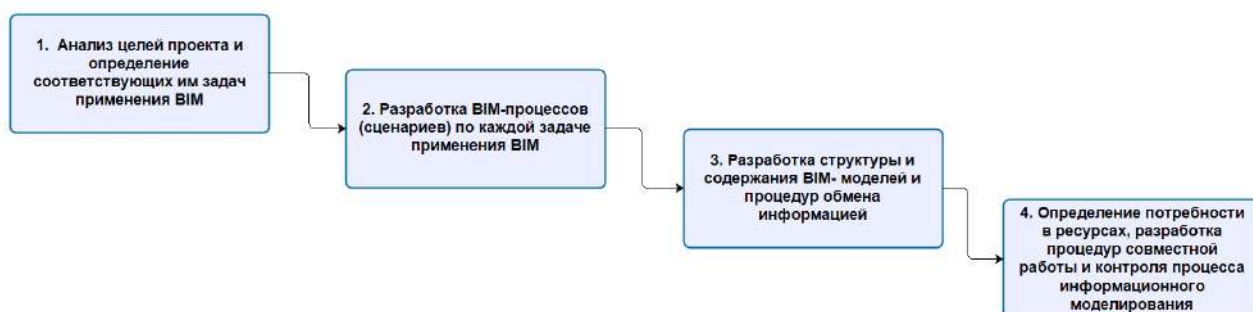


Рисунок 5.5. Процесс планирования BIM-проекта

5.3.1.1. Этап 1. Анализ целей и определение задач применения BIM

Одним из наиболее важных этапов в процедуре планирования BIM-проекта является определение потенциальной ценности BIM для достижения поставленных целей проекта.

Для этого на начальном этапе следует проанализировать Информационные требования заказчика и определить соответствующие им задачи применения BIM.

Результаты анализа рекомендуется сводить в табличной форме (см. Приложение А, п. 7.1).

Задачи применения BIM рекомендуется разделять на основные (первостепенные) и дополнительные (второстепенные).

К основным, по состоянию на современный уровень внедрения BIM в промышленных отраслях, относятся:

- производство модели;
- пространственная междисциплинарная координация и выявление коллизий (3D-координация);
- проверка и оценка технических решений;
- выпуск чертежей и спецификаций.

Каждую задачу применения BIM рекомендуется кратко описывать. Описание должно включать, в том числе, краткую аннотацию, результаты работ и способы их проверки, необходимые компетенции исполнителей, требуемое программное обеспечение и другие аспекты.

5.3.1.2. Этап 2. Разработка BIM-процессов

После описания используемых в проекте задач применения BIM рекомендуется разработать процессы (сценарии) реализации для каждой задачи применения BIM, а также разработать и согласовать процесс верхнего уровня, описывающий взаимосвязь BIM-сценариев.

Для разработки процессов информационного моделирования рекомендуется использовать методику, изложенную в ГОСТ Р 57310-2016 «Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат».

На рисунках 5.6-5.8 приведены примеры карт процессов (сценариев).

Процесс (сценарий) «Разработка модели» является базовым для выполнения остальных сценариев. Результат его реализации – это информационная модель проектируемого объекта. В отличие от прочих сценариев «Разработка модели» является обязательным для выполнения в проекте по информационному моделированию.

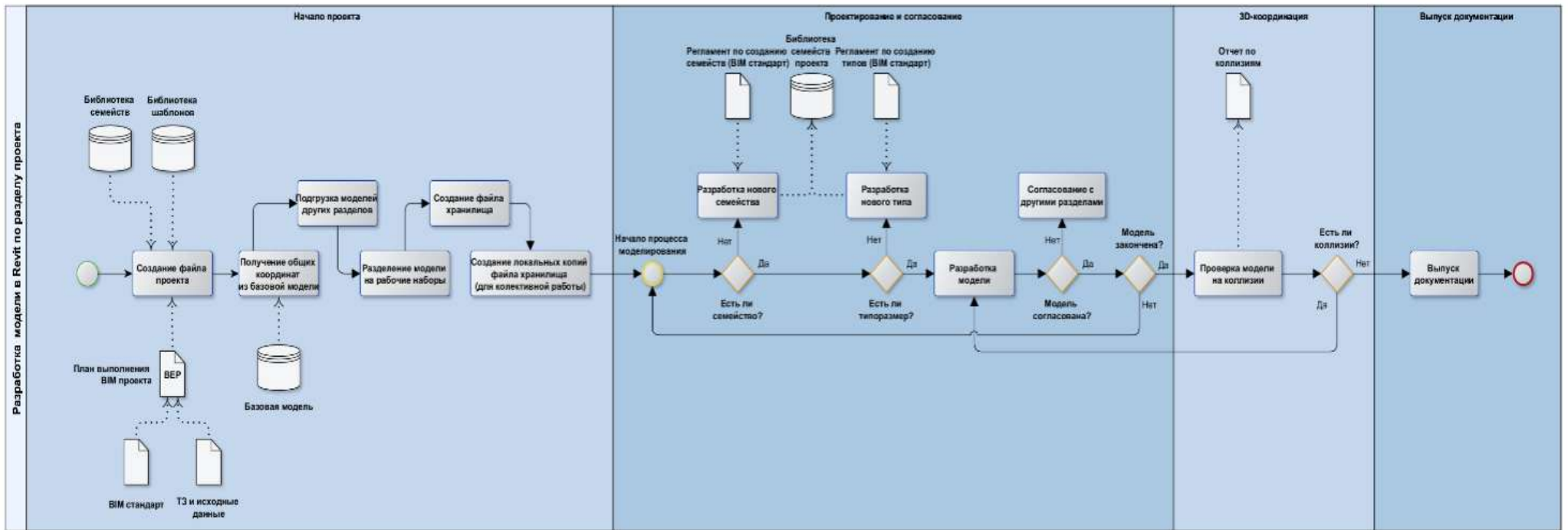


Рисунок 5.6. Пример процесса (сценария) «Разработка модели»

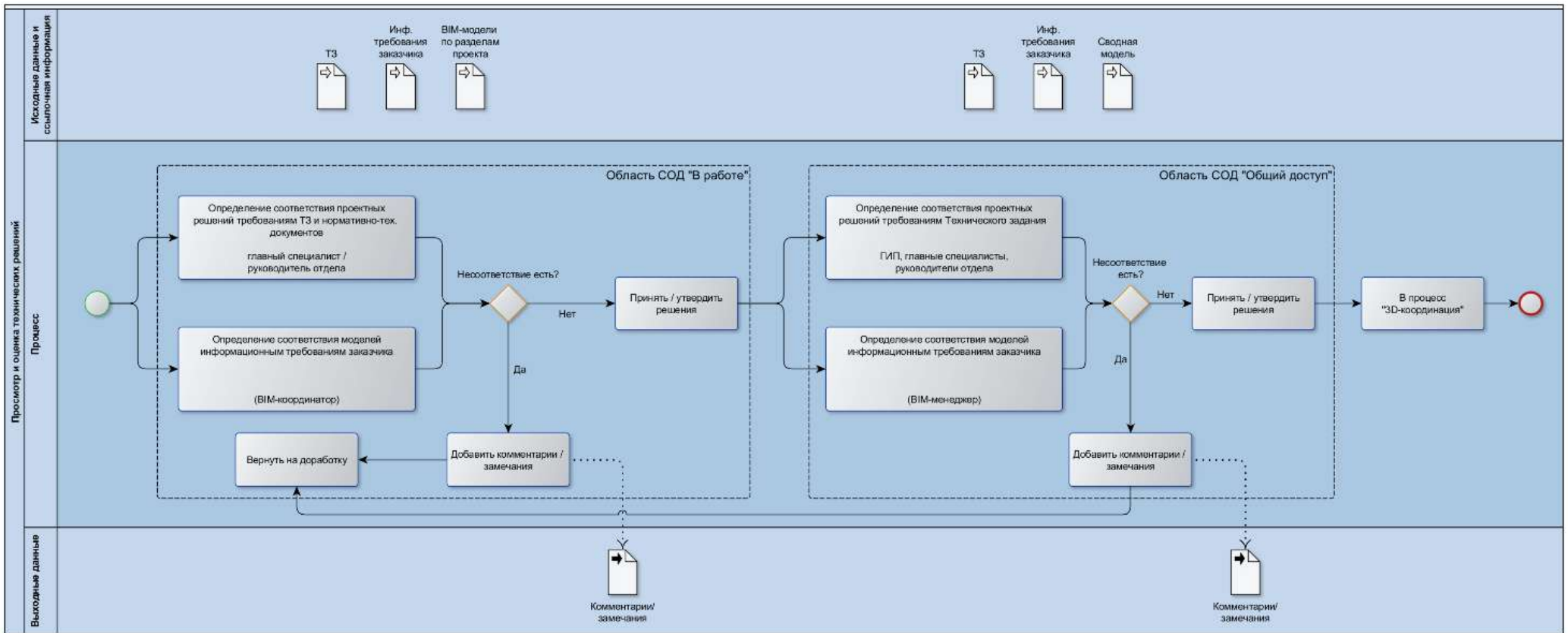


Рисунок 5.7. Пример процесса (сценария) «Проверка и оценка технических решений»

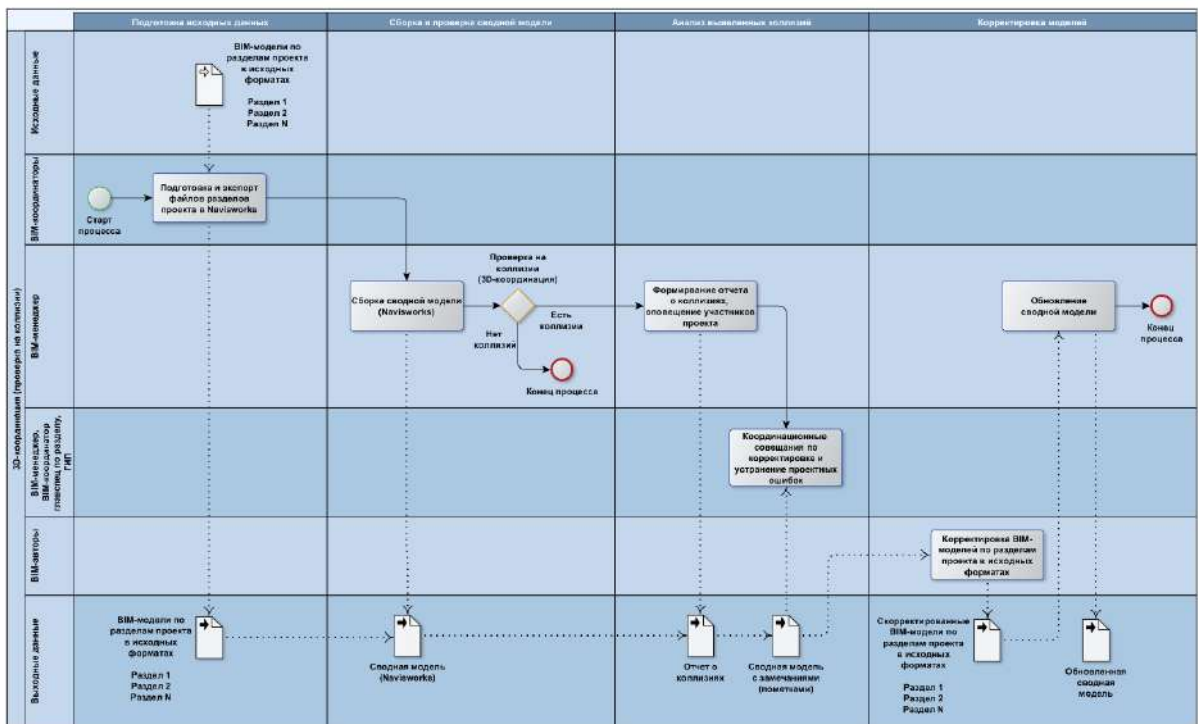


Рисунок 5.8. Пример процесса (сценария) «Пространственная междисциплинарная координация и выявление коллизий (3D-координация)»

5.3.1.3. Этап 3. Разработка структуры и содержания BIM-моделей и процедур обмена информацией

Процедуры обмена информацией

После разработки карты BIM-процессов необходимо определить процедуры обмена информацией. Основная цель этого этапа – определить информационные потребности участников BIM-проекта для реализации задач применения BIM.

Основными носителями информации в BIM являются элементы информационных моделей, которые аккумулируют ее в процессе разработки проекта. Вследствие этого объем геометрической и атрибутивной информации, необходимой и достаточной для решения проектных задач, рекомендуется задавать через уровни проработки элементов моделей, а разработка требований к LOD является основной задачей планирования процедур обмена информацией между всеми участниками проекта. Особое значение эта процедура приобретает при наличии внешних проектных групп (субпроектировщиков), работу которых необходимо скоординировать генпроектировщику.

Для структурирования и группировки требований к уровням проработки на различных этапах проекта рекомендуется разрабатывать таблицы информационных обменов, например, в виде сводной спецификации LOD7. Данная спецификация определяет, какая информация, кем и когда должна быть предоставлена в совместное пользование. Примерный шаблон такой сводной спецификации приведен в Приложении «А», п. 7.2.

⁷ Сводная спецификация LOD в различных зарубежных руководствах по BIM имеет различные названия, такие как **Model Progression Specification (MPS)**, **Model Production and Delivery Table (MPDT)**, **LOD Matrix**, **Model Element Table**. Следует отметить, что содержание этих таблиц практически идентично.

Сводная спецификация LOD для однотипных объектов, проектирование которых осуществляется без привлечения субпроектных организаций, может быть стандартизована и включена в BIM-стандарт организации.

Основные принципы обмена информацией:

- обмен информацией должен осуществляться на регулярной основе в объеме, достаточном для реализации всех задач применения BIM;
- обмен информацией должен осуществляться путем организации регламентированного доступа участников проекта к информационным моделям, размещаемым в среде общих данных;
- объем, состав и содержание геометрической и атрибутивной информации, которой обмениваются участники проекта, рекомендуется определять путем формирования требований к LOD;
- передаваемая информация должна быть целостной и однозначно определена по смыслу для всех участников проекта;
- обмен информацией должен осуществляться в форматах, согласованных всеми участниками проекта.

Следует отметить, что карты BIM-процессов (сценариев) и сводные спецификации LOD делают процедуру планирования понятной всем участникам и будут способствовать ходу выполнения проекта в течение всего процесса реализации. Эти два инструмента определяют информацию, которая должна создаваться на всех этапах применения BIM, и участников проекта, ответственных за представление и получение информации.

Структура моделей

При организации структуры данных в составе BIM-моделей следует учитывать:

- структуру разделов проектной документации или комплектов марок чертежей рабочей документации;
- вид объекта строительства;
- число и состав проектных групп;
- особенности реализации конкретного программного обеспечения для коллективного доступа к данным BIM-моделей.

Для обеспечения многопользовательского доступа к BIM-моделям и создания комфортной среды для коллективной работы информационную модель необходимо разделять, например, по дисциплинам проекта.

В зависимости от разрабатываемой части проекта модели рекомендуется разделять:

- технологические и инженерные разделы – на системы и технологические линии по их функциональному назначению, по зданиям (сооружениям);
- архитектурную часть – по уровням (этажам), секциям, зданиям (сооружениям);
- конструкторскую часть – по деформационным швам, захваткам бетонных и металлических конструкций, по зданиям (сооружениям).

Разделение модели также осуществляется с учетом структуры среды общих данных (см. п. 5.6).

На рисунке 5.9 приведен пример структуры папок информационной модели.

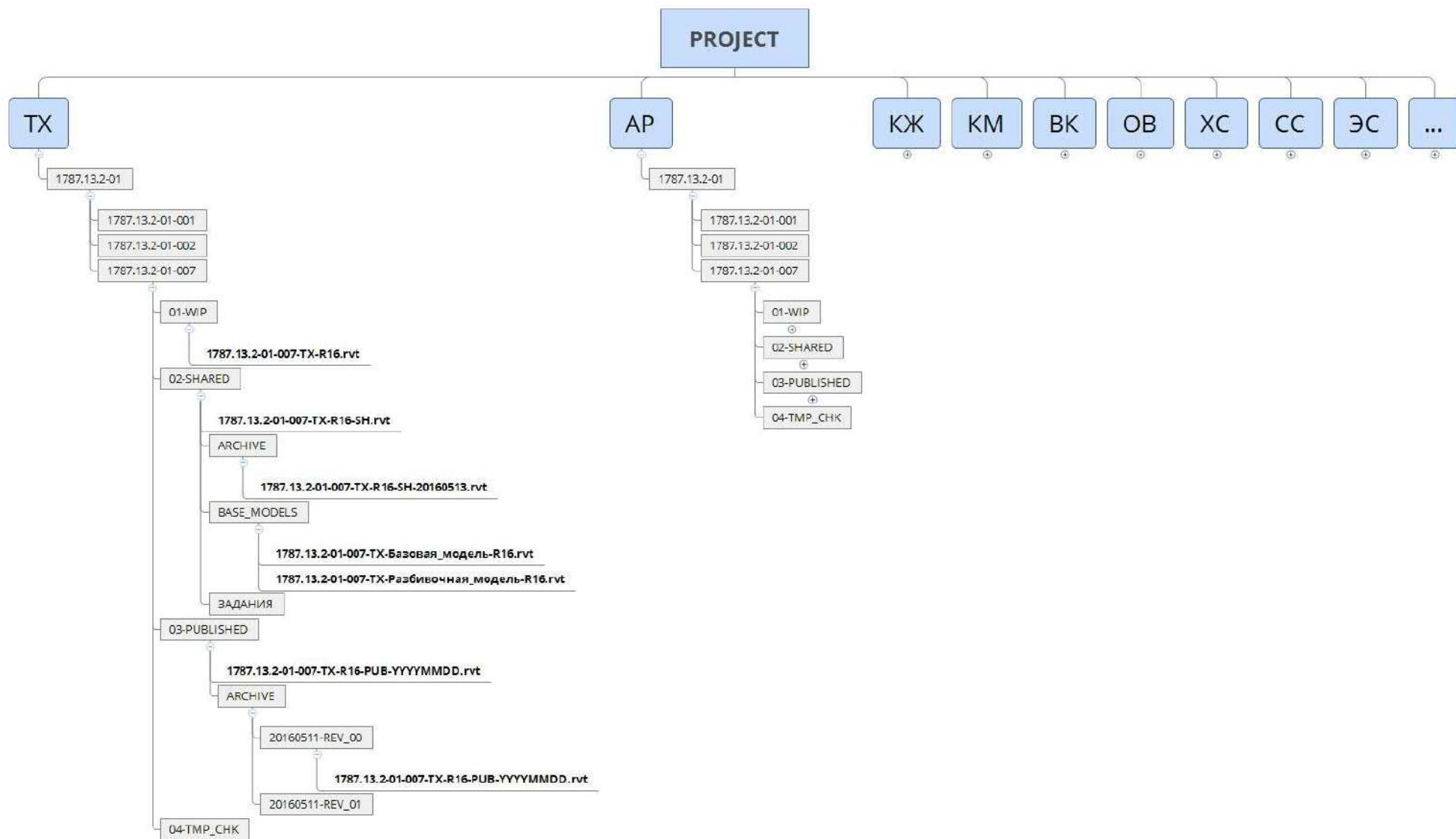


Рисунок 5.9. Пример структуры папок информационной модели

Рекомендации по именованию файлов проекта приведены в документе [«BIM-стандарт. Площадные объекты. Версия 2.0»](#) (Раздел 4.9).

5.3.1.4. Этап 4. Определение потребности в ресурсах, разработка процедур совместной работы и контроля процесса информационного моделирования

Планирование потребности в ресурсах в общем случае включает:

- определение потребности в человеческих ресурсах, включая определение ролей и функций участников процесса информационного моделирования, а также при необходимости повышение их квалификации;
- определение потребности в материальных ресурсах – аппаратном обеспечении;
- определение потребности в нематериальных ресурсах – программном обеспечении, каталогах компонентов, прикладных базах данных и т. п.

Совместная работа участников проекта должна осуществляться в едином информационном пространстве – среде общих данных.

В рамках проекта должны быть разработаны и внедрены процедуры контроля процесса информационного моделирования и качества информационных моделей.

5.4. Документ «План реализации BIM-проекта»

Результаты процесса планирования BIM-проекта должны быть зафиксированы в документе «План реализации BIM-проекта».

Цель этого документа — зафиксировать согласованные стратегии и процессы для всей команды проекта. Он должен служить основным протоколом процесса совместной работы на протяжении всего жизненного цикла проекта, и предполагается, что он будет развиваться с самого начала и до конца процесса информационного моделирования. Благодаря этому документу проектные группы и руководство проектом совместно соглашаются в том, как, когда, почему, на каком уровне и для обеспечения каких результатов проекта будет использоваться BIM.

В этом документе рассматриваются рабочие процессы проекта, создание моделей, участники проекта и совместное использование информации. Потребность во взаимодействии возрастает по мере реализации BIM-проекта, и этот документ является одной из частей представления всего проекта. Этот документ будет поддерживать связь между различными участниками проекта, которые будут реализовывать согласованную BIM-стратегию, в противном случае ее потенциальная эффективность будет потеряна.

В качестве основы структуры Плана реализации BIM-проекта рекомендуется использовать документ *The BIM Project Execution Planning Guide and Templates – Version 2.1, Penn State*.

Согласно этому документу примерная структура разделов документа «План реализации BIM-проекта» включает следующие разделы:

- **Раздел 1. Краткое описание проекта:**
содержит общую информацию о назначении плана реализации проекта и другую общую информацию о документе.
- **Раздел 2. Сведения об объекте строительства, сроках реализации проекта, перечень исходных данных:**
содержит информацию об основных характеристиках объекта строительства, сроках реализации каждого этапа проекта, а также краткий перечень исходных данных.
- **Раздел 3. Ключевые контакты проекта:**
содержит контактную информацию о ключевых участниках, которые определены на текущем этапе реализации проекта.
- **Раздел 4. Цели и задачи применения BIM:**
содержит подробное описание целей и соответствующих им задач применения.

- **Раздел 5. Роли и функции основных участников:**
содержит описание основных ролей и функций участников BIM-проекта, а также требуемые человеческие ресурсы.
- **Раздел 6. Карты BIM-процессов:**
содержат карты BIM-процессов (сценариев) по задачам применения BIM.
- **Раздел 7. Процедуры обмена данными:**
включает описание процедур обмена данными и сводную спецификацию LOD.
- **Раздел 8. Требования к информационным моделям:**
включает требования к BIM-моделям, согласованные с Информационными требованиями заказчика.
- **Раздел 9. Процедуры совместной работы:**
содержит описание процедур совместной работы в среде общих данных, форматы обмена данными и регламенты работы в системах управления инженерными данными.
- **Раздел 10. Процедуры контроля качества:**
содержит описание процедур контроля процесса информационного моделирования и качества BIM-моделей.
- **Раздел 11. Потребности в ресурсах:**
потребности в аппаратном и программном обеспечении, каталоги компонентов, шаблоны, базы данных и т.п.
- **Раздел 12. Структура и содержание информационных моделей:**
содержит описание структуры и состава информационных моделей, правила разделения моделей, систему именования, общую систему координат.
- **Раздел 13. Результаты процесса информационного моделирования:**
содержит требуемые результаты процесса информационного моделирования на каждом этапе проекта.
- **Раздел 14. Стратегия реализации:**
содержит информацию о договоре.
- **Раздел 15. Приложения.**

В Приложение «А» приведен примерный шаблон документа «План реализации BIM-проекта».

Данный шаблон является примерным и должен быть подробно разработан проектной группой. Некоторые разделы могут быть упразднены за ненадобностью, другие добавлены.

5.5. Роли и функции участников BIM-проекта

Применение в проектах технологии информационного моделирования (BIM) позволяет вести разработку проекта в трехмерном пространстве, благодаря чему открываются новые возможности, но и одновременно влечет за собой изменение традиционных проектных процессов, в том числе таких, как:

- перераспределение объемов работ по стадиям;
- процессы совместной работы над проектом, междисциплинарной координации и согласования проектных решений;
- процессы организации коммуникаций между участниками проекта;
- процессы проверки и оценки технических решений;
- процессы внесения изменений в проект;
- процессы контроля изменений;
- процессы контроля объемов и качества проектных работ;
- процессы подготовки технической документации;
- комплектация и передача результатов проекта (информационные модели и техническая документация в цифровых форматах);
- процессы работы с внешними организациями;
- коммерческо-договорная работа.

С переходом от традиционных проектных процессов появляются новые роли, в том числе такие, как BIM-менеджер и BIM-координатор. Также у традиционных участников проекта — проектировщиков, руководителей проекта, руководителей подразделений, IT-служб и у руководства организации — появляются новые роли и соответствующие функции.

Для успешной реализации BIM-проектов в организации необходимо предусмотреть роли, выполняющие **стратегические, управленческие и производственные** функции, которые могут выполняться на различных уровнях: **уровне организации** и **уровне проекта**.

При распределении ролей рекомендуется учитывать, в том числе:

- перечень задач применения BIM;
- номенклатуру объектов проектирования;
- количество текущих проектов;
- организационную структуру производственных подразделений, численность управленческого и инженерно-технического персонала;
- количество внешних участников проекта (субпроектные организации, поставщики оборудования, службы техзаказчика, экспертизы и пр.);
- масштабы (объемы) и сроки реализации проекта;
- реализуемые стадии проектирования.

На рисунке 5.10 представлена примерная структура основных ролей в организации.

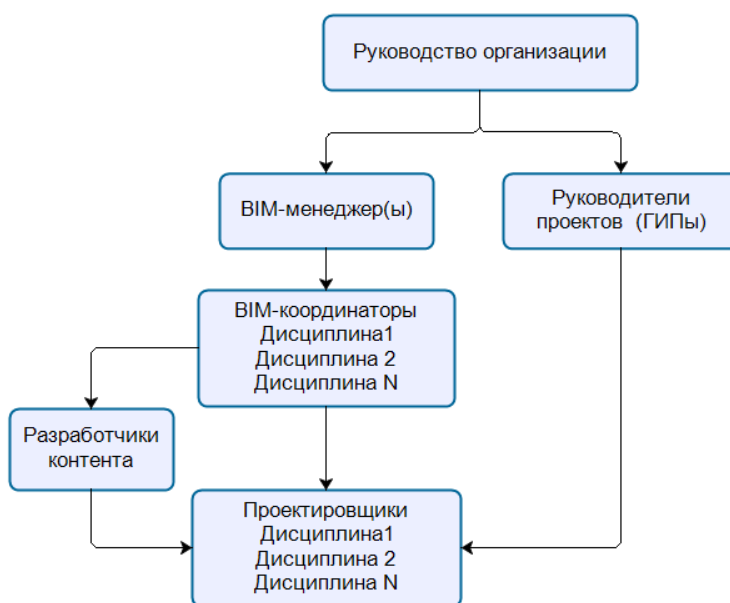


Рисунок 5.10. Примерная структура основных ролей в организации

Руководство организации – группа лиц, поддерживающих BIM-стратегию организации и ответственных за своевременное финансирование BIM-бюджета.

Руководители проектов (ГИПы) – группа лиц, ответственных за управление проектами в соответствии с Планами реализации BIM-проектов.

BIM-менеджер(ы) – лицо или группа лиц, ответственных за внедрение технологии информационного моделирования на уровне организации и за техническую реализацию процессов информационного моделирования на уровне проекта.

BIM-координаторы – группа лиц, ответственных за реализацию процессов информационного моделирования на уровне определенной дисциплины проекта.

Разработчики контента – группа лиц, ответственных за разработку контента для информационного моделирования в соответствии с заданиями на разработку.

Проектировщики – проектные группы, ответственные за разработку дисциплинарных информационных моделей и технической документации в соответствии с Планами реализации BIM-проектов.

Примерное распределение ролей и функций приведено в таблице 4. Примерная матрица компетенций по работе с решениями Autodesk приведена в таблице 5.

Таблица 4. Пример матрицы распределения основных ролей и функций (матрица ответственности)

Роли	Уровень	Функция		
		стратегическая	управленческая	производственная
Руководство организации	Уровень организации	Участвует в формировании внешней и внутренней; BIM-стратегии организации; Контролирует и утверждает; BIM-стандарты организации	Отвечает за формирование пакета заказов на BIM-проекты; Отвечает за своевременное финансирование BIM-бюджета; Контролирует графики работ; Контролирует наличие необходимых BIM-компетенций у внутренних и внешних участников проекта	—
	Уровень проекта	—	Отвечает за назначение руководителя BIM-проекта (ГИПа); Информирует о согласовании Плана реализации BIM-проекта с внешними участниками (заказчиком, субпроектировщиками и др.); Информируется об исполнении Плана реализации BIM-проекта; Контролирует коммерческо-договорные отношения касательно применения BIM	—
Руководитель проекта (ГИП)	Уровень организации	Участвует в разработке BIM-стандарта	—	—
	Уровень проекта	—	Отвечает за руководство BIM-проектом; Отвечает за формирование графика работ; Отвечает за формирование рабочей группы BIM-проекта; Контролирует наличие необходимых BIM-компетенций рабочей группы; Участвует в анализе Информационных требований заказчика; Отвечает за согласование проектных решений с заказчиком, выдачу и согласование заданий, информирование участников проекта об изменениях; Участвует в разработке и согласовании Плана реализации BIM-проекта с внешними и внутренними участниками проекта;	—

Роли	Уровень	Функция		
		стратегическая	управленческая	производственная
			<p>Отвечает за исполнение Плана реализации BIM-проекта;</p> <p>Отвечает за проведение координационных совещаний (в том числе с заказчиком);</p> <p>Отвечает за проверку и оценку технических решений;</p> <p>Контролирует технический и экономический уровень проектных решений;</p> <p>Контролирует изменения в проекте;</p> <p>Участствует в разработке и согласовании договорной и конкурсной документации (касательно применения BIM);</p> <p>Участствует в формировании состава библиотек типовых решений</p>	
BIM-менеджер	Уровень организации	<p>Отвечает за формирование внешней и внутренней BIM-стратегии организации;</p> <p>Отвечает за эффективность применения BIM (разработка и анализ KPI);</p> <p>Отвечает за разработку и актуализацию BIM-стандарта;</p> <p>Отвечает за процессы внедрения и реализации BIM;</p> <p>Отвечает за консультирование руководства и сотрудников в области BIM;</p> <p>Участствует в разработке стратегии обеспечения информационной безопасности</p>	<p>Участствует в анализе конкурсной документации в части Информационных требований заказчика;</p> <p>Отвечает за работы по согласованию требований к BIM с заказчиком и субпроектировщиками;</p> <p>Отвечает за проверку BIM-компетенций специалистов субпроектных организаций в области информационного моделирования;</p> <p>Отвечает за организацию и реализацию всех задач применения BIM;</p> <p>Отвечает за организацию и поддержку единой среды общих данных, предоставление регламентированного доступа к ней участникам проекта и обеспечение надежного обмена информацией;</p> <p>Отвечает за соблюдение BIM-стандартов;</p> <p>Отвечает за разработку и актуализацию Планов реализации BIM-проектов;</p> <p>Отвечает за разработку и реализацию процессов обеспечения и контроля качества информационных моделей;</p> <p>Отвечает за организацию и контроль процесса разработки компонентов информационных моделей, прикладных баз данных, шаблонов для работы программного обеспечения;</p> <p>Отвечает за формирование BIM-бюджета</p>	—
	Уровень проекта	—	Отвечает за разработку и актуализацию Плана реализации BIM-проекта;	—

Роли	Уровень	Функция		
		стратегическая	управленческая	производственная
			<p>Отвечает за наличие необходимых материальных, нематериальных и человеческих ресурсов, необходимых для реализации BIM-проекта;</p> <p>Отвечает за разработку и реализацию процессов по каждой задаче применения BIM;</p> <p>Отвечает за пространственную координацию всех моделей;</p> <p>Отвечает за процесс междисциплинарной координации. Разрабатывает матрицу коллизий. Готовит отчеты. Оповещает участников проекта;</p> <p>Отвечает за обеспечение междисциплинарной координации (выявление коллизий);</p> <p>Отвечает за наличие необходимых BIM-компетенций у рабочей группы проекта;</p> <p>Отвечает за консультирование руководителя проекта и рабочей группы в области BIM;</p> <p>Контролирует работу BIM-координаторов</p>	
BIM-координатор	Уровень организации	—	Участвует в разработке и актуализации BIM-стандарта	—
	Уровень проекта	—	<p>Участвует в разработке и актуализации Плана реализации BIM-проекта;</p> <p>Отвечает за формирование информационной среды для определенной дисциплины проекта;</p> <p>Отвечает за сопровождение работ по созданию моделей по определенной дисциплине;</p> <p>Отвечает за разработку шаблонов и выдачу заданий на разработку контента (библиотечных компонентов);</p> <p>Отвечает за проверку дисциплинарных моделей на коллизии в пределах дисциплины проекта (самопересечения);</p> <p>Отвечает за подготовку дисциплинарных моделей для междисциплинарной координации;</p> <p>Отвечает за пространственную координацию дисциплинарных моделей;</p> <p>Отвечает за реализацию процессов обеспечения и контроля качества дисциплинарных моделей</p>	Участвует в производстве моделей (опционально)

Роли	Уровень	Функция		
		стратегическая	управленческая	производственная
Разработчик контента	Уровень организации	—	—	Отвечает за разработку контента для информационного моделирования в соответствии с заданиями на разработку
	Уровень проекта	—	—	
Проектировщик (BIM-автор)	Уровень проекта	—	—	Отвечает за разработку дисциплинарных моделей в соответствии с Планом реализации BIM-проекта; Отвечает за устранение замечаний, выявленных в ходе проекта; Отвечает за подготовку технической документации на основе BIM-модели

Таблица 5. Пример матрицы компетенций по работе с решениями Autodesk

Группа компетенций	Компетенция	Роли																			
		Руководитель проекта / ГИП	ВМ-менеджер	ВМ-координатор	Разработчик контента	Проектировщик: Разработка технологических схем	Проектировщик: Компоновка механо-технологического оборудования	Проектировщик: Проектирование генерального плана	Проектировщик: Проектирование металлических и железобетонных конструкций	Проектировщик: Разработка архитектурной части проекта	Проектировщик: Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	Проектировщик: Проектирование тепловых сетей	Проектировщик: Проектирование систем водоснабжения и	Проектировщик: Разработка перечня мероприятий по охране окружающей среды	Проектировщик: Проектирование систем пожаротушения и средств пожарной безопасности	Проектировщик: Проектирование сетей связи	Проектировщик: Проектирование систем электроснабжения	Проектировщик: Проектирование систем автоматизации технологических процессов	Проектировщик: Разработка сметы на строительство		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Базовые компетенции Revit	Основные понятия Revit		x	x	x		x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		
	Приемы коллективной работы над проектом		x	x			x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		
	Настройка семейств компонентов																				
	Визуализации проекта																				
	Приемы концептуального моделирования						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x			
	Создание проекта		x																		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Использование скриптов Dynamo в проектах Revit						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Компетенции Revit Architecture	Моделирования сооружений с использованием архитектурных элементов				x		x			x									
	Размещение сооружения на площадке			x						x									
Компетенции Revit Structure	Основы моделирования зданий с использованием конструктивных элементов				x		x		x										
	Работа с аналитической моделью								x										
	Моделирование усиления бетона								x										
	Моделирование стальных конструкций								x										
Компетенции Revit MEP	Работа с объектами Revit MEP				x		x				x	x	x		x	x	x	x	
	Моделирование систем отопления										x	x							
	Моделирование систем водоснабжения и канализации											x	x		x				
	Моделирование систем вентиляции										x	x							
	Настройка электротехнических систем															x	x	x	
	Создание осветительной сети																x		
	Создание электрических цепей															x	x	x	
	Создание силовой сети / слаботочной сети															x	x	x	
	Создание спецификации электрических цепей															x	x	x	
Оформление документации в Revit	Создание однолинейных схем															x	x	x	
	Организация диспетчера проекта						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Настройки графики чертежей						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Оформление видов: планы, разрезы, фасады, узлы						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Разработка спецификаций						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Управление и работа с легендами						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Оформление листов						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Работа со сборками						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Работа с изменениями в проекте						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Работа с вариантами						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x		
Работа с DWF-пометками						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Работа с видимостью в связных файлах						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Работа с параметрами в проекте						x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Базовые компетенции Civil 3D	Работа с точками и группами точек							x				x	x			x	x		
	Работа с поверхностями			x				x				x	x			x	x		
	Настройка совместной работы над проектом			x				x				x	x			x	x		
	Работа с объектами профилирования							x				x	x			x	x		
	Создание трасс							x				x	x			x	x		
	Обработка изыскательских данных							x				x	x			x	x		
	Создание коридоров							x				x	x			x	x		
	Создание сечений							x				x	x			x	x		
	Создание участков							x				x	x			x	x		
Проектирование генплана в Infracore и Civil 3D	Анализ существующих условий и размещение проектируемого объекта			x				x											
	Горизонтальная планировка			x				x											
	Вертикальная планировка			x				x											
	Благоустройство и озеленение							x											
	Расчёт объёмов материалов							x											
Проектирование наружных сетей в Civil 3D	Профили и виды профиля											x	x			x	x		
	Трубопроводные сети											x	x						
	Моделирование напорных трубопроводных сетей											x	x						
	Моделирование линий связи															x	x		
	Моделирование линий электропередачи															x	x		
Компетенции Navisworks Manage	Базовые приемы работы с Autodesk Navisworks	x	x	x			x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Работа с файлами в Navisworks		x	x															
	Работа с инструментами навигации	x	x	x			x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Работа с точками обзора	x	x	x			x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Работа с инструментами сечения	x	x	x			x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Работа со средствами аннотирования	x	x	x			x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Настройка диспетчера листов		x	x															
	Работа с объектами		x	x															
Инструменты работы с элементами		x	x																

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Управление функцией поиска пересечений			x															
Компетенции AutoCAD	Основные приемы работы в AutoCAD					x											x	x	
	Создание и редактирование примитивов					x											x	x	
	Работа с текстом и текстовыми стилями					x											x	x	
	Работа со слоями					x											x	x	
	Работа с размерами, размерными стилями и мультивыносками					x											x	x	
	Работа с динамическими блоками и атрибутами					x											x	x	
	Работа с пространством модели и пространством листов					x											x	x	
	Работа с видовыми окнами					x											x	x	
	Работа с аннотациями					x											x	x	
	Использование внешних ссылок					x											x	x	
	Работа с таблицами					x											x	x	
	Подготовка и вывод чертежа на печать					x											x	x	
	Создание шаблона dwt					x											x	x	
Компетенции Vault	Основные приемы работы с Vault	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Поиск контента для проекта				x		x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Оформление заявки на контент				x		x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Работа над проектом в среде Vault		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Публикация модели		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

5.6. Среда общих данных

Настоящий раздел определяет регламент совместной работы над BIM-проектом в соответствии со стандартом BS1192:2007+A2:2016 на основе процедуры, именуемой «Среда общих данных» (CDE, СОД).

Основным фактором совместной работы участников проекта является способность к коммуникации, эффективному использованию и обмену актуальными данными без потерь и искажений.

Плохо подготовленная и скоординированная проектная информация является одной из причин увеличения сроков проектов, задержек, расходов и конфликтов. Процедура СОД предназначена для обеспечения надежного многократного обмена актуальной, проверенной информацией между участниками проекта, тем самым поддерживая высокое качество проектов. СОД – это один из способов предоставить членам команды проекта возможность работать сообща, более эффективно и безошибочно.

Обмен данными должен осуществляться через общую среду данных. Это единственный источник информации для проекта, используемый для сбора, разработки, управления, использования и распространения документации, информационных моделей и прочих графических и неграфических данных для всей команды проекта.

Информация в СОД распределяется по функциональным областям данных:

- «В работе»;
- «Общий доступ»;
- «Опубликовано»;
- «Архив».

Проектные данные должны последовательно проходить эти четыре области, где они:

- разрабатываются, проверяются и утверждаются для совместного использования (область данных «В работе»);
- используются для согласования проектных решений (междисциплинарной координации) и утверждаются для выпуска проектной и рабочей документации (область данных «Общий доступ»);
- документируются, публикуются и используются всеми участниками проекта (область данных «Опубликовано»);
- архивируются в соответствии с принятыми в организации процедурами и регламентами (область данных «Архив»).

Перед обменом данные необходимо проверить и утвердить.

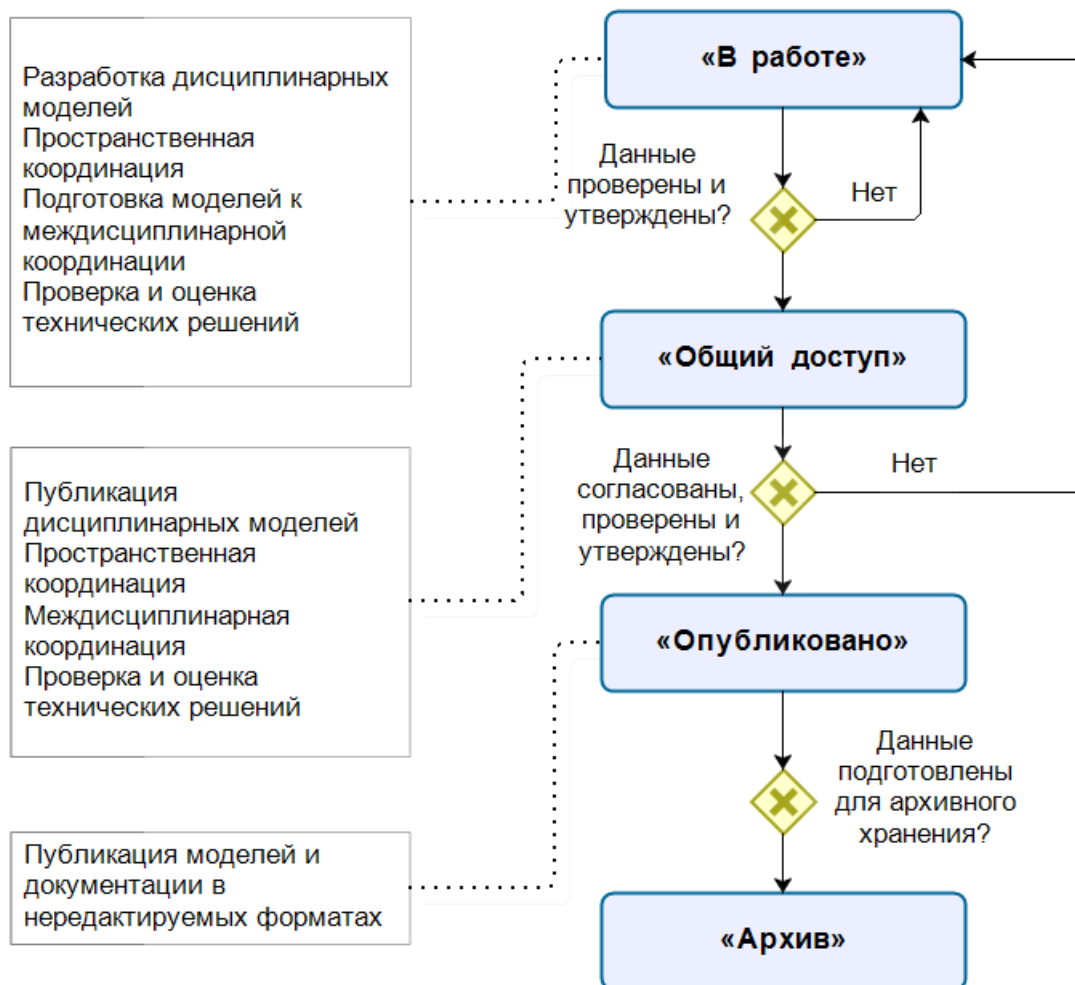


Рисунок 5.11. Процедура СОД

Область данных «В работе»

Область предназначена для разработки проектных данных конкретной дисциплины проекта.

Перед обменом (копированием в область данных «Общий доступ») данные необходимо проверить и утвердить.

Область данных «Общий доступ»

Для организации скоординированной и эффективной коллективной работы каждая дисциплина проекта должна обеспечить доступ к своим данным в масштабах проекта. Для этого проверенные и утвержденные данные из области данных «В работе» должны быть размещены в структуре области данных «Общий доступ».

Обмен данными должен осуществляться регулярно и по отдельному регламенту, чтобы специалисты по различным дисциплинам могли работать с актуальной информацией.

Обновления данных, размещенных в области данных «Общий доступ», должны сопровождаться соответствующими оповещениями.

Область данных «Опубликовано»

Материалы технической документации (чертежи и пр.) и данные, прошедшие официально принятые в компании процедуры проверки и утверждения.

Область данных «Архив»

Архивные данные представляют копии всех версий проектных данных.

На ключевых этапах процесса информационного моделирования в область данных «Архив» должна копироваться полная версия всех данных проекта.

Основные правила обмена данными

- Правила обмена данными должны быть согласованы всеми участниками проекта и зафиксированы в Плане реализации BIM-проекта.
- Перед обменом должны быть учтены требования к экспорту/импорту используемых программных средств.
- Данные должны находиться в актуальном состоянии и содержать все локальные правки, внесенные всеми пользователями.
- Связанные данные должны быть доступны для обмена.
- Данные должны быть проверены; информация, не требуемая для обмена, должна быть удалена.

Рекомендации по именованию файлов проекта

- В качестве знака-разделителя между полями рекомендуется использовать знак «подчеркивание» («_»).
- Все поля в имени файла начинаются с заглавной (прописной) буквы, за которой следуют строчные. Если поле состоит из двух и более слов, то каждое слово необходимо начинать с заглавной буквы. Все слова имени пишутся слитно.
- Аббревиатуры и коды рекомендуется писать заглавными буквами.
- Запрещается использовать в именах следующие знаки и символы:
, . ! " £ \$ % ^ & * () { } [] + = < > ? | \ / @ ' ~ # ~ ` ` `

Примерный состав полей имени файла:

<Поле1>_<Поле2>_<Поле3>_<Поле4>_<Поле5>_<Поле6>

Поле1: Код проекта

Аббревиатура или код, обозначающий проект.

Поле2: Код источника (организации)

Аббревиатура или код, обозначающий участника проекта.

Поле3: Здание/Зона (наименование или код)

Обозначает, к какому зданию или сооружению, области, стадии или зоне относится модель, если проект разделен на зоны.

Поле4: Раздел проекта/марка комплекта

Поле5: Описание

Поле, описывающее тип данных, представленных в файле, или уникальный номер файла.

Поле6: Версия программного обеспечения

Пример:

PR2018-14-2_ГК_ГлавныйКорпус_ТХ2_3М_R19

Все поля имени являются **опциональными**.

В случае, когда Информационные требования содержат правила именования, они должны быть применены в проекте после согласования с исполнителем.

6. РЕАЛИЗАЦИЯ BIM-ПРОЕКТА

6.1. Общеотраслевой процесс реализации промышленного BIM-проекта

Общеотраслевой процесс реализации проекта промышленного предприятия (см. рис. 6.1) в настоящем стандарте рассматривается в разрезах стадий, а также разделов проекта.

В рамках процесса рассматриваются следующие стадии:

- технико-экономическое обоснование (ТЭО);
- проектная документация (ПД);
- рабочая документация (РД).

Также в рамках общеотраслевого процесса учтены следующие разделы:

- схема планировочной организации земельного участка (СПОЗУ);
- технологические решения (ТХ);
- архитектурные решения (АР);
- конструктивные и объемно-планировочные решения (КР);
- инженерные разделы, охвачены все вместе из-за их большого количества и похожего исполнения.

В схеме процесса определены области исходных и выходных данных, а также область задач BIM-менеджера/координатора.

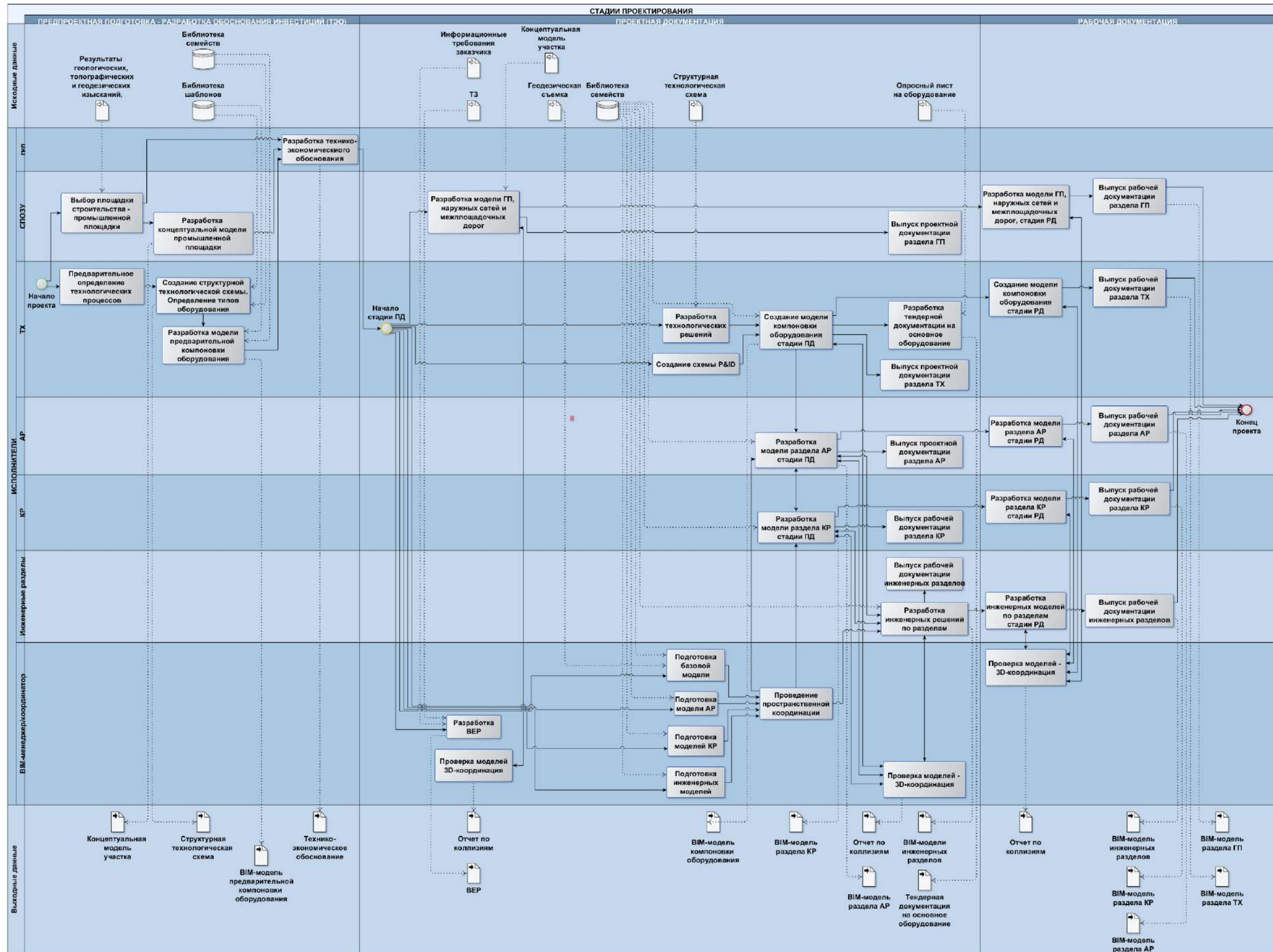


Рисунок 6.1. Общеотраслевой процесс реализации промышленного BIM-проекта

Предпроектная подготовка – разработка обоснования инвестиций (ТЭО)

Предпроектная подготовка предполагает решение следующих задач:

- определение мощности производства;
- выбор метода (технологии) производства и типа оборудования;
- составление структурной (эскизной) технологической схемы;
- расчет материальных и тепловых балансов производства;
- выбор площадки строительства;
- определение технико-экономических показателей производства;
- подготовка задания на проектирование.

Главной задачей предпроектной подготовки является разработка обоснования инвестиций и в конечном итоге задания на проектирование.

В обосновании инвестиций дается краткое описание технологического процесса и оборудования, содержатся основные данные по ситуационному и генеральному планам промышленного предприятия, сведения о строительных, архитектурно-планировочных и конструктивных решениях зданий и сооружений, о складском хозяйстве, ремонтной службе, о мероприятиях по охране окружающей среды. Приводятся основные решения по организации строительства промышленного предприятия и выполняется расчет его стоимости.

Укрупненная схема процесса предпроектной подготовки дана на рисунке 6.2:

- **предварительное определение технологических процессов:** решается задача выбора технологии производства и типа оборудования;
- **создание структурной технологической схемы, определение типов оборудования:** решается задача определения структурной схемы, в которой необходимо указать основные технологические стадии и материальные потоки между ними;
- **предварительная компоновка оборудования:** на основе созданных схем и имея определение технологических процессов создается предварительная компоновка оборудования. BIM-модель предварительной компоновки оборудования может содержать ссылки на модели с основными конструктивными и архитектурными элементами, а также определение необходимых помещений для размещения всего технологического оборудования.

Для создания модели предварительной компоновки оборудования нужно обеспечить необходимые библиотечные элементы. На данной стадии компонентам будет достаточно иметь уровень проработки LOD 100. Для быстрого начала разработок необходимо обеспечить настроенные шаблоны проекта.

Комплекс описанных работ выполняется в разделе ТХ проекта.

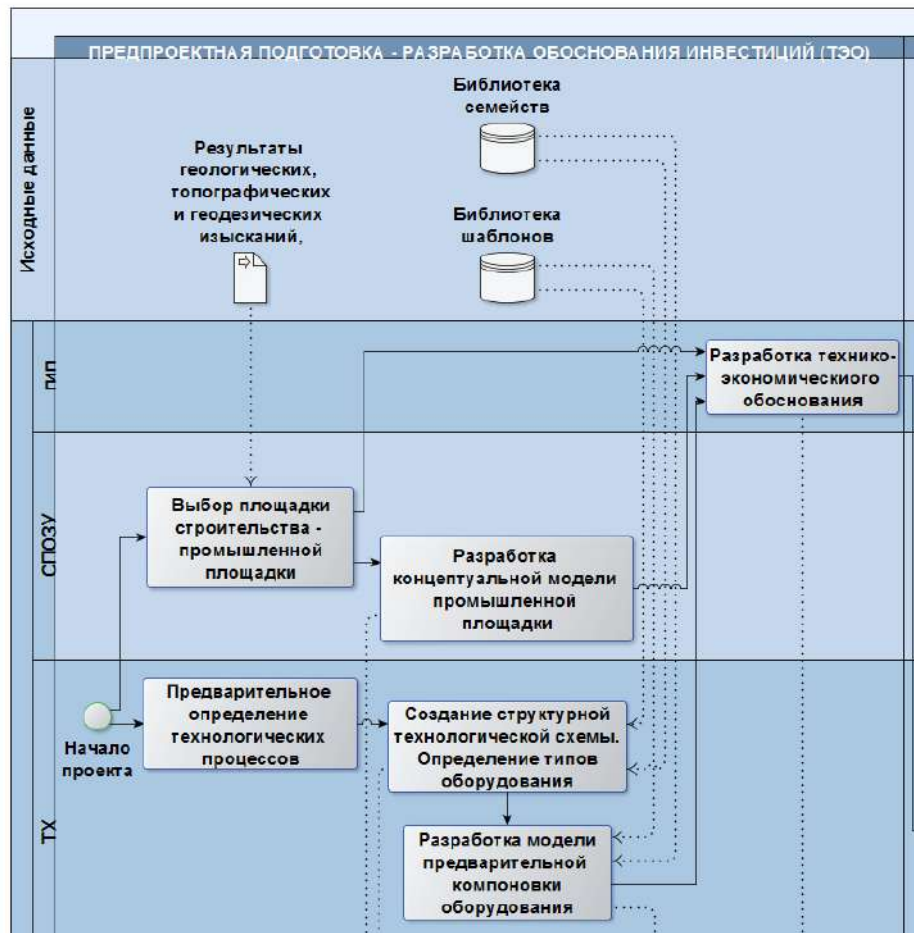


Рисунок 6.2. Основные работы на стадии ТЭО

- **выбор площадки строительства – промышленной площадки:** параллельно с предыдущими разработками необходимо выполнить выбор площадки строительства (промышленной площадки) и разработать ее концептуальную модель. Алгоритм принятия решений по макропланировке площадки можно более детально рассмотреть в приложении В, Этап I.

Выбор площадки и разработка ее концептуальной модели выполняется в рамках раздела СПОЗУ.

- **разработка обоснования инвестиций (ТЭО) и задания на проектирование:** на основе разработанных моделей промышленной площадки и предварительной компоновки оборудования с участием разделов СПОЗУ и ТХ, а также раздела экологии и под руководством ГИПа разрабатывается обоснование инвестиций (ТЭО).

С разработанным и утвержденным обоснованием инвестиций дальше разрабатывается задание на проектирование (ТЗ). Ответственным за разработку задания является заказчик проекта, но, как правило, непосредственно ТЗ разрабатывает проектировщик по поручению заказчика.

Проектная документация (ПД)

Укрупненная схема процесса разработки проектной документации дана на рисунке 6.3 и состоит из:

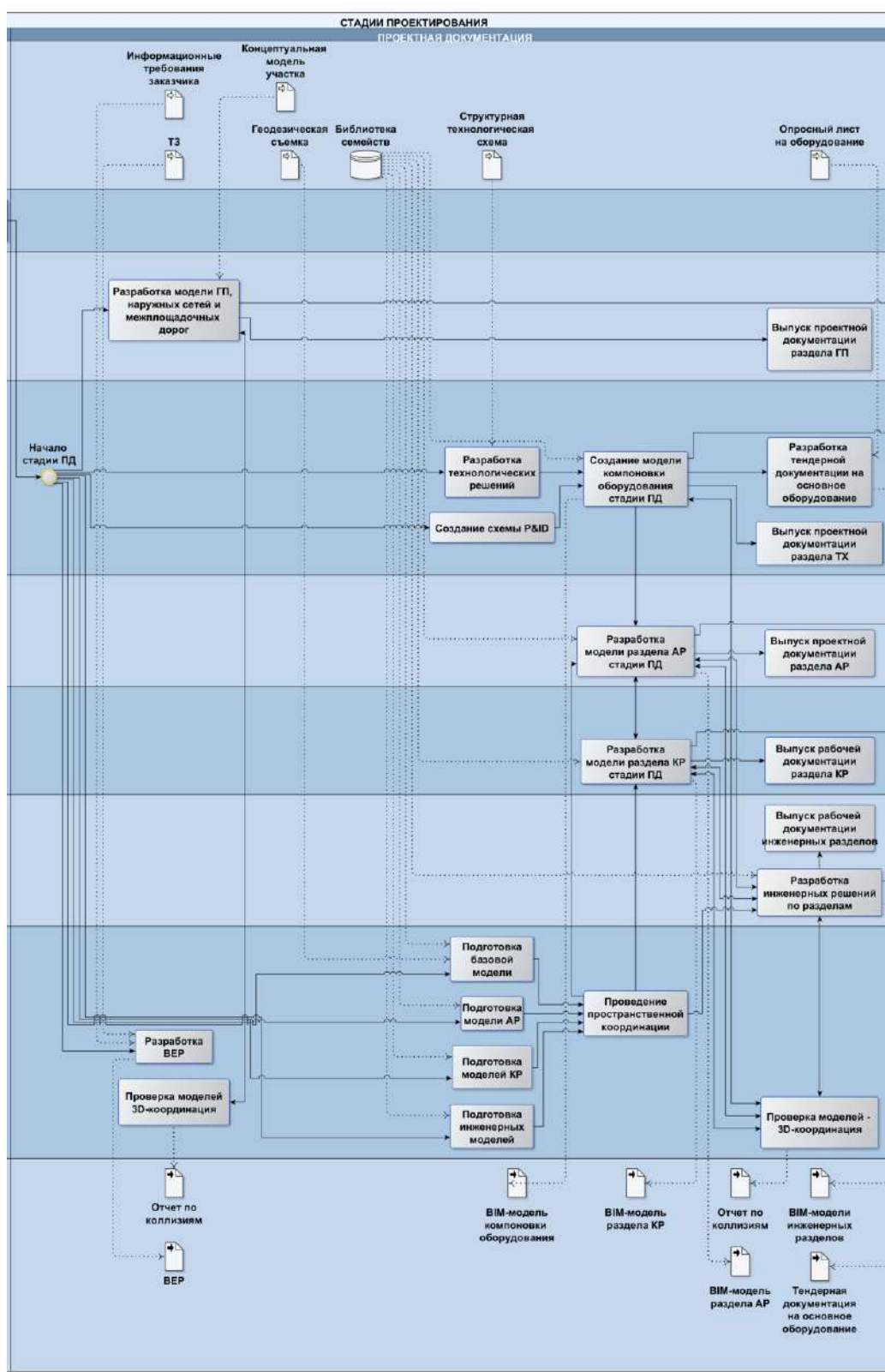


Рисунок 6.3. Основные работы стадии ПД

- **разработки ВЕР:** основанием для начала проектирования будет задание на проектирование (ТЗ). Также до начала проектирования необходимо разработать информационные требования заказчика (EIR).

С разработанными ТЗ и EIR необходимо приступить к разработке плана реализации BIM-проекта, в котором участвуют BIM-менеджер/координатор, ГИП и/или ГАП, а также ведущие специалисты по всем отделам.

Для разработки ВЕР рекомендуется использовать шаблон Плана реализации BIM-проекта, приложение А настоящего стандарта.

- **разработки модели ГП, наружных сетей и внутриплощадочных дорог:** на основе концептуальной модели участка, инженерно-топографических и геологических изысканий выполняется анализ и корректировка поверхности рельефа (поверхность TIN), (см. Приложение В, этапы II, III и IV), разработка модели наружных сетей и межплощадочных дорог.

- **проверки моделей (3D-координация):** в течение разработки наружных сетей необходимо выполнять проверку на конфликты (коллизии), т.е. проводить 3D-координацию.

3D-координацию, как правило, проводит BIM-менеджер/координатор, который из моделей по дисциплинам собирает сводную модель и в ней проводит проверку на коллизии.

Для проверки моделей на коллизии рекомендуется придерживаться методики, указанной в Приложении Е BIM-стандарта организации для площадных объектов, версия 2.0.

- **разработки технологических решений:** кроме принципиальных технологических схем на данной стадии проектирования определяется состав и обоснование применяемого оборудования, а также его компоновка по корпусам и этажам.

Результатом разработки технологических решений является BIM-модель компоновки оборудования.

Для беспрепятственной работы необходимо предварительно подготовить библиотечные элементы – семейства применяемого оборудования.

- **создания схемы P&ID (piping and instrumentation diagram):** при наличии оборудования, обвязанного технологическими трубопроводами, необходимо создавать схемы P&ID.

Схемы P&ID служат в качестве основного источника информации о конструкции инженерных систем и технологического оборудования.

Они используются, чтобы изобразить схему технологического процесса, конфигурацию оборудования, параметры процесса, контрольно-измерительную аппаратуру и материалы конструкций.

Схемы P&ID разрабатываются в рамках раздела ТХ.

- **создания модели компоновки оборудования:** разработка BIM-модели компоновки оборудования. Модель компоновки может включать ссылки на модели разделов AP и KP, содержащих основные элементы архитектурных и конструктивных объемно-планировочных решений.

- **разработки тендерной документации на основное оборудование:** на основе имеющихся технологических решений и подготовленных опросных листов разрабатывается тендерная документация на основное технологическое оборудование.

- **подготовки базовой модели:** базовая модель нужна для выполнения процедуры пространственной координации, см. п. 6.3.1 настоящего стандарта.

Базовую модель создает и настраивает BIM-менеджер/координатор.

- **подготовки моделей АР, КР и инженерных разделов:** данная подготовка представляет создание файлов будущих моделей по каждому из разделов с использованием подготовленных шаблонов и их пространственную координацию согласно п. 6.3.1 настоящего стандарта.

Подготовку всех файлов будущих моделей выполняет BIM-менеджер/координатор.

- **проведения пространственной координации:** проведение самой пространственной координации согласно п. 6.3.1 настоящего стандарта.

Пространственную координацию проводит BIM-менеджер/координатор.

- **разработки моделей АР, КР и инженерных разделов:** модели по разделам разрабатываются в соответствии с процессом «Производство модели», описанном в п. 5.3 настоящего стандарта.

Разработку дисциплинарных моделей выполняют проектировщики.

Разработка моделей по каждому из разделов в Revit выполняется одинаково в соответствии с п. 5.3.2.2, рис. 5.6 настоящего стандарта.

Этот процесс можно разделить на две независимые части:

- **начало проекта**, см. рис. 6.4: начало проекта состоит из создания всех необходимых моделей проекта – базовой модели, модели для каждого раздела проекта, а также их пространственной координации. Этот процесс выполняется только в начале проекта и, если сделан правильно, его не нужно повторять.
- **разработка модели**, содержащая процессы, см. рис. 6.5:
- **проектирование и согласование:** процесс проектирования состоит из использования заранее подготовленных семейств – цифровых аналогов реальных строительных элементов. При отсутствии соответствующих семейств необходимо их создать. Создание семейств и их типоразмеров должно соответствовать рекомендациям и требованиям п. 6.4.
- **3D-координация:** проверку на коллизии рекомендуется выполнять в соответствии с Приложением Е из документа «BIM-стандарт. Площадные объекты. Версия 2.0».
- **выпуск документации:** при условии отсутствия коллизий для выпуска документации в Revit необходимо подготовить виды и оформить листы.

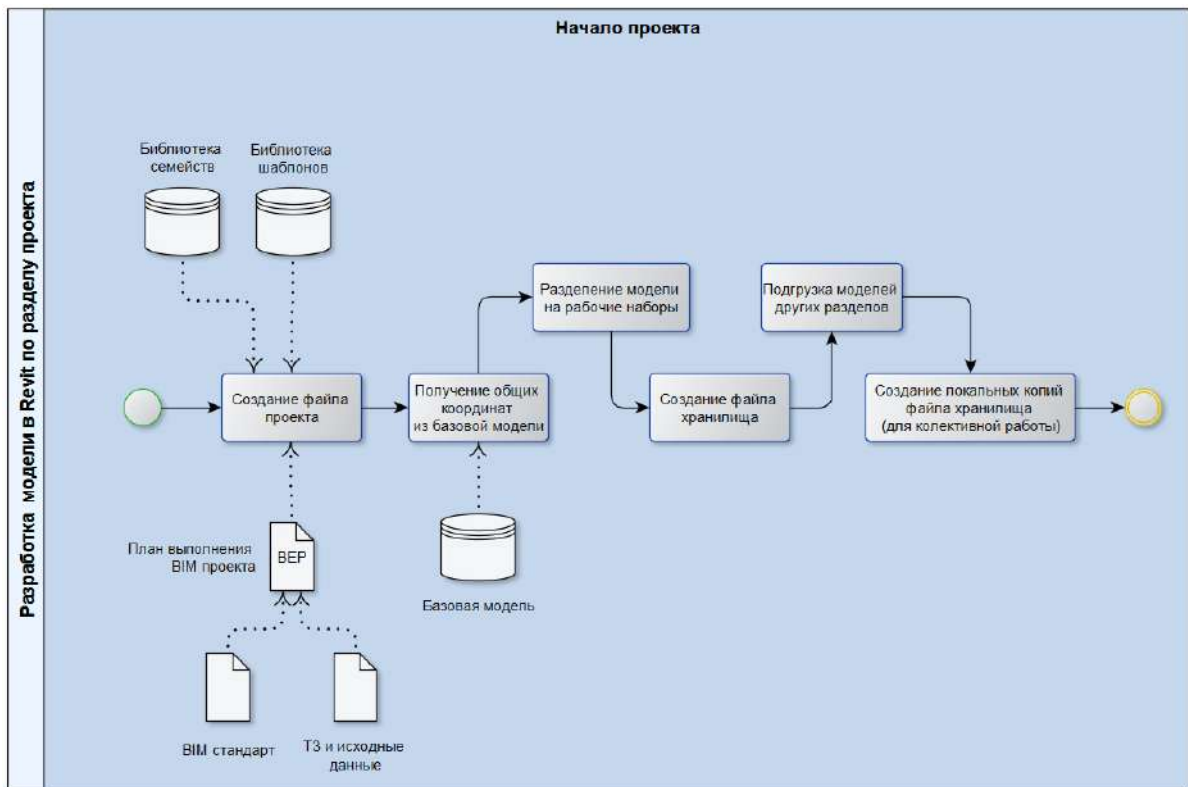


Рисунок 6.4. Процесс «Разработка модели», один раздел, начало проекта

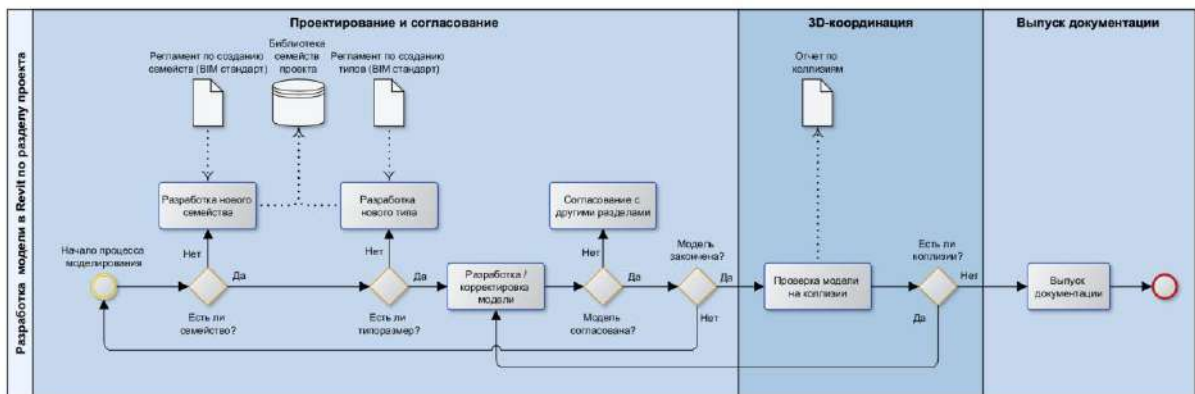


Рисунок 6.5. Процесс «Производство модели», один раздел, проектирование и согласование, 3D-координация, выпуск документации

- **проверки моделей – 3D-координация:** в течение разработки дисциплинарных моделей необходимо проводить процедуру 3D-координации.

3D-координация проводится на сводной модели BIM-менеджером/координатором.

Для проверки моделей на коллизии рекомендуется придерживаться методики, указанной в приложении Е BIM-стандарта организации для площадных объектов, версия 2.0.

- **выпуска проектной документации по всем разделам:** опираясь на созданные по всем разделам модели, создавая листы, оформляется и выпускается проектная документация.

Рабочая документация (РД)

Укрупненная схема процесса разработки рабочей документации приведена на рисунке 6.6.

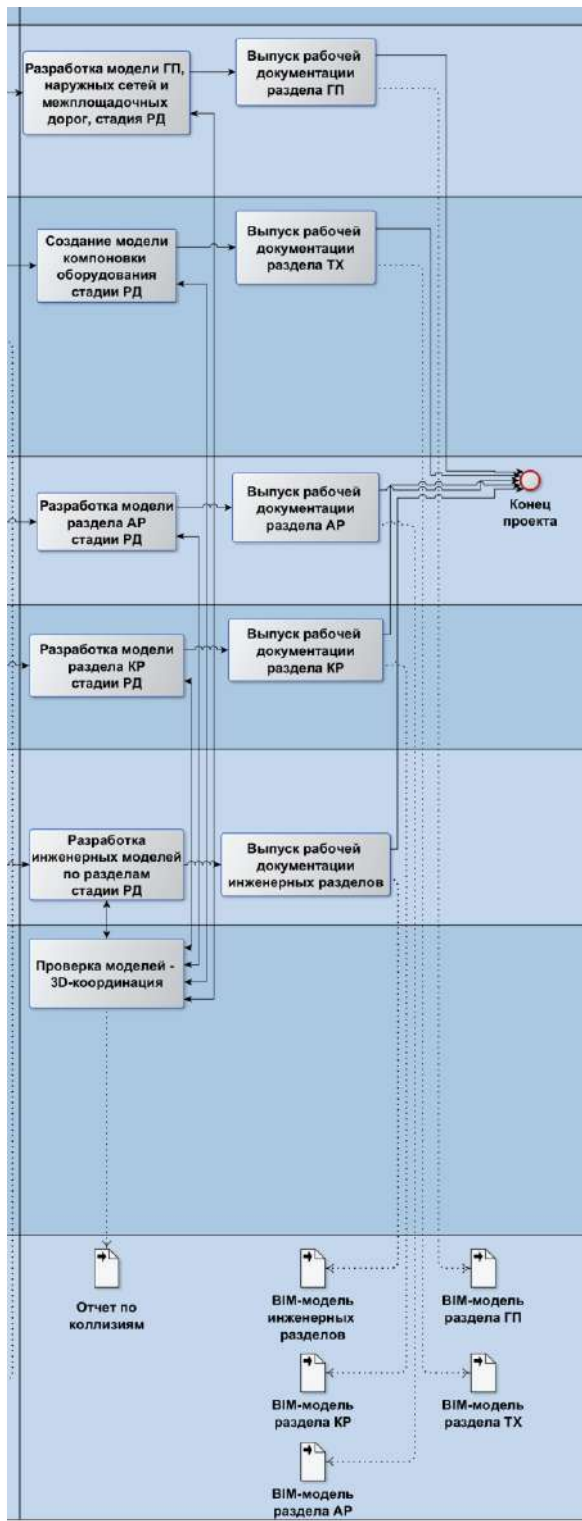


Рисунок 6.6. Процесс разработки рабочей документации

Схема процесса состоит из:

- **разработки модели ГП, наружных сетей и межплощадочных дорог, стадия РД:** на основе разработанной модели генплана, дополнительных инженерно-топографических и геологических изысканий (если понадобится) выполняется анализ и корректировка поверхности рельефа (поверхность TIN), (см. Приложение В, этапы II, III и IV), разработка модели наружных сетей и межплощадочных дорог.

Разработка ведется в рамках раздела СПОЗУ.

- **разработки модели раздела ТХ стадии РД:** корректировка модели расстановки оборудования на основе окончательно известных данных о производителе, габаритах, обслуживаемых зонах; выполнение всех необходимых расчетов; разработка полной изометрии с разделением на монтажные участки.
- **разработки моделей АР, КР и инженерных разделов стадии РД:** модели стадии ПД необходимо дополнить необходимыми узлами, спецификациями, ведомостями, экспликациями, которые необходимо генерировать из информационных моделей.
- **проверки моделей – 3D-координация:** в ходе разработки рабочей документации в сводной модели выполняется проверка на наличие коллизий. Результаты проверки оформляются в виде отчета.

В случае обнаружения найденные коллизии отправляются проектировщикам на устранение.

Процесс проверки на коллизии повторяется до того момента, когда все конфликты будут устранены.

- **выпуска рабочей документации по всем разделам:** для выпуска рабочей документации соответствующим образом необходимо оформить листы.

6.2. Общеотраслевые схемы программного взаимодействия на базе решений Autodesk

В рамках общеотраслевой схемы программного взаимодействия (см. рис. 6.7) рассматриваются следующие стадии:

- технико-экономическое обоснование (ТЭО);
- проектная документация (ПД);
- рабочая документация (РД).

Также в рамках общеотраслевой схемы программного взаимодействия учтены следующие разделы:

- схема планировочной организации земельного участка (СПОЗУ);
- технологические решения (ТХ);
- архитектурные решения (АР);
- конструктивные и объемно-планировочные решения (КР);
- отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети (ОВиК, ТС), водоснабжение/водоотведение (ВК);
- электрическое освещение, силовое электрооборудование, электроснабжение, системы связи (ЭО, ЭМ, ЭС, СС).

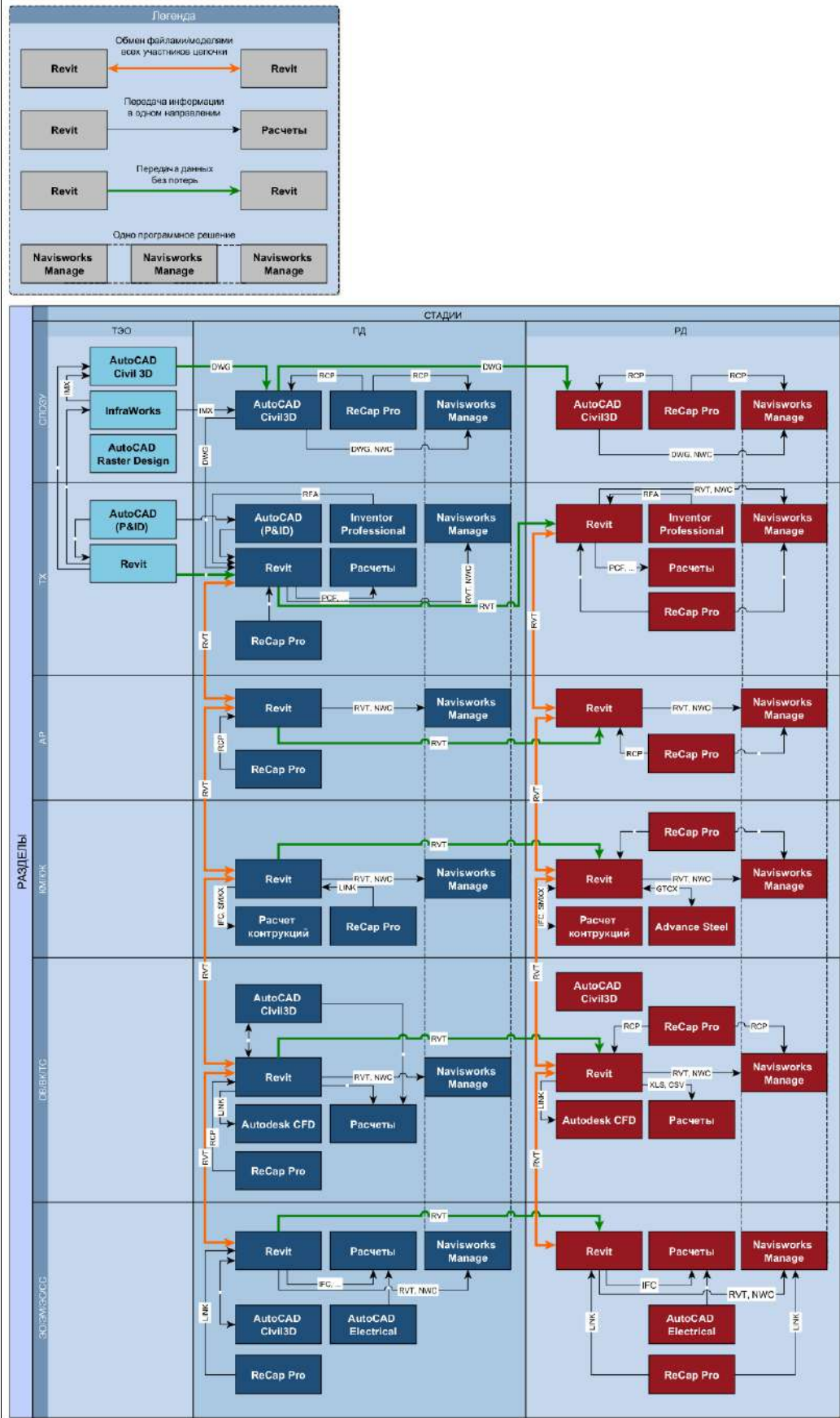


Рисунок 6.7. Схема программного взаимодействия

Программное взаимодействие по разделу СПОЗУ

В таблице 6 указаны основные работы и применяемое программное обеспечение, а также получаемый результат.

Таблица 6. Основные работы по разделу СПОЗУ

№	Стадия	Основные работы	Применяемое ПО	Результат
1.	ТЭО	Создание объемно-планировочных решений размещения промышленного объекта	Infraworks	Объемно-планировочное решение промышленной площадки
2.	ТЭО	Рассмотрение вариантов размещения площадок с учетом объемов земляных работ	Infraworks	Выбранный вариант размещения площадок
3.	ТЭО	Разработка вариантов связи между промышленными площадками	Infraworks	Выбранный вариант связи между промышленными площадками
4.	ТЭО	Выгрузка данных для оценки стоимости	Infraworks	Оценка капитальных затрат на планировку земельного участка (ПЗУ).
5.		Обработка результатов лазерного сканирования: регистрация и очистка облаков точек, нарезание облаков точек на меньшие части для лучшего управления и использования	ReCap	Облака точек, готовые к применению
6.	ТЭО	Получение данных инженерных изысканий и загрузки их в InfraWorks	Civil 3D	Данные инженерных изысканий, загруженные в InfraWorks
7.	ТЭО	Получение документации по стадии ТЭО	Civil 3D	Документация по стадии ТЭО
8.	ПД	Проектирование основной части ГП, наружных сетей ВК и ТС (межплощадочные сети) - создание BIM-моделей	Civil 3D	Разработанные модели ГП, наружных сетей ВК и ТС (межплощадочные сети)
9.	ПД	Создание BIM-модели промплощадки и внутриплощадочных сетей	Civil 3D	BIM-модель промплощадки и внутриплощадочных сетей
10.		Выпуск документации по разделам ГП и наружных сетей ВК и ТС (межплощадочные сети)	Civil 3D	Документация по разделам ГП и наружных сетей ВК и ТС (межплощадочные сети)
11.	РД	Подготовка дисциплинарной модели для передачи в сводную модель и последующую проверку на коллизии	Navisworks	Дисциплинарная модель

На рисунке 6.8 приведена схема взаимодействия программ в разделе СПОЗУ.

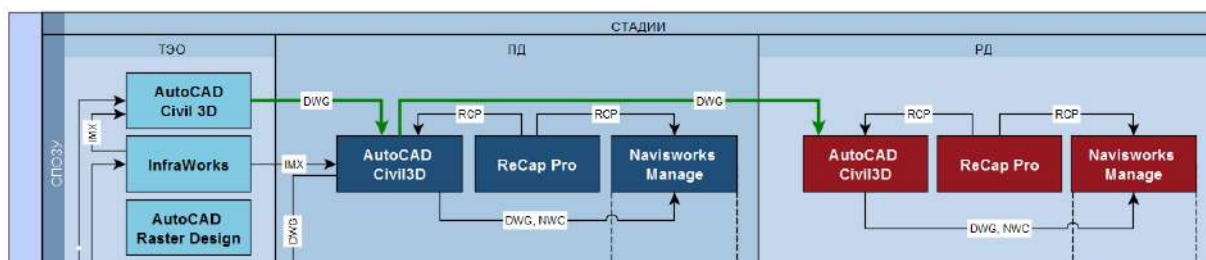


Рисунок 6.8. Взаимодействие программ по разделу СПОЗУ

Взаимодействие основных продуктов этого раздела — AutoCAD Civil 3D и InfraWorks — подробно описано в «ВМ-стандарт. Инфраструктура, версия 2.0», п. 6.1, Схемы программного взаимодействия.

При наличии исходных данных (съемка, поверхность участка, ...) в растровом виде для перевода растра в вектор используется AutoCAD Raster Design. Результатом является векторный файл формата DWG, который напрямую можно использовать Civil 3D.

Исходные данные о существующей застройке могут поступить и в виде необработанных облаков точек, полученных лазерным сканированием. Данный способ съемки часто используется в случаях реконструкции существующих промышленных объектов. Для использования облаков точек в проекте его нужно обработать: зарегистрировать необработанные облака точек (объединить их в одно облако с общей системой координат), очистить, нарезать на управляемые части и т. п. Обработка облаков точек выполняется в программе ReCap Pro.

Данные из ReCap Pro (облака точек) передаются в Civil 3D и Navisworks в форматах RCP и/или RCS.

Navisworks Manage используется для создания сводной модели в целях проверки проектных решений и наличия коллизий. Данные из Civil 3D и Recap Pro в Navisworks могут быть загружены в исходных форматах. Civil 3D имеет возможность выгрузить данные в формате Navisworks – NWC.

Передача информационных моделей из стадии в стадию происходит без потери информации и дублирования работ благодаря использованию Civil 3D и InfraWorks.

Программное взаимодействие по разделу ТХ

В таблице 7 указаны задачи применения BIM, программное обеспечение, которое используется для их решения, а также получаемый результат.

Таблица 7. Задачи применения BIM в разделе ТХ

№	Стадия	Основные работы	Применяемое ПО	Результат
1.	ТЭО	Разработка предварительной схемы P&ID	Revit, AutoCAD	Предварительная схема P&ID
2.	ТЭО	Разработка предварительной модели компоновки оборудования	Revit	Модель предварительной компоновки оборудования
3.		Разработка необходимых семейств технологического оборудования	Revit, Inventor	Семейства технологического оборудования
4.		Обработка результатов лазерного сканирования: регистрация и очистка облаков точек, нарезание облаков точек на меньшие части для лучшего управления и использования	ReCap	Обработанные облака точек, готовы к применению
5.	ПД	Проектирование основной части раздела ТХ – создание BIM-модели	Revit	Разработанные модели стадии П по разделам
6.	ПД	Получение документации раздела ТХ	Revit	Документация стадии П
7.	ПД	Разработка P&ID	AutoCAD (P&ID)	Схемы P&ID
8.	ПД, РД	Выполнение необходимых расчетов	Специализированные прикладные программы	Результаты расчетов, которые могут передаваться в Revit как автоматизированным, так и ручным способом, что зависит от используемой прикладной программы
9.	РД	Разработка изометрических чертежей	AutoCAD	Изометрические чертежи
10.	РД	Разделение трубопроводной технологической сети на монтажные участки (spooling)	AutoCAD (Plant 3D), Revit	Технологические трубопроводы разделены на монтажные участки
11.	РД	Подготовка дисциплинарной модели для передачи в сводную модель и последующую проверку на коллизии	Navisworks	Дисциплинарная модель

На рисунке 6.9 указана схема взаимодействия программ в разделе ТХ.

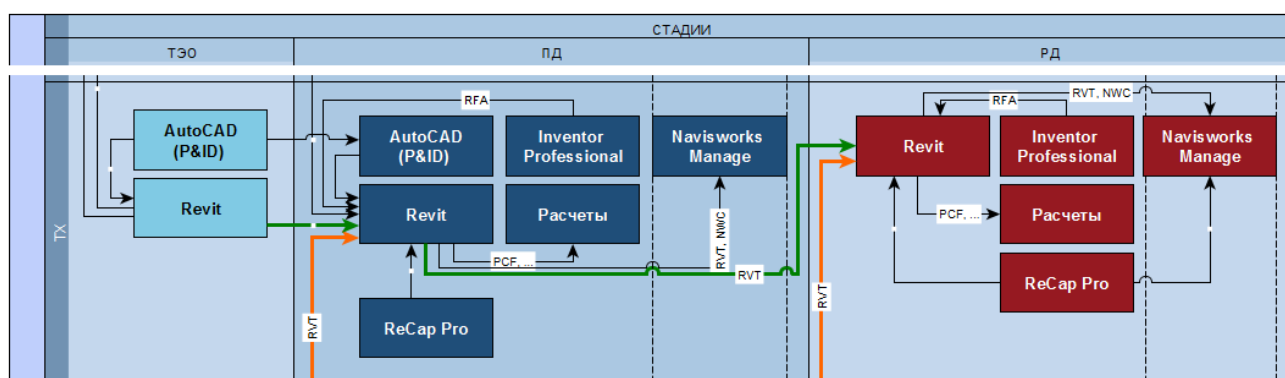


Рисунок 6.9. Взаимодействие программ по разделу ТХ

Схемы P&ID могут быть созданы как в специализированном ПО, таком как AutoCAD (P&ID), так и в Revit.

P&ID-схема, созданная в AutoCAD (P&ID), может быть увязана с моделью, созданной в Revit при использовании облачных служб Autodesk. При создании проекта P&ID его необходимо сохранить как облачный проект. В Revit такой облачный проект может быть открыт с помощью инструмента P&ID Modeler в самом Revit и его средствами элементы схемы P&ID могут быть соотнесены к элементам технологической линии.

Библиотечные элементы оборудования, как правило, создаются в Revit. Но иногда оборудование может быть создано в специализированном ПО, таком как Inventor Professional. Из Inventor данные в Revit удобнее всего передавать в формате RFA, так как этот формат является нативным форматом библиотечных элементов Revit.

Геометрия существующего технологического оборудования в Revit и Navisworks может быть передана в формате облака точек RCP из программы ReCap Pro. В Revit такое облако точек может послужить основой для разработки нового библиотечного элемента – семейства.

В течение разработки модели раздела ТХ будет необходимо выполнить ряд расчетов, в том числе технологических трубопроводов. Из Revit данные по трубопроводам могут быть переданы в расчетные комплексы в формате PCF, который можно сгенерировать прямо в Revit, используя для этого макрос.

Руководство по созданию макроса указано на странице блога о Revit по адресу <http://bit.ly/2ryxw4j>.

Для использования макроса экспорта труб в формат PCF трубопроводы в Revit необходимо создавать, используя базы данных производителя.

Сводная модель технологических линий создается в Navisworks, где происходит проверка проектных решений и наличия коллизий.

Автоматизированная проверка на коллизии детально описана в «BIM-стандарте организации для площадных объектов, версия 2.0», приложение Е.

Передача информационных моделей из стадии в стадию происходит без потери информации и дублирования работ благодаря использованию платформы Revit.

Программное взаимодействие по разделу AP

В таблице 8 указаны задачи применения BIM, программное обеспечение, которое используется для их решения, а также получаемый результат.

Таблица 8. Задачи применения BIM в разделе AP

№	Стадия	Основные работы	Применяемое ПО	Результат
1.	ТЭО	Создание зданий в габаритах, полученных от технологов	Revit	Модель объекта в габаритах, полученных от технологов
2.		Разработка необходимых семейств для всех разделов и пополнение библиотеки BIM-компонентов организации	Revit	Библиотека BIM-компонентов организации
3.	ПД	Проектирование основной части раздела AP – создание BIM-модели	Revit	Разработанные модели стадии ПД по разделам
4.		Обработка результатов лазерного сканирования: регистрация и очистка облаков точек, нарезание облаков точек на меньшие части	ReCap	Обработанные облака точек, готовы к применению

		для лучшего управления и использования		
5.	ПД	Получение документации раздела АР стадии ПД	Revit	Документация стадии ПД
6.	РД	Разработка рабочей документации раздела АР	Revit	Рабочая документация раздела АР
7.	РД	Подготовка дисциплинарной модели для передачи в сводную модель и последующую проверку на коллизии	Navisworks	Дисциплинарная модель

На рисунке 6.10 указана схема взаимодействия программ в разделе АР.

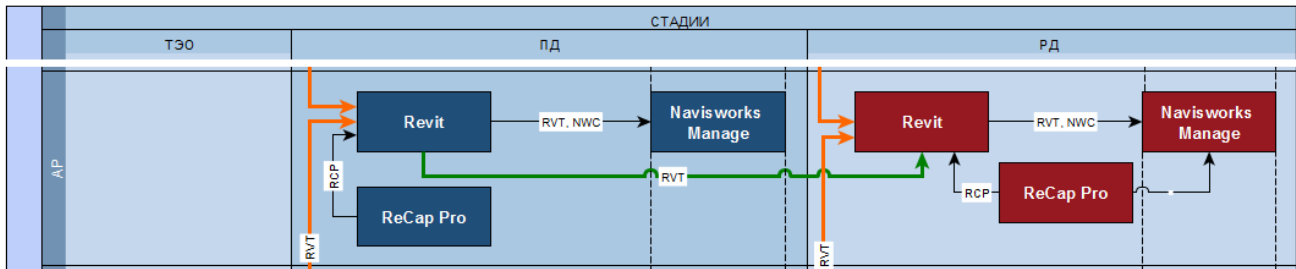


Рисунок 6.10. Взаимодействие программ по разделу АР

Взаимодействие Revit, Navisworks и ReCap Pro описано в предыдущих пунктах.

Программное взаимодействие по разделу КР (КЖ/КМ)

В таблице 9 указаны задачи применения BIM, программное обеспечение, которое используется для их решения, а также получаемый результат.

Таблица 9. Задачи применения BIM в разделе КР (КЖ/КМ)

№	Стадия	Основные работы	Применяемое ПО	Результат
1.		Разработка необходимых семейств для всех разделов и пополнение библиотеки BIM-компонентов организации	Revit	Библиотека BIM-компонентов организации
2.		Обработка результатов лазерного сканирования: регистрация и очистка облаков точек, нарезание облаков точек на меньшие части для лучшего управления и использования	ReCap	Обработанные облака точек, готовы к применению
3.	ПД	Проектирование основной части разделов КМ, КЖ – создание BIM-модели	Revit	Разработанные модели стадии ПД
4.	ПД	Получение документации разделов КМ, КЖ	Revit	Документация стадии ПД
5.	ПД, РД	Выполнение необходимых расчетов	Специализированные прикладные программы	Результаты расчетов, которые могут передаваться в Revit как автоматизированным, так и ручным способом, что

				зависит от используемой прикладной программы
6.	РД	Разработка рабочей документации разделов КМ, КЖ	Revit	Рабочая документация по разделам
7.	РД	Разработка рабочей документации раздела КМД	Advance Steel	Документация раздела КМД
8.	РД	Подготовка дисциплинарной модели для передачи в сводную модель и последующую проверку на коллизии	Navisworks	Дисциплинарная модель

На рисунке 6.11 указана схема взаимодействия программ в разделе КР (КЖ/КМ).

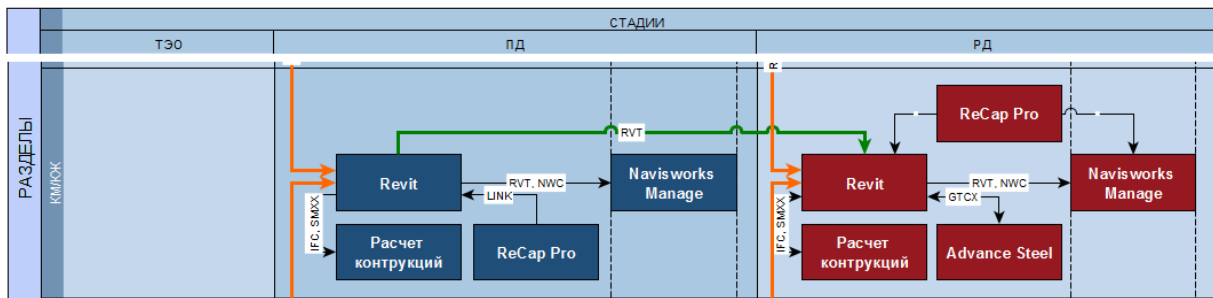


Рисунок 6.11. Взаимодействие программ по разделу КР (КЖ/КМ)

Взаимодействие Revit, Navisworks и ReCap Pro в плане разработки информационной модели описано в предыдущих пунктах.

Для расчета конструкций данные информационной модели (расчетная схема, т.е. аналитическая модель, граничные условия, нагрузки) могут быть переданы в расчетные комплексы, с использованием различных доступных форматов, таких как IFC, SMXX. Также многие расчетные программы имеют расширения Revit для экспорта аналитической модели в своем формате.

У некоторых решений имеется возможность двухстороннего обмена данными с Revit.

Для разработки металлических конструкций раздела КМД модель из Revit может быть передана в Advance Steel, с помощью соответствующего, отдельно устанавливающегося расширения.

Программное взаимодействие по разделам ОВиК, ВК, ТС

В таблице 10 указаны задачи применения BIM, программное обеспечение, которое используется для их решения, а также получаемый результат.

Таблица 10. Задачи применения BIM в разделах ОВиК, ВК, ТС

№	Стадия	Основные работы	Применяемое ПО	Результат
1.		Разработка необходимых семейств для всех разделов и пополнение библиотеки BIM-компонентов организации	Revit	Библиотека BIM-компонентов организации
2.	ПД	Проектирование основной части разделов ОВиК, ВК, ТС – создание BIM-модели	Revit	Разработанные модели стадии ПД
3.		Обработка результатов лазерного сканирования: регистрация и очистка облаков точек, нарезание облаков точек на меньшие части для лучшего управления и использования	ReCap	Обработанные облака точек, готовы к применению

4.	ПД	Получение документации разделов ОВиК, ВК, ТС	Revit	Документация стадии ПД
5.	ПД, РД	Выполнение необходимых расчетов	Специализированные прикладные программы	Результаты расчетов, которые могут передаваться в Revit как автоматизированным, так и ручным способом, что зависит от используемой прикладной программы
6.	РД	Разработка рабочей документации разделов ОВиК, ВК, ТС	Revit	Рабочая документация по разделам
7.	РД	Подготовка дисциплинарной модели для передачи в сводную модель и последующую проверку на коллизии	Navisworks	Дисциплинарная модель

На рисунке 6.12 указана схема взаимодействия программ в разделах ОВиК, ВК, ТС.

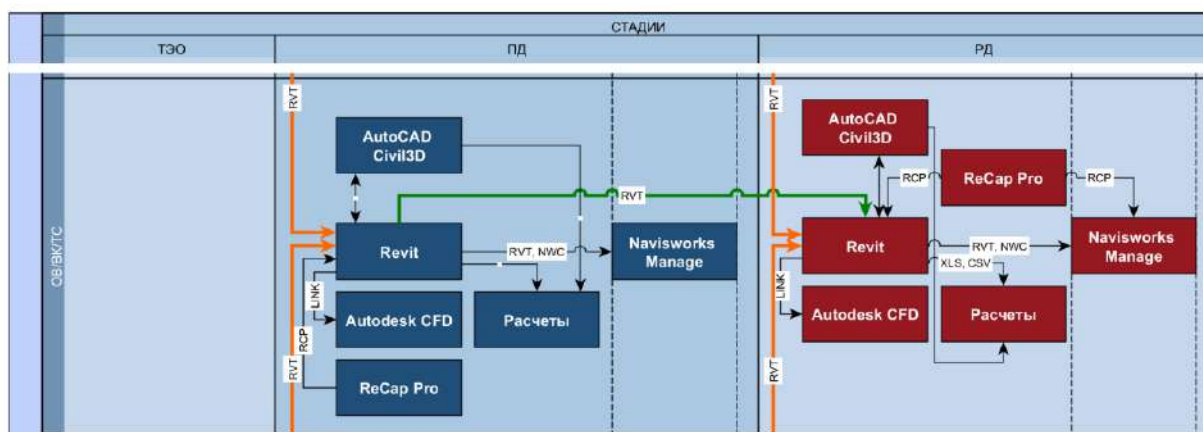


Рисунок 6.12. Взаимодействие программ по разделам ОВиК, ВК, ТС

Взаимодействие Revit, Navisworks и ReCap Pro описано в предыдущих пунктах.

Моделирование потоков жидкостей, газов и процессов теплопередачи выполняется в программе Autodesk CFD. Данные из Revit передаются путем использования соответствующего расширения Revit.

Civil 3D в данном разделе используется для проектирования межплощадочных трубопроводов.

Программное взаимодействие по разделам ЭО/ЭМ/ЭС/СС

В таблице 11 указаны задачи применения BIM, программное обеспечение, которое используется для их решения, а также получаемый результат.

Таблица 11. Задачи применения BIM в разделах ЭО/ЭМ/ЭС/СС

№	Стадия	Основные работы	Применяемое ПО	Результат
1.		Разработка необходимых семейств для всех разделов и пополнение библиотеки BIM-компонентов организации	Revit	Библиотека BIM-компонентов организации

2.	ПД	Проектирование основной части разделов ЭО, ЭМ, ЭС, СС-создание BIM-моделей	Revit, AutoCAD Electrical	Разработанные модели стадии ПД по разделам
3.		Обработка результатов лазерного сканирования: регистрация и очистка облаков точек, нарезание облаков точек на меньшие части для лучшего управления и использования	ReCap	Обработанные облака точек, готовы к применению
4.	ПД	Получение документации разделов ЭО, ЭМ, ЭС, СС	Revit, AutoCAD Electrical	Документация стадии ПД
5.	ПД, РД	Выполнение необходимых расчетов	Специализированные прикладные программы	Результаты расчетов, которые могут передаваться в Revit как автоматизированным, так и ручным способом, что зависит от используемой прикладной программы
6.	РД	Разработка рабочей документации разделов ЭО, ЭМ, ЭС, СС	Revit	Рабочая документация по разделам
7.	РД	Подготовка дисциплинарной модели для передачи в сводную модель и последующую проверку на коллизии	Navisworks	Дисциплинарная модель

На рисунке 6.13 указана схема взаимодействия программ в разделах ЭО, ЭМ, ЭС и СС.

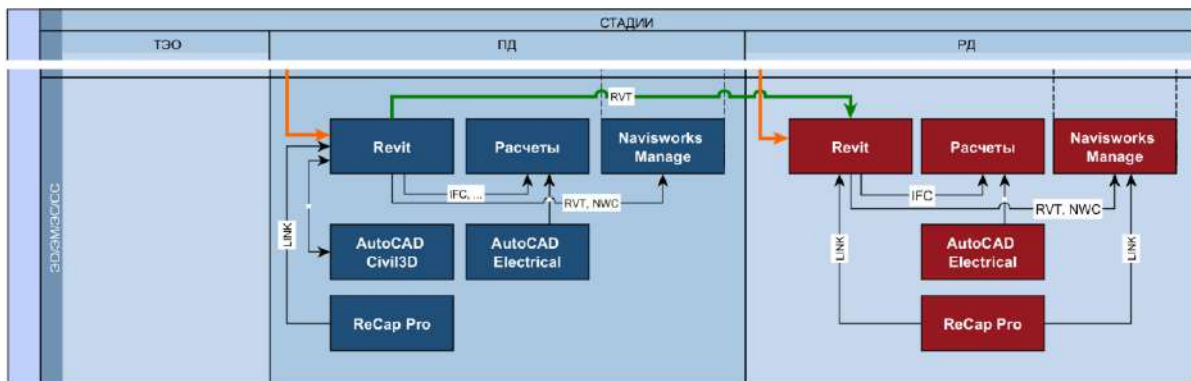


Рисунок 6.13. Взаимодействие программ по разделам ЭО/ЭМ/ЭС/СС

Взаимодействие Revit, Navisworks и ReCap Pro описано в предыдущих пунктах.

Для разработки моделей данных разделов, кроме Revit, могут быть использованы другие программы, такие как AutoCAD Electrical.

Междисциплинарное программное взаимодействие

Благодаря использованию платформы Revit (см. рис. 6.7) для разработки информационных моделей большинства дисциплин – разделов, обмен данными происходит без потерь информации. Для передачи данных используется формат проекта Revit – RVT.

Данные из Revit в Civil 3D могут быть переданы в формате ADSK.

6.3. Общие правила моделирования

Пространственная координация

Учитывая специфику работы в промышленном проектировании – наличие на промышленной площадке нескольких объектов, критически важно, чтобы все проектируемые объекты были разработаны в одной системе координат.

Задачей пространственной координации является создание общей системы координат и ее передача во все модели по разделам.

Пространственную координацию в начале проекта выполняет BIM-менеджер/координатор.

При пространственной координации необходимо учесть, что на промышленном участке имеется всегда несколько (большое количество) объектов. Процесс пространственной координации одного раздела принципиально выглядит, как на следующем рисунке. Предполагается, что модель каждого раздела промышленного проекта разрабатывается в отдельном файле.

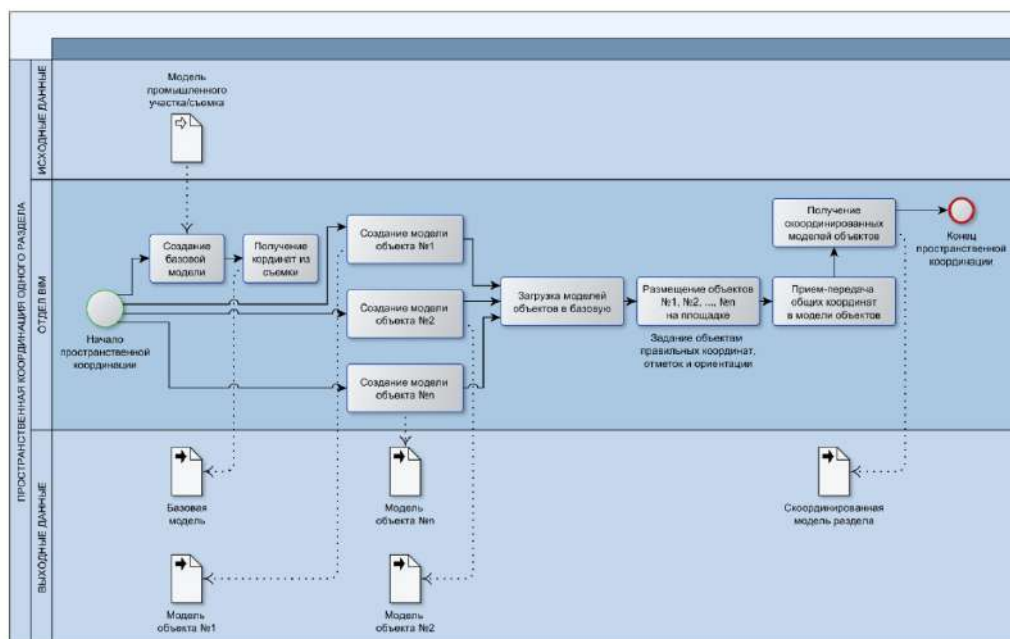


Рисунок 6.14. Процесс пространственной координации

При выполнении пространственной координации рекомендуется придерживаться следующего алгоритма, рис. 6.14:

- Файл со съемкой/рельефом, разработанным в Autodesk Civil 3D, рекомендуется в проект **вставлять связью**.
- При загрузке (связи) топоповерхности (топосъемки), разработанной в Civil 3D, способом размещения рекомендуется выбрать способ **совмещения начал координат**.
- Предполагается, что съемка сделана **в масштабе 1:1**, но рекомендуется это проверить измерением расстояния точек геодезической сетки, которое должно быть равно 50 м (50000 мм при измерениях Revit). Если проверка не дала результат 50 м, необходимо выполнить **масштабирование съемки**. Это является частым случаем при вставке съемки в виде растрового изображения.
- Если после вставки съемки она не занимает направление север-юг, необходимо ее **повернуть**, чтобы получилась правильная ориентация.
- Из файла съемки необходимо **получить глобальные координаты, отметку и направление севера**. Только в таком случае в проекте будет возможно получить правильные отметки объекта и при анализе инсоляции иметь правильное направление теней.
- В базовой модели необходимо задать направления условного и истинного севера.
- Модель каждого объекта после вставки связью необходимо **поставить на правильное место** на промышленной площадке, перемещая ее в горизонтальной плоскости и по вертикали.

- После выполненного размещения каждого из объектов на площадке необходимо их моделям **передать общие координаты.**

Передачей общих координат каждой отдельной модели заканчивается процесс пространственной координации, что обеспечивает согласованность всех моделей при создании сводной модели.

Разделение модели – связи, рабочие наборы

Согласно определению BIM уровня 2, предполагается, что для каждого раздела проекта разрабатывается отдельная BIM-модель. При этом допускаются более сложные модели разделить на более мелкие, легко управляемые части – отдельные модели.

Для обеспечения коллективной работы в рамках одной модели Revit нужно использовать рабочие наборы.

Для отображения моделей по разделам в моделях других разделов нужно использовать связи. Для каждой связанной модели рекомендуется предусмотреть отдельный рабочий набор.

Разработка компонентов с учетом LOD – основные положения

При разработке общестроительных компонентов (стены, крыши, окна, двери, балки, перекрытия, фундаменты и т. п.) предлагается руководствоваться рекомендациями документа «Руководство по созданию семейств Autodesk Revit» и требованиями к семействам Revit для соответствия BIM-стандарту 2.0. Данные документы можно загрузить по следующей [ссылке](#).

В случае соответствия семейств этим требованиям заказчики и/или разработчики семейств могут размещать их в публичном доступе (на сайте, на портале, в каталоге) со значком «Соответствует BIM-стандарту 2.0».

Для разработки семейств оборудования, кроме предыдущих, необходимо учесть рекомендации следующего раздела.

6.4. Рекомендации по разработке компонентов оборудования

В промышленном проектировании ведущей специальностью является технология конкретного производства, что перед проектировщиком ставит задачу обеспечения проекта семействами технологического оборудования. Основная проблема состоит в том, что оборудование часто уникальное, нет повторения и при появлении в технологии нового, его необходимо обеспечить.

Обеспечение семействами оборудования может быть выполнено следующими способами:

- использование моделей поставляемого производителями оборудования;
- разработка оборудования в Inventor;
- разработка оборудования непосредственно в Revit.

Использование моделей поставляемого производителями оборудования

В практике может встретиться сценарий, при котором проектировщик заказывает у производителя модели оборудования, либо производитель заранее разрабатывает модель оборудования. Далее приведены примерные требования к разработке моделей оборудования.

6.4.1.1. Требования к форматам файлов моделей

Модели оборудования необходимо предоставить в следующих форматах:

- RFA, RVT, ADSK – форматы файлов Autodesk Revit (необходимо указать версию продукта);
- IPT, IAM – форматы файлов Autodesk Inventor (указать версию продукта);
- IFC – открытый формат обмена данными в строительстве;
- STEP – формат обмена данными в машиностроении;

- IGES, DWG, DXF, SAT, STL, OBJ – форматы, допускаемые по предварительному согласованию.

6.4.1.2. Требования к размерам и геометрии модели

Модели оборудования должны быть разработаны с учетом следующих требований:

- единицы модели – миллиметры;
- масштаб модели – 1:1;
- геометрические размеры модели должны соответствовать размерам, нанесенным на монтажных и габаритных чертежах поставляемой технической документации;
- внутренний формат геометрии должен быть твердотельный (solid). Не допускается триангуляция поверхностей тел;
- не допускается предоставление в поверхностях (surface), в сетях (mesh) и каркасах (wire). Данные объекты могут присутствовать только как элементы дерева построения основной твердотельной модели.

6.4.1.3. Требования к геометрической проработке модели оборудования

Основной корпус оборудования должен быть выполнен упрощенно, внешними контурами, без внутренних механизмов, рисунок 6.15, поз. 1.

В модели должны быть выполнены:

- установочные и присоединительные места оборудования, и на них выполнены отверстия и другие детальные элементы, влияющие на строительные конструкции и другое присоединяемое оборудование, например, как на рисунке 6.15, поз. 2;
- эксплуатационные зоны;
- лючки для обслуживания;
- точки смазки;
- движущиеся элементы в двух крайних положениях, как на рисунке 6.15, поз. 5.

Вышеуказанные элементы должны быть отделены от оборудования в отдельные твердые тела (solid) и выделены в модели, например, выполнены другим цветом, полупрозрачно либо с отключаемой видимостью (как подкатегории в Autodesk Revit).

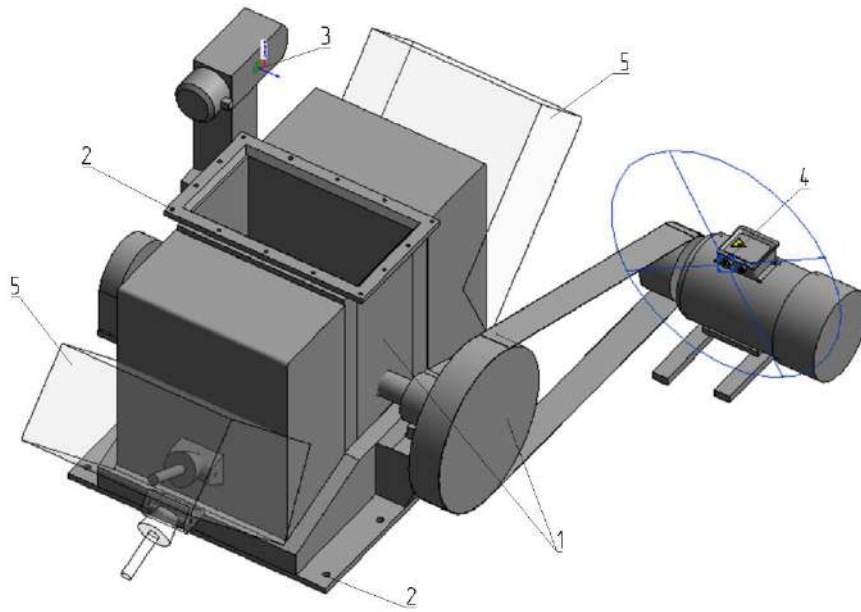


Рисунок 6.15. Пример модели оборудования в формате Revit

В модели оборудования должны быть выполнены следующие места подключения инженерных сетей:

- штуцеры трубопроводов согласно диаметрам (пример: рис. 6.15, поз. 3);
- места присоединения воздухопроводов;
- клеммные коробки кабелей (рис. 6.15, поз. 4);
- другие точки подключения.

Строительные фундаменты и рамы (если они показаны) должны быть отделены от оборудования в отдельные твердые тела (solid).

Рекомендуется выполнить окраску или назначить материалы модели согласно цветовому решению поставляемого оборудования.

6.4.1.4. Требования к атрибутивной проработке модели оборудования

- Атрибутивный состав модели разрабатывается заказчиком оборудования при участии производителя.
- В атрибутах модели оборудования необходимо указать наименование завода-изготовителя, наименование и модель оборудования и при необходимости другие данные.
- При создании атрибутов модели рекомендуется использовать файл общих параметров. Данный файл можно загрузить по следующей [ссылке](#).
- На места подключения инженерных сетей должны быть установлены соединители (интеллектуальные точки подключения).
- Соединители должны иметь однозначную и короткую идентификацию, буквенную или цифровую, соответствующую плоским чертежам в предоставляемой документации (см. рис. 6.16). Описание соединителей (тип соединения, давление, расход, напряжение, мощность и другие) могут быть вписаны в свойства соединителей либо указаны на 2D-чертежах с однозначной идентификацией.

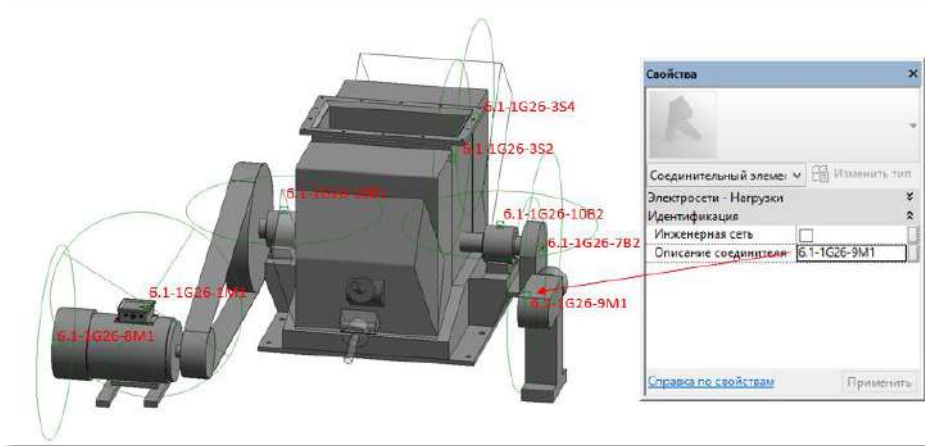


Рисунок 6.16. Пример идентификации соединителей

- Для элементов соединителей трубопроводов в Autodesk Revit необходимо однозначно указать направление потока вещества. Если данное место соединения предполагает возможность направления потока в обоих направлениях - указать это в прилагаемой документации.

Разработка оборудования в Inventor

Если модель выполнена Autodesk Inventor, то на места подключения инженерных сетей должны быть установлены соединители (интеллектуальные точки подключения).

Модель оборудования, созданную в Inventor, в Revit можно передавать в форматах RFA, ADSK или SAT.

При использовании готовых моделей оборудования в формате Inventor их необходимо довести до соответствия требованиям п. 6.4.1.

Разработка оборудования непосредственно в Revit

При создании оборудования в редакторе семейств Revit или непосредственно в проекте необходимо учитывать требования п. 6.4.1, а также рекомендации в документе «Руководство по созданию семейств Autodesk Revit»⁸.

При этом необходимо использовать категорию «Оборудование» как для загружаемых, так и для контекстных семейств.

Данный способ обеспечения семействами оборудования является предпочтительным, потому что в таком случае нагрузка на Revit будет минимальной.

6.5. Основные принципы идентификации и кодирования элементов модели

Правила именования

Правила именования файлов проекта рекомендуется применять в соответствии с п. 5.6 настоящего стандарта.

Именование содержимого Revit рекомендуется проводить в соответствии с правилами именования, содержащимися в «BIM-стандарте организации для площадных объектов, версия 2.0», пп. 4.11.3-4.11.26.

Правила кодирования технологических линий, арматуры и оборудования

⁸ Руководство можно загрузить по ссылке: <http://autode.sk/2mchi15>

Учитывая специфику Revit, как основного авторского инструмента BIM, рекомендуется для любой кодировки технологических линий (трубопроводов, арматуры, оборудования) в семействах предусмотреть соответствующий параметр, значение которого будет необходимым кодом.

6.5.1.1. Цветовая кодировка/маркировка технологических трубопроводов

Цветовую кодировку/маркировку технологических трубопроводов рекомендуется выполнять в соответствии с ГОСТ 14202-69 «ТРУБОПРОВОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ». Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки».

По ГОСТ 14202-69 устанавливается следующая кодировка в зависимости от транспортируемого вещества, см. таблицу 12:

Таблица 12. Цветовая маркировка трубопроводов по ГОСТ 14202-69

№	Транспортируемое вещество	Цвет
1	Вода	Зеленый
2	Пар	Красный
3	Воздух	Синий
4	Газы горючие	Желтый
5	Газы негорючие	Желтый
6	Кислоты	Оранжевый
7	Щелочи	Фиолетовый
8	Жидкости горючие	Коричневый
9	Жидкости негорючие	Коричневый
0	Прочие вещества	Серый

6.5.1.2. Кодировка технологических систем, агрегатов или частей агрегатов, здания, сооружения или помещения

Для задач однозначной идентификации и стандартизированного описания технических систем промышленных объектов в качестве дополнительного атрибута элементов модели, возможно использование уникальных идентификаторов, формируемых по правилам систем технологических кодировок (например, система классификации и кодирования KKS).

Такой способ технологической кодировки часто применяется в энергетике.

Основой метода кодировки является применение простых схем кодировки в виде:

- технологической кодировки в виде схемы:

<Поле1>_<Поле2>_<Поле3>_<Поле4>

где:

Поле1 – идентификатор установки в целом;

Поле2 – идентификатор технологической системы;

Поле3 – идентификатор агрегата;

Поле4 – идентификатор функционального элемента;

- кодировки монтажных единиц в виде схемы:

<Поле1>_<Поле2>_<Поле3>

где:

Поле1 – идентификатор установки в целом;

Поле2 – идентификатор монтажной единицы;

Поле3 – идентификатор места установки конструктивного элемента;

- кодировки зданий и сооружений в виде схемы:

<Поле1>_<Поле2>_<Поле3>

где:

Поле1 – идентификатор установки в целом;

Поле2 – идентификатор здания, сооружения;

Поле3 – идентификатор помещения.

Сложностью данной системы является определение идентификаторов для каждого из полей. Задача нетривиальная и может зависеть от разных факторов, таких как отрасль промышленности, конкретная организация, а также от самого проекта.

Пример:

PAC10AP001KP01 — KKS-код для насосного агрегата главной системы охлаждающей воды.

6.6. Основные подходы к организации коллективной работы

Коллективную работу можно разделить на работу:

- внутри раздела, в рамках одной дисциплины;
- междисциплинарную.

Внутридисциплинарная коллективная работа в Revit организуется с использованием рабочих наборов.

Междисциплинарную работу рекомендуется организовать с использованием связей.

Работа в мультипрограммной среде и обеспечение интероперабельности

6.6.1.1. Основные правила обмена BIM-данными

Предполагается, что основными авторскими инструментами BIM являются Revit для проектирования зданий и Civil 3D и InRoads для проектирования промышленной площадки и внутриплощадочных сетей и дорог.

По этой причине особо интересен обмен данными между:

- Revit – Civil 3D;
- Civil 3D – InRoads.

Форматы файлов для обмена данными указаны в таблице, п. 6.6.1.2.

6.6.1.2. Форматы обмена BIM-данными

В таблице 13 указаны основные форматы для обмена данными между программами в промышленном проектировании на основе решений Autodesk.

Таблица 13. Форматы обмена данными

Наименование продукта	Форматы обмена данными	Комментарии
AutoCAD Civil 3D	DWG IFC	Импорт/экспорт
Infraworks	IMX SQLITE SDF, SHP AutoCAD DWG 3D AutoCAD DWG 2D DWG с объектами Civil 3D RCS, RCP IFC	Двусторонняя передача данных поверхностей, трасс, профиля и коридора Чтение данных модели с настройками импорта Передача данных с сохранением атрибутивной информации из Civil 3D Передача трехмерных объектов AutoCAD из AutoCAD Civil 3D Размещение чертежа DWG как покрытие на рельефе Передача данных объектов Civil 3D. Аналог IMX с возможностью передачи поверхностей коридоров и назначением текстур по кодам коридоров. Облака точек Импорт
AutoCAD Raster Design	DWG	
AutoCAD	DWG	
Revit	DWG ADSK SAT RCP IFC Прямой экспорт в Autodesk CFD через расширение PCF	Использование чертежей в качестве подложки, рекомендуется использовать связь вместо импорта Обмен данными с Civil 3D (экспорт) и Inventor (импорт) Обмен данными с Inventor Облака точек Импорт/экспорт Экспорт трубопроводов для расчета и создания изометричек
ReCap Pro	RCP, RCS	Облака точек
Navisworks Manage	RVT, DWG, NWC IFC	Обмен данными с Revit и Civil 3D Импорт
Inventor Professional	RFA, ADSK, SAT	Обмен данными с Revit
Autodesk CFD	Прямой импорт из Revit через расширение	

Правила взаимодействия в среде общих данных

Среда общих данных может быть организована как средствами управления файлами операционной системы (файлы и папки), так и средствами управления проектными данными, как Autodesk Vault, например.

Для организации среды общих данных также можно использовать облачные службы Autodesk BIM 360.

Правила и способы формирования сводной модели объекта для проверки проектных решений

Необходимо отметить, что частота создания сводной модели зависит от многих факторов: размера проекта, интенсивности его разработки, задач, решаемых сводной моделью и т.п.

Сводная модель может собираться в Navisworks Manage или Simulate в зависимости от того, нужно ли проводить проверку на коллизии или нет. В случае проверки на коллизии нужно использовать Navisworks Manage.

В данном разделе описаны рекомендации по ежедневной автоматической сборке сводной модели проекта в Navisworks Manage, и это только один из возможных сценариев сборки и использования сводной модели, а именно для проверки проектных решений.

Предназначение сводной модели в данном случае – оперативный доступ всех заинтересованных участников проекта к проектным решениям. Ежедневная обновляемость сборки позволяет проводить на ее основе оперативные проектные совещания, передавать сборку заказчику по запросу в любое время, выполнять проверки на наличие коллизий, загружать сборку для координации при моделировании, выполнять сравнение моделей за периоды времени и множество других задач.

6.6.1.3. Общее описание

Сборка может происходить по расписанию, с проверкой на наличие измененных файлов модели в проекте, обработкой всех файлов проекта и сборкой в один файл. Как правило, достаточно проведения сборки один раз в сутки, в ночное время.

Результатом автоматической сборки в Autodesk Navisworks является файл формата NWD, содержащий в себе все файлы проекта в виде сводной модели. Дерево модели в сборке наследует иерархию файловой структуры проекта, см. рис. 6.17.

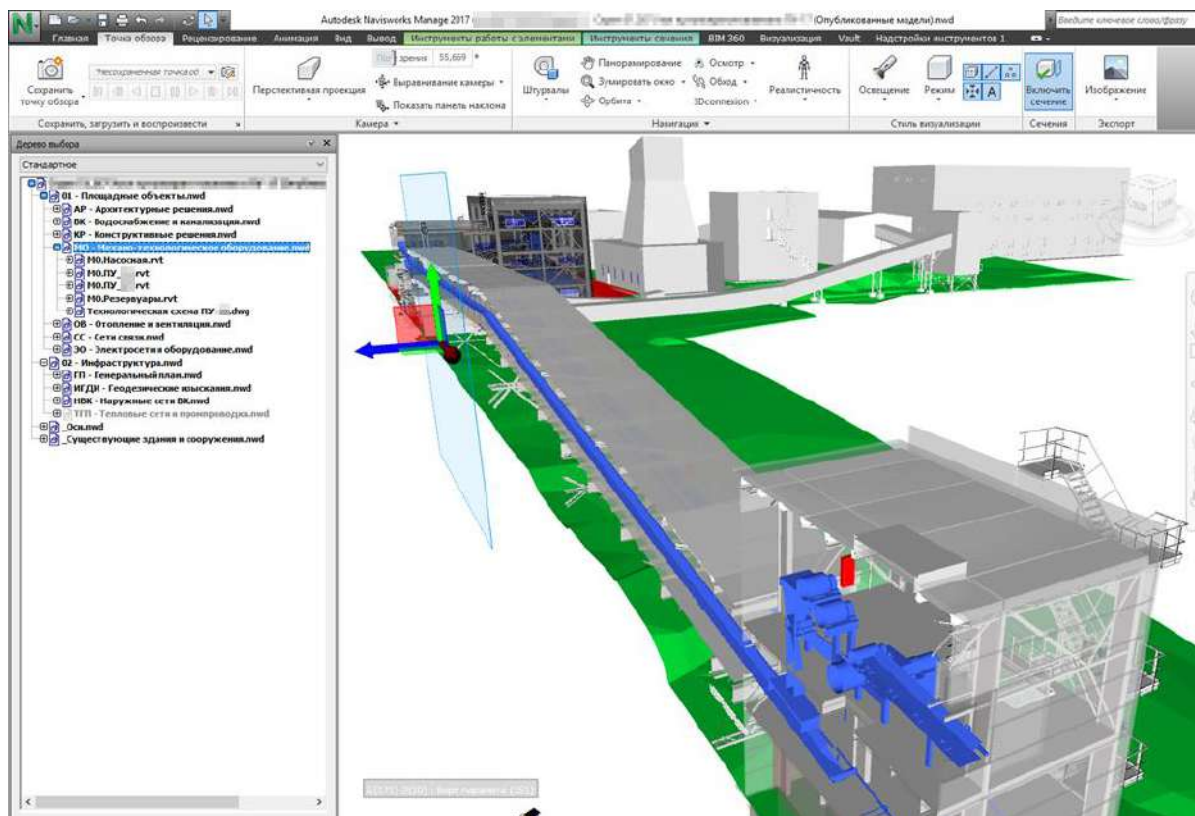


Рисунок 6.17. Пример сборки с иерархией структуры проекта в дереве выбора

Для просмотра сборки в формате NWD используется бесплатное программное обеспечение Autodesk Navisworks Freedom. Данное ПО рекомендуется установить всем участникам проекта. По сравнению с программными продуктами для моделирования Autodesk Navisworks Freedom гораздо менее требователен к системным ресурсам.

Итоговый файл сборки может разместиться на общедоступном ресурсе, например, в разделе Shared или Published проекта. Также после сборки можно загружать ее в облачные ресурсы, например, Autodesk BIM360.

6.6.1.4. Подготовка файлов моделей для сборки

Сборка может собираться из всех форматов файлов моделей, которые поддерживаются Autodesk Navisworks. В данном разделе рассматриваются файлы Autodesk Revit и Autodesk AutoCAD Civil 3D.

Файлы моделей должны храниться организованно в одной файловой структуре, относящейся к одному проекту.

Файлы моделей должны быть заранее пространственно скоординированы.

В файлах AutoCAD Civil 3D должны быть включены треугольники в поверхностях.

В файлах Revit должен быть создан вид, содержащий в имени слово «navis», например, название вида может быть таким: «Экспорт в Navisworks». Данный вид должен быть настроен так, чтобы в нем содержался только результат работы данной специальности в полной 3D-детализации и никаких лишних данных. Например, в файле вентиляции должны быть только воздуховоды и оборудование, но не должно быть скопированных стен и 2D-обозначений.

6.6.1.5. Настройки экспорта из Civil 3D и Revit

Желательно, чтобы продукты Autodesk у пользователей и на обрабатывающем сервере имели одинаковую версию, например, 2017. Это позволит избежать проблем совместимости.

Желательно, чтобы продукты Autodesk у пользователей и на обрабатывающем сервере имели одинаковую языковую локализацию. Это влияет на наименование элементов модели в дереве сборки. Например, если все файлы модели выполнены на русском языке, но на сервере установлен англоязычный Navisworks, то дерево модели будет двуязычным – названия моделей на русском, а названия элементов (например, колонн и стен) будет на английском.

Рекомендуемые настройки Navisworks (отличие от настроек по умолчанию):

Параметры – Считывание файлов – DWG:

- Преобразовывать внешние ссылки – Отключить.
- Шрифт по умолчанию – Вписать имя шрифта, используемое для оформления чертежей в организации.

Параметры – Считывание файлов – Revit:

- Преобразовывать связанные CAD файлы – Отключить.
- Разделить файл на уровни – Отключить. При наличии в проекте многоэтажных зданий удобнее будет оставить включенным.

Запуск по расписанию

Для запуска скрипта по расписанию рекомендуется использовать Планировщик задач Windows на сервере. В его настройках указывается путь скрипту, его рабочей папке, время запуска скрипта и периодичность. Задачу рекомендуется запускать из-под отдельной учетной записи, имеющей права локального администратора, права на вход в качестве службы и на вход в качестве пакетного задания.

6.6.1.6. Алгоритм сборки

Сборка выполняется с помощью встроенного в Navisworks плагина Batch Utility, используя его параметры командной строки.

Сборка состоит из двух основных этапов: сборка основных папок проекта и сборка через файл ручной настройки (NWF).

Наличие этапа 2 с ручным файлом настройки обосновано тем, что итоговый собранный файл NWD плохо подходит для просмотра проекта большинством пользователей. Как правило, в нем содержится мусор, лишние точки обзора и неудобный стартовый вид. Также желательно добавить дополнительные точки обзора для удобства пользователей.

Этап 1. Обработка основных папок проекта

Сборка производится, начиная от последней папки, имеющей наиболее глубокую вложенность, к первой, содержащей весь проект. Суть такого подхода – в сводной модели получить такую структуру модели, которая соответствует структуре папок в проекте, см. рис. 6.18.

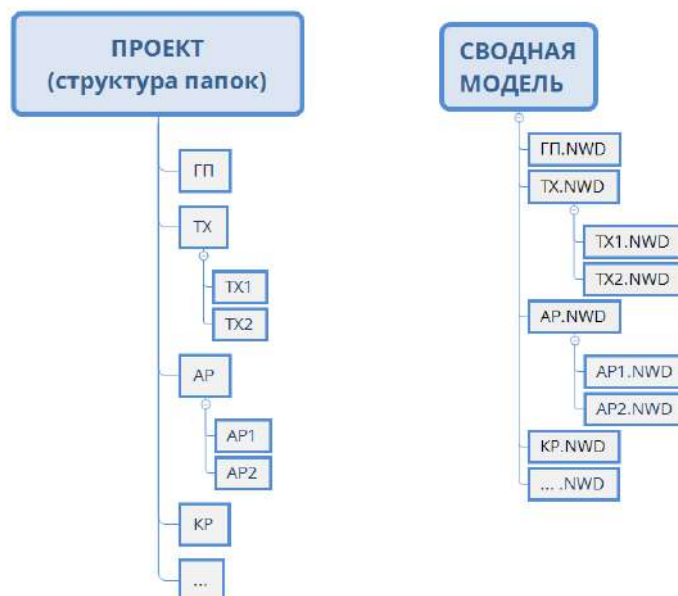


Рисунок 6.18. Структуры проекта/сводной модели

Из файлов моделей каждой папки создается сборный файл NWD, который получает имя собираемой папки и сохраняется в папку уровнем выше. Далее также обрабатывается папка уровнем выше, и файл NWD вместе с файлами моделей этой папки попадает в следующий файл NWD и снова сохраняется уровнем выше. Операция повторяется для всех папок структуры проекта. На выходе получаем один сборный файл NWD.

Для автоматизации процесса можно создать скрипт, который можно запускать автоматически по расписанию.

Этап 2. Ручная обработка файла NWF

Последним этапом сборки добавляется файл NWF, содержащий настройки итогового отображения сборки.

Файл ручной доработки NWF размещается в проекте в отдельной папке. Файл открывается специалистом в Navisworks, в него добавляется файл сборки проекта (NWD), полученный на этапе 1. В файл вносятся ручные правки, например, настраивается отображение модели. Файл затем сохраняется и закрывается.

Далее папка с файлом NWF обрабатывается тем же способом (Batch Utility), и на выходе получается итоговый файл NWD, пригодный для рассмотрения пользователями. Ручные настройки не требуются при каждой сборке и вносятся по необходимости.

Дополнительным этапом при необходимости может быть загрузка файла сборки в PDM-систему (например, Autodesk Vault) или в облачный сервис (например, BIM 360).

6.6.1.7. Подготовка сборки к просмотру пользователями

В итоговом файле рекомендуется настроить отображение модели, удобное для просмотра пользователями.

Плоскости отсечения

Часто во время вращения модели исчезает (отсекается) часть модели, что затрудняет детальное рассмотрение частей модели, например, трубопроводов. Это происходит из-за того, что Navisworks автоматически настраивает плоскости отсечения (границы отображения) модели, поэтому в моделях с большими относительными расстояниями модель начинает сильно обрезаться. Изменить настройку можно на вкладке Главная – Проект – Параметры файла – Плоскости отсечения, см. рис. 6.19. Рекомендуется установить для ближней плоскости значение «Зависимая», расстояние «1», для дальней – «Зависимая», расстояние «10000». Если начнет обрезаться дальняя плоскость, значение дальней плоскости можно увеличить, например, до «15000».

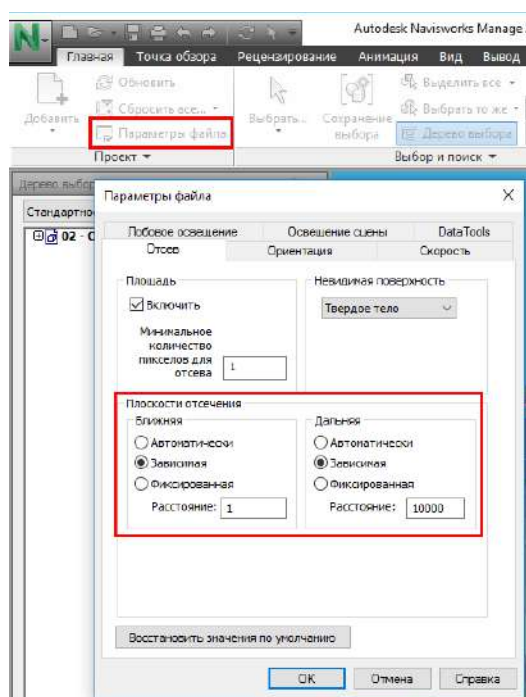


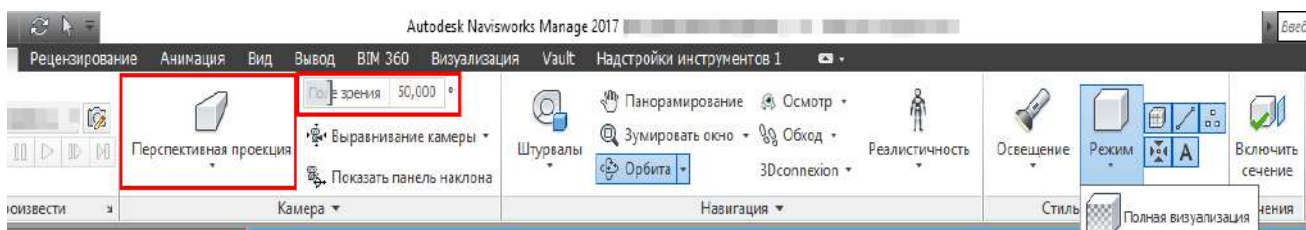
Рисунок 6.19. Настройка плоскостей отсечения

Стартовый вид

Рекомендуется настроить стартовый вид для модели и сохранить его как точку обзора с названием «Стартовый вид». Это позволит пользователям всегда вернуться к первоначальному отображению, не перезапуская модель.

Рекомендуемые настройки стартового вида, см. рис. 6.20:

- Перспективная проекция. Более наглядное отображение 3D графики.
- Поле зрения – 50°. Нет искажения модели.
- Режим визуализации – Тонирование. Это позволяет применять прозрачность.



Часто в сборке могут появиться части, которые нужно скрыть, например: 2D-геометрия, геометрия помещений, нескоординированные объекты, исходные данные и другое. Правильный путь – исключить источники таких объектов, но это не всегда возможно. Кроме того, часто удобно изменить отображение определенного объекта – добавить прозрачность или изменить цвет, например, для поверхности земли (см. рис. 6.21).

Чтобы изменения в настройках скрытия и изменения отображения сохранились в стартовом виде, необходимо в окне «Сохраненные точки обзора» щелкнуть правой кнопкой мыши по точке обзора «Стартовый вид», выбрать «Редактировать» и в окне «Редактирование точки обзора» в разделе «Сохранённые атрибуты» включить «Скрытый/Обязательный» и «Переопределить вид».

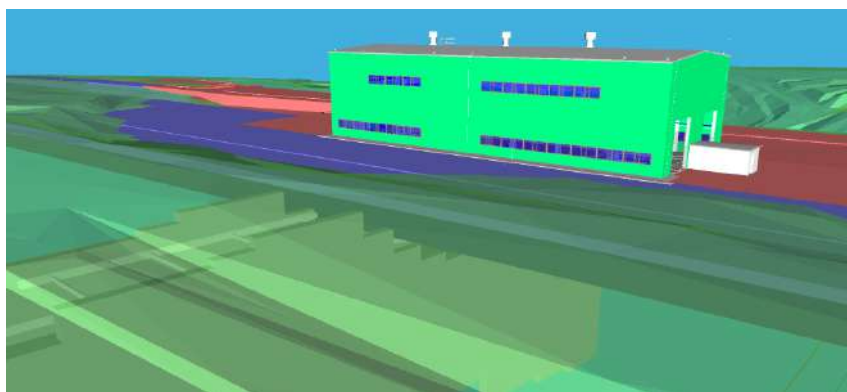


Рисунок 6.21. Прозрачность отображения земли

Для стартового вида рекомендуется изменить режим навигации на «Орбита». Это позволяет вращать модель левой кнопкой мыши пользователям, незнакомым с навигацией в Navisworks (shift + колесо мыши). Это облегчает привыкание к новому ПО и ускоряет ввод в работу.

Для сохранения внесенных изменений в точку обзора необходимо в окне «Сохраненные точки обзора» щелкнуть правой кнопкой мыши по точке обзора «Стартовый вид» и выбрать «Обновить».

Точки обзора

Рекомендуется добавить дополнительные точки обзора для удобства пользователей, см. рис. 6.22. По мере развития проекта точки обзора желательно корректировать, добавлять новые, удалять неактуальные. Например, удобно, когда в проекте есть такие точки обзора:

- Стартовый вид. Описан в разделе выше.
- Вид проекта в плане. Ортогональная проекция, вид сверху.
- Стартовый вид + прозрачность зданий.

Копия стартового вида с установленной прозрачностью для строительных конструкций – 70%. Navisworks Freedom не позволяет пользователям самим менять прозрачность объектов, но точку обзора с сохраненной прозрачностью просматривать можно. Для этой точки обзора, как и для стартового вида, требуются включенные опции «Скрытый/Обязательный» и «Переопределить вид».

- Сечения, несколько точек обзора с разными сечениями по разным зданиям или этажам одного здания.

Одни из самых часто используемых точек обзора. Плоскость сечения удобно устанавливать по одной из стен или перекрытий здания, используя команду на контекстной вкладке ленты «Инструменты сечения» – Настройки плоскостей – Выравнивание: Выровнять по поверхности – Выбрать поверхность.

- Виды от первого лица (с фигурой человека).

Установить параметры реалистичности и редактировать фигуру человека –в окне «Сохраненные точки обзора» щелкнуть правой кнопкой мыши по точке обзора, выбрать «Редактировать», в окне «Редактирование точки обзора», Коллизии – Настройки – Аватар.

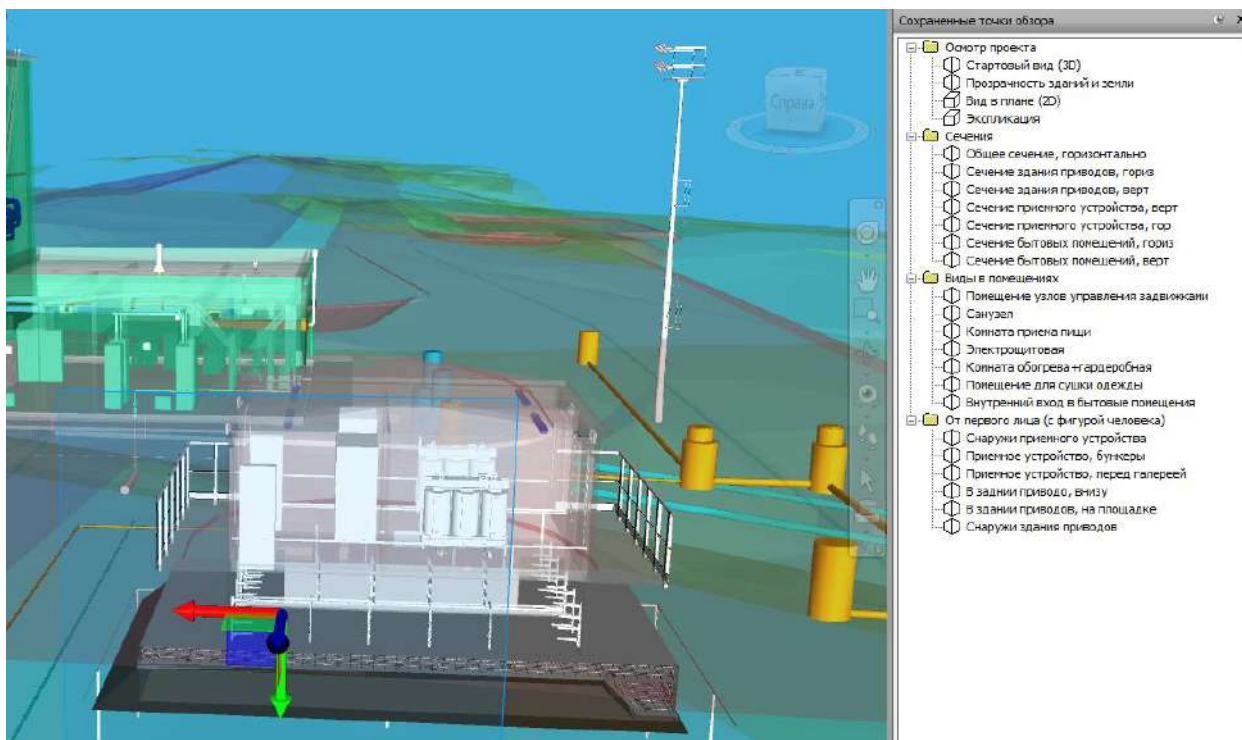


Рисунок 6.22. Пример настроенных точек обзора

Дополнительные настройки

В случае некорректного отображения модели в Navisworks Freedom или неработоспособности сечений рекомендуется отключить аппаратное ускорение (Параметры – Интерфейс – Отображение – Аппаратное ускорение – Отключить).

Управление изменениями в BIM-проекте

Управление изменениями BIM-проекта должно ответить на вопросы: «Какие элементы добавлены? Какие изменены? Какие удалены?».

Поэтому недостаточно будет просто сравнить даты изменения и размер файла проекта, необходимо «заглянуть во внутрь» самого файла.

Для решения такой задачи предлагаются два варианта:

- с использованием Navisworks;
- с использованием службы Autodesk BIM 360.

6.6.1.8. Использование Navisworks для управления изменениями

При разработке проекта сводную модель всегда необходимо поддерживать в актуальном состоянии. Это возможно благодаря использованию файла формата NWF, в котором все составные модели отображены ссылками на исходные файлы.

Модели из Revit можно экспортировать в форматах NWC или NWD и при этом не менять имена файлов, чтобы ссылки на них сохранялись.

Для документирования прогресса проекта периодически необходимо делать публикацию сводной модели в формат NWD.

В Navisworks существует инструмент сравнения моделей: Главная – Инструменты – Сравнение, который позволяет сравнить две отличавшиеся друг от друга модели. Для этого необходимо в Navisworks загрузить обе модели, см. рис. 6.23.

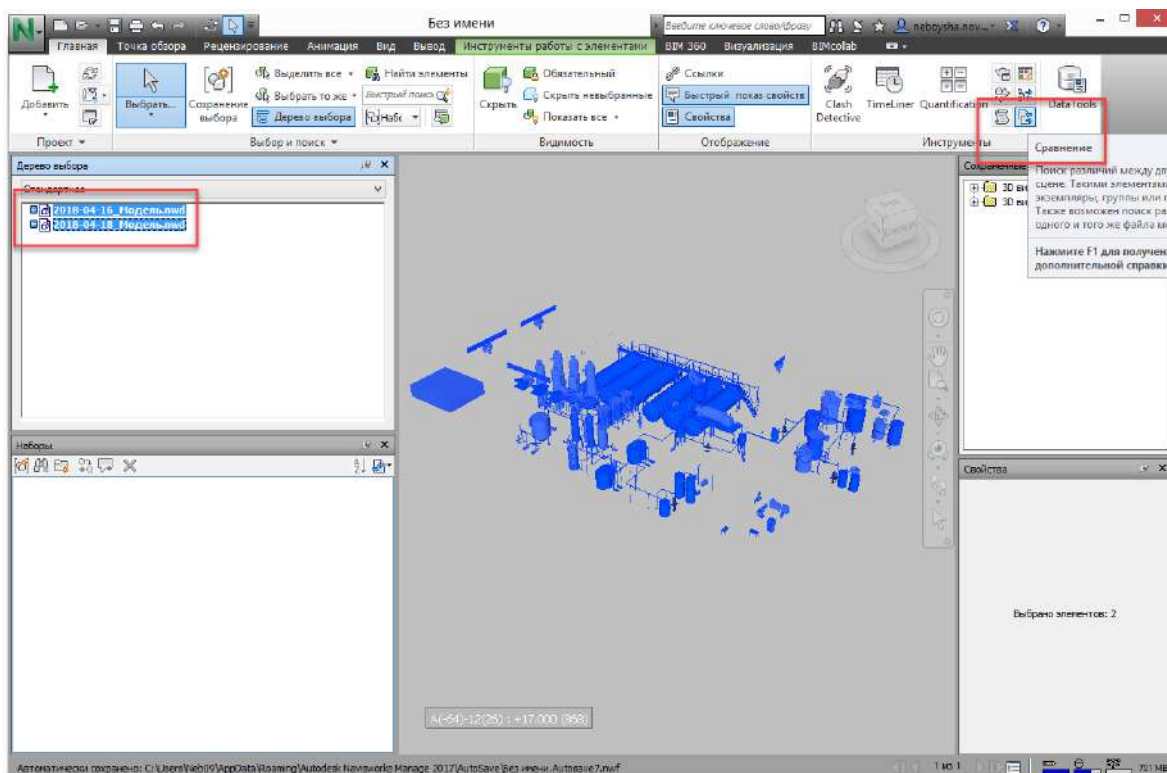


Рисунок 6.23. Выбор моделей для сравнения

По запуску процесса сравнения в открывшемся окне необходимо принять решение, в каком виде изменения будут отображаться, см. рис 6.24.

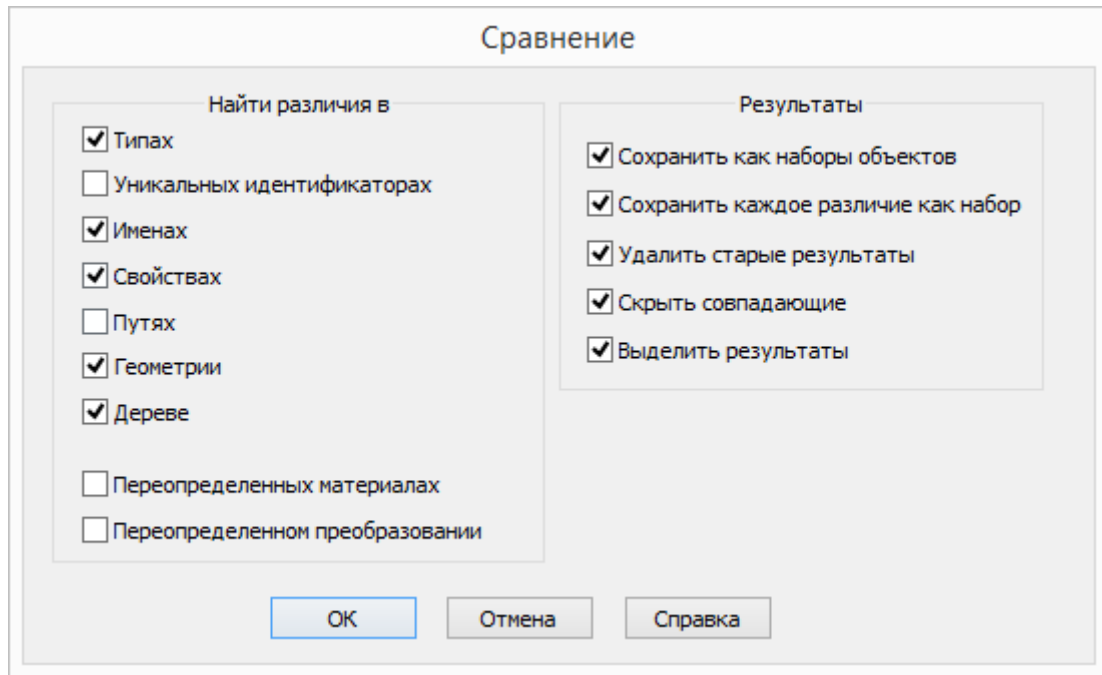


Рисунок 6.24. Выбор варианта отображения изменений

В результате получилось, как на рисунке 6.25 – были отображены измененные элементы.

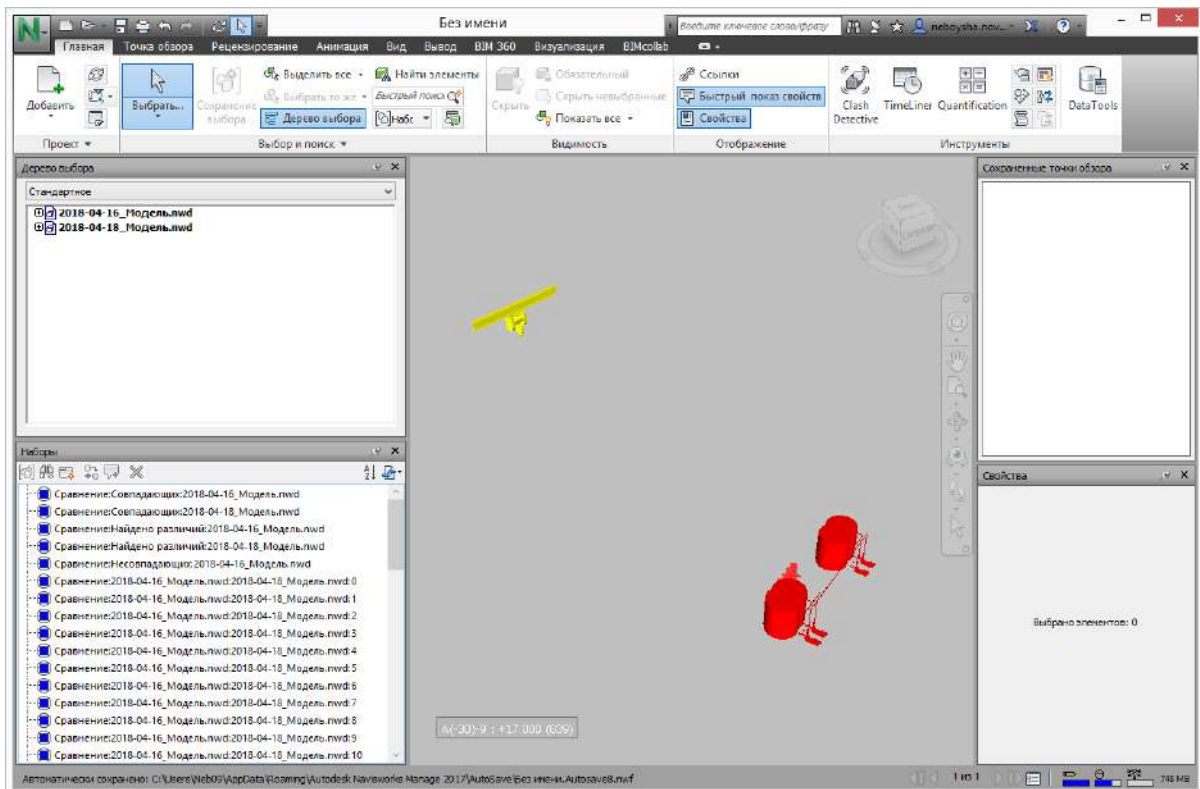


Рисунок 6.25. Отображение результатов сравнения

6.6.1.9. Использование BIM 360 для управления изменениями

Для использования BIM 360 необходимо иметь соответствующую лицензию.

Чтобы получить возможность сравнить две модели (здесь речь будет идти о вариантах), в папку проекта необходимо загрузить две версии проекта RVT, как на рис. 6.26.

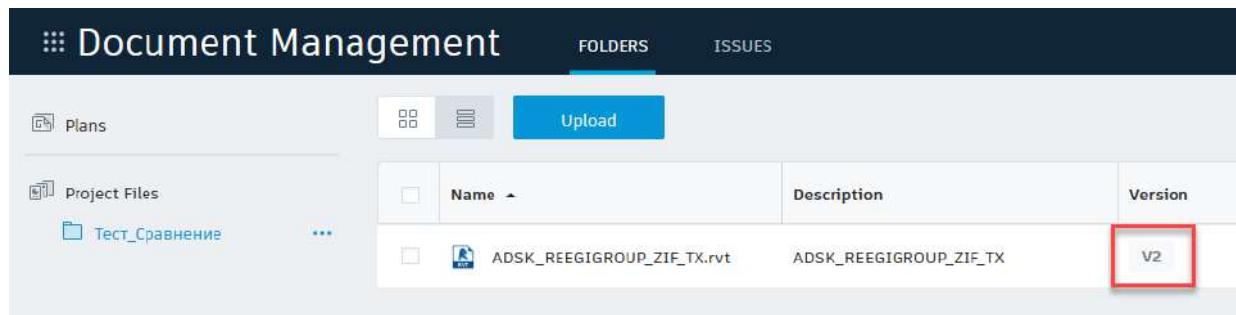


Рисунок 6.26. Загруженные файлы проекта

Каждый раз, когда в папку будет загружена новая модель без изменения названия, версия будет увеличиваться.

Модель нужно открыть и выбрать сравнение версий кликом на номер версии и выбрать, какие две будут сравниваться, рис. 6.27.

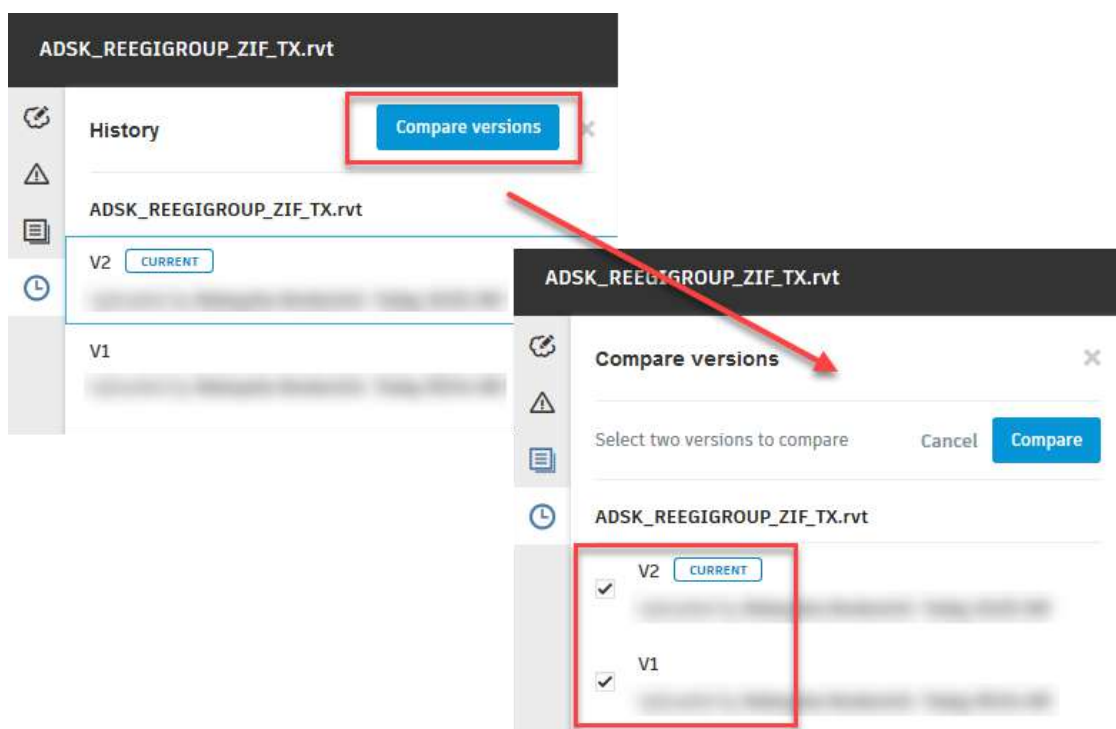


Рисунок 6.27. Выбор версий модели для сравнения

После выполнения сравнения результат отображается, как на рисунке 6.28.



Рисунок 6.28

Разными цветами обозначены элементы, которые удалены, новые и измененные.

6.7. Контроль процесса информационного моделирования. Виды проверок моделей

Проверки информационного моделирования выполняются с целью:

- контроля процесса проектирования;
- контроля качества разработки модели.

Контроль процесса проектирования

Для обеспечения контроля процесса проектирования, имеется в виду соблюдение графиков и оценка готовности модели, необходимо четко составить календарный график и точно описать каждый его пункт, см. рис. 6.29.

Данные требования к срокам должны быть частью технического задания на разработку BIM-модели.

	Раздел/Задача	Дата начала	Дата завершения
1.	Начало проекта АР, КР, КМ, КЖ	26.06.2017	
2.	Формирование шаблона. Настройка и подбор необходимых для работы семейств	26.06.2017	05.07.2017
3.	Создание стен и перекрытий. Расстановка данных категорий в проекте	03.07.2017	12.07.2017
4.	Создание витражей, окон и дверей. Расстановка данных категорий в проекте	10.07.2017	19.07.2017
5.	Моделирование лестниц	17.07.2017	26.07.2017
6.	Моделирование входных групп...	17.07.2017	26.07.2017

Рисунок 6.29. Часть календарного графика выполнения проекта, пример

Имея четкое описание каждого участка работ и его содержимого, легко будет проверить, выполнен ли он или нет.

Проверку можно делать как в авторском инструменте – Revit, так и в Navisworks, где быстрее происходит осмотр и анализ. Проверка делается в основном визуальным путем.

При проверке готовности проекта с использованием BIM часто можно встретить оценку готовности 30%, 60% и 90%. На рисунке 6.30 показана одна из интерпретаций этой процентовки.

Комплект РД	30%	60%	90%	Проверка
АР	+	+	+	+
ТХ	+	+	+	+
КЖ	+	+	+	+
КМ	-	+	+	+
ВК	-	-	+	+
ОВ	-	-	+	+

Рисунок 6.30. Пример оценки готовности BIM-модели

Еще один пример (нефтяная промышленность) в таблице 14 дает более детальное описание готовности проекта.

Таблица 14 Стадии готовности BIM-модели

Стадия готовности	Содержание BIM-модели
30%	Расположение и ориентация всего оборудования, технологические конструкции, основные технологические трубопроводы диаметром >300мм, конструкции главных трубных эстакад, лотки основных электрических кабелей и кабелей КИП и А
60%	Завершены все трубопроводы, подключенное вспомогательное оборудование, ориентация трапов, лестниц, площадок на аппаратах и колоннах, вспомогательные строительные конструкции, основные системы пожаротушения (гидранты, дополнительные мониторы, системы обращения воды)
90%	Все технологические линии, линии энергосистем, окончательные модели строительной, технологической и части КИПиА
100%	Модель «как построено»

Контроль качества разработки модели

Основными видами проверок, позволяющими контролировать качество разработки модели, являются:

- проверка на коллизии (3D-координация) – коллизии приводят к проблемам на стройке;
- проверка на наличие дублирующихся элементов – дублирующиеся элементы увеличивают физические объемы и приводят к ненужным затратам;
- проверка и оценка технических решений;
- проверка точности построения элементов модели (анализ примыканий элементов модели).

6.7.1.1. Проверка на коллизии (3D-координация)

Автоматизированные проверки на коллизии рекомендуется выполнять в программе Autodesk Navisworks Manage в соответствии с Приложением Е из документа «**BIM-стандарт. Площадные объекты. Версия 2.0**».

Особенности проверок на коллизии в промышленных объектах

Промышленное проектирование характеризуется большим количеством multifunctional объектов, разнообразных по своему назначению, конструкции, габаритам (производственные цеха, многочисленные вспомогательные здания и сооружения, эстакады). Наличие определенной технологии производства также накладывает свои особенности на ход проектирования.

В процессе промышленного проектирования необходимо решать большое количество проблем, связанных с габаритами тех или иных элементов объекта. Первостепенной задачей в промышленном проектировании является пространственная координация объектов проектирования.

Производственные цеха обычно крайне насыщены инженерными системами, технологическим оборудованием. При проектировании одной из главных задач является разводка инженерных систем между собой, часто в довольно стесненных условиях. Поэтому крайне важно своевременно, уже на начальной стадии проектирования, выявлять проблемные зоны.

Проверки на коллизии выполняются BIM-менеджером/координатором в течение всего процесса проектирования.

Частота проведения проверок на коллизии зависит от размера проектируемого объекта, а также от интенсивности работ над проектом. Так, например, в течение активной стадии проектирования, отчеты о коллизиях необходимо выдавать не реже одного раза в две недели. В остальное время

не реже одного раза в месяц. Перед выпуском проекта готовится финальный отчет на коллизии. Руководитель проекта/ГИП должен контролировать своевременную подготовку отчета и устранение коллизий.

При этом автоматизированного поиска коллизий (Clash Detection), как правило, недостаточно. Обязательно требуется включение в координацию визуальной проверки моделей BIM-менеджером/координатором. В визуальную проверку должны быть включены наиболее загруженные и проблемные зоны, индивидуальные для каждого объекта, в зависимости от его назначения, типа каркаса, назначения помещений и т.д. Перед началом координации BIM-менеджер/координатор должен составить перечень этих зон.

Рекомендуемые зоны для дополнительного (визуального) контроля

Выбор зоны для визуального контроля зависит от особенностей конкретного здания.

Тем не менее можно выделить некоторые, наиболее часто встречаемые на практике:

- Помещения, насыщенные инженерными системами: венткамеры, компрессорные, зарядные, электрощитовые, СІР-станции;
- Зоны с технологическим оборудованием: важно иметь информацию о точках подключения к технологическому оборудованию на начальной стадии проектирования (см. рис. 6.31);

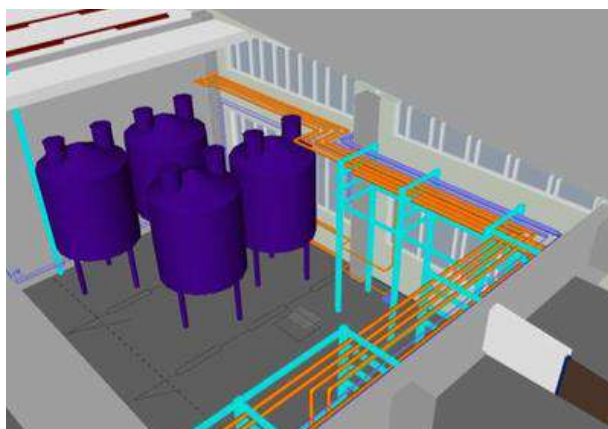


Рисунок 6.31. Зоны с технологическим оборудованием

- Эстакады под технологические трубопроводы, трубные мосты (см. рис. 6.32).

При проектировании требуют особого внимания такие конструкции, как трубные мосты, эстакады, когда несколько инженерных систем должны идти под уклоном на больших расстояниях.

Выход коммуникаций из здания на эстакаду также может быть проблемной зоной при разводке инженерных систем.

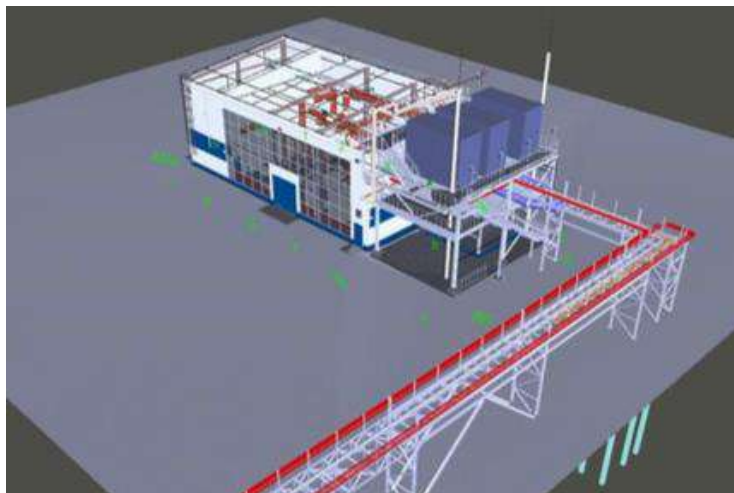


Рисунок 6.32. Эстакады под технологические трубопроводы

- Межферменное пространство (см. рис. 6.33): межферменное пространство активно используют для разводки инженерных систем.

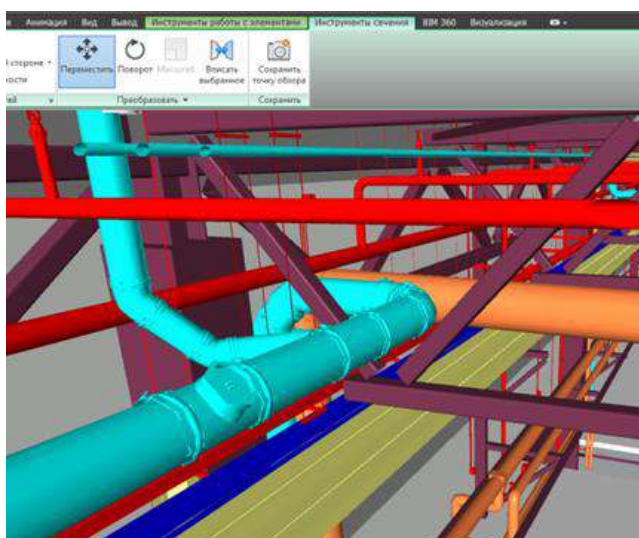


Рисунок 6.33. Пространство между фермами

- Проверка на соответствие АР/КР: соответствие расположения стоек и ригелей фахверка с архитектурными проемами в зданиях с металлическим каркасом, соответствие проемов в АР и КЖ, крыльца АР с плитами КЖ.
- Монтажные и эксплуатационные зоны некоторых элементов: подъемно-секционные ворота разрабатываются производителем для каждого проема индивидуально, особенностью является наличие зоны монтажа для установки и дальнейшей эксплуатации ворот. Очень часто коммуникации идут вдоль стен и есть риск попадания коммуникаций в зону монтажа ворот.
- Зазоры между трубопроводами и воздуховодами (см. рис. 6.34): для безопасной эксплуатации коммуникаций необходимо соблюдать расстояния между трубопроводами и воздуховодами. Данные расстояния указаны в нормативных документах.

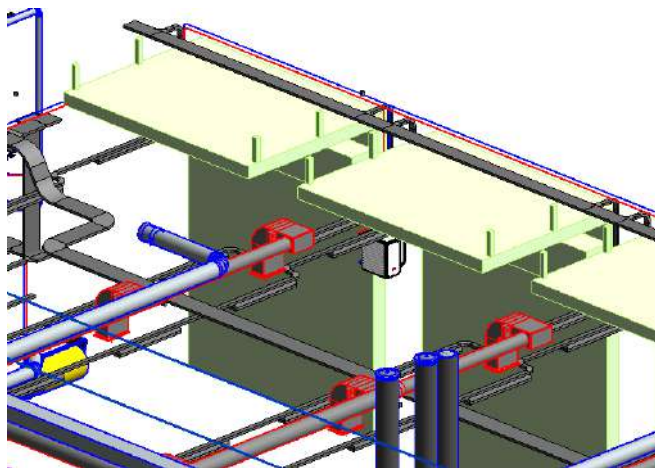


Рисунок 6.34. Зазоры между трубопроводами и воздуховодами

6.7.1.2. Проверка на наличие дублирующихся элементов

Дублирующиеся элементы представляют особый вид коллизий, при которых на одном месте находятся два одинаковых элемента модели. Поэтому проверку на наличие таких коллизий можно выполнить в том же ПО – Navisworks Manage в соответствии с Приложением Е документа «**BIM-стандарт. Площадные объекты. Версия 2.0**».

6.7.1.3. Проверка и оценка технических решений (Design Review)

Проверка и оценка технических решений проводится визуально и может выполняться как в программе Navisworks Manage или Simulate, так и в авторском инструменте BIM – Revit.

Программа Navisworks обладает богатым инструментарием для выполнения задач проверки, такими как:

- инструменты навигации: обход, панорамирование, орбита;
- сечения: возможность отрезать части объекта, например, одного этажа, чтобы показать ниже лежащий;
- инструменты измерения;
- сохраненные точки обзора;
- сравнение двух моделей;
- скрытие/изоляция и т. д.

При проверке и оценке технических решений рекомендуется придерживаться положений документа «BIM-стандарт. Площадные объекты. Версия 2.0», Приложение Е, п. 5.

6.8. Выпуск проектной документации

Выпуск проектной документации, в зависимости от содержания договора между заказчиком и проектировщиком, может осуществляться либо печатью и сбором томов документации на твердых носителях (бумага), либо формированием электронного комплекта файлов, как правило, формата PDF.

При любом из вариантов документацию к выпуску рекомендуется готовить сборкой из видов и листов в авторском инструменте BIM – Revit.

Из Revit документация выдается в формате PDF, печатью на виртуальном PDF-принтере, либо в формате DWF, экспортом, в результате чего получается набор файлов, содержащий необходимые чертежи.

Использование Navisworks в качестве «контейнера» проекта

Autodesk Navisworks позволяет проектировщику в сводную информационную модель подгрузить комплект чертежей в разных форматах, в том числе PDF и/или DWF (см. рис. 6.35).

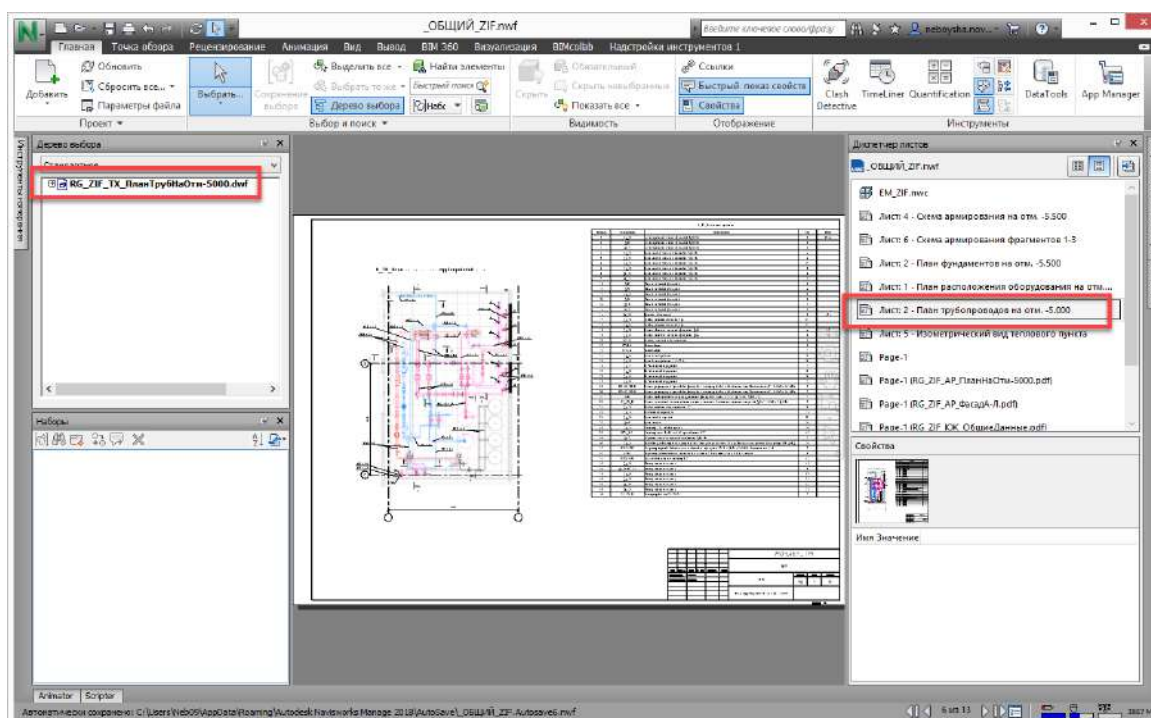


Рисунок 6.35. Чертежи в разных форматах загружены в сводную модель

Таким образом, проектировщик может выдавать заказчику проект, содержащий как информационную трехмерную модель, так и комплект документации в одном нередактируемом файле формата NWD.

Имея в сводной модели подгруженные чертежи, заказчик может легко, используя возможности Navisworks, переключаться с чертежа на модель и обратно.

6.9. Шаблон проекта Revit для раздела ТХ

Шаблон проекта Revit представляет собой «шаблон, содержащий необходимые исходные данные и настройки для создания новых проектов определенных разделов с определенным составом проектной документации»⁹.

Настоящий шаблон проекта разработан для использования в Revit, версии 2018 и выше.

С учетом опыта ряда организаций при разработке настоящего шаблона предполагалось, что начальную компоновку технологического оборудования вместе с основными строительными элементами могут делать специалисты-технологи. По этой причине было решено помимо элементов технологического оборудования и трубопроводов, включить в настоящий шаблон также основные архитектурные и конструктивные элементы, такие как окна, двери, стены, перекрытия, балки, колонны и т. п.

Настоящий шаблон проекта гармонизирован с ранее выпущенными шаблонами для разделов АР, КЖ/КМ и ОВ и ВК. При его разработке использован файл общих параметров от Autodesk, в который был добавлен новый раздел ТХ, и к нему добавлено пять новых параметров (см. рис. 6.36).

⁹ «ВМ-СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ для площадных объектов (Revit® и AutoCAD® Civil 3D®) Версия 2.0».

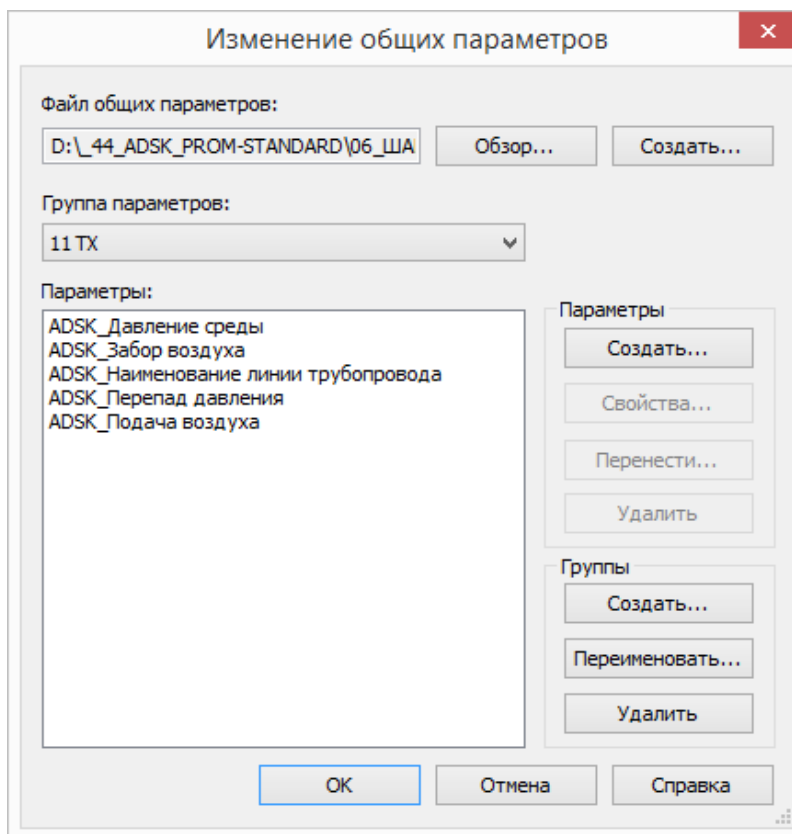


Рисунок 6.36. Файл общих параметров, раздел 11

Шаблон проекта для раздела TX имеет следующую структуру (см. рис. 6.37):



Рисунок 6.37. Структура шаблона проекта для раздела TX

Более детальное описание настоящего шаблона содержится в соответствующем документе, сопровождающем файл шаблона. Сам шаблон проекта со всеми сопутствующими материалами (семейства, техническое описание, файл общих параметров, скрипт Dynamo) можно скачать по следующей [ссылке](#).

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ШАБЛОН ПЛАНА РЕАЛИЗАЦИИ BIM-ПРОЕКТА

[НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА:]

[НАИМЕНОВАНИЕ ИСП:]

[ИСПОЛНИТЕЛЬ:]

[СОГЛАСОВАНО: (ТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАКАЗЧИК, ПРОЧИЕ ИСПОЛНИТЕЛИ)]

[ВЕРСИЯ ДОКУМЕНТА, ДАТЫ РЕВИЗИИ]

Раздел 1. Краткое описание проекта

[Основные цели]

Раздел 2. Сведения об объекте строительства, сроках реализации проекта, перечень исходных данных

2.1. Заказчик:

2.2. Наименование проекта:

2.3. Местоположение объекта строительства:

2.4. Тип контракта:

2.5. Краткое описание проекта: [КОЛИЧЕСТВО ОБЪЕКТОВ, ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ И Т.П.]

2.6. Дополнительная информация о проекте: [ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ]

2.7. Шифры проекта

КОНТРАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ОБОЗНАЧЕНИЯ (ШИФР)

2.8. Календарный план проекта/этапы/контрольные точки

СТАДИЯ/ЭТАП/ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА	ДАТА НАЧАЛА	ДАТА ОКОНЧАНИЯ	ИСПОЛНИТЕЛИ

2.9. Исходные данные

[Разместить краткий перечень полученных исходных данных]

Раздел 3. Ключевые контакты проекта

РОЛЬ И ДОЛЖНОСТЬ	НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ	ОСНОВНОЕ КОНТАКТНОЕ ЛИЦО	E-MAIL	ТЕЛ.

Раздел 4. Цели и задачи применения BIM

4.1. Цели и задачи применения BIM

ПРИОРИТЕТ (выс./сред./низ.)	ОПИСАНИЕ ЦЕЛИ	ЗАДАЧИ ПРИМЕНЕНИЯ BIM

Раздел 5. Роли и функции основных участников

5.1. [Описать основные роли и функции:]

5.2. Персонал для решения задач информационного моделирования

ЗАДАЧА ПРИМЕНЕНИЯ BIM	ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ/ ОТДЕЛ	КОЛ-ВО ПЕРСОНАЛА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ	КОНТАКТЫ РУКОВОДИТЕЛЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ/ ОТДЕЛА

Раздел 6. Карты BIM-процессов

6.1. Обзорная карта

[Разместить карту процесса]

6.2. Детальные карты процессов (сценариев) по каждой задаче применения BIM

[Разместить карты процессов]

Раздел 7. Процедуры обмена данными

7.1. Сводная спецификация LOD

Этапы реализации проекта	Обоснование инвестиций (ТЭО)				Проектирование (ПД)				Проектирование (РД)			
	LOD	Требования LOD (G)	Требования LOD (I)	Отв.	LOD	Требования LOD (G)	Требования LOD (I)	Отв.	LOD	Требования LOD (G)	Требования LOD (I)	Отв.
Задачи применения BIM												
Структура декомпозиции элементов цифровых моделей												
Архитектурные решения:												
Стена	200	Точный габарит, Положение, Граница помещения	Тип	AP	300	Внешний образ/вид, Конструкция	Материал, Маркировка, Отвественность	AP	400	Внешний образ/вид	Производитель, Наименование по каталогу, Артикул по каталогу	AP
Перекрытие												
Колонна												
Окно												
Дверь												
Лестничный марш												
...												
Конструктивные решения:												
Фундамент												
Перекрытие												
Колонна												
Балка/Стропила/Ферма												
...												
Отопление и вентиляция												
Воздуховоды												
Воздухораспределители												
Фитинг												
.....												

Раздел 8. Требования к информационным моделям

[Описать соответствующие работам Информационные требования заказчика]

Раздел 9. Процедуры совместной работы

9.1. Процедура совместной работы

[Описать процедуру (регламент) работы в среде общих данных]

9.2. Координационные совещания

ТИП СОВЕЩАНИЯ	ЧАСТОТА	УЧАСТНИКИ (внутренние и внешние)	МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ

9.3. Форматы обмена данными

[Описание форматов обмена как внутри рабочих групп исполнителя, так и с внешними участниками проекта]

9.4. Системы электронного документооборота и управления инженерными данными

[Перечислить (при наличии) применяемые системы электронного документооборота и управления инженерными данными. Указать контактные данные администраторов этих систем. При необходимости приложить регламенты работы в этих системах]

НАИМЕНОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ ДАНЫМИ	КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ АДМИНИСТРАТОРОВ СИСТЕМ/БАЗ ДАННЫХ

Раздел 10. Процедуры контроля качества

10.1. Общая стратегия контроля качества

[Описать стратегию контроля процесса информационного моделирования и качества цифровых информационных моделей]

10.2. Виды проверок

НАИМЕНОВАНИЕ ПРОВЕРКИ	КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ	ОТВЕТСТВЕННЫЙ	ПРИМЕНЯЕМОЕ ПО	ЧАСТОТА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОВЕРКИ

Раздел 11. Потребности в ресурсах

11.1. Программное обеспечение, поддерживающее технологию информационного моделирования

ЗАДАЧА ПРИМЕНЕНИЯ BIM	ПРИМЕНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	ВЕРСИЯ	ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ (роль, специальность, должность)	КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

11.2. Сетевое программное обеспечение (системное ПО)

НАИМЕНОВАНИЕ И ВЕРСИЯ ПО	КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ АДМИНИСТРАТОРА ЛВС

11.3. Локальное аппаратное обеспечение (компьютеры)

НАИМЕНОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРА	СПЕЦИФИКАЦИЯ	ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ (роль, специальность, должность)	КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

11.4. Сетевое аппаратное обеспечение (серверы/оборудование)

НАИМЕНОВАНИЕ СЕТЕВОГО РЕСУРСА	ПЕРЕЧЕНЬ ОБЩИХ РЕСУРСОВ (ПРОЕКТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ПРИКЛАДНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, КАТАЛОГИ КОМПОНЕНТОВ, СПРАВОЧНИКИ ПО НТД, АРХИВЫ И Т. П.)	ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦ, ИМЕЮЩИХ ПРАВА НА ЗАПИСЬ ДАННЫХ

Раздел 12. Структура и содержание информационных моделей

12.1. Разделение информационных моделей

[Описать или схематично отобразить схему разделения, например, по разделам проекта, функциональным частям, и т. п. Цель разделения – обеспечить основу для многопользовательского доступа к модели и осуществления эффективной коллективной работы]

12.2. Базовая система координат

[Описать базовую систему координат и правила координации всех цифровых информационных моделей в соответствии с базовой]

12.3. Структура именования файлов

[Описать правила именования файлов]

Раздел 13. Результаты процесса информационного моделирования

[Привести список требуемых информационных моделей, их форматы, а также форматы выдаваемой технической документации и иной требуемой документации]

Раздел 14. Стратегия реализации

[Указать, какие дополнительные меры необходимо предпринять для успешной реализации задач информационного моделирования в соответствии с типом контракта]

Раздел 15. Приложения

[При необходимости разместить значимую информацию по проекту]

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

1. Основные понятия о лазерном сканировании. Измерения. Технология

Технология лазерного сканирования позволяет за короткое время получить огромное количество данных о существующих объектах в виде облака точек, обеспечивая исходные данные для обмеров, исключая необходимость повторения съемки.

Лазерное сканирование характеризуется большой скоростью измерений – 5000 и больше измерений в секунду, что в среднем представляет объем работ, который тахеометром необходимо выполнять в течение 2-3 дней. Также одной из основных характеристик лазерного сканирования является высокая плотность точек (десятки точек на квадратный см поверхности измерения).

В результате сканирования получается огромное количество точек (несколько миллионов, зависит от размера объекта и выполняемых задач).

2. Задачи, решаемые лазерным сканированием

Настоящее приложение применимо для лазерного сканирования площадных объектов гражданского и промышленного строительства. Лазерное сканирование как метод быстрого получения огромного количества данных о существующих объектах может быть использовано в том числе для решения следующих задач:

- Быстрое создание и моделирование существующей застройки в больших масштабах.
- Для использования лазерного сканирования в масштабах города используются мобильные сканеры, которые могут быть установлены на автомобилях, самолетах и вертолетах.
- Часто мобильные системы лазерного сканирования могут быть использованы для съемки окружения автомобильных дорог. Такой метод не нуждается в закрытии движения по рассматриваемым дорогам в отличие от применения роботизированных тахеометров, которые в этом нуждаются.
- Огромное количество данных, полученных 3D-сканированием, обеспечивает улучшенное управление активами, планирование обслуживания объектов и городское планирование.
- Управление активами. Реконструкция.
- Использование лазерного сканирования создает основу для применения BIM, обеспечивая захват окружающей застройки. Особо это важно как для проектов реконструкции или модификации существующих, так и для построения новых объектов.
- Особое применение лазерное сканирование может иметь при реконструкции промышленных объектов, таких как нефтеперерабатывающие заводы, сборочные цеха, объекты металлургической промышленности и т. п.
- Лазерным сканированием могут быть созданы хранилища активов, которые будут доступны специалистам без необходимости выезда на интересующие их локации.
- Облака точек могут послужить при 3D-координации в будущих проектах реконструкций.
- Геодезическое сопровождение строительства и строительный контроль.
- Постоянное геодезическое сопровождение строительства – это ключевая деятельность, призвана обеспечить безопасность рабочих, отследить движение ресурсов и зафиксировать прогресс строительства.
- Используя полученные облака точек, существует возможность быстрого сравнения запроектированного и построенного объекта, возможность проверить элементы и оборудование на возможные конфликты и этим их предупредить.
- При окончании определенных работ можно сканированием это зафиксировать и задокументировать.
- Полученные облака точек могут быть полезны и при судебных разбирательствах.

- Создание BIM-модели «как построено».
- Используя результат лазерного сканирования – облако точек и авторский инструмент BIM, Revit, например, можно создать модель «как построено» для ее дальнейшего использования в эксплуатации.

3. Процесс лазерного сканирования

На рисунке Б1 показан укрупненный стандартный процесс выполнения лазерного сканирования с целью получения из облака точек информационной модели.

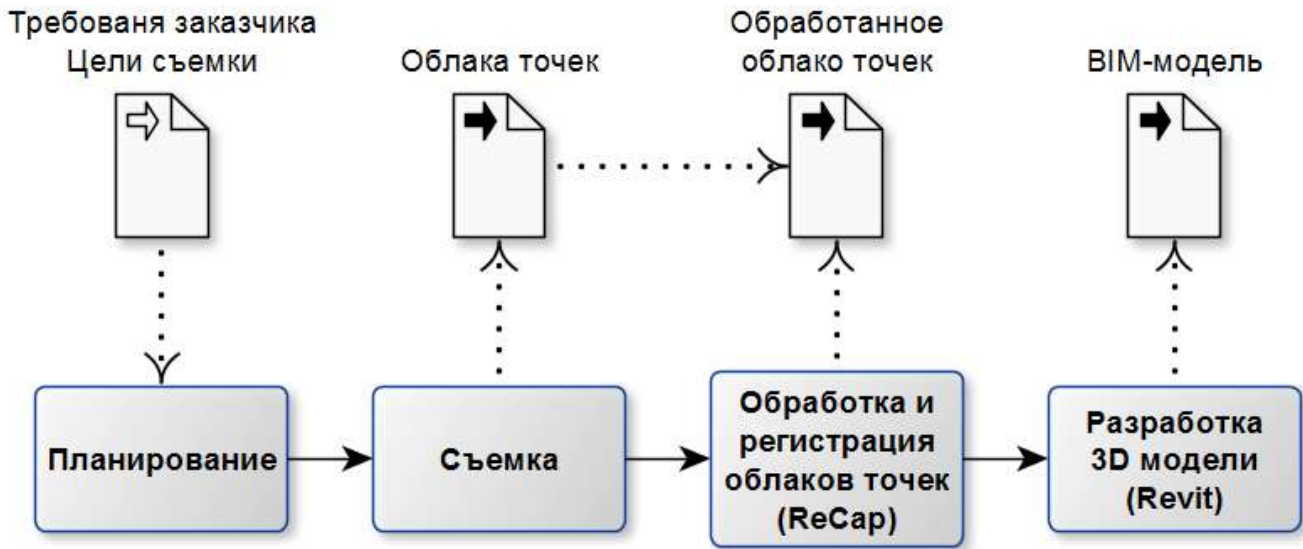


Рисунок Б1. Лазерное сканирование – процесс

3.1. Определение требований заказчика. Составление технического задания на лазерное сканирование

Перед началом лазерного сканирования необходимо установить основные требования заказчика относительно получаемого продукта – облака точек. Этой задаче могут помочь ответы на следующие вопросы:

- Что является целью выполнения лазерного сканирования?
- Существуют ли ограничения по бюджету на выполнение данной задачи и если да, то какие?
- Какой тип результата необходим для решения этой конкретной задачи?
- Каким способом заказчик планирует использовать полученное облако точек в будущем?

При составлении техзадания описание услуги сканирования должно содержать:

- приблизительное количество сканирований (положений сканера);
- точное описание ожидаемого результата;
- определение формата выдаваемого результата.

3.2. Планирование

Работа на месте должна быть тщательно спланирована в избежание повторных выездов и затрат с ними связанных. На этом этапе должны быть определены все необходимые измерения, их разрешение, необходимый уровень точности, а также требуемый формат файла результатов.

Также на этапе планирования выезда на место съемки необходимо, чтобы заказчик обеспечил беспрепятственный доступ к объекту съемки.

Учитывая, что лазерное сканирование является оптическим методом, при планировании съемки и определении положения сканера необходимо учесть возможные препятствия, которые будут создавать «тень» на частях сканируемой поверхности.

При планировании необходимо установить сеть реперов – контрольных объектов, которые помогут при регистрации облаков точек, а также при проверке и выполнении измерений.

3.3. Съемка

В рамках настоящего приложения будет рассматриваться только наземное сканирование, и не будет охвачено мобильное (на автомобилях и летательных аппаратах).

Наземное сканирование выполняется сканером на штативе, который располагается в предварительно запланированных точках съемки. В результате для каждого положения сканера получается отдельное облако точек, содержащее как поверхности объекта съемки, так и поверхности окружающих объектов, растений, автомобилей, присутствующих людей и т. п.

По выполненной съемке, не уезжая с места её выполнения, необходимо сделать ряд измерений характерных объектов для обеспечения контроля процесса обработки.

3.4. Обработка и регистрация облаков точек

Регистрация облаков точек представляет процедуру совмещения облаков точек, снятых в разных положениях сканера, и их размещение в одной системе координат.

Благодаря этой процедуре становится возможным получить модель в точках всего объекта, по которому будет возможно даже организовать виртуальный тур.

При обработке «сырого» материала необходимо удалить все артефакты, являющиеся результатом наличия на площадке при съемке ненужных предметов, людей и растений.

Для обработки и регистрации облаков точек рекомендуется использовать программу Autodesk ReCap Pro, формат которой совместим с инструментами BIM, такими как Autodesk Revit и Navisworks. ReCap Pro имеет возможность выполнять регистрацию как вручную, так и автоматически.

3.5. Результат сканирования, выдаваемый заказчику

В зависимости от требований заказчика выдаваемым результатом могут быть облака точек в формате RCP, который читается и загружается программами Revit и Navisworks, либо сама информационная модель, чаще всего в формате RVT.

Получение из облака точек трехмерной информационной модели является нетривиальной задачей. Существуют программы, которые в состоянии отдельные формы облаков точек распознавать автоматически, но в основном разработка BIM-модели на основе облака точек представляет трудоемкую ручную работу. По этой причине некоторые организации на основе точек моделируют только самое необходимое для конкретного проекта.

4. Лучшие практики

При управлении проектами, рекомендуется учесть следующее:

- В первую очередь убедиться, что лазерное сканирование является правильным выбором для конкретной задачи;
- Планирование проведения сканирования необходимо выполнить, опираясь на четкие требования заказчика и техническое задание;
- Четко и с согласия заказчика определить формат результатов сканирования. Для корректного выполнения этой задачи рекомендуется заказчику представить практический пример того, что он должен получить. Заказчик должен быть уверенным, что результат оправдывает вложенные средства;
- Заказчику необходимо предоставить инструмент, которым он сможет самостоятельно выполнять измерения в полученном облаке точек;
- Необходимо предположить либо от заказчика получить информацию о том, как он собирается проверять результаты сканирования, и это учесть при выполнении работ. Например, у заказчика могут существовать обмерные чертежи, которыми он будет проверять результаты;
- Не забыть правильно спланировать процесс сканирования и учесть возможное наличие растений, которое может ухудшить результат. Также необходимо предусмотреть достаточное количество запасных аккумуляторов, карт памяти для сохранения результатов.

При выполнении геодезического контроля строительства рекомендуется обратить внимание на следующее:

- На строительной площадке необходимо сохранять расположение контрольных точек;
- Требовать отчет по строительному контролю, который должен включать основу для сравнения построенных элементов объекта с проектными/запланированными.

При выполнении сканирования учесть следующее:

- Необходимо, чтобы специалисты, выполняющие лазерное сканирование, правильно выбирали точки для установки сканера, которые будут обеспечивать оптимальные углы падения пучков лазера на поверхности;
- Обязательно предусмотреть зоны взаимного перекрытия сканов. Перед началом сканирования в этих зонах размещаются специальные мишени. По координатам этих мишеней и будет происходить процесс «сшивки», т. е. регистрации облаков точек;
- Пересмотреть отсканированный материал прямо на рабочей площадке, прежде чем ее покинуть, чтобы избежать повторного приезда;
- Правильно выбрать разрешение сканирования, что обеспечит достаточное количество данных для определения всех необходимых поверхностей;

- Проверять и перепроверять результаты сканирования прямо на площадке. Для контроля необходимо иметь несколько разных инструментов, например, сканер и лазерную рулетку или тахеометр;
- При выполнении сканирования желательно вести дополнительные записки, эскизы и снимать фотографии;
- Если есть сомнение в будущем качестве результата, необходимо сканировать больше, чем считается нужным. Большее количество данных всегда лучше меньшего. Таким образом, можно избежать повторного выезда на место съемки;
- Большой проект необходимо разделить на управляемые части;
- Если возможно, необходимо использовать несколько сканеров. В таком случае будет возможность выбрать более качественный вариант съемки.

При выполнении обработки отсканированного материала и/или разработки BIM-модели рекомендуется:

- Требовать копию оригинального проекта или проекта «как построено» для верификации и анализа;
- Результаты анализа рекомендуется поставлять заказчику вместе с результатами сканирования;
- При обработке сканированного материала необходимо удалить все артефакты. Для практической работы в Revit облако точек необходимо «нарезать» на привычные проекции и разрезы, но оригинальное облако нужно сохранить для демонстрации заказчику;
- Для безболезненной вставки облака точек в модель Revit необходимо произвести их пространственную координацию;
- Прежде чем начать создание BIM-модели в Revit, рекомендуется всем видам поменять стадию на «ОБМЕРЫ»;
- Для разработки BIM-модели «как построено» желательно у заказчика попросить их шаблон проекта Revit, если такой существует;
- Когда отсканированный материал наконец прибыл в Revit на свое место, необходимо его прикрепить «кнопкой»;
- Файлы ReCap желательно разместить в отдельные рабочие наборы. Таким образом, легко можно контролировать их видимость в конкретных видах;
- Работу можно вместе с заказчиком проверить обходом модели в Navisworks.

ПРИЛОЖЕНИЕ В. АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО МАКРОПЛАНИРОВКЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ

Частью разработки концептуальной модели промышленной площадки является макропланирование, которое выполняется по следующему алгоритму, см. рис. В1.

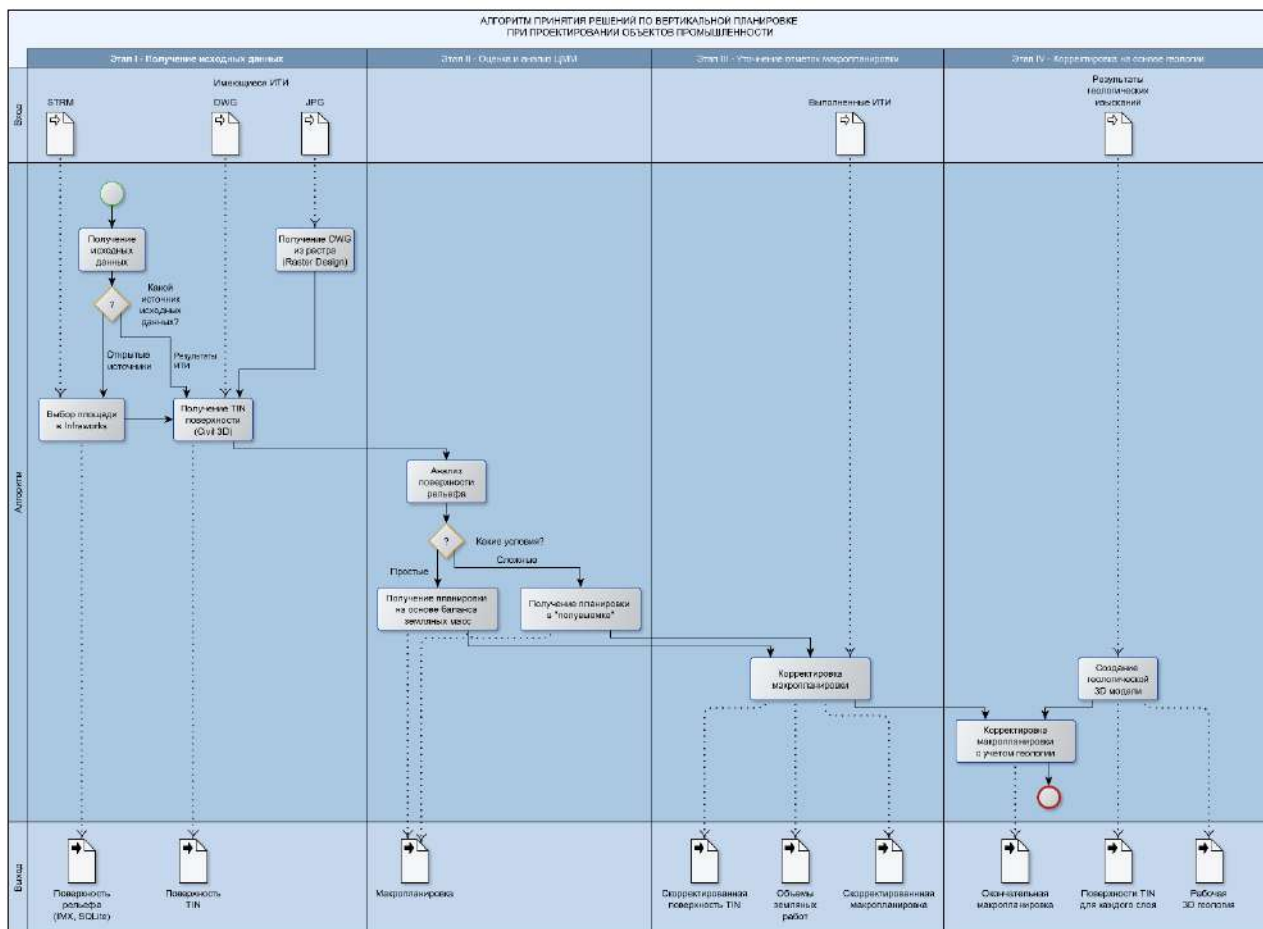


Рисунок В1. Алгоритм принятия решений по макропланировке промышленной площадки

Макропланирование выполняется поэтапно, в 4 этапа:

Этап I. Получение исходных данных

Исходные данные для создания цифровой модели местности (ЦММ) служат основой для принятия решений по макропланировке промышленной площадки. Их можно получить двумя путями:

- Из открытых источников.
- По результатам уже имеющихся инженерно-топографических изысканий (ИТИ) и растровых изображений рельефа.

Путь 1. Открытые источники данных

Сегодня существует множество открытых источников информации в сети Internet. Они бывают как платные, так и бесплатные. Файлы с информацией о рельефе местности в основном имеет расширение STRM (Shuttle Radar Topography Mission) – радарная топографическая съемка большей части территории земного шара, за исключением самых северных (> 60), самых южных широт (> 54), а также океанов. Некоторые источники доступной для скачивания информации можно найти по следующим адресам:

http://www.viewfinderpanoramas.org/Coverage%20map%20viewfinderpanoramas_org3.htm

В программном продукте Autodesk Infracore существует инструмент «Конструктор модели», в котором необходимо выбрать только интересующую площадь.

После получения этой информации она обрабатывается в среде Infracore. Результатом её обработки является модель с поверхностью рельефа, которую можно связать с AutoCAD Civil 3D.

Путь 2. Получение данных из существующей информации и раstra

Существующие данные, представленные в формате DWG, необходимо обработать в Civil 3D и создать на их основе поверхность TIN. Здесь необходимо проанализировать, из каких объектов состоит съёмка местности и какие атрибуты имеют эти объекты.

Данные, представленные в виде растровых изображений, необходимо сначала обработать в программе AutoCAD Raster Design, в результате чего получить объекты с необходимыми атрибутами, а после инструментами AutoCAD Civil 3D получить поверхность TIN.

Таким образом, результатом этапа I является получение TIN-поверхности для предварительной посадки площадки.

Этап II. Оценка и анализ полученной ЦММ

После получения TIN-поверхности необходимо проанализировать её на перепад высот, характер рельефа и тип местности. Если проектирование ведётся на равнинных участках, без сейсмичности (8-9 баллов), то для определения предварительной отметки макропланировки в основном необходимо руководствоваться балансом земляных масс. Как правило, на этом этапе отсутствуют данные инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий. После получения данных по комплексным инженерным изысканиям отметка макропланировки может быть откорректирована.

Если проектирование ведётся в сложных условиях, т. е. присутствует сейсмика 8-9 баллов, большие перепады высот и большие уклоны по рельефу местности, то отметку площадки макропланировки следует определять, исходя из обеспечения устойчивости откосов насыпей и крепления откосов выемок. Посадка площадки должна быть в «полувыемке». Аналогичные решения принимаются для линейных объектов.

Результатом этапа II должно быть чёткое понимание сложности рельефа местности, предварительная отметка макро-планировки, предварительные объёмы земляных работ, решения по укреплению откосов от вертикальной планировки, а также предварительные решения по инженерной защите площадки (линейного объекта).

Этап III. Уточнение отметки макропланировки по результатам получения топографических изысканий.

После получения данных ИТИ необходимо скорректировать существующую поверхность TIN, полученную на этапе I. Данные ИТИ обрабатываются в Civil 3D и подгружаются в существующую поверхность. После этого необходимо скорректировать отметку макропланировки, исходя из условий, которые были описаны выше.

Результатом III этапа должна быть скорректированная поверхность TIN, а также объёмы земляных работ.

Этап IV. Корректировка на основе геологии

Геологические данные могут оказать значительное влияние на выбор отметки макропланировки площадки. На «слабых» грунтах без соответствующих мероприятий, касающихся и самого фундамента и грунта, нельзя размещать здания и сооружения. Поэтому для дальнейших стадий проектирования (ПД и РД) необходимо получить геологическую информацию по типам и характеристикам грунтов. В связи с этим необходимо создать рабочую геологическую 3D-модель

площадки. Для этого необходимо использовать программный продукт Geotechnical Module. С его помощью получают послойные поверхности TIN по каждому грунту. После создания геологической 3D-модели необходимо ещё раз скорректировать отметку макро-планировки с учетом рабочей геологической модели.

Результатом IV этапа должны быть рабочая 3D-геология, послойные поверхности по каждому из грунтов с учётом доработки выклиниваний и линз, а также скорректированная отметка макропланировки;