

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К.Турысова

Кафедра «Нефтяная инженерия»

Сатпаев Аслан Ермекулы

Создание информационной 3D модели промышленного объекта

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 7М07202 – Нефтяная инженерия

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К.Турысова

Кафедра «Нефтяная инженерия»

УДК 6 62 62-9 62-91

На правах рукописи

Сатпаев Аслан Ермакулы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

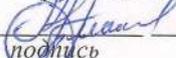
На соискание академической степени магистра

Название диссертации Создание информационной 3D модели промышленного объекта
Направление подготовки 7M07202 – Нефтяная инженерия

Научный руководитель

PhD

(ученая степень, звание)



Кабдушев А.А.

подпись

Ф.И.О.

" 28 " 06 2021г.

Рецензент

к.т.н., начальник отдела УМО

(ученая степень, звание)



Манапбаев Б.Ж.

подпись

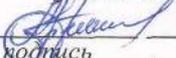
Ф.И.О.

" 25 " 06 2021г.

Нормоконтроль

PhD

(ученая степень, звание)



Кабдушев А.А.

подпись

Ф.И.О.

" 25 " 06 2021г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Нефтяная инженерия

(наименование кафедры)

Магистр

(ученая степень, звание)

Дайров Ж.К.

подпись

Ф.И.О.

" " 2021г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К.Турысова

Кафедра «Нефтяная инженерия»

7М07202 – Нефтяная инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Нефтяная инженерия

_____ Дайров Ж.К.

“ _____ ” _____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Сатпаеву Аслану Еркемулы

(Ф.И.О. обучающегося)

Тема: Создание информационной 3D модели промышленного объекта

(тема магистерской диссертации)

Утверждена приказом Ректора Университета № 330 – М от " 11 " ноября 2021г.

Срок сдачи законченной диссертации " _____ " _____ 2021г.

Исходные данные к магистерской диссертации: _____

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а) Рассмотреть текущее состояние проблемы

б) Провести анализ различных методов моделирования промышленных объектов

в) Провести литературный обзор по исследуемой теме

г) Проведение работ в программе моделирования

д) На основе сделанной модели рассмотреть результаты внедрения на промышленном объекте

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

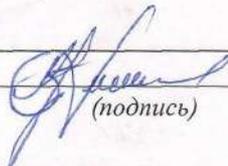
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Литературный обзор отечественных и зарубежных подобных проектов	21.05.2020	-
Теоретическая основа диссертации	07.01.2021	-
Проведение интеграции модели в производство и предоставление отчета	01.06.2021	-

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

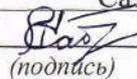
Наименования разделов	Консультанты Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Текущее состояние вопроса проблемы управления информацией	Кабдушев А.А., PhD	25.06.2021	
Современные методы управления информацией		25.06.2021	
Литературный обзор отечественных и зарубежных источников по внедрению информационной модели		25.06.2021	
Проведение моделирования информационной модели		25.06.2021	
Проведение интеграции с предприятием		25.06.2021	
Нормоконтролер		25.06.2021	

Научный руководитель _____ Кабдушев Арман Арстангалиевич


(подпись)

(Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению обучающегося _____ Сатпаев Аслан Еркекулы


(подпись)

(Ф.И.О.)

Дата

" 25 " 06 20 21 г.

АННОТАЦИЯ

Сегодня отрасль столкнулась с новой коммерческой реальностью - низкими ценами на нефть. Нефтегазовые установки становятся все более сложными. Новые производственные мощности должны быть введены в эксплуатацию в максимально сжатые сроки. Создается все больше и больше данных, в связи с чем возникают проблемы, связанные с доступом к этой информации, ее совместным использованием и контролем.

Стоимость простоев, запланированных или незапланированных, растет; производственные мощности требуют постоянной модификации. Никогда не было такой острой необходимости в более эффективном использовании информации, содержащейся в нефтегазовых активах.

Чертежи и технические данные для завода в большинстве своем устарели или недоступны, а многие из старых заводов не имеют данных 3D формата. На протяжении многих лет использовались различные методы обследования, но они, как правило, требовали много человеко-часов, давали ненадежные данные и медленно предоставляли информацию рабочим командам. Технологии лазерного сканирования, создающие данные облака точек, избегают этих проблем.

Управление производительностью активов направлено на повышение надежности и доступности физических активов при минимизации рисков и операционных затрат, оптимизации производительности для увеличения рентабельности инвестиций в активы.

В данной работе раскрываются ограничения документоориентированного подхода к управлению информацией об активах и объясняется, как неинтегрированные информационные базы данных приводят к разрозненным хранилищам данных и влияют на производительность ресурсов и безопасность эксплуатации.

Представлена новая концепция навигации цифровых данных, которая добавляет уровень информации об активах. Решение в данной работе использует навигационные 2D- и 3D-модели для создания «живых» цифровых двойников оборудования, машин. Он создает централизованное хранилище информации для обеспечения целостного контекстного представления данных.

Этот подход объединяет интерактивные визуализации оборудования и заводов с данными, которые группы могут использовать для проверки состояния активов и мониторинга.

Данная работа представляет собой смену парадигмы для традиционного управления эффективностью активов, представляя новый способ для инженеров, операторов и групп технического обслуживания взаимодействовать с информацией об активах на протяжении всего их жизненного цикла для сокращения капитальных и операционных затрат. Возможность быстрого доступа к информации об активах и предприятиях и визуализации производительности активов может помочь значительно улучшить общее состояние объекта.

ANNOTATION

Today, the industry is faced with a new commercial reality - low oil prices. Oil and gas installations are becoming more and more complex. New production facilities should be put into operation as soon as possible. More and more data is being created, which poses problems in accessing, sharing and controlling this information.

The cost of downtime, whether planned or unplanned, is on the rise; production facilities require constant modification. There has never been such a pressing need to make better use of the information contained in oil and gas assets.

The drawings and technical data for the plant are mostly out of date or unavailable, and many of the older plants do not have 3D format data. Various survey methods have been used over the years, but they tended to require many man-hours, produced unreliable data, and were slow to provide information to work teams. Laser scanning technologies that generate point cloud data avoid these problems.

Asset performance management aims to improve the reliability and availability of physical assets while minimizing risks and operating costs, optimizing performance to increase the return on investment in assets.

This paper uncovers the limitations of a document-based approach to asset information management and explains how non-integrated information databases lead to disparate data stores and impact resource performance and operational safety.

A new concept of digital data navigation is introduced that adds a layer of asset information. The solution in this work uses navigation 2D and 3D models to create “living” digital twins of equipment and machines. It creates a centralized repository of information to provide a coherent contextual view of data.

This approach combines interactive visualizations of equipment and plants with data that teams can use to inspect asset health and monitor.

This work represents a paradigm shift for traditional asset performance management, presenting a new way for engineers, operators and maintenance teams to interact with asset information throughout their entire lifecycle to reduce capital and operating costs. The ability to quickly access asset and plant information and visualize asset performance can help dramatically improve the overall health of a facility.

АҢДАТПА

Бүгінгі күні сала жаңа коммерциялық шындыққа - мұнайдың төмен бағасына тап болды. Мұнай және газ қондырғылары күрделене түсуде. Жаңа өндіріс орындары мүмкіндігінше тезірек іске қосылуы керек. Осы ақпаратқа қол жеткізу, бөлісу және бақылау мәселелерін тудыратын көптеген деректер жасалуда.

Жоспарланған немесе жоспарланбаған бос уақыттың құны өсуде; өндірістік қондырғылар үнемі өзгеріп отыруды қажет етеді. Мұнай-газ активтеріндегі ақпараттарды тиімді пайдалану үшін мұндай өткір қажеттілік ешқашан болған емес.

Зауытқа арналған сызбалар мен техникалық деректер негізінен ескірген немесе қол жетімді емес, ал көптеген ескі зауыттарда 3D форматындағы деректер жоқ. Көптеген жылдар бойы әр түрлі зерттеу әдістері қолданылды, бірақ олар көптеген адам-сағатты талап етті, сенімсіз мәліметтер шығарды және жұмыс топтарына ақпараттар беруде баяу болды. Бұлтты деректерді жасайтын лазерлік сканерлеу технологиялары бұл мәселелерден аулақ болады.

Активтердің тиімділігін басқару тәуекелдер мен операциялық шығындарды минимизациялау кезінде активтерге сенімділік пен қол жетімділікті жақсартуға, активтерге салынған инвестициялардың кірістілігін арттыру үшін тиімділікті оңтайландыруға бағытталған.

Бұл мақалада активтер туралы ақпаратты басқарудағы құжатқа негізделген тәсілдің шектеулері жойылып, интеграцияланбаған ақпараттық мәліметтер базалары деректерді сақтаудың әртүрлі болуына және ресурстардың өнімділігі мен пайдалану қауіпсіздігіне қалай әсер ететіндігі түсіндіріледі.

Активтер туралы ақпарат қабатын қосатын сандық навигацияның жаңа тұжырымдамасы енгізілді. Бұл жұмыстағы шешім жабдықтар мен машиналардың «тірі» цифрлық егіздерін құру үшін навигациялық 2D және 3D модельдерін қолданады. Ол деректердің дәйекті контексттік презентациясын қамтамасыз ету үшін ақпараттың орталықтандырылған репозиторийін жасайды.

Бұл тәсіл жабдықтар мен өсімдіктердің интерактивті көрнекіліктерін топтар активтердің денсаулығын тексеру және бақылау үшін қолдана алатын мәліметтермен біріктіреді.

Бұл жұмыс инженерлерге, операторларға және техникалық қызмет көрсету топтарына капиталды және пайдалану шығындарын азайту үшін бүкіл өмірлік циклінде активтер туралы ақпаратпен өзара әрекеттесудің жаңа әдісін ұсынатын дәстүрлі активтерді басқарудың парадигмалық ауысуын білдіреді. Активтер мен қондырғылар туралы ақпараттарға жылдам қол жеткізу және активтердің өнімділігін елестету мүмкіндігі объектінің жалпы денсаулығын күрт жақсартуға көмектеседі.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1) Цель работы	12
2) Основные задачи	13
3) Описание системы ТОРО и ее составных частей	14
4) САПР программы	16
5) Выбор программы системы управления проектированием завода.	
AVEVA Everything 3D	18
6) Подготовительные работы	21
7) Основная часть – Теория	22
7.1) Проблема управления массивами данных	22
7.2) Текущая ситуация	22
7.3) Требования к решению	23
7.4) Обмен данными	23
7.5) Передача данных	24
7.6) Операции с текущими данными	24
7.7) Предлагаемый архитектурный подход	25
7.8) Примеры использования	30
7.9) Доступ к информации	31
7.10) Визуализация контекстной информации	33
7.11) Цифровой двойник для ремонта	33
8) Работа на ПНХЗ	35
8.1) Общие рекомендации. Поэтапный подход компании AVEVA к внедрению современных технологий	35
8.2) Технические требования	38
8.3) Границы и рамки (объем) классификации и кодирования	38
8.4) Подготовительные работы	39
8.5) Комплекс полевых работ	40
8.6) Принципы построения системы классификации и кодирования информации	43
8.7) Моделирование. Этап создания информационной модели, выполнен с использованием программного продукта Aveva E3D	43
8.8) Описание классификации и кодирования	45
8.9) Шаблоны Технических мест и Единиц оборудования	54
8.10) Требования к предоставлению данных (3D модель)	57
8.11) Определение контрактных требований к проектной организации по составу и передаче 3D моделей	57
8.12) Обзор процедуры передачи информации	58
8.13) Программное обеспечение	60
8.14) Распределенное проектирование	61
8.15) Объем передаваемых данных	61
8.16) Требования к содержанию трехмерной модели	62
8.17) Требования к атрибутам	62

8.18) Соответствие информационному стандарту	63
8.19) Рассмотрение модели	64
8.20) Устранение замечаний	65
8.21) AVEVA NET	65
9) Расширенный мониторинг состояния активов	67
10) Представление данных и результатов	69
11) Вывод	71
12) Список использованной литературы	74
13) Приложение А	76
14) Приложение Б	83
15) Приложение В	85
16) Приложение Г	87
17) Приложение Д	90
18) Приложение Е	92
19) Приложение Ж	95
20) Приложение З	97

Введение

Проект, представляет собой применение технологии трехмерной визуализации на объектах для решения эксплуатационных задач и общей ситуационной осведомленности. Целью проекта было создание интуитивно понятной операционной среды для мониторинга состояния оборудования, предоставления доступа к соответствующим данным из разрозненных хранилищ информации, предоставления платформы для визуальной интеграции и совместной работы.

Модель предоставляет собой подробную трехмерную среду, которая дополняется обширной интеграцией данных, помогая пользователям визуализировать и найти нужную информацию. Таким образом, создается основа для совместного анализа, оптимизации и принятия решений, в которой информация из различных репозиториях будет интеллектуально интегрирована и визуализирована в среде, поддерживая планирование, способствуя стандартизации и помогая в устранении операционных проблем. В общем, проект будет поддерживать операционное превосходство и ситуационный ремонт путем объединения физических моделей с пространственными данными вместе с текущей оперативной информацией. [1].

В типичном жизненном цикле предприятия этап эксплуатации и обслуживания оборудования обычно ограничивается плановыми проверками. Однако в других дисциплинах, таких как нефтегазовая инженерия, автомобилестроение, в которых для использования важного оборудования или транспортных средств является приоритетом, эта среда огромных наборов данных и анализа, требует использования новых инструментов управления данными. [2]

Активы генерируют и потребляют большое количество разнообразной информации. Это важно почти для каждого аспекта их деятельности, но слишком часто к ним трудно получить эффективный доступ. Поскольку эта информация существует в различных формах и из различных источников, персонал организации, такой как группы инженеров технического обслуживания часто тратят значительные усилия на поиск и проверку необходимой информации, прежде чем сможет выполнять важные задачи.

Общие проблемы, с которыми обычно сталкиваются компании, связанные с информацией об их активах, включают:

- Отсутствие фактической информации для устаревших операционных активов.
- Невозможность просмотра документов, 2D (2-х мерных) чертежей и 3D (3-х мерных) моделей
- Невозможность проверять, связывать технические данные, полученные из различных инструментов и форматов файлов.

Инженеры и проектировщики могут потратить много непродуктивного времени в начале проекта модернизации в поисках информации, необходимой

для начала собственно модернизации. Эта задержка не только увеличивает стоимость проекта, но и может серьезно повлиять на график. Ключевыми движущими силами в этом развитии были зависимость от точности собранных данных и необходимость сокращения времени, необходимого для того, чтобы сделать эти данные доступными для персонала проекта [3]

Информация часто хранится в различных форматах в несвязанных репозиториях с группами, которые могут быть рассредоточены по разным глобальным локациям. Диаграммы трубопроводов и КИП хранятся в одном месте, модели САПР - в другом, исторические данные и матрицы рисков - в еще одном и т. Д. Такой подход создает серьезные бизнес-проблемы и снижает эффективность, особенно когда инженерам и операторам необходимо быстро анализировать несколько источников и форматов данных для управления бизнес-рисками и принятия решений.

Используя существующую технологию цифровых двойников, можно объединить несколько разрозненных хранилищ и форматов информации в единую функциональную модель с возможностями визуализации, которые позволяют собирать информацию в реальном времени. Концепция решения 3D модели позволяет компаниям и операторам визуализировать цифрового двойника, предлагая гибкость для выявления операционных аномалий и принятия мер до того, как преждевременный выход из строя дорогостоящих активов приведет к преждевременному отказу активов и незапланированным простоям. [4]

ПНХЗ эксплуатирует парк сложных активов, некоторые из которых накопили большие объемы данных и документации по техническому обслуживанию и модификациям, поэтому возникли аналогичные проблемы. Чтобы решить эти проблемы, продлить срок службы существующих активов и повысить эффективность работы активов в будущем, ПНХЗ инициировала проект, направленный на создание точного и полного цифрового представления своего завода.

Проект включает в себя трехмерное лазерное сканирование, построение интеллектуальных трехмерных моделей, из которых создаются двухмерные чертежи компоновки, двухмерные схематические чертежи, в дополнение к связанным с моделью данными.

В этом документе представлены основные процессы и технологические компоненты, задействованные в рамках создания цифрового двойника ПНХЗ, а также важные методики для других нефтегазовых предприятий, планирующих реализовать аналогичные инициативы. [5]

1 Цель работы

Целью данной диссертационной работы является описание процесса поэтапного создания цифровой пространственной 3D модели Павлодарского нефтехимического завода с автоматизированной системой управления, техническим обслуживанием и ремонтом оборудования.

2 Основные задачи

Задача проекта – создание информационной модели завода, содержащей в электронном виде пространственное описание объекта эксплуатации, включая архитектурные, функционально-технологические, конструктивные, инженерно-технические и иные решения, а также необходимые исходные данные для строительства, реконструкции и эксплуатации объекта

В данной работе детально охарактеризованы главные этапы создания трехмерной модели, процесса обработки полученных данных, моделирование и наполнение цифровой модели атрибутивными данными. При написании работы были также использованы методы анализа, синтеза, сравнения точностных характеристик, полученных в ходе исследования данных.

3 Описание системы ТОРО и ее составных частей

В пределах проведения Программы цифровой трансформации проекта «Переход на увеличенный межремонтный период на НПЗ» АО «НК «КазМунайГаз» внедрил в 2018 году на Павлодарском нефтехимическом заводе автоматизированную систему управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования и обеспечения надежности и механической целостности.

Система технического обслуживания и ремонта оборудования состоит из четырех автоматизированных подсистем:

- IBM Maximo – это программный продукт, который ведёт организацию проведения ремонтов, объёмов, историю и стоимость выполненных ремонтных работ, учёт технических характеристик каждой единицы оборудования в автоматическом режиме.
- Meridium APM – система, которая предназначена для анализа эффективности производственных активов, обеспечения надежности и управления инспекциями.
- Asset Sentinel – система, которая заранее прогнозирует выход оборудования из строя, осуществляет сбор статистики работы оборудования, осуществляет мониторинг оборудования в реальном времени, отслеживает состояние активов в режиме онлайн.
- Downtime Reporting – система, предназначенная для фиксации и отправки ответственным специалистам уведомлений о наличии простоев на установках, учёта простоев оборудования, архивировании записей по простоям и потерям производства.

Все перечисленные системы нацелены на увеличение межремонтных интервалов, исключение внеплановых выходов оборудования из строя, а также снижение затрат на его ремонт и финансовых потерь производства от простоя технологических установок. [6]

Результат внедрения технического обслуживания и ремонта оборудования – сокращение внеплановых и плановых простоев оборудования, увеличение межремонтного периода, повышение надежности и механической целостности оборудования в условиях непрерывного технологического процесса, безопасность производства, снижение риска возникновения внештатных и аварийных ситуаций, уменьшение затраты на техобслуживание и капитальный ремонт, увеличение производительности работ и общей эффективности оборудования.

В настоящее время, идет выполнение Программы цифровой трансформации АО «НК «КазМунайГаз» путем реализации проекта «Создание цифрового Генерального плана и 3D модели НПЗ РК». Проект включает в себя развитие автоматизированных систем через работы по расширению интеграции систем и увеличению объема передаваемых между

ними данных, подключению других структурных подразделений предприятия, исключению дублирования, настройке новых модулей.

Инициатором Проекта является Павлодарский нефтехимический завод, который в мае 2019 года, заключил договор на реализацию данного проекта. Согласно договору, за исполнителем закреплено создание информационной модели, выполнение поставки серверного оборудования, ПО, графических станций, интеграция AVEVA с системой технического обслуживания и ремонта оборудования и обучение специалистов Заказчика.

Интеграция информационной модели завода с системой технического обслуживания и ремонта оборудования, предусмотрена в подсистеме IBM Maximo.

Просмотр, заполнение и извлечение данных информационной модели завода будет осуществляться посредством использования подсистемы IBM Maximo.

Трехмерная визуализация модели с атрибутивными данными повысит эффективность процесса планирования и выполнения работ по техническому обслуживанию.

Таким образом, расширение возможностей системы технического обслуживания и ремонта оборудования позволит более эффективно управлять активами и положениями, создавать системы из моделей, отслеживать заявки и задания, просматривать модель предприятия в 3D формате.

4 САПР программы

Со временем предприятие переходит к более интеллектуальным операциям и бизнес-процесс больше не фрагментируется внутри отделов или функций. Чем больше данных мы перерабатываем, тем более способными мы становимся предвидеть сбои, работать безопаснее с меньшим воздействием на окружающую среду и более высокой производственной эффективностью. Наиболее конкурентоспособные предприятия будут иметь целостную систему видимости данных, что позволит им более точно корректировать производственные процессы, тем самым повышая эффективность, снижая риски и затраты.

Однако, мы по-прежнему видим неэффективные, недостаточно используемые, разрозненные источники данных. Системы управления слабо связаны и дают ограниченное представление о производительности. Традиционная статическая информационная архитектура препятствует конкурентоспособности и использованию новых бизнес-моделей, поскольку локальный анализ приводит к неоптимальным решениям. Растущая потребность в гибкости и адаптируемости перед лицом меняющихся рынков и быстро развивающихся технологий требует, чтобы мы нашли способы упростить то, как мы взаимодействуем с существующими системами информацией и их использованием.

От производственных систем все чаще требуется предоставлять согласованную, понятную и своевременную информацию.

Таким образом, данные должны быть доступны глобально, а информация должна быть синхронизирована и представлена в операционных системах. Чтобы добиться этого, предприятия вкладывают средства в технологии сбора и хранения данных.

Прогнозируя потенциальный сбой или, возможно, тот факт, что техническое обслуживание требуется скорее, чем ожидалось, производители нефти и газа могут как избежать неожиданных отключений, так и минимизировать потерю рабочего времени из-за запланированных отключений. Это особенно важно в среде, где активы очень дорогие, удаленные и трудные в обслуживании. Что касается неожиданных сбоев, они, как минимум, приведут к потере производственного времени, а в худшем случае - к проблемам безопасности и окружающей среды, которые угрожают жизни и наносят ущерб репутации компании.

Помимо проблемы использования информации существует дополнительная проблема, с которой сталкивается нефтегазовая отрасль из-за «наследия» существующих приложений, поддерживающих работу предприятия. Нефтегазовая отрасль, как и другие отрасли, сталкивается с дилеммой управления своими операциями и активами с помощью настраиваемых приложений, включая коммерческие, самодельные приложения. Хотя эти разрозненные приложения полезны, они затрудняют ремонтпригодность и создают проблемы с поддержкой и обслуживанием.

Большинство этих приложений интегрируют к источникам информации и не имеют контекстной информации относительно оборудования, особенно когда собранные данные агрегированы для последующего анализа. Это может привести к задержкам в понимании контекста информации и возможности использовать ее для обнаружения проблем и анализа.

Возможность для более интеллектуальных операций состоит в том, чтобы связать воедино огромный объем информации, а также людей, ответственных за операции. [7]

5 Выбор программы системы управления проектированием завода. AVEVA Everything 3D

Выбор данного программного продукта обусловлен рядом причин:

- Информационная модель Aveva E3D, интегрируется с IBM Maximo.
- Интеграция данных лазерного сканирования с 3D моделью и наличие инструментов обработки;
- Возможность работы с мобильными устройствами и «облачными» технологиями;
- Удобные инструменты для быстрого создания и оформления чертежей согласно необходимым требованиям;
- Совместная работа над одним проектом для моделирования в трехмерном пространстве AVEVA PDMS;
- Полная интеграция с другими системами моделирования AVEVA, которые используются в работе, в том числе с технологиями для работы со схемами;
- Возможность повторного использования данных;
- Интуитивно понятный пользовательский интерфейс для выполнения различных задач проектирования.

Приложение AVEVA Everything 3D™ — это программа, позволяющая вести трёхмерное проектирование промышленных объектов с высокой степенью качества.

Данное решение позволит значительно ускорить ход выполнения проекта, максимально автоматизировать и сделать эффективным процесс взаимодействия со строительной площадкой, снизить издержки и риски, связанные с организацией проектирования и строительства, эффективно управлять изменениями, возникающими как по ходу проекта, так и при выполнении исполнительной документации.

AVEVA E3D™ – предоставляет среду проектирования с централизованным хранением данных для всех проектных дисциплин, задействованных в ходе трехмерного проектирования промышленных предприятий. Система включает в себя модули для проектирования оборудования, трубопроводов, системы отопления, вентиляции и кондиционирования, строительной и архитектурной части, кабельных лотков и т.д. (Приложение А, Рисунок 1)



Рисунок 1 А) Система трехмерного проектирования

Б) Проектирование металлоконструкций

В) Проектирование зданий

Г) Проектирование лестниц и ограждений

Д) Проектирование металлических узлов

Е) Проектирование оборудования

Варианты моделирования:

- Моделирование примитивами
- Моделирование шаблонами

Ж) Проектирование трубопроводов

Правила маршрутизации – режим построения трубопровода по определенным настраиваемым проектировщиком правилам

1. Прокладка трубопровода
2. Изменение расположения элементов
3. Перекомпоновка трасс трубопроводов с учетом правил:
 - Относительно друг друга
 - Относительно опор эстакад
 - Относительно любой плоскости
 - Назначенных ограничений

З) Проектирование воздухопроводов

И) Работа с данными лазерного сканирования

К) Проверка на коллизии

Варианты проверок:

- Коллизии между элементами 3D-модели
- Коллизии с резервными зонами (зоны обслуживания оборудования, арматуры, прохода персонала и т.д.)

- Коллизии между 3D-моделью и облаком точек.

Л) Проверка на нормы проектирования

М) Проверка на консистенцию

Н) Импорт и экспорт инженерных данных

- ArchiCAD
- Autodesk Revit
- Autodesk Civil3D
- Magicad
- Rebro (Japan)
- SCIA Scaffolding
- Solidworks
- Speedikon
- Tekla

О) Собственный язык программирования PML

В проекте с использованием САПРа AVEVA, благодаря визуализации активов будет эффективно использоваться 3D-модель завода. Лазерное сканирование завода и демонстрация интеграции системы управления данными внедрены для повышения эффективности и качества компоновки завода.

Приложение AVEVA E3D, позволило многопрофильной команде работать вместе «вживую» и совместно над одним проектом во всех соответствующих дисциплинах. Соответствующий метод лазерного сканирования существующего завода обеспечивает достоверную информацию, которая должна быть включена в моделирование E3D, что позволяет выполнить и спроектировать эффективную и действенную компоновку завода.

Прикладной инструмент E3D включает автоматическое создание многопрофильных чертежей, ведомостей материалов и «сквозной» просмотр проектной модели. Эти вспомогательные инструменты существенно сокращают необходимое количество человеко-часов и повышают качество проектирования. [8]

6 Подготовительные работы

В настоящее время существует множество поставщиков, производящих и поставляющих лазерные сканеры на рынок. На рисунке 2 показан типичный лазерный сканер.



Рисунок 2 - Лазерный сканер высокого разрешения

«Головка» сканера медленно вращается по вертикальной оси, в то время как лазерный глаз очень быстро вращается по горизонтальной оси. Результирующее изображение высокой четкости, полученное в каждом местоположении сканера, охватывает 360° по вертикальной оси и 310° по горизонтальной оси. Единственная область, которая не улавливается, - это диаметр 2 метра у основания штатива. [9]

7 Основная часть - Теория

Проблема управления данными была тщательно изучена и сообщена нефтегазовыми организациями. ExxonMobile представила подробный анализ проблемы, связанной с поиском, доступом и манипулированием информацией, совокупно определяемой как время «поиска данных». Что касается хранилища, было обнаружено, что 50% или более данных были дублированы, а 80% сохраненных данных никогда не использовались. Было также замечено, что неструктурированные данные занимали от 15 до 30% времени обработки, из которых 50% времени уходило на поиск только данных. [10]

7.1 Проблема управления массивами данных.

Сегодняшние масштабные инженерные проекты создают информационные активы, размер и сложность которых делают их практически неуправляемыми традиционными методами. Например, если одна платформа обычно может содержать 30 000 тегированных элементов, каждый из которых содержит около 60000 контролируемых документов, крупномасштабный производственно-распределительный комплекс может включать в себя количество тегов, исчисляемое сотнями тысяч.

7.2 Текущая ситуация

Огромный объем доступных данных и отсутствие универсальной и корпоративной системы данных, которая привязана к физическим активам, с которыми связаны данные, является серьезным препятствием для доступа к информации для использования в нужное время. Подводя итог, текущая ситуация такова:

- Отсутствует хороший механизм для обеспечения единого представления для информации на предприятии.
- У нас есть множество несовместимых систем, которые по-разному относятся к одной и той же информации и имеют разные методы доступа.
- Внедрение новых объектов и новых приложений на существующих объектах - сложная, трудоемкая и дорогостоящая задача. Это ведет к:
 - Высокие затраты на внедрение и обслуживание.
 - Изменчивость в производительности операций
 - Слабая совместимость процессов и систем.
 - Отсутствие своевременной и понятной информации для принятия решений.

7.3 Требования к решению

Что необходимо с точки зрения решения, так это система поддержки, которая обеспечивает следующее:

- Единообразный способ обращения к информации (например, задавать каждому отдельному оборудованию уникальный тэг).
- Своевременный доступ к релевантной информации без необходимости использования разрозненных источников.
- Поддержка интеграции бизнес-процессов, зависящих от информации, поступающей из производственных систем. [11]

По данным Norwegian Oil Industry Association, текущая ситуация (с точки зрения архитектуры интеграции) выглядит следующим образом: (Рисунок 3).

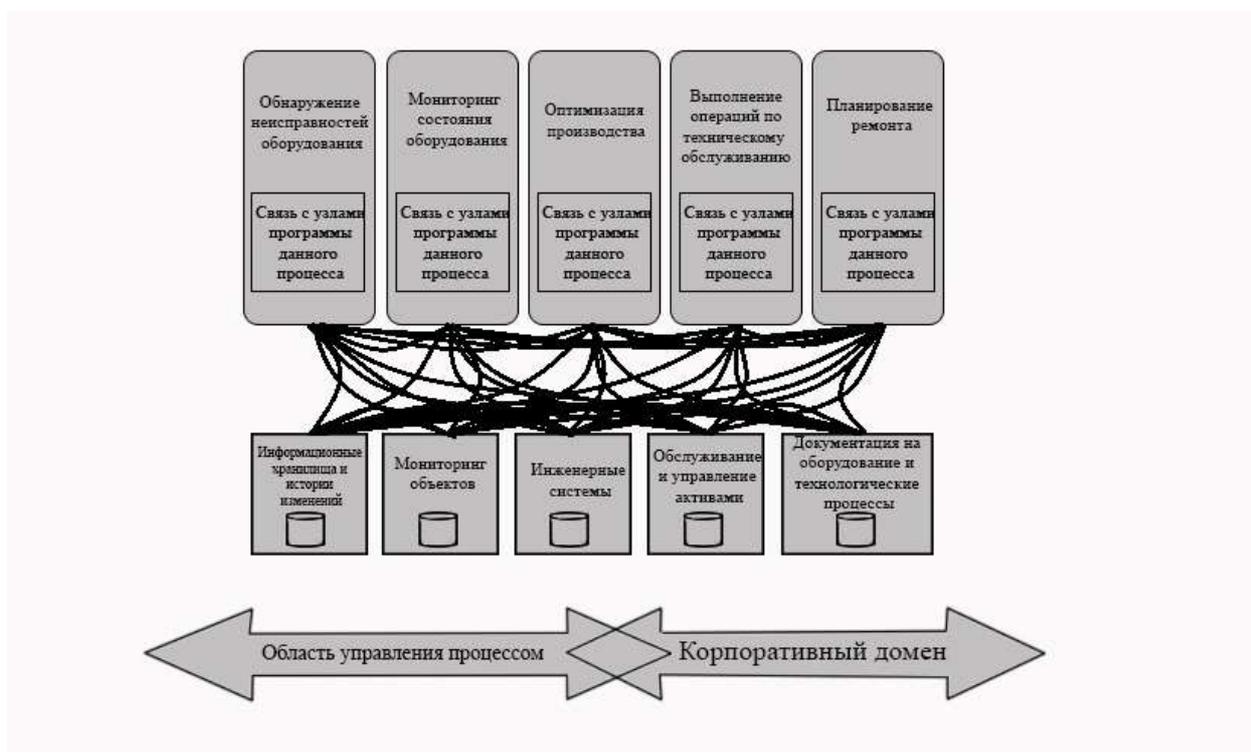


Рисунок 3 - Схема текущей ситуации

7.4 Обмен данными

Создание и обмен данными между инженерными дисциплинами становится все более и более сложным. Некоторая информация, созданная только один раз, а затем распространенная, носит интерактивный характер по всему потоку данных проекта. Рабочие процессы, будь то внутри и между отделами, на разных континентах, внутри и между разными компаниями, необходимо управлять и контролировать. Хуже того, во многих случаях информация изолирована в упомянутых выше разрозненных хранилищах,

часто в разных форматах и не имеет надлежащих перекрестных ссылок - если перекрестная ссылка вообще существует. В подобной ситуации многие исследования показали, что более 50% человеко-часов на техническое обслуживание может быть потрачено впустую на отслеживание информации. Незапланированные простои могут приводить к 5% потерянной продукции ежегодно. Что еще хуже, большинство инцидентов, связанных с безопасностью, в конечном итоге объясняется плохим обменом информацией.

7.5 Передача данных

Передача данных всегда была трудным, трудоемким и дорогостоящим процессом. Ремонтные группы часто не знают точно, что они получают точную информацию, не знают, является ли она полной, и им сложно консолидировать и включить эти полученные данные в свои собственные системы управления.

Трудности заключаются в объединении документов и ключевых метаданных, а также в объединении и управлении наборами данных для доставки в указанных и согласованных форматах.

7.6 Операции с текущими данными

Переходя к этапу эксплуатации, информационные проблемы продолжают; необходимые документы не могут быть найдены достаточно быстро, если вообще найдены. Оператор не может быть уверен, что данные ему документы являются правильными, либо из-за слишком большого выбора, либо из-за того, что хранилище документов фрагментировано, а их представление неполное. Невозможно провести эффективный анализ воздействия, если нельзя полагаться на имеющуюся информацию.

Сценарий А: информация о насосе

- Инженер проекта на заводе звонит в головной офис, пытаясь найти информацию для насоса.
- Невозможно найти необходимую информацию.
- Сужает это количество с помощью поисковой системы.
- Вручную просматривает все документы, чтобы определить, существует ли документация насоса или нет.

Результат:

- На все действия у двух человек ушло 2,5 часа - всего пять человеко-часов потери производительности.

Сценарий В: проблема агрегирования данных для объектно-ориентированного проектирования

- Информация поступает из разных систем
- Неполный аудит данных переданной информации

Результат:

- Невозможно найти необходимую информацию, чтобы помочь в устранении неполадок.
- Трудно определить, что именно у них есть и чего им не хватает в различных хранилищах, содержащих информацию.

Сценарий С: Отсутствуют данные о оборудовании

- Обнаружить, что у некоторых единиц оборудования на схемах и идентификаторах нет номеров тегов.
- Около 250 документов за 2 часа

Результат:

- Невозможно найти информацию об оборудовании в доступной документации.
- Невозможность сказать, есть ли недостающая документация, которая должна быть связана с оборудованием.
- Не разрешение проблемы - влияет на план восстановления и реакцию на отключение.

ПНХЗ осознано необходимость перехода от управления технической документацией к управлению инженерной информацией для размещения встроенных инженерных данных. Это позволило перейти от подхода, ориентированного на документы, к подходу, ориентированному на данные, в управлении инженерной информацией с помощью удобной для пользователя системы, которая обеспечивает гибкость для поиска на различных уровнях данных и взаимосвязь информации об активах, для удобной навигации. На ПНХЗ применили IBM Maximo в соответствии со своими требованиями. После оцифровки всех данных, они загружаются в IBM Maximo для проверки на соответствие библиотеке классов, привязываются через тэги к их конкретным элементам и становятся доступными для конечных пользователей.

На этом этапе начинается построение 3D-моделей с помощью лазерного сканирования и с существующей и полученной с сайта информации. [12]

7.7 Предлагаемый архитектурный подход

Любая архитектура решения, которая должным образом решает основные проблемы, изложенные в этом документе, должна поддерживать Интеграция информационной модели завода с системой ТОРО, предусмотрена в подсистеме IBM Maximo. (Рисунок 4)

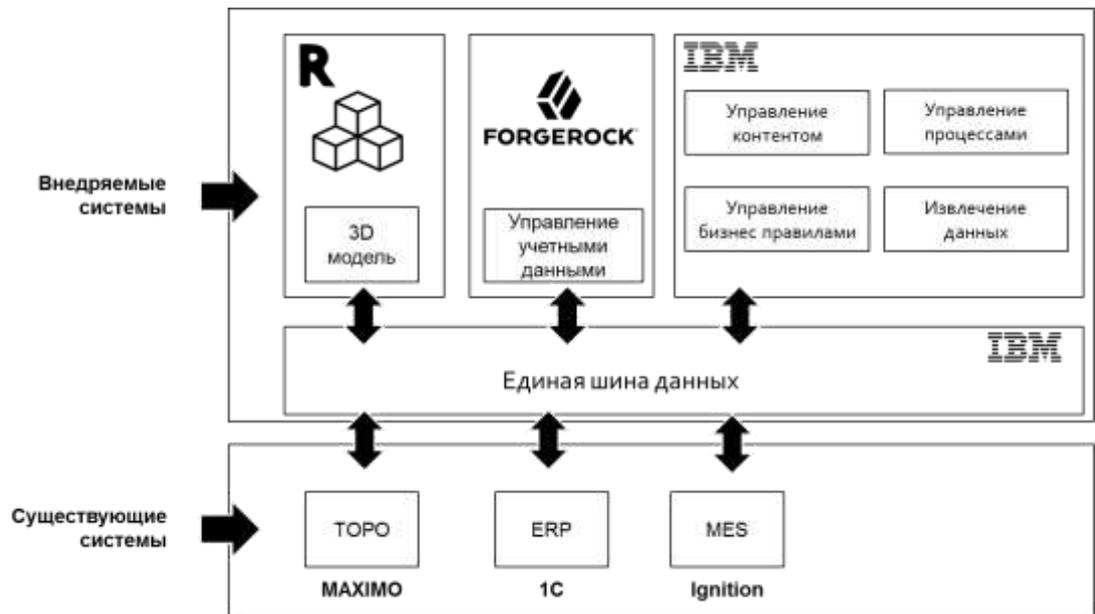


Рисунок 4 - Схема интеграции проекта в систему TOPO

Просмотр, заполнение и извлечение данных ИМ завода будет осуществляться посредством использования подсистемы IBM Maximo. Архитектура Проекта показана на рисунке 5.

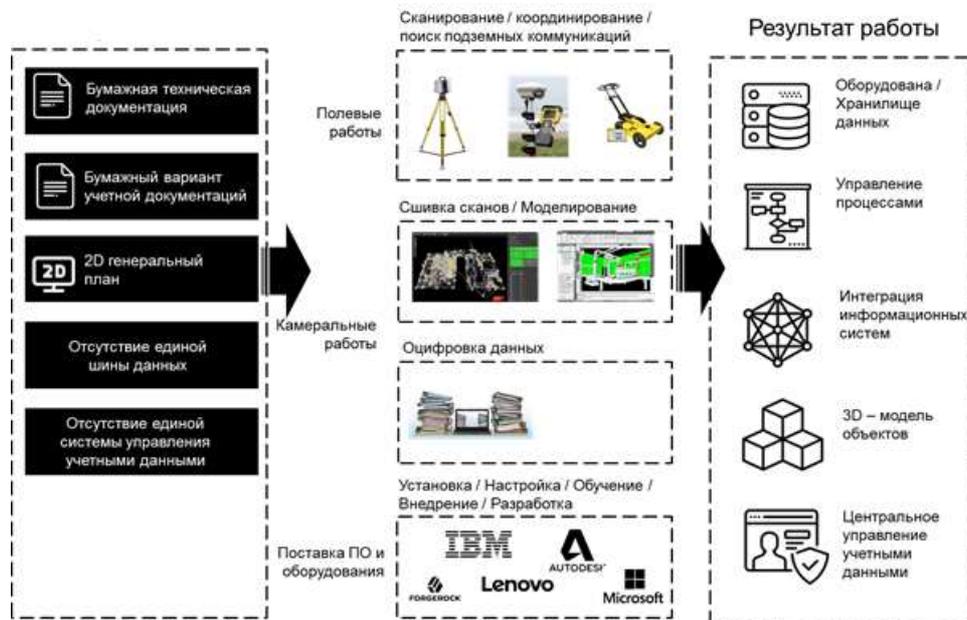


Рисунок 5 - Архитектура реализуемого Проекта

Семантический шаблон возможно, является предполагаемым подходом к более общей проблеме «интеграции данных», и он был выбран как хороший подход для представления информации, которая осуществляет обмен между информационной моделью и хранилищем данных.

Таким образом, расширение возможностей системы ТОРО позволит более эффективно управлять активами и положениями, отслеживать заявки и задания, создавать системы из моделей, просматривать модель предприятия в 3D формате.

Вероятно, ключевым дополнительным компонентом архитектуры по сравнению с более традиционными архитектурами интеграции является информационная модель. Почему важны 3D модели?

Решение AVEVA объединяет разрозненные репозитории информации об активах и операциях для предоставления цифровых представлений оборудования, механизмов. Результатом являются одномерные, двухмерные и трехмерные навигационные визуализации оборудования и заводов, интегрированные с данными, которые группы могут оценивать, например, чтобы виртуально проверить состояние активов.

Возможность быстрого доступа к информации об активах на заводе и визуализации активов открывает дверь для значительного улучшения общего состояния объекта. Например, инженер может быстро сравнить состояние двух соседних насосов с помощью визуальной оценки. Невизуальная система будет идентифицировать их по отдельности, и их близость и местоположение не будут очевидны сразу. С помощью модели инженеры могут не только видеть, что насосы расположены рядом, но и мгновенно определять их относительное состояние по цветовой кодировке в 3D-модели. Ссылка на соответствующий тэг раскрывает информацию обоих насосов в работе завода, а подробный анализ эксплуатационных данных показывает основные проблемы. Система позволяет инженеру принимать обоснованное решение и планировать ремонт обоих насосов, обеспечивая максимальную эффективность и надежность оборудования.

Пользователи также могут визуализировать механическую целостность на основе исторических данных заводских проверок и даты замены. С помощью AVEVA NET инженеры по надежности и обслуживающий персонал предприятия могут использовать 3D-модель для определения близости проблемных участков (например, выделения критических участков трубопровода, где им необходимо проверить целостность), а затем принимать соответствующие решения для корректирующих действий. Инженер также может видеть состояние ближайшего оборудования, чтобы все нерешенные проблемы в окрестностях можно было решить в приоритетном порядке. (Рисунок 6)

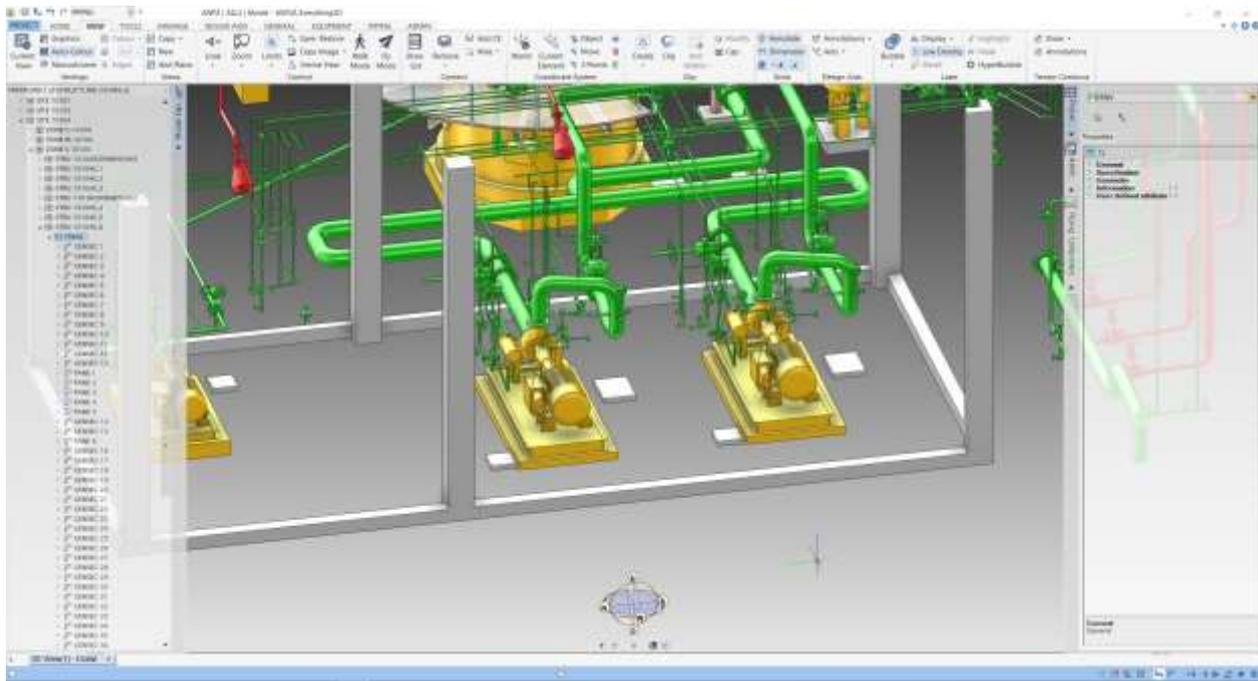


Рисунок 6 - Цифровое представление завода

Интеллектуальная модель предоставляет операторам активов необходимую информацию для принятия решений по снижению рисков, что приводит к повышению общей производительности производственных активов. Это может значительно снизить стоимость эксплуатации активов, поскольку более эффективное использование ресурсов обслуживания снижает прямые эксплуатационные расходы, минимизирует незапланированные простои, сокращает срок окупаемости капиталоемких активов и повышает прибыльность. (Рисунок 7)

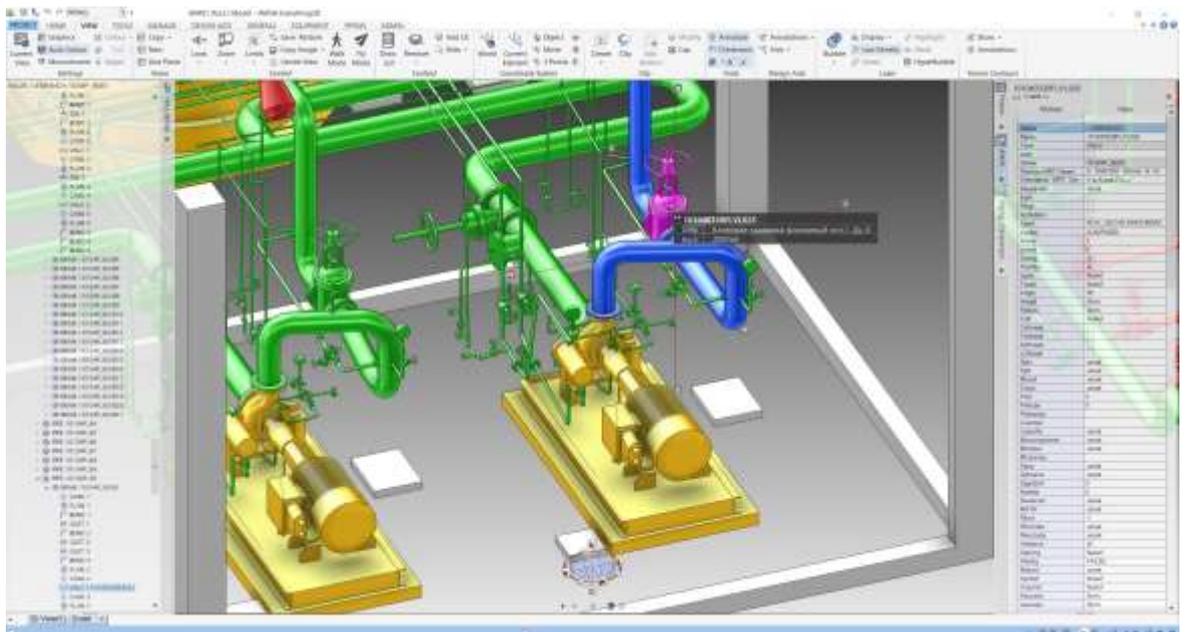


Рисунок 7. Трехмерная модель с выделением задвижки и участка трубопровода

3D модели позволяют пользователям более естественным образом задавать вопросы о том, что происходит в смоделированной системе. Например, нефтеперерабатывающее предприятие может состоять из 5 географических регионов, каждый из которых содержит 3-5 платформ, на каждой платформе есть несколько оборудования, каждое из которых имеет свое назначение. Одно из них имеет назначение разделение нефти, а другое – определенный насос. Информационная модель позволит пользователю задать вопрос вроде «Какова имеется информация насоса № 3а, платформы 4?». Без необходимости знать такие детали, как какая конкретная система управления отслеживает эту информацию или какой тэг имеет этот насос.

Таким образом, 3D модели могут использоваться для связи реального мира, известного инженерам в этом примере, с цифровым миром, который известен лицам, принимающим решения. В цифровом мире контрольная точка, такая как клапан или датчик температуры, известна своим идентификатором в конкретной системе управления через имя тега, например, FT-1201. Это может быть один из нескольких тысяч идентификаторов в любой данной системе управления, и на предприятии может быть много подобных систем управления.

Таким образом, ключевое значение цифровой модели состоит в том, чтобы обеспечить доступ к информации в контексте реального мира согласованным образом.

Эти оборудования составляют онтологию для региона N и могут храниться в цифровой модели, как показано в архитектуре. Таким образом, эту информацию можно легко просмотреть с помощью модели, чтобы ответить на такие вопросы, как «Каково состояние задвижки на установке N», гораздо проще, чем это было бы без цифровой модели, связывающей инженерную информацию с реальным миром.

Архитектуры интеграции на основе моделей обеспечивают быструю сборку данных и контекстную информацию. Фактически, цифровая модель может содержать ссылки на IBM Maximo или на оперативные хранилища данных, как показано в архитектуре.

Одним из примеров такой модели является цифровая модель ПНХЗ, информационная модель, разработанная GeoID, нацеленная на вертикальную интеграцию и согласованность между производственными операционными системами самого низкого уровня с системами бизнеса и управления высокого уровня. Реализацией модели может использоваться, например, для определения корпоративной иерархии нефтеперерабатывающего завода. Точно так же ту же модель можно использовать для моделирования иерархии предприятий для нефтедобывающей платформы. Эта модель на самом низком уровне иерархии может содержать экземпляры оборудования, такого как насосы или двигатели, с которыми могут быть связаны информационные

запросы и действия. Доступны адаптеры для подключения к базам данных, файлам.

Еще одной задачей цифровой модели в этой архитектуре состоит в том, чтобы эта модель обеспечивала объединенное корпоративное представление о состоянии элементов на всех нефтеперерабатывающих объектах по всей области, охватывая разрозненные хранилища и системы, ранее упомянутые в этом документе, объединяя несколько уровней предприятия в одну объединенную модель предприятия.

Также цифровая модель должна поддерживать обнаружение коллизий и прогнозное моделирование, чтобы помочь в реализации «запланированных ремонтных операций»:

Прогностическое моделирование - на основе исторических данных должна быть возможность построения моделей, которые помогут нам предсказать вероятность возникновения сбоев. Эти модели могут быть скорректированы по мере поступления новой информации. Такие модели также можно использовать для обнаружения корреляций между производственными проблемами и проблемами качества, и различными измеримыми условиями эксплуатации, которые могут вызывать эти проблемы каким-то ранее неизвестным образом.

7.8 Примеры использования

3D модель предоставляет информацию о «контексте» оборудования. Контекст - взаимосвязь между физическим оборудованием с другими элементами, которая применяется к цифровой модели.

Если мы продолжим рассматривать наш пример с центробежным насосом (Рисунок 8), мы увидим контекст для нашего центробежного насоса - это основные и второстепенные соединения, идущие к насосу и от него, которые должны быть представлены. Контекст отображается в среде интеграции в виде схемы трубопроводов и приборов, соединенных с этим насосом. Важно учитывать, что цифровая модель - это не замена операционной системы, а визуализация объекта:

- Иерархия проста в навигации и предотвращает избыточное наименование
 - У насоса установлены основные и второстепенные соединения в соответствии с реальностью
 - Нажав на насос, мы получаем все файлы и данные, связанные с этим насосом, такие как рабочие задания, спецификации, журнал оператора.

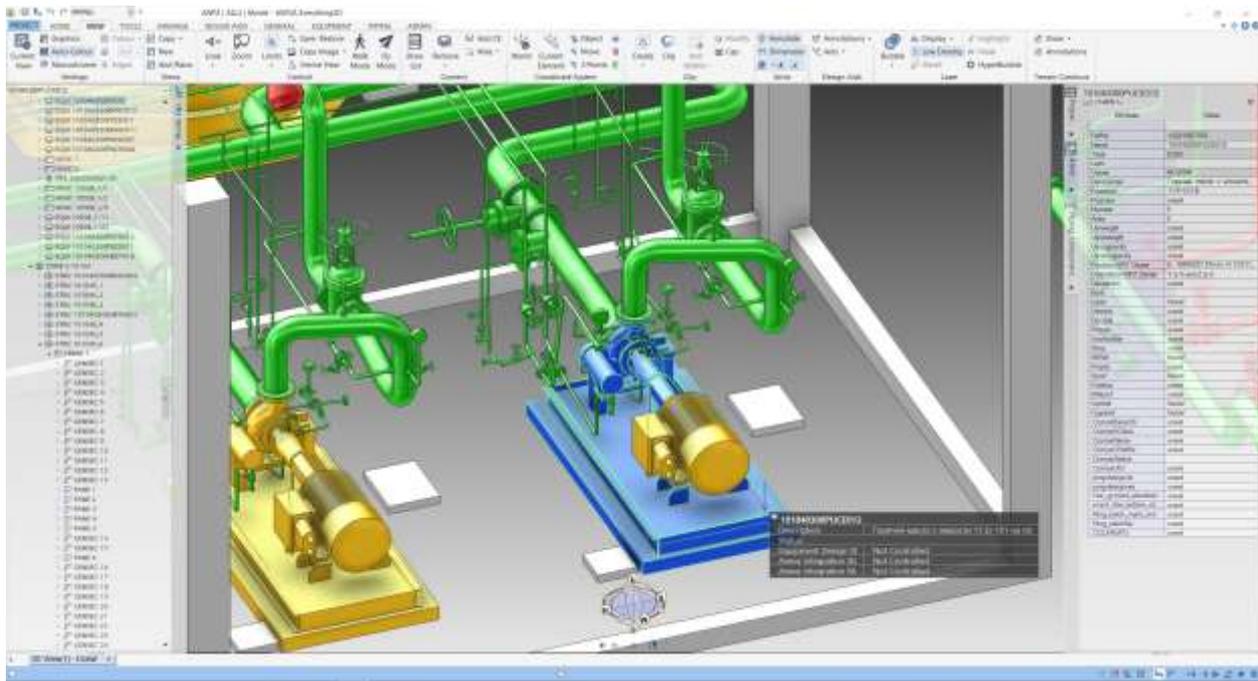


Рисунок 8 - пример с центробежным насосом

7.9 Доступ к информации

Централизованное хранилище информации об активах необходимо для удовлетворения потребностей в доступе к информации и визуализации в масштабах всего предприятия. Это также дает пользователям возможность контролировать свои проекты и информацию об активах на протяжении всего жизненного цикла активов. Этот репозиторий должен позволять пользователям собирать, подключать, получать доступ и визуализировать данные из всех возможных источников, таких как документы, чертежи, регистры, 3D-модели и операционные базы данных. (Рисунок 9)

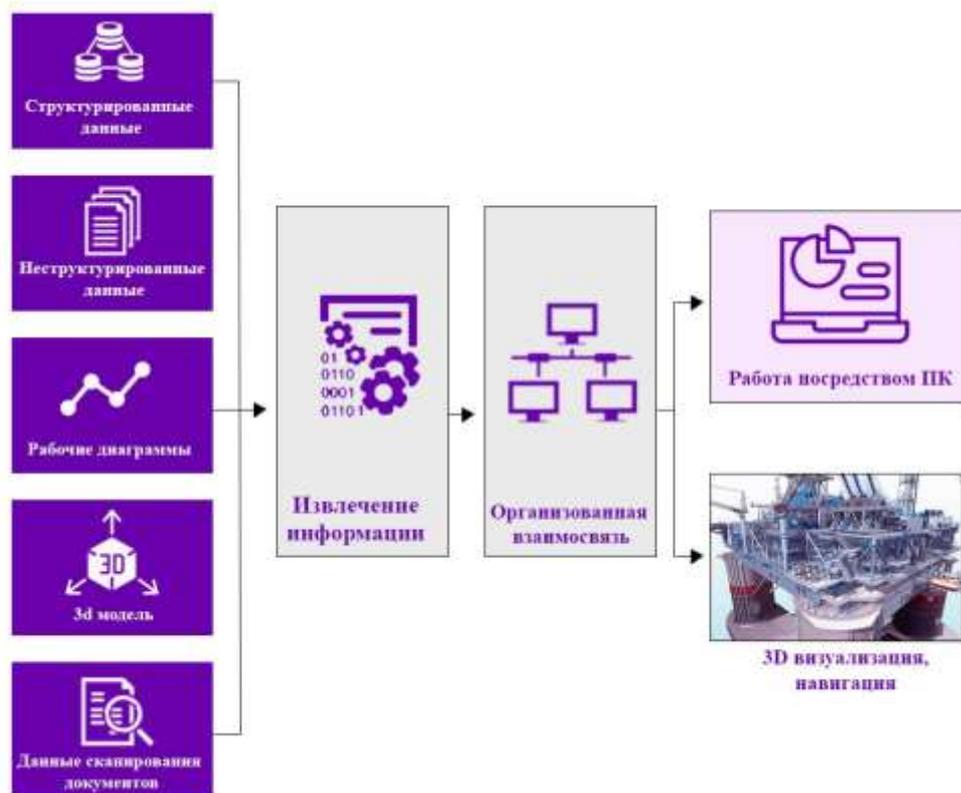


Рисунок 9 - Процесс извлечения информации из решения для управления информацией об активах

Чтобы иметь ценность, вся эта информация должна быть легко доступна пользователю в соответствующем контексте. Представьте себе типичную ситуацию обслуживания предприятия, при которой насос начинает вызывать беспокойство. Инженер по техническому обслуживанию должен иметь возможность выполнять поиск в базе данных завода по номеру тега насоса и извлекать любые связанные с ним данные. Возможно, он не знает номера тэга, а знает только, где находится насос. Если он использует один из интегрированных продуктов, например, AVEVA NET, это не проблема; он может перемещаться по трехмерной модели завода, найти насос и щелкнуть изображение его модели, чтобы получить все необходимые данные. Там, где они доступны, данные приборов могут помочь ему диагностировать проблему. Если он решит произвести ремонт или замену, он может сопоставить рабочий пакет с актуальными чертежами и данными. За один раз можно избавиться от многочасового поискового труда и уверенно спланировать работу, чтобы минимизировать время простоя.

Имея такой мощный доступ к информации, неудивительно, что объектно-ориентированные организации видят его преимущества; ведущие нефтяные компании регулярно внедряют эти технологии на предприятиях. Само по себе сокращение временных затрат на простои является достаточной причиной для внедрения решений по управлению информацией. [13]

7.10 Визуализация контекстной информации.

Важным компонентом является инструмент визуализации, который обеспечивает полный обзор управления активами предприятия, данных в репозитории информации об активах, а также исторических данных и прогнозной аналитики. Он должен обеспечивать контекстуализированное и доступное представление всего цифрового актива, обеспечивая универсальный доступ к информации, где бы ни находились команды.

Эта часть решения связывает все компоненты вместе, соединяя экспертов в предметной области с информацией и документами в контексте 3D-модели и способствуя быстрому совместному и эффективному принятию решений. (Рисунок 10)



Рисунок 10 - Представление на едином рабочем экране, отображающем информацию из нескольких источников

7.11 Цифровой двойник для ремонта.

Поддерживаемый в обслуживании цифровой двойник имеет большое значение для технического обслуживания и эксплуатации. Объединяя несколько разрозненных хранилищ и форматов информации в единую функциональную базу с возможностями визуализации, которые позволяют собирать информацию, он представляет живую цифровую копию физического актива. Поддерживаемый цифровой двойник предлагает модели виртуальной реальности, которые пользователи могут просматривать, манипулировать, обеспечивая высокоэффективную и действенную поддержку принятия решений для операционных сред. (Рисунок 11)



Рисунок 11 - Графическое представление блоков виртуальной модели

Прежде чем принять решение по ремонту оборудования, инженерам требуется несколько часов, чтобы найти техническую информацию, необходимую для проверки и выполнения работы. С новым решением для управления информацией об активах это занимает в среднем всего пару минут. По оценкам, этот новый подход обеспечит многомиллионную окупаемость инвестиций в течение жизненного цикла активов.

Таким образом, нефтегазовая компания может:

- Снизить затрат на обслуживание на 10–20%.
- Сокращение времени, затрачиваемое на процесс планирования, до 60%, улучшив при этом качество планирования.
- Свести к минимуму переделки и добиться общего повышения эффективности.
- Снизить риски опасности для здоровья, безопасности и окружающей среды.
- Устранить необходимости вручную записывать результаты.
- Повышение точности сбора данных.

Определена значительная окупаемость инвестиций, используя следующие возможности поиска и информационные панели новой системы:

Экономия 5% времени на поиск информации 1000 активных пользователей в течение 200 рабочих дней в году $1000 * 200 * 5/100 = 10\ 000$ рабочих дней.

Это эквивалентно поиску дополнительных 50 квалифицированных рабочих без каких-либо дополнительных затрат. [14]

8 Работа на ПНХЗ

Рекомендации по внедрению САПР

8.1 Общие рекомендации. Поэтапный подход к внедрению современных технологий

Этап 1. AVEVA E3D™, AVEVA Diagrams™, AVEVA Engineering™

Большинство успешных проектных организаций, инжиниринговых и эксплуатирующих компаний в мире признают эффективность использования трехмерной модели на протяжении всего жизненного цикла объекта от ТЭО до вывода из эксплуатации.

Мы предлагаем начинать внедрение современных технологий проектирования с приобретения навыков работы с трёхмерными моделями объектов.

Трёхмерная модель, получаемая на этапе ТЭО и дорабатываемая на этапе рабочего проектирования, является источником чертежей, спецификаций и другой документации

8.1.1 Требования и рекомендации по внедрению комплекса систем автоматизированного проектирования AVEVA

Принципиально важным является правильный подбор состава специалистов подразделения комплексного проектирования под первый проект, выполняемый с помощью линейки программных продуктов AVEVA (проект внедрения). Подразделение должно обладать достаточными полномочиями по взаимодействию с другими участниками проекта. Причём полномочия за этим подразделением должны быть официально закреплены руководством компании.

Необходимое условие быстрого и успешного внедрения – вовлеченность руководящего состава в процесс внедрения.

Руководящий состав должен чётко осознавать необходимость и быть готовым к проведению ряда организационных изменений внутри своей компании. Это должно найти своё отражение в следующих действиях:

- Проведение организационных мероприятий по созданию внутри Института подразделения комплексного проектирования
- Выпуск приказов о внедрении системы, с учетом рекомендаций AVEVA по техническим, организационным и кадровым вопросам
- Необходимо выпустить приказ о разработке и внедрении в Институте стандарта предприятия по проектированию с помощью ПО AVEVA, включая внедрение системы сквозного кодирования элементов. В СТП должны быть также отражены правила оформления и состав выходной документации. Эти правила разрабатываются внутри отделов, а также под требования проекта/заказчика

- Вести контроль предоставления исполнителями проекта регулярных отчетов о прогрессе внедрения
- Вести контроль выполнения проекта по срокам.

8.1.2 Требования и рекомендации по выбору проекта внедрения

Основываясь на опыте внедрения систем трехмерного проектирования, мы рекомендуем отработать наши технологии на реальном проекте. Это обеспечит максимально серьезное и ответственное отношение как со стороны группы по внедрению, так и остальных специалистов компании, включая руководство. Желательно, чтобы сроки проекта были «щадящими».

При выборе нового проекта проектировщики будут не только отрабатывать навыки работы в системе, но и приносить прибыль организации. При выборе проекта, который ранее был выполнен в 2D, внедрение будет происходить легче (в этом случае есть нюансы, связанные с соблазном не выпускать чертежи из вновь созданной 3D модели). При этом, однако, неизбежны финансовые потери Вашей организации, связанные с повторением в 3D работы, ранее выполненной в 2D.

Допустимо, чтобы первый проект, выполняемый организацией, представлял собой обособленную часть крупного проекта. Но при этом важным условием является присутствие основных проектных дисциплин в этой обособленной части проекта. При невыполнении этого условия опыт, полученный специалистами при работе над проектом, будет недостаточен для самостоятельной работы над следующими проектами.

При подборе проектов следует принимать во внимание следующие условия:

1. Целесообразно выбирать реальный проект, с конкретными сроками его исполнения. Наряду с этим, выбирая проект, руководитель организации должен всесторонне взвесить соотношение рисков срыва сроков выполнения реального проекта в 3D (возможно, связанных с этих штрафов) и затрат, которые понесёт его организация в случае выбора в качестве проекта внедрения проекта объекта, ранее выполненного в 2D. В случае варианта работы «из 2D в 3D» необходимо ужесточить требования к подразделению 3D проектирования по выпуску рабочей документации из создаваемой трехмерной модели промышленного объекта
2. Так как главная цель при внедрении продукта – «обкатка» и настройка AVEVA E3D™, отработка и закрепление навыков инженеров-проектировщиков – мы рекомендуем приступать к выполнению проекта среднего размера. Это также может быть и составная часть крупномасштабного проекта, но при этом, в ней должны быть представлены все проектные дисциплины
3. По указанной выше причине – отработка и закрепление навыков инженеров-проектировщиков – мы рекомендуем руководству организации подобрать проекты максимально выдержанные по срокам

выполнения. «Горящие» проекты, с учётом ряда психологических особенностей, могут негативно сказаться на результатах работы молодого коллектива, внедряющего наш продукт

4. Для того, чтобы максимально ускорить производительность и увеличить качество проектной работы, важно заблаговременно обсудить с заказчиком состав и оформление проектной документации, рассмотреть возможность отхода от оформления документации по ГОСТ. Данные стандарты, в большинстве своём, разрабатывались давно и адаптированы к работе с двухмерной моделью, к проектированию вручную. С учётом указанных выше особенностей, в настоящее время практически не представляется возможным создать алгоритм полной автоматизации вывода выходной документации по ГОСТ. В этой связи, а также для максимально быстрого внедрения на уровне компании, необходимо отходить от старых стандартов ручного оформления чертежей. В противном случае, скорость и качество работы на стадии внесения изменений в проектную документацию будут существенно снижены.

Определение состава проекта

Необходимо подготовить требуемые исходные данные (в том числе нормативную документацию) по оборудованию, конструкциям, элементам трубопроводов и т.д. для быстрого начала работ по проекту.

Настройка проекта

Первоначальную настройку проекта рекомендуется выполнять при технической поддержке специалиста компании AVEVA.

Запуск и выполнение проектов

При запуске и выполнении проектов следует обращать внимание на такие вопросы, как:

1. Пополнение каталогов под проект для различных дисциплин и создание «Спецификаций» - классов элементов. Важно начинать реализацию проекта задолго до того, как будут полностью созданы каталоги со специфическим оборудованием конкретно под проект. Проектирование можно начать, используя информацию из предоставляемых вместе с системой AVEVA E3D™ каталогов элементов. Используя элементы-аналоги из указанных каталогов, проектировщик будет сразу занимать объем на площадке и создавать структуру объекта. В дальнейшем, когда нужный элемент будет добавлен в каталог, можно применить функцию, позволяющую автоматически заменить/переопределить «фиктивные» элементы на «требуемые»

2. Возможность выезда специалиста AVEVA для аудита правильности наполнения каталога и настройки проекта в рамках предоставления услуг по консультированию.

3. Создание 3D модели по каждой из проектных дисциплин в соответствии с графиком выполнения проекта и с техническим заданием

по отделам. Параллельно администратор настраивает формат выходной документации (чертежи планов, изометрические чертежи, спецификации)

4. Настройка регулярных процедур, выполняющихся автоматически: поиск коллизий, проверка целостности модели, вывод изометрических чертежей в пакетном режиме, и т.д.

5. Автоматическое получение выходной документации

6. При необходимости – дооформление чертежей

7. Разработка плана-графика работы в ПО AVEVA с учётом гибких возможностей перераспределения внутри организации лицензий между специалистами (в зависимости от их загрузки в течение рабочего дня).

8.2 Технические требования

Приложение Б, Таблица 1. [15]

8.2.1 Информация по классификации и кодированию Технических мест и Единиц оборудования для ТОО «Павлодарский НХЗ»

Данная информация является неотъемлемой частью проекта по разработке классификатора и справочника товарно-материальных ценностей НПЗ РК, по разработке системы классификации и кодирования Технических мест и Единиц оборудования НПЗ РК для обеспечения технического обслуживания и ремонта оборудования НПЗ РК.

8.3 Границы и рамки (объем) классификации и кодирования

8.3.1 Объекты классификации и кодирования в пределах объема проекта

В рамках проекта описание системы классификации и кодирования осуществлялось для следующих информационных объектов:

- Технические места (элементы технологической структуры предприятия, на которых устанавливаются технические объекты);
- Единицы оборудования (отдельные технические объекты технологической структуры, на которых выполняется ремонт и техническое обслуживание).

8.3.2 За пределами объема проекта

За рамками проекта в соответствии с Договором описание системы классификации и кодирования не осуществляется для следующих информационных объектов:

- Составные части оборудования, для которых не выполняется ремонт и техническое обслуживание;
- Ремонты и ремонтные работы;
- Материальные ресурсы;

- События (инциденты) производственного и непроизводственного характера;
- Организации, производственно-структурные подразделения предприятий;
- Трудовые ресурсы;
- Единицы измерения;

8.4 Подготовительные работы

Предварительное обследование площадки и оценка существующей информации об активах составляют начальную фазу подготовки и выполняются параллельно. Предварительное посещение объекта и связанные с ним действия по предварительному сканированию необходимы для уточнения границ и объема работ. На этом этапе поставщик услуг лазерного сканирования посещает объект, чтобы оценить его состояние, точки сканирования, требования к строительным лесам и доступ. Это позволяет точно спланировать выполнение работ по обследованию и сканированию. Затем на каждой производственной территории делается несколько 3D-сканирований высокого разрешения с привязкой к системе координат объекта. Вторая часть этого этапа представляет собой оценку информации об имеющихся активах, которая состоит из разделения, сортировки и анализа доступности, формата и качества документации по существующим объектам. Сюда входят чертежи общего вида для всех дисциплин, технологические схемы и схемы КИП, списки и графики, электрические однолинейные схемы и т. д. (Рисунок 12)

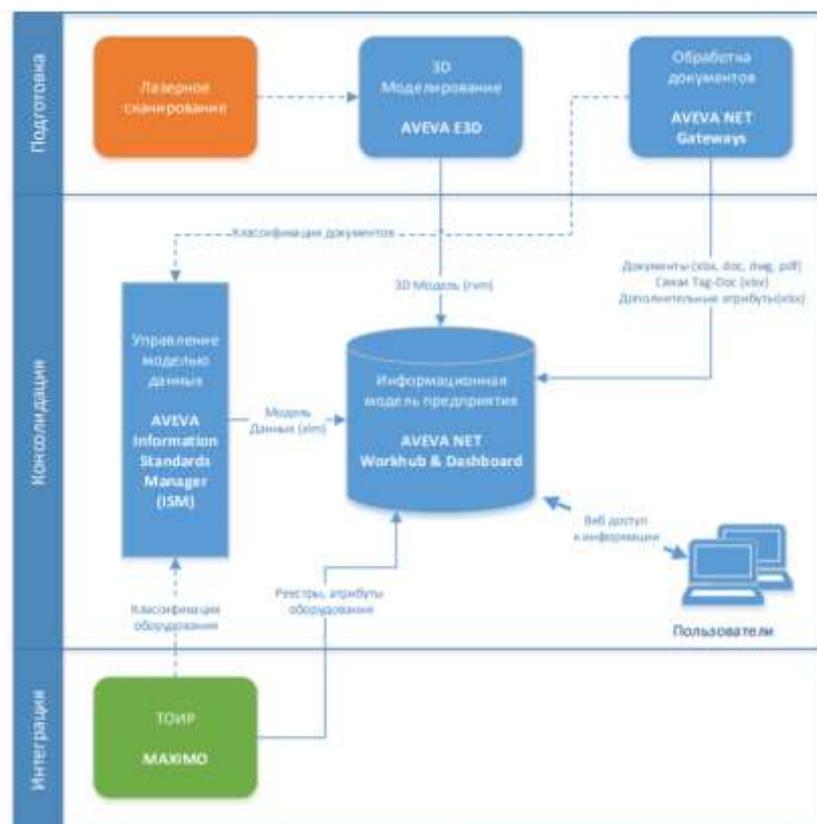


Рисунок 12 – Подготовительные работы – консолидация – интеграция

В результате этого этапа данные трехмерного облака точек, существующие устаревшие чертежи для каждой области доступны и служат исходными данными для следующего этапа, который представляет собой просмотр и анализ работ. [16]

- Проведение анализа необходимых к выполнению объемов работ. Создание совместной рабочей группы по исполнению проекта.
- Сбор исходных данных и знакомство с результатами геодезических изысканий прошлых периодов, существующими исполнительными схемами, картографическими материалами на различных носителях (цифровых, бумажных), паспортными данными, проектной документацией.
 - Рекогносцировка, составление поэтапного плана полевых работ.
 - Установка программного обеспечения на аппаратной платформе. Первичная установка и настройка;
 - Составление полного календарного плана с разбивкой на этапы реализации проекта.

8.5 Комплекс полевых работ

Работы по созданию и уравниванию пунктов геодезической сети.

Сферическая и панорамная фотосъемки. Поэтапное лазерное сканирование с использованием марок.

Проведение топографической съемки подземных объектов, включая инженерные сети, резервуары и хранилища с применением специализированного оборудования.

Полевые работы охватывали в себя работы по созданию и уравниванию пунктов геодезической сети, это один из важных условий при создании цифрового генерального плана

Техническим заданием было предусмотрено создание геодезической сеть заданного класса точности, служащей геодезической основой для выполнения наземного лазерного сканирования.

По точностным характеристикам геодезическая сеть должна быть определена с точностью 1 разряда (в плане) и IV класса нивелирования (по высоте).

На этапе разработки планово-высотного обоснования на местности сделана закладка 30 новых пунктов полигонометрии. Однородная высокая точность геодезических сетей достигнута применением оптимальных методов спутниковых наблюдений и должных методов их обработки, а также за счет использования геометрии расположения пунктов, максимально возможного совмещения старой и новой геодезических сетей, их равномерной плотности.

Координаты и высоты съёмочных точек на объекте работ определены в статическом режиме, так как этот метод является наиболее точным в GPS

Продолжительность сеансов при определении составила:

- на исходных пунктах более 3-х часов;
- на определяемых и переопределяемых пунктах не менее 2-х часов.

В итоге наблюдений и обработки данных спутниковых наблюдений был создан ключ с параметрами перехода из системы координат WGS-84 в местную (заводскую) систему координат.

Заказчиком в техническом задании, территория завода была разделена на три категории сложности (таблица 2):

Таблица 2 Состояние выполненного объема работ по НЛС

№ п.п.	Категория сложности	Общая площадь, га	Уровень детализации	Количество станций, ед.
1.	Высокая	68	LOD 400	7200
2.	Средняя	193	LOD 300	2750
3.	Низкая	81	LOD 200	1480

Наземное лазерное сканирование выполнялось с использованием

современных сканирующих систем Leica ScanStation P40, Leica ScanStation P50 и Leica RTC360. Сканирование производилось в заводской системе координат путем определения координат марок от планово-высотного обоснования тахеометром Leica TS 06 plus.

Сканирование на каждой станции наземного лазерного сканирования выполнялось в пределах поля зрения сканера – 360° по горизонтали и 270° по вертикали, точность взаимного положения сканов между станциями не превышала 5 мм.

Сканирование производилось двумя способами:

1. В заводской системе координат используя координированные марки от пунктов планово-высотного обоснования.

2. В условной системе координат, при этом в общем сканировании учитываются марки, которые были предварительно закоординированы. При данном способе обработки указываются координаты марок и производится автоматическая привязка облака точек к заводской системе координат.

Комплекс камеральных работ по созданию модели в виде облака точек

– Взаимное уравнивание сканов (сшивки).

– Контроль качества уравнивания.

– Создание панорамных снимков.

Следующим этапом является создание интеллектуальной 3D-модели и наполнение баз данных с использованием инженерных и проектных систем. Интеллектуальная 3D-модель построена с использованием программного обеспечения AVEVA E3D.

База данных заполняется с помощью программного обеспечения AVEVA с использованием той же методологии, что и для базы данных процессов, в дополнение к заполнению индексов из существующих списков и чертежей. По итогам этого этапа создаются интеллектуальные базы данных, удовлетворяющие многопрофильным требованиям.

Итог сканирования - «облако точек» лазерных отражений от объектов с известными координатами – скан. (Рисунок 13)

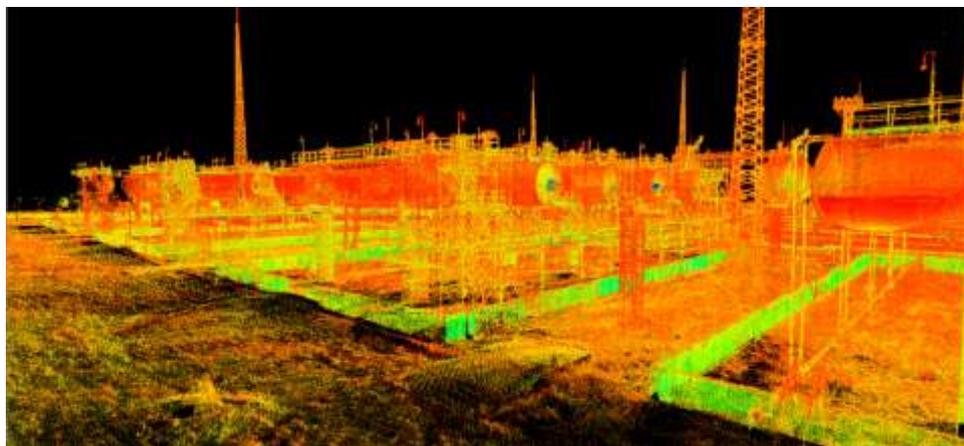


Рисунок 13 – облако точек

Предварительная обработка производилось в программном обеспечении Leica Cyclone.

8.6 Принципы построения системы классификации и кодирования информации

8.6.1 Основные понятия и определения

При создании формализованных технико-экономических систем одной из первоочередных задач является классификация множества элементов рассматриваемой системы. Это справедливо и для АСУ ТОРО НПЗ РК.

Под классификацией понимается результат упорядоченного распределения объектов заданного множества на подмножества.

Классификация объектов зависит от целей классификации и должна удовлетворять требованиям полноты, однозначности описания объектов, а также минимального количества классификационных признаков.

Логическим продолжением классификации совокупностей объектов является их кодирование.

Система кодирования - это совокупность правил обозначения объектов классификации и классификационных группировок.

Код – обозначение объекта или группировки в виде совокупности знаков по правилам, установленным принимаемой системой кодирования. Код должен удовлетворять следующим требованиям:

- иметь минимально возможную длину;
- обеспечивать достаточный резерв незанятых кодовых обозначений для возможности кодирования новых объектов;
- использовать, по возможности, числа натурального ряда для обозначения кодируемой сущности.

При классификации Технических мест и Единиц оборудования используются два метода классификации: иерархический и фасетный.

Под иерархическим методом классификации понимается классификация, при которой множество последовательно делится на подчиненные подмножества. Иерархическому методу классификации соответствует последовательный метод кодирования.

При фасетном методе классификации заданное множество делится на группировки по различным признакам классификации, не зависимым друг от друга. Фасетному методу классификации соответствует параллельный метод кодирования.

Метод классификации и кодирования, представляющий собой комбинацию описанных выше методов, называется смешанным.

8.7 Моделирование. Этап создания информационной модели, выполнен с использованием программного продукта Aveva E3D.

Процесс моделирования в программном продукте AVEVA E3D начался с обучения специалистов отдела 3D моделирования. По программе обучения произведена подготовка специалистов по следующим направлениям: специалист по каталогам, специалист по разделам (ТХ, АС, КМ и др.) и администратор системы. [17]

Моделирование выполнялось в следующей последовательности:

1. Импорт облака точек через модуль E3D программного обеспечения AVEVA
2. Моделирование простыми примитивами фундаментов на участке.
3. Работы по наполнению каталогов в файл базы данных каталога AVEVA:
 - Трубы; фитинги, отводы, фильтры и т.д.
 - Шаблоны электрооборудования, шаблоны инструментального оборудования, осветительные приборы.
 - Строительные элементы: арматура; соединения, лестницы и т.д.
 - Механическое оборудование: резервуары, насосы и т.д.
 - Вентиляция, кондиционирование и отопление.
 - Моделирование оборудования: насосы, резервуары, цистерны, КЖ, КМ и т.д.
 - Создание каталога трубопроводов.
4. Контроль пространственного несоответствия.
5. Заполнение модели атрибутивными элементами по спецификации.

Для проведения работ по экспорту облака точек в AVEVA использовался модуль Light form modeler.

Образец 3D модели объекта выполненный в заводской системе координат показан на рисунке 14, б).



Рисунок 14 - Пример полученной 3D модели:
а) облако точек; б) модель

Новый интерфейс между PCD от лазерного сканера и E3D был

разработан в 2005 году AVEVA, разработчиками E3d.

8.8 Описание классификации и кодирования

8.8.1 Техническое место

8.8.1.1 Общие положения

Техническое место – синонимы: функциональный код, технологическое обозначение, монтажная марка.

Техническое место характеризует место оборудования в технологическом процессе и выполняемые им функции.

Под Техническим местом может пониматься совокупность оборудования, относящегося к одному конструктивному устройству или объединенного по общему функциональному техническому признаку.

Техническим местом могут считаться отдельные элементы технологической схемы, технологические агрегаты, аппараты и установки, электроприводы запорной и регулирующей арматуры, аппаратура АСУ ТП, КИПиА.

Техническим местам присваиваются условные буквенно-цифровые обозначения – коды (марки).

Тэг Технического места позволяет однозначно идентифицировать оборудование в технологическом процессе с привязкой к месту его установки и используется при техническом учете, планировании и проведении ремонтных работ, и техобслуживании.

Тэги Технических мест предназначены и могут использоваться:

- для записи в сокращенной форме сведений об элементах, устройствах, оборудовании, показанных на чертежах в графической форме;
- для ссылок на соответствующие элементы Технических мест и сами Технические места в пояснительных записках и других текстовых документах проектной документации;
- для возможности различать аналогичные элементы разных Технических мест;
- для нанесения непосредственно на конструктивное изделие, входящее в состав Технического места в качестве элемента.

Было замечено, что значительное время теряется на поиск, доступ, передачу, преобразование и использование необходимых данных на каждом этапе работ.

В проекте для решения проблемы курирования данных используются иерархические отношения, которые традиционно используют теги для извлеченных из МАХІМО информации.

Поскольку 80–90% бизнес-данных находится в неструктурированной форме, для использования этих источников знаний нужно преобразовать их в структурированные данные.

Таким образом, проблема управления данными и связанные с ней

стратегии курирования данных были хорошо изучены и продемонстрированы возможности, поддерживающие этот метод.

На рисунке 15 представлено имя файла оборудования. Здесь используется интерпретация названия, через различные тэги. В этом оборудовании используются различные тэги, указывающие на конкретное оборудование и применимые к данной 3D модели, и поэтому такие названия также включаются в имя файла. Тэги остальных участков завода, такие как трубопроводы, пожарные трубы, устройства КИПиА и другие также включаются в эту иерархию. (Рисунок 16) [18]

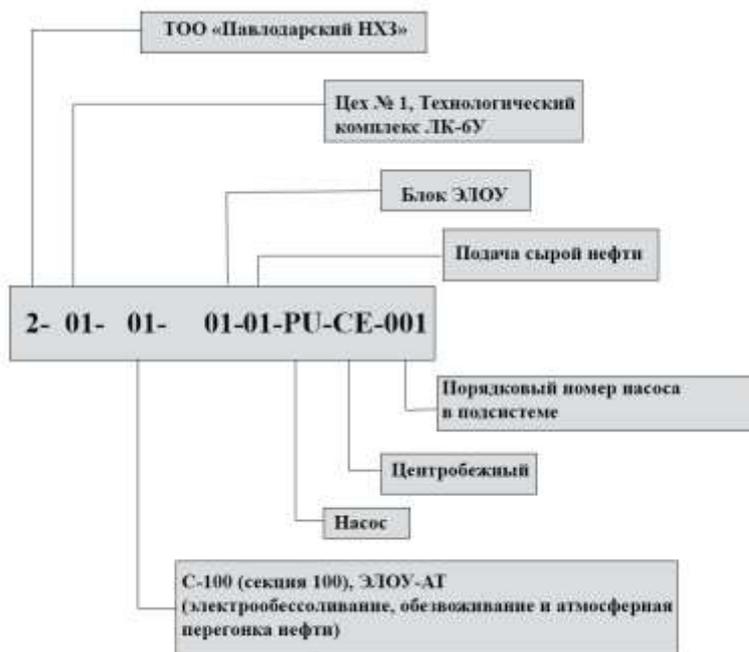


Рисунок 15 - Расшифровка тэгов

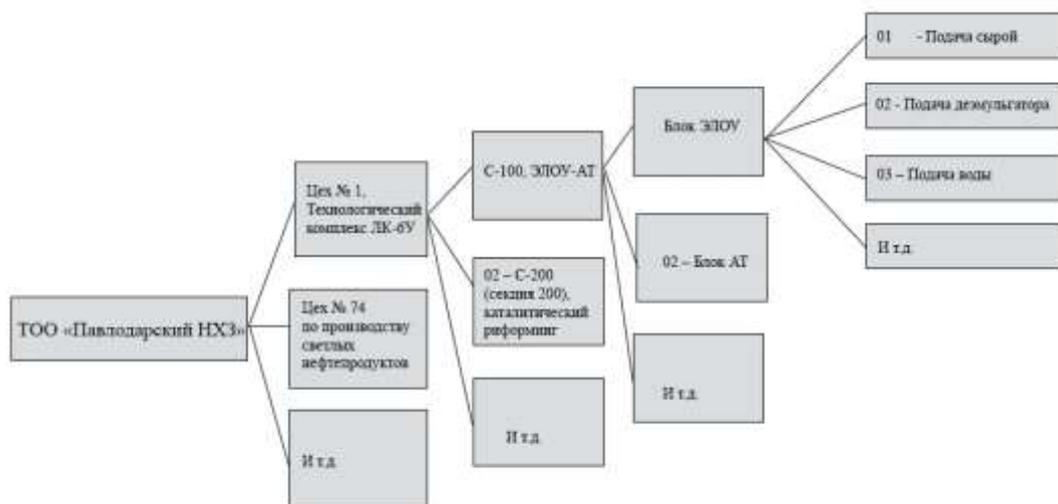


Рисунок 16 - Древо тэгов

В результате моделирования достигнуты следующие показатели:

- Созданы актуальные формы 3D моделей объекта;
- Получены планы, виды, разрезы для дальнейшей работы;
- Заказчиком выявлены коллизии на этапе эксплуатации (отличия от проектных данных);
- Значительно улучшено качество выходной документации.

Классификация и кодирование Технических мест НПЗ должна отвечать следующим требованиям:

- охватывать все возможные технологические системы НПЗ и иметь достаточный резерв;
- проста по построению, наглядна и легко запоминается;
- подходит для ввода в автоматизированную систему управления ТОРО, т.е. может служить машинным адресом оборудования, системы, точки измерения и прочее;
- является необходимым условием использования автоматизированной системы для проектирования;
- упрощает и одновременно делает точной техническую документацию и деловую переписку.

Каждому тэгу Технического места на НПЗ может быть поставлен в соответствие технологический номер позиции по схеме (индекс позиции), принятый для обозначения оборудования на технологических схемах НПЗ.

В соответствии с Общими техническими требованиями Договора и протоколами технических совещаний с Рабочими группами НПЗ, согласно отраслевой практике и рекомендаций стандарта ISO 14224, для определения Технических мест оборудования (объектов обслуживания) в иерархической структуре для подсистемы ТОРО, определены 6 (шесть) уровней:

1. Завод
2. Цех (Комплекс)
3. Секция, Установка, Участок, Парк
4. Система, Блок (опционально)
5. Подсистема, Узел (опционально)
6. Оборудование.

Схематичное отображение уровней иерархии Технических мест НПЗ РК приведено на рисунке 17.



1. ТОО «ПНХЗ»

1.1 ЛК-6У (Цех № 1)

1.1.1. Секция 100 (ЭЛОУ-АТ)

1.1.1.1. Аппараты воздушного охлаждения

1.1.1.1.1. Аппарат ВО АВЗ-14, 6-Ж-16-БЗ-ВЗТ/8-2-6, ХК-101

1.1.1.1.2. Аппарат ВО АВЗ-14, 6-Ж-16-БЗ-ВЗТ/8-2-6, ХК-102

1.1.1.1.3....

1.1.1.2. Вентиляционное оборудование

1.1.1.2.1. Вытяжной вентилятор, Ц 4-70 №5, В-1

1.1.1.2.2. Приточный вентилятор, Ц 4-70 №6,3, П-1/1

1.1.1.2.3....

1.1.1.3. Емкостное оборудование

1.1.1.3.1. Сборник топлива для печей, Е-1

1.1.1.3.2. Емкость для реагента нейтрализатора, Е-105

1.1.1.3.3....

1.1.1.4. Клапаны предохранительные пружинные

1.1.1.5. Колонное оборудование

1.1.1.6. Компрессорное оборудование

1.1.1.7. Промышленные печи

1.1.1.8. Теплообменное оборудование

1.1.1.9. Факельное оборудование цеха №1

1.1.1.10. Технологические трубопроводы

1.1.1.11. Арматура запорно-регулирующая и запорная

1.1.1.11.1. Запорная арматура 400/16, 30с541нж, 3, Л-101/1, 26

1.1.1.11.2. Обратный клапан 200/16, 19с53нж, 334, Л-104/5

1.1.1.11.3. Запорная арматура 25/160, 15с546к, 1383, ИГ-127/1-6

1.1.1.11.4. Запорная арматура 50/16, 30с941нж, 1585, Е-101

1.1.1.11.5....

1.1.2. С-200

1.1.2.1....

1.1.3. С-300

1.1.4. С-400

1.1.5. ГК (газовая компрессорная)

1.1.6. УУТДК (участок утилизации тепла и дымовых газов)

Рисунок 17 - Схематичный пример формирования Технических мест на примере оборудования Цеха № 1 (ЛК-6У) ТОО «ПНХЗ»

8.8.1.2 Основные принципы кодирования Технических мест

В основу построения и использования кодов Технических мест положено следующее:

- функциональный принцип дробления общей схемы НПЗ на отдельные комплексы, установки, системы и подсистемы;

- структурные, функциональные и принципиальные схемы технологических процессов строятся на основе функционального деления общих технологических схем комплексов (установок) НПЗ;
- система кодирования технических мест является единой и сохраняется на всех стадиях проектирования в схемах, компоновочных чертежах, спецификациях, пояснительной записке и во всех других проектных документах включая деловую переписку;
- код технического места определяется наименованием оборудования, каждого элемента совокупности оборудования, арматуры и прочее, входящих в состав данного технического места;
- собственный код технического места получают объекты механической и электрической части установок; код определяет обозначение всего оборудования этих объектов;
- оборудование и узлы технического места, входящих в состав систем электротехнической части, связанные функционально с механическими системами, подчиняются кодировке механических систем (кроме самостоятельного оборудования и систем).

8.8.1.3 Структура кода технического места

Кодирование Технических мест НПЗ строится с помощью арабских цифр и букв латинского алфавита. Код составлен из отдельных секторов и сегментов. Для лучшего понимания структуры кода технического места каждый сектор обозначается порядковым номером, каждый сегмент – порядковым номером внутри сектора (Таблица 3):

Таблица 3 – структура кода технического места. Для обозначения содержимого секторов структуры кода ТМ используются:

N - цифровой знак кода (арабская цифра),

A – буквенный знак кода (заглавная буква базового латинского алфавита).

№ сектора сегмента	1	2	3	4	5	6		
						6.1	6.2	6.3
Содержание сектора	N	NN	NN	NN	NN	AA	AA	NNN

Метод кодирования технического места – последовательный.

Наименование секторов и сегментов:

1. Предприятие (НПЗ).
2. Цех (технологический комплекс).
3. Секция (установка, участок, парк).
4. Система (блок, функциональная часть установки).
5. Подсистема (узел, функциональное подмножество системы).

6. Оборудование:

6.1. Класс оборудования.

6.2 Тип оборудования.

6.3 Номер оборудования. Ниже приводится описание кодирования каждого из секторов и сегментов.

8.8.1.3.1 Кодирование сектора 1

Первый сектор состоит из одной цифры, в котором проставляется номер предприятия (НПЗ) в объединенной структуре КМГ-ПМ, например:

1. – ТОО «Атырауский НПЗ»;
2. – ТОО «Павлодарский НХЗ»;
3. – ТОО «Петро Казахстан Ойл Продактс».

8.8.1.3.2 Кодирование сектора 2

Второй сектор состоит из двух цифр, обозначающих цех, либо технологический комплекс НПЗ, например:

- 01 – Цех № 1, Технологический комплекс ЛК-6У;
- 74 – Цех № 74 по производству светлых нефтепродуктов;
- и т.д.

Общезаводские объекты, не относящиеся к конкретному цеху или технологическому комплексу, кодируются – «00» (двумя нулями).

8.8.1.3.3 Кодирование сектора 3

Третий сектор состоит из двух цифр, обозначающих секцию (установку, участок, парк) внутри цеха, либо технологического комплекса, определенного сектором 2, например, для технологического комплекса ЛК-6У:

- 01 – С-100 (секция 100), ЭЛОУ-АТ (электрообессоливание, обезвоживание и атмосферная перегонка нефти);
- 02 – С-200 (секция 200), каталитический риформинг;
- и т.д.

Общещеховые объекты кодируются – «00» (двумя нулями).

8.8.1.3.4 Кодирование сектора 4

Четвертый сектор состоит из двух цифр, обозначающих технологическую систему (группу систем, объединенных общим функциональным назначением), либо блок внутри секции (установки), определенной сектором 3, например, для технологического комплекса ЛК-6У секции 100 ЭЛОУ-АТ:

- 01 – Блок ЭЛОУ;
- 02 – Блок АТ.

Если для некой технологической установки, определенной в секторе 3, не принято деление на системы, блоки и прочее, то в данном секторе указывается - «00» (два нуля).

8.8.1.3.5 Кодирование сектора 5

Пятый сектор состоит из двух цифр, обозначающих технологическую подсистему (функциональную систему в группе), либо производственный узел внутри системы, блока, определенного сектором 4, например, для технологического комплекса ЛК-6У секции 100 ЭЛОУ-АТ блока ЭЛОУ:

- 01 – Подача сырой нефти;
- 02 – Подача деэмульгатора;
- 03 – Подача воды;
- и т.д.

Если для некой технологической установки, определенной в секторе 3, не принято деление на системы и подсистемы, то в данном секторе указывается - «00» (два нуля).

8.8.1.3.6 Кодирование сектора 6

Шестой сектор состоит из четырех заглавных букв латинского алфавита и трех цифр.

Буквы данного сектора указывает на разновидность оборудования (аппаратов, агрегатов, исполнительных органов и прочее).

Цифры данного сектора используются для обозначения порядкового номера оборудования.

8.8.1.3.6.1 Кодирование сегмента 6.1

Сегмент 6.1 состоит из двух заглавных букв латинского алфавита, которые обозначают код класса оборудования в соответствии с ISO 14224, например:

- CO – Компрессор;
- PU – Насос;
- HE – Теплообменники;
- VE – Сосуды;
- и т.д.

Классы оборудования приведены. Категории, классы, типы оборудования в соответствии с ISO 14224:2006.

8.8.1.3.6.2 Кодирование сегмента 6.2

Сегмент 6.2 состоит из двух заглавных букв латинского алфавита, которые обозначают код типа оборудования в соответствии с ISO 14224, например, для класса компрессоров:

- CE – Центробежный;
- RE – Поршневой;
- SC – Винтовой;
- и т.д.

Категории, классы, типы оборудования в соответствии с ISO 14224:2006.

8.8.1.3.6.3 Кодирование сегмента 6.3

Сегмент 6.3 состоит из трех цифр, которые используются для обозначения порядкового номера оборудования (аппарата, агрегата, исполнительного органа и прочее) внутри деления сегмента 6.2 (типов оборудования).

8.8.1.4 Применение кода технического места

В ряде автоматизированной системы ТОРО для понимания уровней иерархии и лучшего визуального восприятия кода технического места между секторами и сегментами используются разделители, например, в виде символов «-» (тире), «.» (точка) и др., а также их комбинации. Обозначение технического места приведено, в зависимости от настроек конкретной автоматизированной системы ТОРО, может принимать вид:

2-01-01-01-01-PU-CE-001

или 2.01.01.01.01.PU.CE.001

или 2-01-01-01-01-PU.CE.001 и т.д.

(Рисунок 18)

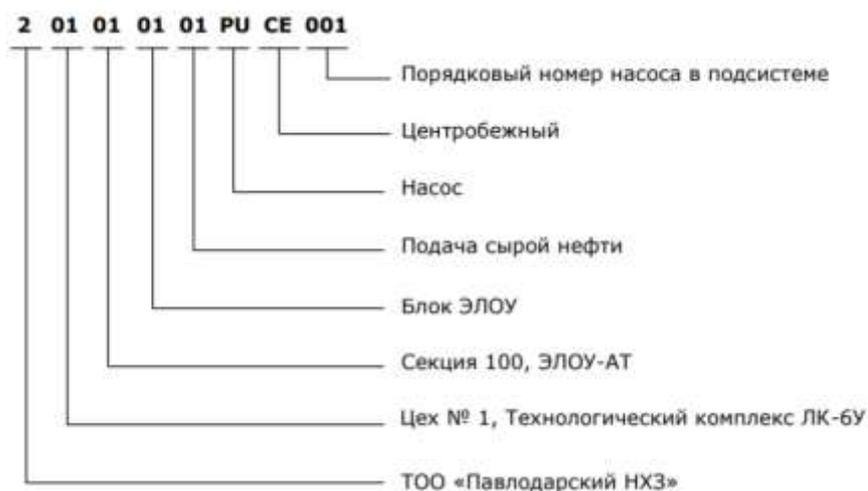


Рисунок 18 - Пример обозначения Технического места

В таблице 4 (Приложение В, Таблица 4), в качестве примера приведен перечень Технических мест с некоторыми полями, определяющими и характеризующими каждое конкретное техническое место с оборудованием, которое на этом техническом месте смонтировано.

8.8.2 Единица оборудования

8.8.2.1 Общие положения

Под Единицей оборудования следует понимать отдельный физический объект, техническое обслуживание и ремонт которого может выполняться автономно.

Единица оборудования может монтироваться в технической системе или

ее части.

Между техническим местом и единицей оборудования устанавливается соответствие, позволяющее определить места установки (перечень технического места) каждой единицы оборудования, а для каждого технического места – определить единицу оборудования.

В автоматизированной системе ТОРО можно управлять всеми видами объектов как Единицами оборудования (например, производственные средства, транспортные средства, средства контроля, вспомогательные производственные средства, здания и т.д.).

Единицы оборудования содержат несколько видов данных:

- Общие фиксированные данные, которые, как правило, с течением времени не меняются, например, модель, номер чертежа, серийный номер завода изготовителя, дата выпуска и др.
- Зависимые от времени данные, которые с течением времени могут изменяться, например, даты и виды проведенных ремонтов, место расположения технического объекта, ответственный исполнитель работ и др.

Зависимые от времени данные позволяют рассматривать Единицу оборудования в динамике, другими словами, - в течение времени.

Единицы оборудования можно классифицировать (группировать) по их назначению типу (виду), техническим характеристикам. Группировки позволяют осуществлять более эффективный поиск в автоматизированной системе ТОРО подобных или идентичных единиц оборудования.

Единицы оборудования должны идентифицироваться как материальные ресурсы, если единицы оборудования должны учитываться и вестись не только как отдельные технические объекты, но и с точки зрения управления запасами.

8.8.2.2 Кодирование единиц оборудования

Кодирование единиц оборудования должно идентифицировать оборудование как материальную продукцию, т.е. изделия, потребительские характеристики которых определены в паспортах на эти изделия (модели). Изделия определяются материальным кодом продукции (кодом номенклатуры в действующей учетной системе), моделью, серийным номером либо номером чертежа.

К материальным ресурсам относятся не только единицы оборудования, но также другие изделия, основные средства, запасные части и материалы, используемые в технологическом процессе, а также при ремонтах и техническом обслуживании оборудования.

Для идентификации единиц оборудования при заполнении соответствующего шаблона, целесообразно использовать порядковый номер, который будет являться временным идентификатором до момента заливки данных из шаблонов в автоматизированной системе ТОРО.

При заливке данных по оборудованию из шаблонов в

автоматизированной системе ТОРО каждая единица оборудования получит уникальный номер.

8.9 Шаблоны Технических мест и Единиц оборудования

8.9.1 Общие положения

В стандарте ISO 14224 прямо указывается, что процесс сбора, хранения и обработки данных должен быть организован с применением современных информационных систем CMMS/EAM-класса учитывающих специфику отрасли и поддерживающих рекомендуемую стандартом структуру данных.

Необходимость создания перечня технологического оборудования НПЗ по функционально-иерархическому принципу обусловлено тем, что оборудование НПЗ имеет обозначение на технологической схеме, однако данное обозначение не имеет четкой формализованной структуры, т.е. отсутствует закономерность его построения и, следовательно, оно не может быть использовано для идентификации оборудования в CMMS/EAM-системах. Кроме того, не все оборудование имеет маркировку на технологических схемах.

В соответствии с ОТТ указанного Договора в автоматизированной системе управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования НПЗ РК (CMMS/EAM-класса) предусматривается ведение следующих справочников:

- Справочник Технических мест
- Справочник Единиц оборудования.

При внедрении автоматизированной системы ТОРО предполагается первичное наполнение данных указанных справочников, с целью обеспечения настройки соответствующих бизнеспроцессов по учету и ведению данных объектов обслуживания НПЗ РК.

Информация для первичного наполнения справочников должна быть подготовлена и предоставлена Заказчиком по шаблонам в электронном формате таблиц *.xls, *.xlsx (MS Excel) для дальнейшего импорта в соответствующую автоматизированную систему ТОРО.

Ниже приведены структуры таблиц и требования к содержанию и составу информации, которая должна предоставляться для первичного заполнения каждого из шаблонов.

8.9.2 Требования к заполнению шаблонов

Методика внесения атрибутов

Тэг вносится в название оборудования. Данные в меню атрибутов. Связь с IBM MAXIMO происходит благодаря коду тэга. Пример заполнения шаблона. (Таблица 5)

Таблица 5 – Пример заполнения шаблона

№ п/п	Оборудование (клас, тип, идентификационный номер)	Объем воды, т	Размер соединения, мм	Расход, л/мин	Срок
2	201020000IPAN011	0.05	252	30	Вода
3	201060100IPAN009	0.05	252	30	Вода
4	201060100IPAN010	0.05	252	30	Техни
5	201080000IPAN001	0.05	252	30	Техни
6	201080000IPAN002	0.05	252	30	Техни
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

Задачи

- Определить атрибуты, значения которых отсутствуют в IBM Maximo
- Сформировать шаблоны для загрузки атрибутов - AVEVA
- Заполнить шаблоны атрибутами с привязкой к оборудованию
- Настроить систему для загрузки данных по шаблонам - AVEVA
- Загрузить заполненные шаблоны в 3D генплан [19]

8.9.2.1 Структура шаблона Технических мест

Справочник Технических мест должен содержать перечень элементов технологической структуры НПЗ, на которых устанавливаются технические объекты обслуживания (оборудование).

Информация по Техническим местам должна быть предоставлена в шаблоне в виде таблицы, имеющей структуру, отображенную в таблице 6 (Приложение Г, Таблица 6).

8.9.2.2 Структура шаблона Единиц оборудования

Справочник Единиц оборудования должен содержать перечень отдельных технических объектов технологической структуры, на которых выполняется ремонт и техническое обслуживание.

Информация по Единицам оборудования должна быть предоставлена в шаблоне в виде таблицы, имеющей структуру, отображенную в таблице 7 (Приложение Д, Таблица 7).

8.9.2.3 Структура расширенного шаблона Технических мест

В связи с тем, что процесс сбора данных и заполнения шаблонов по оборудованию будет проводиться на действующем производстве, целесообразно использовать единый формат для данных Технических мест и Единиц оборудования, подразумевая, что единицы оборудования уже

установлены на технические места и выполняют соответствующую технологическую функцию.

Для этого структура шаблона Технических мест расширяется, посредством дополнения полей из шаблона Единиц оборудования, и приобретает структуру, отображенную в таблице 8 (Приложение Е, Таблица 8).

Таким образом, для сбора и заполнения данных по Техническим местам и установленным Единицам оборудования, используется расширенный шаблон Технических мест. Для сбора и заполнения данных по Единицам оборудования, которые не установлены на Технических местах (оборудование демонтировано и находится в ремонте, или на складе, в резерве, на консервации и т.д.), используется шаблон Единиц оборудования.

8.9.2.4 Требования к содержанию таблиц шаблонов

Шаблоны предоставляются в электронном формате таблиц *.xls, *.xlsx (MS Excel).

Поля шаблонов различаются на обязательные и необязательные для заполнения.

Обязательные поля задают основные характеристики той или иной записи шаблона, т.е. определяют эту запись. Если какое-нибудь обязательное поле не будет заполнено, то при автоматизированной заливке данных из шаблона в автоматизированной системе ТОРО соответствующая запись базы данных не будет создана.

Необязательные поля не влияют на создание записей в базе данных, однако своевременное заполнение этих полей является необходимым условием нормального функционирования автоматизированной системы ТОРО, поэтому, если к моменту заливки данных эти поля не были заполнены, то такая информация впоследствии может быть введена непосредственно во внедряемую автоматизированную систему ТОРО.

Содержание таблиц должно отвечать следующим требованиям:

- Поля таблиц не должны содержать символы «,» (запятая) и «;» (точка с запятой).
- Поля типа «Дата» должны быть предоставлены в формате «ДД.ММ.ГГГГ» (ДД – число, например - «03»; ММ – месяц, например – «07»; ГГГГ – год, например – «2015»).
- Поля типа «Число» должны быть предоставлены в формате «123.45», то есть в качестве разделителя дробной части должен использоваться символ «.» (точка).

8.9.2.5 Правила именования файлов шаблонов

Заполнение шаблонов проводится одновременно на всех НПЗ, во всех подразделениях, осуществляющих деятельность по эксплуатации и ремонту оборудования.

Целесообразно распараллелить заполнение шаблонов внутри

подразделений по исполнителям, ответственным за определенный вид оборудования – насосы, компрессоры, печи и т.д., как это организационно сложилось на текущий момент в существующих практиках на НПЗ.

Для идентификации файлов шаблонов, которые заполняются различными подразделениями различных НПЗ, используется следующая структура для формирования наименования файла:

<Тип>_<НПЗ>_<Подразделение>_<Номер>_<Текст>_<Расширение>

где:

Тип – тип шаблона: Техническое место или Единица оборудования;

НПЗ – наименование предприятия: АНПЗ, ПНХЗ, ПКОП;

Подразделение – подразделение предприятия, например: Цех1, Цех2 и т.д.;

Номер – двухзначный порядковый номер файла, например: 01, 02, ... , 23 и т.д.;

Текст – краткий свободный текст, поясняющий содержимое файла, например: Насосное оборудование или Насосы, Вентиляционное оборудование и т.д.

Расширение - расширение файла: xls, xlsx.

В соответствии с приведенной структурой, наименование файла шаблона, например, Технических мест по насосному оборудованию цеха № 1 ПНХЗ будет иметь следующий вид:

ТМ_ПНХЗ_Цех1_01_Насосы.xlsx

8.10 Требования к предоставлению данных (3D модель)

Данный документ, определяет общую стратегию и подход к передаче информации по Проекту, в рамках которого определены основные принципы, зоны ответственности Подрядчиков и Заказчика в части согласованного процесса передачи/приемки 3D моделей.

8.10.1 Термины и сокращения

Таблица 9 (Приложение Ж, Таблица 9).

8.11 Определение контрактных требований к проектной организации по составу и передаче 3D моделей

Требования к составу и передаче 3D модели определяются Компанией при подготовке контрактов на проектирование с учётом особенностей объекта проектирования на основе базовых требований, изложенных в настоящем документе.

Требования устанавливаются к следующим параметрам:

- - степень детализации модели;
- - цветовые решения элементов;
- - правила кодирования и идентификации объектов;

- - атрибутивная информация по объектам;
- - перечень документов, получаемых из систем 3D проектирования;
- - требования к «привязке» 2D документации к 3D модели;
- - прочие.

Общие требования к проектным организациям по формату и качеству передаваемых проектных данных, включая требования по передаче данных в форматах систем 3D проектирования, должны быть изложены в конкурсной документации при проведении конкурентного отбора организации-исполнителя проектных работ, путем внесения в Задание на проектирование ссылки на данный документ и включением его в приложение.

Требования к составу и передаче 3D модели являются обязательными к выполнению для исполнителей проектных работ и подлежат включению в договорные условия через Задание на проектирование.

8.12 Обзор процедуры передачи информации

Информационная модель объекта начинает формироваться параллельно созданию Подрядчиком физического актива на каждом этапе проекта и координируется вплоть до фиксации мельчайших деталей построенного объекта.

Передаваемая информация состоит из документов и данных, созданных в процессе проектирования, и данных по функциональным связям (соответствиям) между документами и идентификационными номерами оборудования, а также документами и поставщиками оборудования и т.д.

Для разработки и построения 3D модели должно использоваться программное обеспечение, утверждённое для Проекта. Утверждённое программное обеспечение должно использоваться для всех 3D моделей, разрабатываемых Проектировщиками и Подрядчиками. Объем разрабатываемой модели и документации может видоизменяться в зависимости от требований Заказчика, характеристик объекта проектирования, его конструктивных особенностей и т.п.

8.12.1 Требования к проектированию

Структура разрабатываемой трехмерной модели должна отражать реальные проектные задачи (блоки, секции, помещения, участки, строительные районы и пр.).

Разработанные 3D модели должны обеспечивать возможность визуальной проверки безопасности, пригодности к эксплуатации и ремонтпригодности, а также должны способствовать снижению затрат при проектировании и строительстве. Эти модели также могут быть использованы для подготовки эксплуатирующего персонала, подготовки эффективных графиков технического обслуживания и для оказания помощи при выполнении строительных работ (например, при монтаже тяжёлого или

крупногабаритного оборудования).

Все чертежи должны создаваться после разработки трехмерной модели, проверенной на коллизии. Изготовление изометрических чертежей вручную НЕ допускается, поскольку это может повлиять на качество ведомости материалов, и, соответственно, на график реализации проекта.

Для идентификации объектов проектирования в 3D модели используется сквозная система кодирования на основе правил Компании / Проектировщика / Подрядчика.

Все подготовленные электронные 3D модели в ходе выполнения проекта должны быть интегрированы в одну общую электронную 3D модель, так как модель будет применяться в качестве инструмента для оценки безопасности, пригодности к эксплуатации, доступа для техобслуживания и подготовки итоговой проектной документации для строительства.

Проектировщик или Подрядчик по разработке Рабочей Документации является ответственным за настройки конфигурационных файлов, таких как слои, кодировка цветов, типы текста, файловые директории. По возможности, Подрядчику будет предоставлены требования по кодировке объектов трехмерной модели. В случае отсутствия этой возможности, Подрядчик является ответственным за настройки кодировки в Системе для новых/дополнительных классов технологических трубопроводов и других элементов.

8.12.2 Система кодирования

Применение системы кодирования является одним из основополагающих моментов. В качестве такой системы может использоваться какая-либо стандартная система кодирования, либо, любая другая система, в том числе и разработанная самой Компанией / Проектировщиком / Подрядчиком, которая удовлетворяет следующим условиям:

- - Для однозначного распознавания кода должны использоваться только прописные буквы латинского алфавита, а также цифры. Возможно использование дополнительных разделителей, например, знаки «-», «_», «/» и т.д.;
- - Каждый элемент кодируется уникальным кодом, который не повторяется в рамках проекта;
- - Система кодирования должна быть понятна для Проектировщика / Подрядчика
- - Должен быть разработан документ с описанием системы кодирования

8.12.3 Перечень документов, получаемых из системы 3D проектирования

Минимальный набор типовой документации для передачи включает, но не ограничивается следующими позициями:

- Изометрические чертежи трубопроводов со спецификацией;
- Планы и разрезы расположения трубопроводов;
- Планы и разрезы чертежей компоновки оборудования;
- Планы и разрезы приборов КИПиА и точек контроля;
- Ведомость деталей трубопроводов и арматуры;
- Планы и разрезы расположения электрошкафов;
- Планы и разрезы электрических лотков и каналов;
- Планы и разрезы фундаментов и постаментов;
- Планы и разрезы металлических конструкций;
- Полный перечень тегов по проекту (КИПиА, технологического оборудование и пр.) с соответствующими техническими данными, которые могут использоваться в качестве входных данных для программных комплексов по управлению закупками и комплектацией, управление планированием и ресурсами, ремонт и эксплуатацией, составлением смет, электронный документооборот, другие корпоративные информационные системы, а также для распределённого согласования информации по проекту в целом;
- Лист технологических данных;
- Спецификации на оборудование;
- Кабельные журналы (Электротехническое и контрольно-измерительное оборудование);
- Прочее.

8.13 Программное обеспечение

Система – это проектное средство Проектировщика / Подрядчика, которое является неотъемлемой частью процесса инженерного проектирования.

Система должна обеспечивать централизованное хранение данных (включая данные по каталогам) для всех проектных дисциплин, поддерживать согласованность между трехмерной моделью и документацией, обеспечивать координацию работы различных дисциплин, задействованных в процесс трехмерного проектирования объекта.

Система должна включать модули для проектирования оборудования, трубопроводов, систем ОВиК, строительной и архитектурной части, кабельный лотков и кабелей. Система должна позволять получать документацию в автоматическом и полуавтоматическом режиме по данным трёхмерно модели в соответствии с общепринятыми стандартами на оформление документации. Кроме того, Система должна обладать функциональностью автоматического изменения чертежей в случае изменений в модели. База данных проекта не должна иметь ограничений по размерам и сложности проектируемого объекта.

В Системе должна осуществляться проверка целостности данных модели, а также поиска и управления столкновениями (коллизиями), с целью максимально безошибочного выполнения работ для исключения ошибок при монтаже и строительстве. Также система должна обладать возможностью отслеживать изменения (включая графическое отображение) данных на разных стадиях выполнения Проекта.

С целью получения модели объекта «как построено», а также при выполнении задач по реконструкции и модернизации в Системе должны быть предусмотрены инструменты по работе с данными лазерного сканирования.

Проектировщик / Подрядчик должен соответствовать требованиям и стандартам, в части программного обеспечения, которое используется для трехмерного автоматизированного проектирования в течение всего срока реализации Проекта. Эти стандарты определены для того, чтобы гарантировать полную совместимость чертежей, документации и данных между Проектировщиком, Подрядчиком и Компанией.

Проектировщик / Подрядчик обязан принимать во внимание будущую совместимость и мобильность всех систем и конфигураций, используемых для Проекта.

8.14 Распределенное проектирование

В случае, если разработка трехмерной модели объекта будет производится несколькими Проектировщиками / Подрядчиками, распределёнными по географическим зонам, необходимо предусмотреть средства согласованной координации.

Система, используемая при проектировании объекта должна позволять удалённым друг от друга группам проектировщиков работать на территориально-распределённых проектах, кроме того, Генеральный Проектировщик должен иметь возможность как подключить к работе дополнительные проектные офисы, так и в любой момент исключить их из Проекта.

Система должна позволять осуществлять согласованное трёхмерное проектирование с централизованным администрированием, обеспечивать гибкость и контроль.

При централизованном управлении и контроле достигается высокая производительность труда проектировщиков, оптимизируется использование инженерных ресурсов (учитывается разница в часовых поясах, в стоимости проектных услуг в различных регионах). Не существует ограничений в передаче информации и исключается потеря данных при сбоях.

8.15 Объем передаваемых данных

Передача проекта подразумевает наличие следующих данных:

- Перечень информационных систем и программных продуктов, используемых при реализации проекта, версии ПО;
- 3D модель и проектную документацию в электронном формате программного обеспечения, используемого при разработке проекта, то есть полную базу данных проекта, включая каталоги, чертежи, настройки для выпуска документации и пр.;
- Описание сквозной системы кодирования (идентификации) объектов проектирования и документов; - описание структуры и содержания передаваемых данных;
- Аутентификационные данные для полного доступа к проекту;
- Отчеты о проверках проектов на целостность, коллизии, правильность построения и пр.;
- Все изометрические чертежи, собранные путем пакетной обработки данных в одну папку;
- Все файлы, необходимые для извлечения изометрических чертежей;
- По дополнительному согласованию передаются программы получения отчетов и формирования документации, разработанных Проектировщиком \ Субподрядчиком;

Передача модели осуществляется в соответствии с общими требованиями к проектированию через интернет ресурс или электронные носители (диски, флешки).

8.16 Требования к содержанию трехмерной модели

Степень детализации, правила идентификации и состав обязательных параметров для объектов 3D модели может уточняться при подготовке контрактов на проектирование, с учётом применяемой системы проектирования и особенностей объекта проектирования.

Трёхмерная модель объекта должна содержать информацию по проектным дисциплинам, указанным в таблице 10 (Приложение 3, Таблица 10):

8.17 Требования к атрибутам

Состав обязательных параметров и характеристик для объектов 3D модели может уточняться при подготовке контрактов на проектирование, с учётом применяемой системы проектирования и особенностей объекта проектирования.

В данном разделе приведен минимальный набор необходимых характеристик. Примечание: атрибутивный состав может быть выполнен в другой системе, например, системе управления инженерными данными. При

этом необходимо обеспечить хранение ссылок на соответствующие объекты

- Атрибутивный состав линий трубопроводов
- Атрибутивный состав закладных конструкций КИПиА
- Атрибутивный состав оборудования КИПиА
- Атрибутивный состав металлоконструкций
- Атрибутивный состав ограждающих конструкций (стены, пол)
- Атрибутивный состав бетонных конструкций
- Атрибутивный состав трубопроводов систем пожаротушения
- Атрибутивный состав фасонных изделий систем пожаротушения
- Атрибутивный состав арматуры систем пожаротушения
- Атрибутивный состав оборудования систем пожаротушения
- Атрибутивный состав элементов систем отопления и вентиляции
- Атрибутивный состав элементов систем водоснабжения и канализации
- Атрибутивный состав электротехнического оборудования
- Атрибутивный состав кабельных конструкций
- Атрибутивный состав технологического оборудования

8.18 Соответствие информационному стандарту

В дополнение к соблюдению стандартов, описанных в данном документе, Проектировщик / Подрядчик должен соблюдать также и требования всех других применимых стандартов, указанных Компанией в других документах.

8.18.1 Соответствие тегов и документов

Теги и документы, которые создаются на основании трехмерной модели, должны обеспечивать соответствие между собой при передаче информации.

Компания должна контролировать работу Проектировщика / Подрядчика в ходе проектирования и строительства вплоть до его завершения и выдачи исполнительной документации и выполнения всех обязательств Проектировщика / Подрядчика по Проекту.

8.18.2 Перечни кодов оборудования

Проектировщик / Подрядчик должен вести перечни базовых кодов, как утверждено Компанией. Любые изменения и дополнения, вносимые Проектировщиком / Подрядчиком, должны быть предварительно согласованы с Компанией.

8.18.3 Нумерация документов

Всем чертежам должен присваиваться номер в соответствии с инструкцией по нумерации проектной технической документации, установленной Компанией.

8.18.4 Рабочие единицы измерений

Проектировщик / Подрядчик должен обеспечить, чтобы атрибуты тегов модели и чертежи содержали рабочие единицы/шкалы измерений, как это установлено Компанией.

Для Проекта выбирается метрическая система измерений. Расстояния, координаты и условные диаметры труб вводятся в миллиметрах, углы в градусах. Температура указывается в градусах С°, давление в Мпа

8.18.5 Цветовой идентификация объектов трехмерной модели

Цвета, используемые в 3D модели, должны соответствовать требованиям. Цветовые условные обозначения утверждаются Компанией. Цветовые условные обозначения, утвержденные Компанией, будут использоваться для всех моделей.

8.19 Рассмотрение модели

Официальные рассмотрения трехмерной модели должны производиться на протяжении всего процесса разработки проекта. Компания должна принимать участие в официальном рассмотрении 3D модели с целью проверки:

- Соответствия основным принципам проектирования
- Качество и безопасность объектов;
- Соблюдения вопросов эксплуатации и технического обслуживания;
- Обеспечения согласованности этапов проверки и утверждения;
- Подтверждение технологичности.

Во избежание дальнейшего недопонимания, все необходимые изменения должны быть согласованы и незамедлительно зафиксированы. В качестве электронной трехмерной модели, используемой при официальных рассмотрениях, должна использоваться «замороженная» на момент рассмотрения копия. Дата текущего статуса модели должна быть указана.

Компания имеет право, при уведомлении, просматривать модель на любом этапе завершения.

Программное обеспечение, в котором ведётся разработка трехмерной модели должно предоставлять возможность, при проверке, быстро менять изображение Объекта с функциями увеличения/уменьшения изображения и поворота или точки (угла) просмотра. Просмотр модели, последовательные

измерения в отдельных точках и проверка высотных отметок должны выполняться по требованию. Информация, хранимая для каждого компонента, должна беспрепятственно выводиться на монитор по требованию.

Программное обеспечение должно предоставлять средства для тегирования элементов замечаниями, обеспечивать возможность ведения истории замечаний.

8.20 Устранение замечаний

После каждого этапа рассмотрения специалисты должны решить, соответствует ли степень готовности модели требованиям. Недостатки в степени готовности должны быть указаны и при следующем официальном рассмотрении (или при дополнительном рассмотрении в зависимости от степени неготовности) должно быть проверено их устранение.

До начала следующего рассмотрения все согласованные позиции должны быть внедрены в электронную 3D модель.

Наложения / конфликты между различными элементами в модели должны быть устранены до того, как замечания последнего обзора 3D модели будут учтены и внесены в трёхмерную модель. Проектировщик / Подрядчик несет ответственность за устранение противоречий между всеми моделями в рамках своего контракта [20]

8.21 AVEVA NET

После разработки интеллектуальных баз данных и завершения трехмерной модели начинается этап межбазовых проверок для обеспечения согласованности информации на различных платформах и исходных системах. Это итеративный цикл, который повторяется столько раз, сколько требуется, чтобы обеспечить согласованность данных, тегов и атрибутов. После проверки баз данных начинается генерация 2D-чертежей. Одним из преимуществ работы с интеллектуальными системами являются эффективные инструменты, доступные для производства 2D-результатов, включая компоновочные чертежи, схемы, списки и указатели с минимальным ручным вмешательством. По завершении этого этапа данные (3D-модель, извлеченные чертежи, списки, документы и т. д.) готовы для загрузки в AVEVA NET. [21]

Последний этап - публикация данных и предоставление их конечным пользователям в AVEVA NET, формирование интегрированной информационной среды. Результаты предыдущего этапа загружаются в AVEVA NET, который представляет собой веб-портал, разработанный для обработки и извлечения данных из этих многочисленных источников. После извлечения данных из исходных систем AVEVA NET выполняет следующие функции:

- Классификация информации как на уровне документа (например, 3D-модель, P&ID, GA), так и на уровне объекта (например, насос, датчик, кабель).
- Идентификация тегов на уровне объекта.
- Присвоение физических свойств помеченным элементам.
- Обнаружение объектов с тегами по всему набору встроенной информации в области видимости.

Проверки достоверности данных выполняются для обеспечения точности, полноты и согласованности загруженных данных. На этапах обработки и загрузки данных из AVEVA NET создаются отчеты для проверки результатов. Кроме того, выполняется проверка полноты данных, полноты свойств набора данных каждого тега по отношению к требуемым источникам.

9 Расширенный мониторинг состояния

Нефтегазовая отрасль становится все более и более зависимой от доступности, надежности и эффективного использования ценных активов, необходимых для всех этапов производства. Простои из-за отказов оборудования обходятся дорого с точки зрения потери операций и, в некоторых случаях, также могут привести к воздействию на окружающую среду. Из-за этого промышленность чрезвычайно заинтересована в поиске лучших средств прогнозирования, прогнозирования и обнаружения проблем для конкретного оборудования и для семейств оборудования. Результатом является то, что проблемы могут быть исправлены до того, как произойдет сбой, путем оптимизации планового обслуживания. [22]

Расширенный мониторинг (или управление) состояния относится к операционной практике использования исторической информации и информации в реальном времени, связанной с состоянием и производительностью активов, для корректировки графиков технического обслуживания и графиков операций и транспортировки на основе информации об ожидаемом поведении оборудования. Показан процесс предприятия, внедряющего это, с ключевым моментом в том, что гораздо лучше обнаруживать проблемы заблаговременно, посредством анализа и «прогнозирования», а не ждать появления сбоев. Заблаговременное обнаружение позволяет нам запланировать техническое обслуживание для замены детали, которая, как ожидается, выйдет из строя, чтобы его можно было выполнять вместе с другим плановым обслуживанием, чтобы избежать дополнительных простоев. Это сводит к минимуму стоимость проблемы и позволяет избежать производственных потерь. Первым этапом развития является «Мониторинг работоспособности», по сути, обнаружение проблем по мере их возникновения, чтобы мы могли инициировать аварийный ремонт (возможно, приводящий к временному отключению). По мере того, как мы вводим аналитические модели, мы получаем больше возможностей как для прогнозирования сбоев, так и для обнаружения причин сбоев, чтобы мы могли вносить изменения, чтобы снизить вероятность сбоев в будущем. Наконец, информацию, полученную в результате этого анализа, можно использовать для внесения операционных изменений, планирования технического обслуживания для более эффективного ремонта. Не менее важно, конечно, как можно быстрее выявлять неожиданные проблемы, чтобы у руководителей производства была возможность принимать своевременные и информированные решения до того, как проблемные ситуации выйдут из-под контроля. (Рисунок 19)

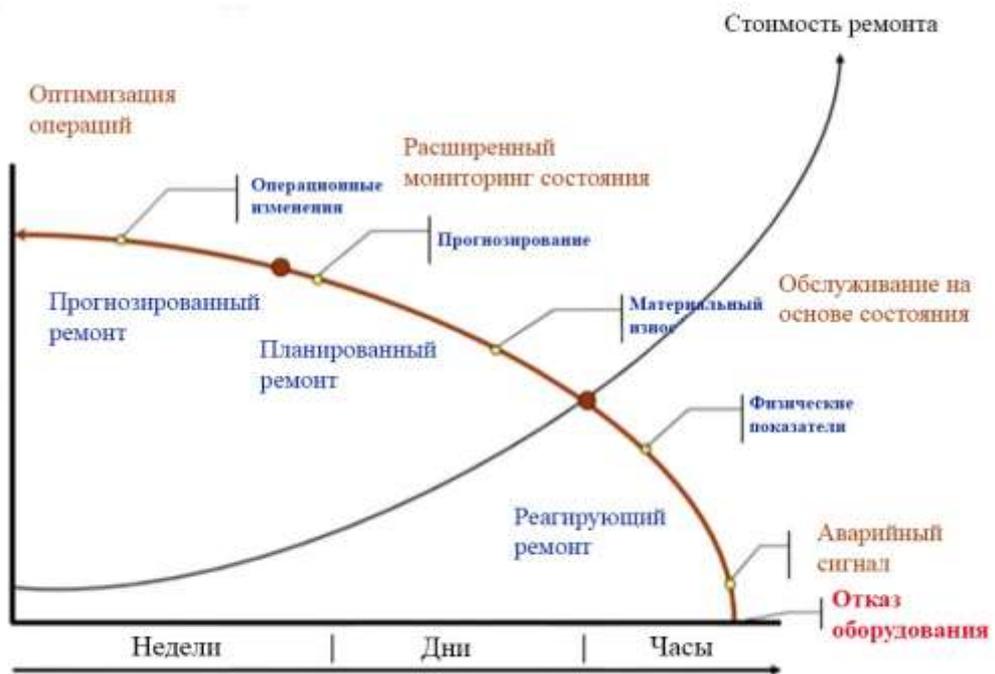


Рисунок 19: Кривая значения расширенного мониторинга

10 Представление данных и результатов

Результаты можно резюмировать следующим образом:

Когда цифровая версия завода становится доступной и соответствует физическому активу, уровень детализации зависит от потребностей и требований компании. Конечно, более подробные сведения полезны, но они связаны с соответствующими затратами. Следовательно, необходимо поддерживать баланс между усилиями, затраченными на создание актива, и типом используемых данных. [23]

По сравнению с обычными методами сбора данных технология лазерного сканирования зачастую безопаснее, быстрее и точнее.

Доступность 3D-модели не только дает преимущества проверки коллизий, многопрофильных обзоров моделей, проведения измерений и определения другой физической информации об окружающих элементах, но также открывает двери для создания реальных пошаговых инструкций и симуляций, улучшает каналы оперативной подготовки для инженеров и специалистов, операторов, и играет жизненно важную роль в HSE (Здоровье, Безопасность и Окружающая среда).

Наличие интеллектуальных и интегрированных баз данных для инженерных и проектных систем всех дисциплин позволяет создавать, управлять и отслеживать изменения схематической, 2D, 3D и табличной инженерной информации для эффективной модификации эксплуатационных активов.

Объединение всех источников данных в одно хранилище обеспечивает единый источник организованной и взаимосвязанной информации об активах, интегрируя интеллектуальные встроенные 2D-чертежи и 3D-модели с другими формами структурированных и неструктурированных данных через централизованную систему. Он позволяет выполнять проверки достоверности данных, чтобы гарантировать актуальность, точность, полноту и соответствие существующей информации с проектными требованиями, что обеспечивает наличие тегов, полученных из различных источников, а также общую полноту данных тегов. Автоматическое связывание тегов между источниками данных, включая 3D-модели, схемы и идентификаторы, отчеты о техническом обслуживании, таблицы данных и другие наборы данных, открывают новое измерение для компании, сокращая время, необходимое для поиска, и делая доступными все связанные данные. Что приводит к лучшему принятию решений и использованию ресурсов. [24]

После завершения тестирования программного обеспечения стало ясно, как эта технология улучшит рабочий процесс на старых проектах. Помимо конкретных возможностей программного обеспечения были определены следующие общие преимущества:

- Улучшенный рабочий процесс для ссылки на существующие объекты.

- Доступ для всего персонала проекта к виртуальному заводу для справки без посещения объекта.
- Устранение неопределенности в отношении статуса оборудования.
- Определение размеров существующей установки.
- Трубопроводы проложена в модели через облако точек, чтобы избежать коллизий.
- Снижение воздействия на персонал опасной производственной среды. [25]

11 Вывод

По мере развития жизненного цикла цифрового двойника он должен обновляться эксплуатационными данными, такими как матрицы рисков, инвентарь запасных частей, записи технического обслуживания, известные виды отказов. Эти данные описывают вклад активов в деятельность предприятия.

Наличие информации об активах для любой нефтегазовой компании играет жизненно важную роль, в проектировании, эксплуатации и техническом обслуживании. Это поддерживает принятие решений для безопасной работы и эффективного планирования. Интеллектуальные базы данных позволяют упростить манипулирование, модификации и составление отчетов по этим данным, что приводит к быстрому и эффективному доступу к данным в различных форматах. Предоставление операционному персоналу возможности просматривать 2D- и 3D-данные - это только первый шаг на пути к цифровому будущему. В дальнейшем цифровые модели операционных объектов позволят командам выполнять «виртуальные обходы» из любого места.

Размещение этих данных предоставляет конечным пользователям единый источник данных, предоставляя им легкий и быстрый доступ к информации об активах, доступный в удобном для пользователя интерфейсе.

Это предоставит проектам и операциям необходимую и актуальную информацию об их проекте / активе в уникальном, наглядном и интуитивно понятном виде, который поможет им проектировать, анализировать, планировать и выполнять работу безопасно и эффективно.

Повышение производительности операций и технического обслуживания достигается за счет:

- Сокращение ненужных поисков данных и повторного ввода данных
- Повышение целостности, доступности и качества данных
- Знание, какую информацию получить, которая изначально не запрашивалась или была потеряна
- Согласование рабочих процессов, систем и данных
- Данные доступны по запросу
- Данные надежны, точны и полны.

Качество информации может иметь огромное влияние на производительность. Меньше времени тратится на поиск и проверку информации, а задачи можно надежно планировать, готовить и выполнять с уверенностью.

Современный портал управления информацией (Рисунок 20), отображающий трехмерный вид предприятия с возможностью навигации, навигации по каталогам с древовидной структурой и данные приборов - все в одном настраиваемом окне.



Рисунок 20 - Современный портал управления информацией (AVEVANET)

Применяя подход 3D визуализации, компании позволяют пользователям понимать и интерпретировать состояние работоспособности и степень риска работающего предприятия. Этот подход также устраняет разрозненность и демократизирует доступ к данным, обеспечивая ситуационную осведомленность от персонала на местах до лиц, принимающих решения.

3D визуализация - это не только единичный осмотр или профилактическое обслуживание, но она также обеспечивает то, что весь персонал работает с одними и теми же данными. Можно установить передовой опыт, например, проанализировав, какая бригада работает более эффективно, и выяснив, что влияет на их работу.

Вот еще несколько примеров возможных вариантов использования:

- Планирование и выполнение планового технического обслуживания рабочей бригады
- Оптимизация маршрутов для экипажей (избегание опасных зон, поиск самого быстрого маршрута и т. Д.)
- Быстрое реагирование на сигналы тревоги оператора
- Проведение проверок соответствия требованиям пожарной безопасности
- Планирование аварийных и эвакуационных мероприятий.

Компании, принявшие такой подход, добились следующих результатов:

- Экономия времени на поиск информации, поскольку работники могут получить доступ к надежной информации об активах за минуты;
- Повышение эффективности персонала до 25%;

- Повышение доступности активов до 15%;
- Снижение затрат на техническое обслуживание и осмотр до 50%;
- Возможность быстрой оценки состояния активов.

12 Список использованной литературы

1. Abdulnabi Al-Balushi, Jeganathan Xavier, and Ian Flewker-Barker, Petroleum Development Oman - PDO FEED Office Value Proposition
2. B. Stafford, SPE, and M. Hauser, SPE, Chevron Corporation - Using 3-D Virtual Models for Real-time Operations: A Practical Case Study
3. Charalampos Chelmiss, Jing Zhao, Vikram Sorathia, Suchindra Agarwal, Viktor Prasanna - Semiautomatic, Semantic Assistance to Manual Curation of Data in Smart Oil Fields
4. Dave Noller, Frode Myren, Oystein Haaland, Justin Brisco, and Ed Bryan, IBM - Improved decision-making and operational efficiencies through integrated production operations solutions
5. Anumadu Ugochi Stella, Prof. Adewale Dosunmu, Chimaroke Anyanwu, Evelyn Ekeinde, and Baridor Odagme, University of Port Harcourt, Nigeria - Evaluation of Safety Performance and Compliance of Workers in Selected Oil and Companies in Nigeria
6. Капустин В. М., Рудин М. Г., Кудинов А. М. Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов - М.: Химия, 2012.- 440с.
7. Basem Elnaggar, Ahmad Farshoukh, Wael Almadhoun, and Mohamed Al-Amry, Abu Dhabi Marine Operating Company (ADMA-OPCO) - The Road to Digital Asset Reality
8. Jim Crompton, Noah Consulting - How Can We Turn Intelligent Energy into Profitable Operations?
9. Steve Gibbons, Aveva - Harnessing the Information Mammoth... New advances in data management in Engineering IT
10. Colin K. Fairweather, AMEC - The Use of Point Cloud Data on Brownfield Projects
11. Шишкин А., Кутлаев А. Реализация проектов с применением технологий 3D-моделирования на базе AVEVA PDMS в ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегородниинепфтепроект».
12. Кемербаев Н. Т. - Геодезическое обеспечение автоматизированной системы технического обеспечения и ремонтов
13. А. З. Миркин, Г. С. Яицких - Актуальные проблемы проектирования российских нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств
14. В.Р. Нигматуллин, Д.М. Костенков, А.И. Коскина, Т.Р. Загидуллин, А.Р. Дашкина, С.М. Мавлютова - Инструменты для автоматизированного расчета давлений испытаний, контроля сварных швов, термообработки стыков трубопроводов в среде САПР AVEVA PDMS/E3D.
15. В.Р. Нигматуллин, В.В. Казаков, Н.Д. Михайлова, Ф.Ф. Риянов, С.М. Мавлютова - Использование вычисляемых псевдо-

атрибутов в AVEVAPDMS/E3D/DIAGRAMS для расчета кодировки класса трубопровода

16. Шишкин А.А. Кутлаев П.Д. - Реализация проектов с применением технологий 3D-моделирования на базе AVEVA PDMS в ООО «ЛУКОЙЛ Нижегородниинепфтепроект»

17. Sholomitskii, A., Lagutina, E. Design and preliminary calculation of the accuracy of special geodetic and mine surveying networks. International science and technology conference "Earth science", IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 272 (2019) 022010 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/272/2/022010

18. Valdovskij,A., Morozova,G. High-precision shooting of industrial facilities by laser scanning followed by 3D modeling.

19. Mogilny, S.G., Sholomitskii, A.A., Ivanov, A.V., Seredovich, A.V., Lagutina, E.K., Martynov, A.V - Investigation of methods for determining geometric parameters of rotating aggregates by laser scanning data.

20. A. Walter and G. Nagypl - Efficient Integration of Semantic Technologies for Professional Image Annotation and Search, 2008.

21. Bryan, E. - "Smarter Operations", 2011, March 29, Presentation at Manufacturing/Automation Summit".

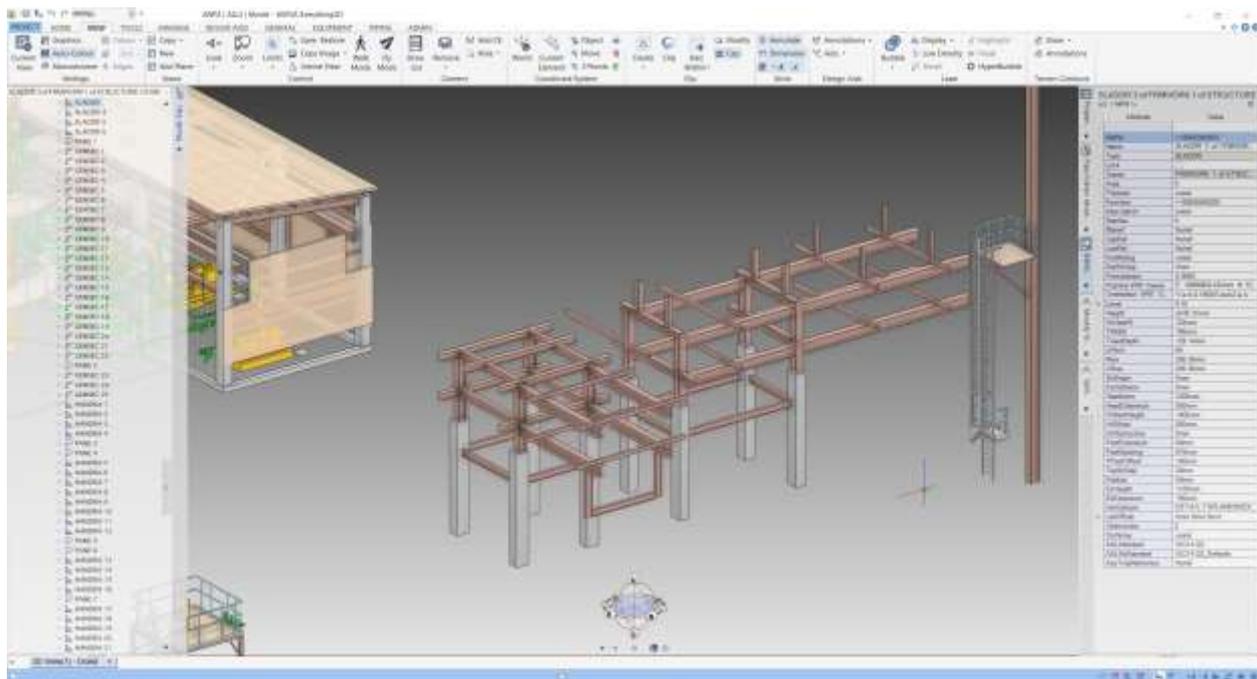
22. Pletat, U., Klüwer, J.W., Landre, E., Olmheim, J., Myren, Rylandsholm P., 2009, Oct, "ISO 15926- & RSM- based integration architecture for oil & gas industry solutions", Presentation at ISA EXPO 2009, Houston.

23. Пищик Б.Н. "Безопасность автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП)", статья, 2013 г.

24. Shultz,R.(2008). Calculation of the accuracy of determining the horizontal movements of structures by ground laser scanning. *Inzhenernaya geodeziya. [Engineering geodesy]*, 2008, 54, pp. 311-320.

25. George Khoury and Matheus Figueiredo, AVEVA - Improved Decision-Making, Safety and Reliability with Visual Asset Performance Management

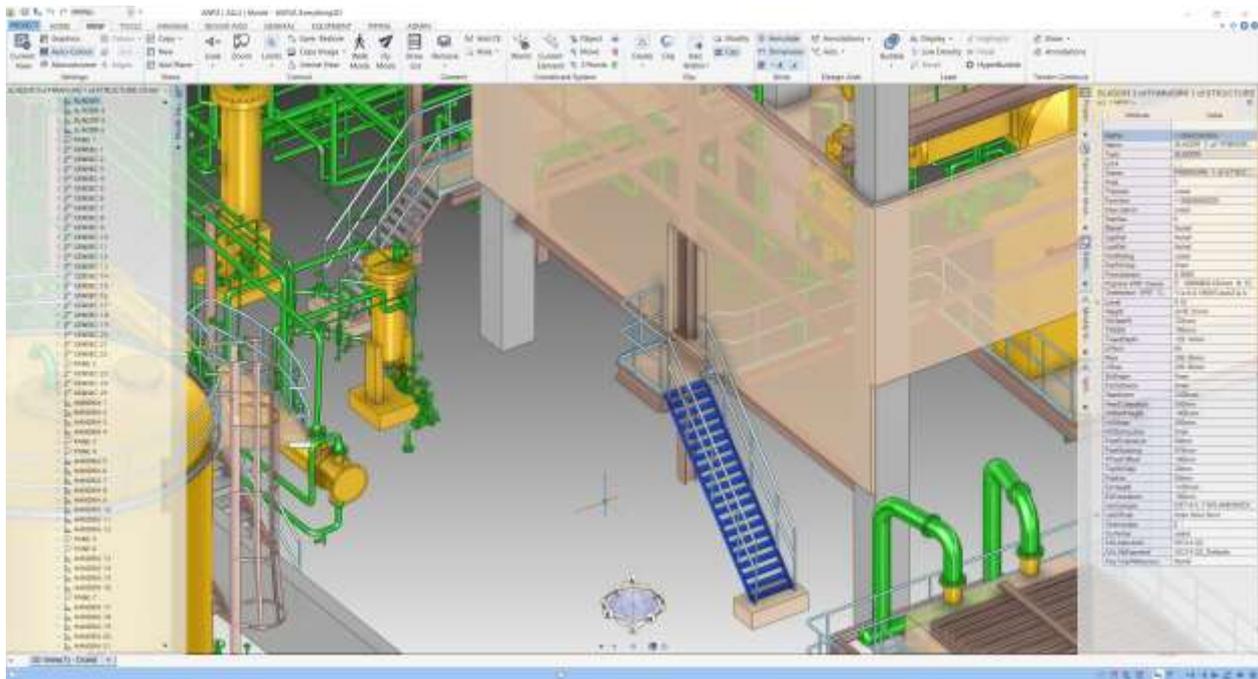
13 Приложение А



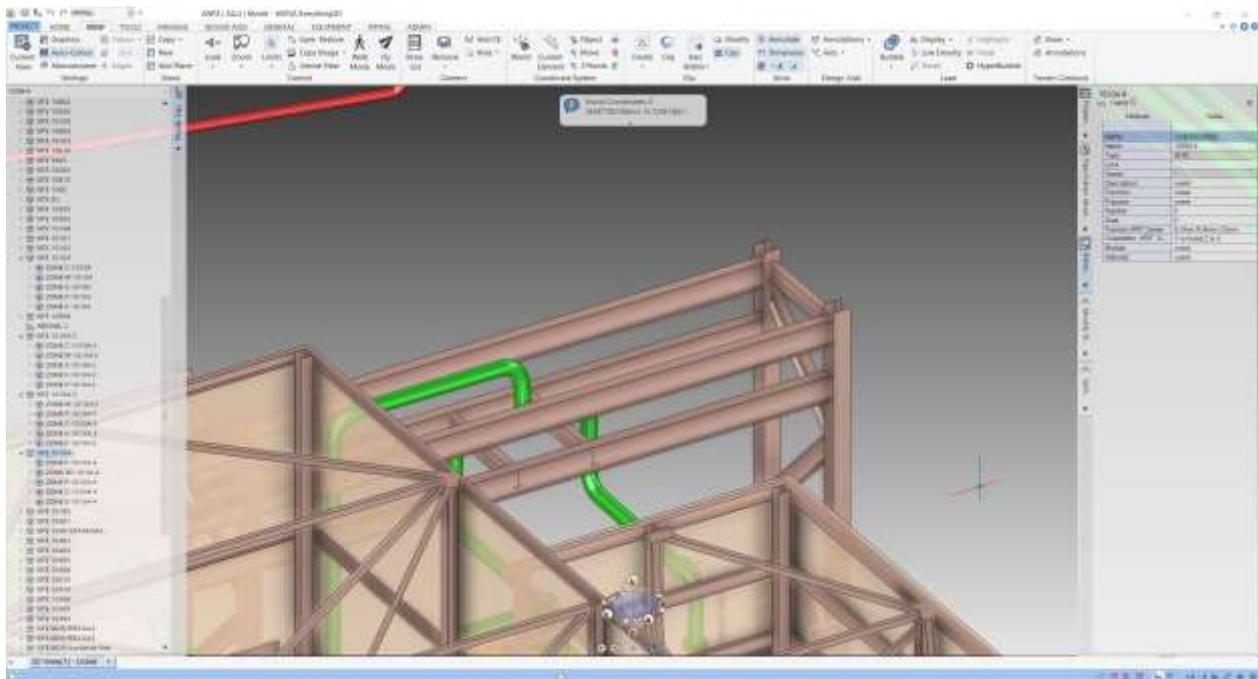
Б) Проектирование металлоконструкций



В) Проектирование зданий



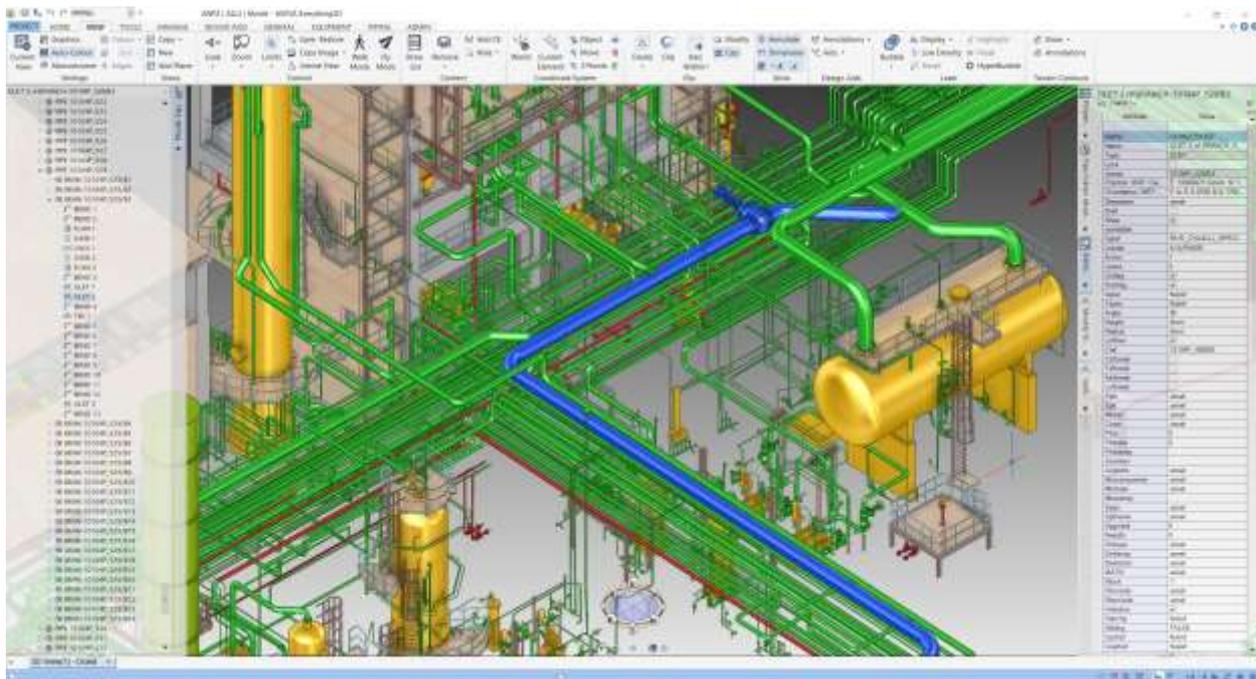
Г) Проектирование лестниц и ограждений



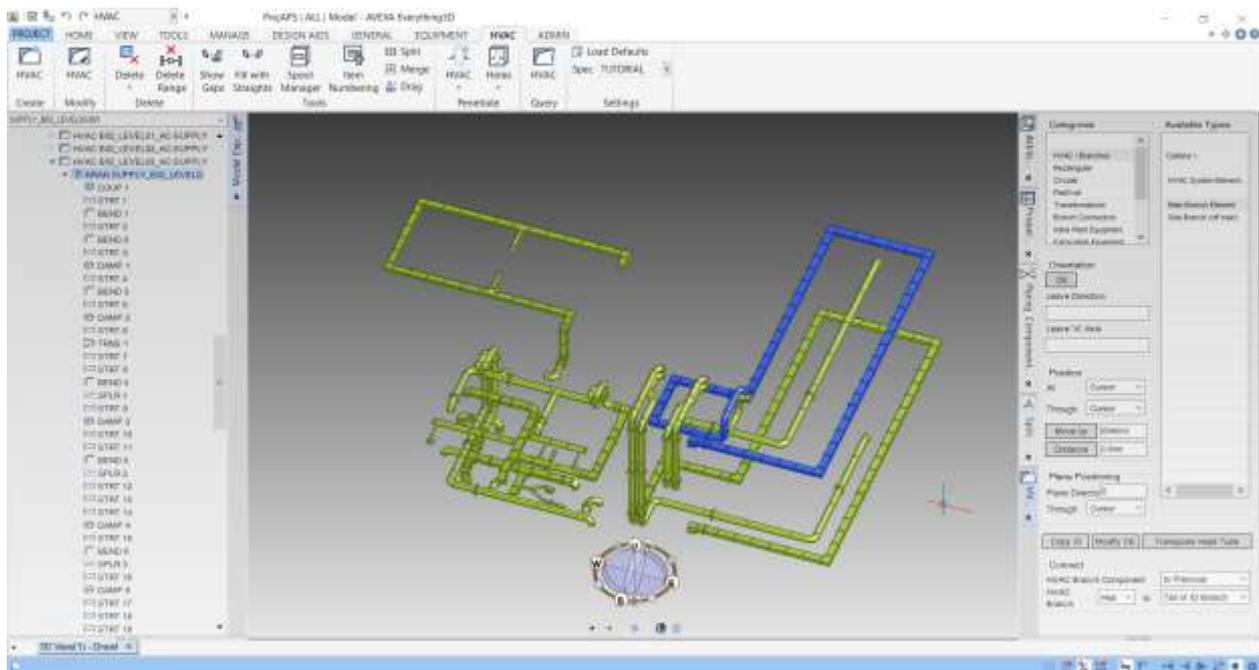
Д) Проектирование металлических узлов



Е) Проектирование оборудования



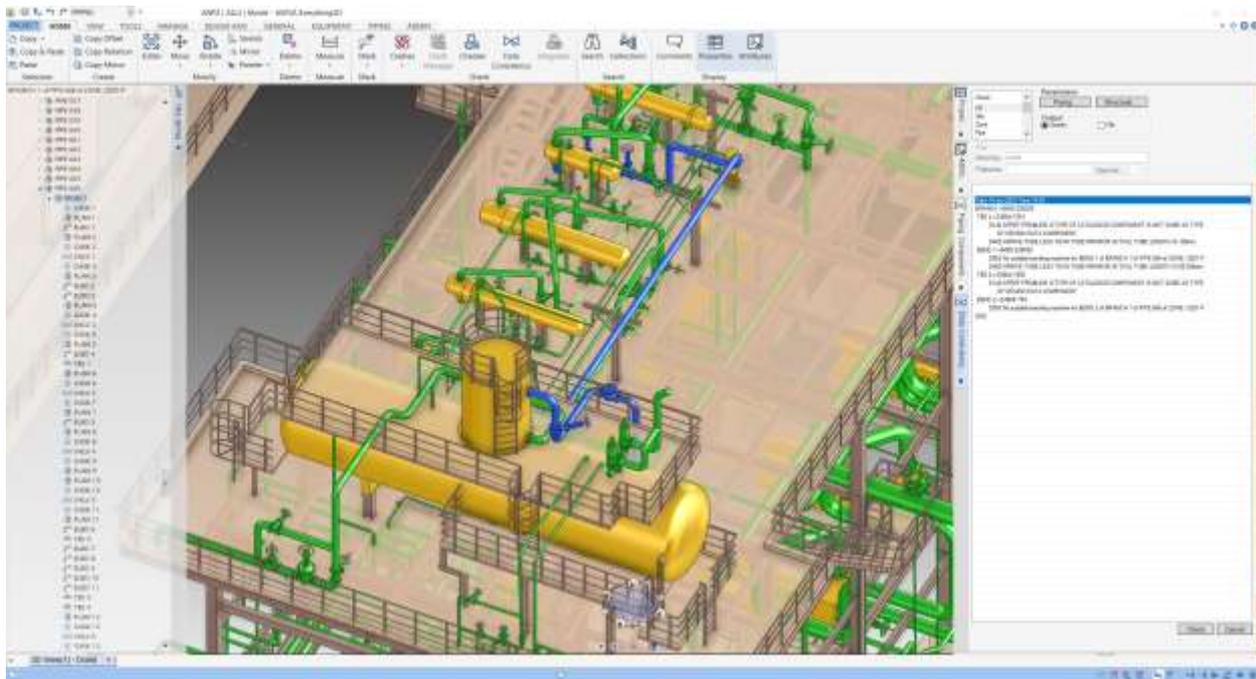
Ж) Проектирование трубопроводов



3) Проектирование воздуховодов



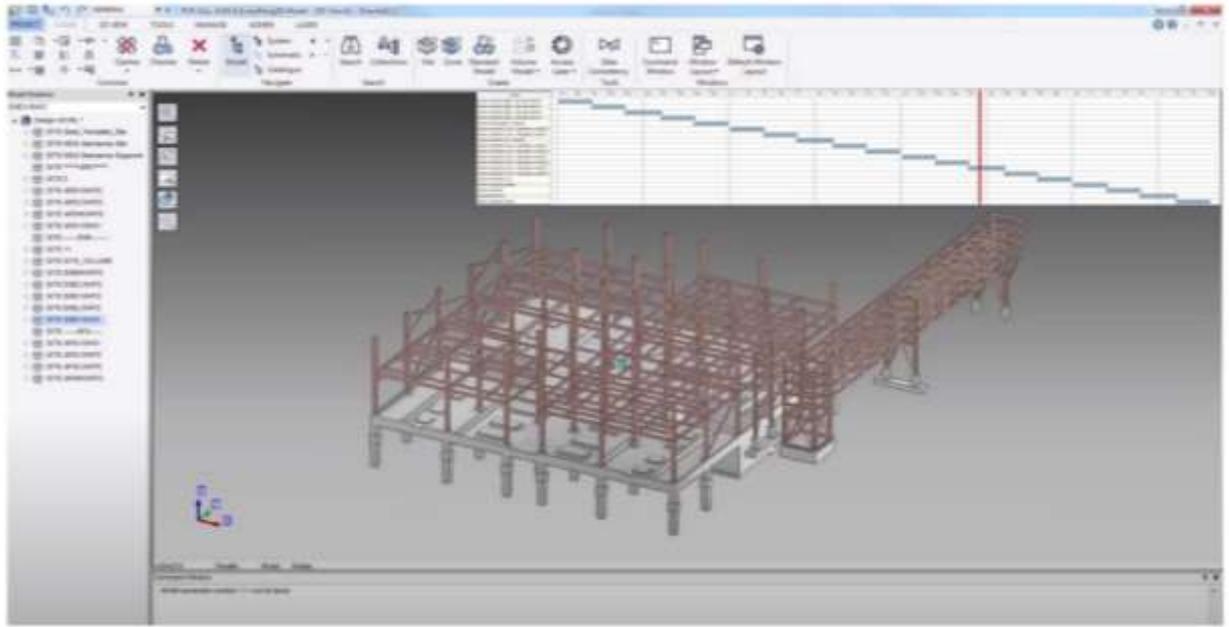
И) Работа с данными лазерного сканирования



М) Проверка на консистенцию



Н) Импорт и экспорт инженерных данных



О) Собственный язык программирования RML

Рисунок 1

14 Приложение Б

Таблица 1 – Технические требования

Рекомендуемая конфигурация рабочих станций для Everything 3D™, версия 2.1	
Операционная система	Window 7 Professional или Enterprise (64-bit рекомендуется) + Service Pack 1 Window 8.1 Window 10 Microsoft .NET Framework 4.0
Тип/частота процессора	Intel x86 или x64 – современные процессоры с высокой производительностью каждого ядра
Память	8 Gb или более
Требования к жёсткому диску	Полностью установленная программа занимает на диске порядка 1 Гб Дополнительно дисковое пространство может понадобиться для хранения временных файлов и настроек пользователя, в том числе, в случае применения Database Cache Service При работе с проектом, размещенном локально на машине пользователя, рекомендуется использование RAID массива из жёстких дисков типа SATA-300. Также допускается использование твердотельных накопителей (SSD).
Монитор	Минимальное разрешение 1280x1024. Рекомендуется использовать 2 монитора с высоким разрешением 1920x1200.
Видеокарты	Nvidia Quadro, AMD FirePro™ или аналогичные
Файловая система	NTFS
Остальное	Мышь – 3 кнопочная с колесиком
Конфигурация сервера	
Операционная система	Windows Server 2008 R2 + Service Pack 1 Windows Server 2012 R2 Microsoft.NET Framework 4.0

Тип/ частота процессора	Тестирование AVEVA E3D 2.1 проводилось на серверах с 4-ядерными процессорами.
Память	16 Гб Расширение объема оперативной памяти увеличивает производительность
Требования к жёсткому диску	Объем жесткого диска зависит от количества и размера проектов (в том числе, в случаях работы с данными лазерного сканирования). Для повышения надежности и быстродействия рекомендуется использовать RAID 0+1 или 5; предпочтительно использование устройств 15k rpm
Network	Gigabit Ethernet (Gbe) LAN Сетевая карта, совместимая с 64-разрядными системами Сетевое соединение должно обеспечивать минимальную скорость 1 Гб/сек для каждой рабочей станции Для увеличения производительности и пропускной способности рекомендуется использовать две или более сетевые карты
Файловая система	NTFS

15 Приложение В

Таблица 4 - Пример перечня ТМ

Техническое место	Наименование	Номер позиции по схеме (технический номер/ индекс позиции)	Модель
2	ТОО ПНХЗ		
2-01	Цех №1, Технический комплекс ЛК-6У		
2-01-01	Секция 100, ЭЛОУ-АТ		
2-01-01-01	Блок ЭЛОУ		
2-01-01-01-01	Подсистема подачи сырой нефти		
2-01-01-01-01-PU	Насосы подсистемы		
2-01-01-01-01-PU-CE	Насосы центробежные		
2-01-01-01-01-PU-CE-001	Насос для подачи сырой нефти на установку	Н-101	НК-560/335-300
2-01-01-01-01-PU-CE-002	Насос для подачи сырой нефти на установку	Н-102	НК-560/335-300
2-01-01-01-01-PU-CE-003	Насос для подачи сырой нефти на установку	Н-103	НК-560/335-300
2-01-01-01-01-PU-CE-004	Насос для подачи сырой нефти на установку	Н-103А	НК-560/335-300
2-01-01-01-02	Подсистема подачи деэмульгатора		
2-01-01-01-02-PU	Насосы подсистемы		
2-01-01-01-02-PU-RE	Насосы объемного действия (плунжерные)		

2-01-01-01-02-PU-RE-001	Насос подачи деэмульгатора	Н-191	НД-160/25	
2-01-01-01-03	Подсистема подачи воды			
2-01-01-01-03-PU	Насосы подсистемы			
2-01-01-01-03-PU-CE	Насосы центробежные			
2-01-01-01-03-PU-CE-001	Насос для подачи воды в электродегидраторы	Н-133	НК-200/120-210	
2-01-01-01-03-PU-CE-002	Насос для подачи воды в электродегидраторы	Н-134	НК-200/120-210	
...				

16 Приложение Г

Таблица 6 - Структура шаблона Технических мест

№ столбца	Наименование	Тип данных	Обязательный для заполнения	Примечание
1	№ п/п	Число	Да	Порядковый номер записи
2	Техническое место. Предприятие (НПЗ)	Число	Да	Заполняется в соответствии с правилами кодирования Технического места
3	Техническое место. Цех (технологический комплекс)	Число		
4	Техническое место. Система (блок, функциональная часть установки)	Число		
5	Техническое место. Система (блок, функциональная часть установки)	Число		
6	Техническое место. Подсистема (узел, функциональное подмножество системы)	Число		
7	Техническое место. Класс оборудования	Текст		
8	Техническое место. Тип оборудования	Текст		
9	Техническое место. Номер оборудования	Число		

Продолжение таблицы 6

10	Наименование Технического места	Текст	Да	
11	Номер позиции по схеме (технический номер/ индекс позиции)	Текст		
12	Место расположения Технического места	Текст		

13	Вышестоящее Техническое место. Предприятие (НПЗ)	Число		<p>Заполняется в соответствии с правилами кодирования Технического места.</p> <p>Не должно совпадать с кодом Технического места текущей записи.</p> <p>Должно присутствовать в другой записи того же файла шаблона на позиции Технического места выше по списку, т.е. № п/п.</p> <p>Вышестоящего Технического места должен быть меньше № п/п текущего Технического места</p>
14	Вышестоящее Техническое место. Цех (технологический комплекс)	Число		
15	Вышестоящее Техническое место. Секция (установка, участок, парк)	Число		
16	Вышестоящее Техническое место. Система (блок, функциональная часть установки)	Число		
17	Вышестоящее Техническое место. Подсистема (узел, функциональное подмножество системы)	Число		
18	Вышестоящее Техническое место. Класс оборудования	Текст		
19	Вышестоящее Техническое место. Тип оборудования	Текст		
20	Вышестоящее Техническое место. Номер оборудования	Число		

17 Приложение Д

Таблица 7 - Форма шаблона Единиц оборудования

№ столбца	Наименование	Тип данных	Обязательный для заполнения	Примечание
1	№ п/п	Число	Да	Порядковый номер записи
2	Код номенклатуры в действующей учетной системе	Текст	Да	
3	Наименование оборудования	Текст	Да	
4	Статус	Текст	Да	В работе. Выведено из эксплуатации. В ремонте. На складе и тд.
5	Класс оборудования	Текст	Да	Категории, классы, типы оборудования в соответствии с ISO 14224:2006
6	Тип оборудования	Текст	Да	
7	Марка, модель	Текст		
8	Инвентарный номер	Текст		
9	Завод изготовитель	Текст		
10	Заводской номер изготовителя	Текст		
11	Номер чертежа	Текст		
12	Дата изготовления	Дата		
13	Дата ввода в эксплуатацию	Дата		

Продолжение таблицы 7

14	Дата последнего ремонта	Дата		
15	Вид последнего ремонта	Текст		ТР, СР, КР
16	Место расположения ЕО	Текст		

18 Приложение Е

Таблица 8 - Форма шаблона Технических мест

столбца	Наименование	Тип данных	Обязательный для заполнения	Примечание
	№ п/п	Число	Да	Порядковый номер записи
	Техническое место. Предприятие (НПЗ)	Число	Да	Заполняется в соответствии с правилами кодирования ТМ
	Техническое место. Цех (технологический комплекс)	Число		
	Техническое место. Секция (установка, участок, парк)	Число		
	Техническое место. Система (блок, функциональная часть установки)	Число		
	Техническое место. Подсистема (узел, функциональное подмножество системы)	Число		
	Техническое место. Класс оборудования	Текст		
	Техническое место. Тип оборудования	Текст		
	Техническое место. Номер оборудования	Число		
0	Наименование Технического места	Текст	Да	

1	Номер позиции по схеме. (технологический номер/ индекс позиции)	Текст		
2	Место расположения ТМ	Текст		
3	Код номенклатуры в действующей учетной системе	Текст		
4	Наименование оборудования	Текст	Да	Обязательный , при установленной ЕО
5	Статус	Текст		В работе, Выведено из эксплуатации, В ремонте, На складе и тд.
6	Марка, модель	Текст		
7	Инвентарный номер	Текст		
8	Завод изготовитель	Текст		
9	Заводской номер изготовителя	Текст		
0	Номер чертежа	Текст		
1	Дата изготовления	Дата		
2	Дата установки	Дата		
3	Дата ввода в эксплуатацию	Дата		
4	Дата последнего ремонта	Дата		
5	Вид последнего ремонта	Текст		ТР, СР, КР
6	Место расположения ЕО	Текст		

7	Вышестоящее техническое место. Предприятие (НПЗ).	Число		<p>Заполняется в соответствии с правилами кодирования ТМ.</p> <p>Не должно совпадать с кодом ТМ текущей записи.</p> <p>Должно присутствовать в другой записи того же файла шаблона на позиции ТМ выше по списку, т.е. № п/п</p> <p>Вышестоящего ТМ должен быть меньше № п/п текущего ТМ</p>
8	Вышестоящее техническое место. Цех (технологический комплекс)	Число		
9	Вышестоящее техническое место. Секция (установка, участок, парк).	Число		
0	Вышестоящее техническое место. Система (блок, функциональная часть установки)	Число		
1	Вышестоящее техническое место. Подсистема (узел, функциональное подмножество системы)	Число		
2	Вышестоящее техническое место. Класс оборудования.	Текст		
3	Вышестоящее техническое место. Тип оборудования.	Текст		
4	Вышестоящее техническое место. Номер оборудования	Число		

19 Приложение Ж

Таблица 9 – Термины и сокращения

Компания	<НАЗВАНИЕ КОМПАНИИ>
Подрядчик	Физические лица, фирмы, компании или партнёрства (включая их субподрядчиков), назначаемые Компанией для выполнения услуг, связанных с проектом
Проектировщик	Подрядчик, выполняющий работы по проектированию
Проект	Комплекс взаимосвязанных работ, направленных на создание и/или развитие производственных мощностей за счет выбора и проектирования оптимального способа разработки месторождения, строительства, а также реконструкции, модернизации и технического перевооружения в рамках установленных объёмов работ, сроков и выделенных ресурсов с определёнными экономическими показателями
Информационный актив/Информационная модель объекта	Виртуальное описание разрабатываемого объекта, является результатом проектно-исследовательской деятельности и содержит исчерпывающее определение классов, объектов, взаимодействий, сопроводительной документации
Трёхмерная модель (3D модель)	Электронная пространственная модель какого-либо объекта реального мира или его части (комплекса, системы и т.д.), выполненная с помощью какой-либо прикладной программной системы трёхмерного проектирования, с заданным уровнем детализации
Тег	Идентификационный номер оборудования, содержащаяся в проекте (пример: насос, задвижка, труба и т.д.). Тег имеет уникальное имя и представляет собой информационную модель реального технологического объекта, присутствующего в проекте

3D САПР	Система автоматизированного проектирования Проектировщика/Подрядчика
ПСД	Проектно-сметная документация
КИПиА	Контрольно-измерительные приборы и автоматика
КМ	Конструкции металлические
КЖ	Конструкции железобетонные
РД	Рабочая документация
ПО	Программное обеспечение
ОВик	Отопление, вентиляция и кондиционирование
Р&ID	Технологическая схема
Классы физических объектов	Классы, позволяющие описать принадлежность проектных объектов (тегов) к той или иной категории, а также определяющие свойственные им атрибутивные составы
Аутентификация	Установление соответствия пользователя указанным им учётным данным (подтверждение подлинности)
ТОРО	Система управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования

20 Приложение 3

Таблица 10 - Информация по проектным дисциплинам в трёхмерной модели

Все трубопроводы, фитинги и встроенные линейные элементы (краны, КИПиА и т.д.) должны быть смоделированы независимо от их размера.

№ п/п	Состав трехмерной модели	Проектная дисциплина
1	<p>Основное и вспомогательное оборудование - сосуды, колонны, реакторы, резервуары, насосы, компрессоры, теплообменники, аппараты воздушного охлаждения, блочное оборудование и т.д. Степень детализации оборудования включает все необходимые точки присоединения к оборудованию, заданные резервные объёмы для проведения ремонтных работ и обслуживания оборудования</p> <p><i>Примечание: Технологическое оборудование в трехмерной модели должно быть представлено из набора графических примитивов и соответствовать по форме и размерам, основным габаритам соответствующего технологического оборудования.</i></p> <p><i>Все штуцеры технологического оборудования по размерам, месту расположения, Ду, Ру, типу присоединительной поверхности к трубопроводам должны соответствовать штуцерам технологического оборудования по спецификации рабочей документации</i></p>	Технологическая часть

2	<p>Трубопроводы высокого и низкого давления. Степень детализации трубопроводов включает все необходимые точки присоединения к трубопроводу (штуцеры дренажей и воздушников, штуцеры и бобышки для приборов измерения и контроля, присоединения по границам проектирования), трубопроводные элементы, объем изоляции</p> <p><i>Примечание: Все технологические трубопроводы и фитинги в трехмерной модели по своим параметрам (стандарту, Ду, материалу, толщине стенки) должны соответствовать спецификации рабочей документации.</i></p> <p>Вся арматура на технологических трубопроводах в трехмерной модели по своим параметрам (Ду, Ру, типу присоединительной поверхности, заводу-изготовителю) должны соответствовать спецификации рабочей документации.</p>	Технологическая часть
3	<p>Опорно-подвесные системы трубопровода. Степень детализации опорно-подвесной системы включает необходимый габарит опоры или подвески до точки крепления</p>	Технологическая часть
3.1	<p>Все монтажные опоры под технологические трубопроводы в трехмерной модели по своим параметрам должны соответствовать спецификации рабочей документации</p>	Технологическая часть

4	Оборудование КИПиА на Объекте проектирования (шкафы ПТК, местные шкафы, шкафы НКУ, пульта управления, стенды (конструктивы без датчиков), коробки зажимов (КЗ])	КИПиА
5	Отборные устройства на технологических трубопроводах-штуцера и бобышки (без трассировки импульсивных трубопроводов)	
6	<p>Металлические несущие и вспомогательные конструкции каркаса зданий и сооружений: колонны, стойки, балки, фермы, связи, прогоны, монорельсы, подкрановые конструкции.</p> <p>Лестницы, площадки и стремянки с элементами ограждения.</p> <p>Настил, ограждение из профилированной и листовой стали.</p> <p>Опорные и вспомогательные конструкции для обеспечения работы смежных специальностей: опоры, стойки, кронштейны, подвески, элементы прохождения коммуникаций и оборудования через настил (отверстия, гильзы, обрамления).</p> <p>Примечание: элементы раздела без детальной проработки узлов примыканий элементов (болтов, сварки, крепежных фосонок, монтажных зазоров и тд.)</p>	Строительная часть (КМ)

7	<p>Несущие железобетонные конструкции каркаса зданий и сооружений: колонны, фермы, балки, ригели, подкрановые балки, плиты перекрытия и покрытия, монолитные участки перекрытия, монолитные стены, диафрагмы жёсткости.</p> <p>Элементы подземной части (нулевого цикла): фундаменты, сваи, ростверки, фундаментные балки, плиты подвалов и технических подполий, подбетонка.</p> <p>Элементы железобетонных лестниц, площадок и их ограждения.</p> <p>Опорные и вспомогательные конструкции для обеспечения смежных специальностей: фундаменты под оборудование, фундаменты под опорные конструкции, поддоны, приямки, желоба, набетонка, обетонировки, элементы прохождения коммуникаций сквозь перекрытия (отверстия, обрамления).</p> <p>Примечание: элементы раздела выполняются без детальной проработки узлов примыкания элементов друг с другом, арматурных и крепёжных элементов</p>	Строительная часть (КЖ)
---	---	-------------------------

8	<p>Ограждающие конструкции: стены, навесные панели, перегородки, полы, фальшполы, подвесные потолки, перекрытия, покрытия, кровля с элементами ограждения.</p> <p>Монтажные проёмы, окна, двери, ворота, проходы, козырьки, водосточные системы, цоколь.</p> <p>Отмостка здания, пандусы, площадки перед входом.</p> <p>Элементы прохождения коммуникаций (трубопроводов, воздуховодов, кабелей) сквозь ограждающие конструкции: отверстия, обрамления, гильзы.</p> <p>Элементы полов: набетонки, приямки, желоба, стенки поддонов.</p> <p>Закладные изделия в полах и стенах.</p> <p>Вспомогательное оборудование административно-бытовой части: столы, стулья, кресла, скамьи, шкафы для одежды, рукосушители и т.п.</p> <p>Компоновочная схема размещения помещений, выполненная в виде объёмов, размещённых в пространстве здания или сооружения. Объёмы помещений содержат данные для экспликации помещений.</p> <p>Объёмы резервирования пространства в местах основных проходов людей и на путях эвакуации.</p>	Строительная часть (АР)
---	--	-------------------------

9	<p>Системы пожаротушения: Трубопроводы пожаротушения диаметром от 25 мм. Степень детализации трубопроводов включает все необходимые точки присоединения к трубопроводу (штуцеры для дренажей, оросителей, приборов измерения и контроля, присоединения по границам проектирования), трубопроводные элементы</p>	Технология пожаротушения
9.1	<p>Требование: Оборудование систем производственного пожаротушения (насосы, резервуары и т.п.) в трехмерной модели должно быть представлено из набора графических примитивов и соответствовать по форме и размерам, основным габаритам соответствующего оборудования</p>	
10	<p>Оборудование (оросители, насадки, модули газового и аэрозольного пожаротушения)</p>	

11	<p>Трубопроводы систем отопления и теплоснабжения, фреонопроводы: прямые участки, фасонные части, арматура запорно-регулирующая, счётчики, закладные устройства (отборные конструкции), тепловая изоляция, узлы прохода сквозь ограждающие конструкции, типовые крепления (опоры, кронштейны, подвески).</p> <p>Оборудование: насосы, приточно-вытяжные установки, калориферы, вентиляторы, воздухонагреватели, кондиционеры, увлажнители, приборы отопления, воздушные завесы, пылеочистители, регистры отопления.</p> <p>Воздуховоды, элементы систем вентиляции: прямые участки, заслонки, клапаны, воздухораспределители, фильтры карманные, клапаны огнезадерживающие, шумоглушители, дефлекторы, воздухозаборные трубы, местные отсосы, лючки для замеров расхода воздуха, тепловая изоляция, закладные конструкции (отборные устройства), узлы прохода сквозь ограждающие конструкции, типовые крепления (опоры, кронштейны, подвески)</p>	Отопление и вентиляция
----	---	------------------------

12	<p>Трубопроводы систем водоснабжения и канализации: прямые участки трубопроводов с проработкой изоляции, фасонные части, соединительные части труб, прочистки, ревизии, арматура запорно-регулирующая, системы очистки воды, поливочные краны, счётчики, закладные конструкции (отборные устройства), узлы прохода сквозь ограждающие конструкции, типовые крепления (опоры, кронштейны, подвески)</p> <p>Оборудование водоснабжения: насосное оборудование, приборы санитарно-технические, пожарные шкафы, водонагреватели</p> <p><i>Для наружных сетей ВиК:</i></p> <p><i>Прямые участки трубопроводов, фасонные части на сети, арматура в колодцах, колонки управления арматурой, электроприводы, упоры на трубопроводе, футляры.</i></p> <p><i>Сооружения водоснабжения и канализации: смотровые колодцы, ёмкости, резервуары, пожарные гидранты, опоры трубопроводов и т.п.</i></p>	Водопровод и канализация
----	--	--------------------------

13	<p>Электротехническое оборудование. Степень детализации оборудования включает все необходимые точки присоединения к оборудованию, заданные резервные объёмы для проведения ремонтных работ и обслуживания оборудования</p>	<p>Электротехническая часть</p>
13.1	<p>Электротехническое оборудование, занимающее объем в трехмерной модели (шкафы, посты управления, щиты коммутационные, силовые, управления, освещения, распределительные устройства, трансформаторы, пусковые устройства, лампы, фонари, мачты и т.п.), должно быть представлено из набора графических примитивов и соответствовать по форме и размерам, основным габаритам соответствующего оборудования</p>	
14	<p>Кабельные конструкции, лотки кабельных трасс, шинопроводы, кабели с учётом размещения лотков и шинопроводов с размерами, соответствующими спецификации рабочей документации</p>	

15	<p>Трубопроводы систем пожаротушения: прямые участки трубопроводов, фасонные части, арматура запорно-регулирующая, пожарные краны, насадки, закладные устройства (отборные конструкции), узлы прохода сквозь ограждающие конструкции, типовые крепления (опоры, кронштейны, подвески).</p> <p>Оборудование пожаротушения: насосное оборудование, огнетушители, модули газового, аэрозольного пожаротушения, ящики с песком, посты управления, пожарные шкафы</p>	Пожаротушение
----	--	---------------