

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**И.М. ИСАКОВ** – заместитель генерального директора ЗАО «НЕОЛАНТ Сервис»

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТРЕХМЕРНЫЕ МОДЕЛИ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Информационные 3D модели позволяют:

1. Осуществлять контроль на всех стадиях жизненного цикла: проектирования, строительства, эксплуатации и капитального ремонта;
2. Упростить авторский надзор проектировщиков и технический надзор эксплуатирующей организации;
3. Упростить, ускорить и улучшить качество строительно-монтажных работ - модель значительно нагляднее и понятнее чертежей, каждый элемент объекта имеет трехмерные координаты и привязан к строительной сетке;
4. Принимать управленческие решения;
5. Упростить процесс технического обслуживания технических и технологических систем и подсистем объекта;
6. Производить анализ текущего состояния технологического объекта;
7. Использовать 3D модель в качестве основы для создания различных информационных систем при эксплуатации объекта.

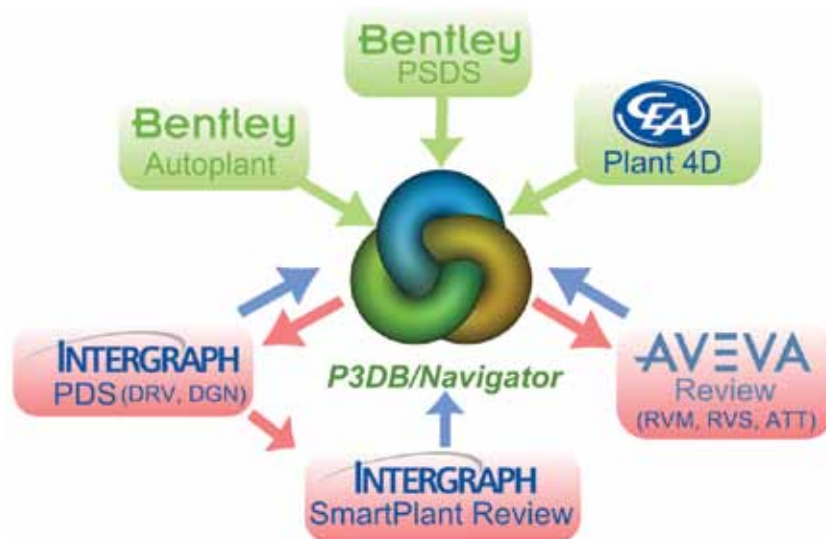
Для интеграции 3D моделей, созданных в различных САПР, и их визуализации используется информационная система **P3DB/Navigator**.

**P3DB/Navigator** – инструмент для визуализации и интерактивной навигации 3D моделей и 2D чертежей, в том числе больших пространственно-распределенных моделей технологических и линейных объектов. Является удобным инструментом для интерактивного просмотра проектов и изучения трехмерных моделей промышленных объектов в ходе проектирования, строительства и эксплуатации.

Простой и понятный интерфейс открывает доступ к информации даже при отсутствии опыта работы с САД продуктами. **P3DB/Navigator** позволяет объединить в единой модели информацию об объекте из различных источников и разных программ, передавать заказчикам и строителям любую графическую и атрибутивную информацию в едином формате p3db.

Расширения «P3DB/Manager» позволяют:

1. Создавать связи между элементами модели и произвольными документами (проектными и исполнительными);
2. Формировать базу задач проекта, импортировать задачи из программ планирования (например, из Primavera), отслеживать состояние задач и показывать на модели состояние хода работ на выбранную дату (различные цвета отображения элементов 3D модели отражают комплектацию/опережение/отставание/выполнение по плану, завершение и приемку работ технадзором заказчика), формировать отчеты для выбранных задач;
3. Формировать спецификации для выбранных элементов (элементы могут быть выбраны разными способами: индивидуально, с помощью рамки, с помощью функции поиска по атрибутам).



### СФЕРИЧЕСКИЕ ПАНОРАМЫ

Сферические панорамы создают эффект присутствия на объекте, представляя собой фотореалистичное изображение объекта.

Основными преимуществами сферических панорам перед обычными фотографиями являются:

- возможность обзора на 360° по горизонтали и на 180° по вертикали: ни один участок объекта вокруг не останется незамеченным;
- возможность создания на основе сферических панорам информационных систем со следующим функционалом:
  1. Сравнение объектов, выполненных по разным проектам;
  2. Осуществление мониторинга процесса строительства с любым интервалом от дневного до квартального;
  3. Регулировка загрузки, позволяющая группировать объекты по категориям (ТХ, КИПиА, ОВ, АС и др.) и регулировать загрузку модели от отдельных элементов к общему виду;
  4. Переход из одной точки объекта в другую;
  5. Дополнение объектов панорамы атрибутивной информацией;
  6. Переход из сферической панорамы в соответствующую точку трехмерной модели с сохранением параметров камеры: местоположение, угол наклона, увеличение. Данная возможность позволяет: оценивать реалистичность и точность модели (сравнение «как построено»), получать в 3D модели атрибутивную информацию об элементах модели и использовать другие функции информационной 3D модели объекта.

### ЭЛЕКТРОННАЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ «КАК ПОСТРОЕНО»

Традиционная **исполнительная документация** в бумажном виде – это большое количество томов документов, в которых зафиксированы события по трубопроводной системе без точной привязки ко времени и единому координатному пространству. Информация статическая, отсутствует возможность сортировки, быстрого поиска нужной информации, анализа и контроля данных.

База данных **электронной исполнительной документации** – это данные и документированные события, связанные с проектом, периодом строительства и эксплуатации с использованием информационных технологий.

#### Цели создания базы данных электронной исполнительной документации «как построено»:

1. Упрощение и максимальная автоматизация процесса сбора информации на стадии строительства;
2. Максимальное сокращение количества ошибок при сборе и оформлении документации;
3. Возможность использования базы данных **электронной исполнительной документации** «как построено» для решения различных практических задач при строительстве, контроле качества работ и эксплуатации;
4. Обеспечение простого и быстрого механизма поиска, просмотра и распечатки нужной информации.

В процессе накопления опыта работы на объектах трубопроводного строительства по формированию электронной базы данных **исполнительной документации** и для управ-

ления данными ООО «Проект-Сервис» был разработан специализированный программный комплекс (ПК) «EDoc-Pro» на основе реляционной СУБД Firebird (Interbase). С помощью этой информационной системы решаются задачи по созданию и заполнению электронной базы данных исполнительной документации проекта.

#### Основные характеристики и возможности EDoc-Pro:

1. Удобное и быстрое заполнение данных. Контроль ошибок при заполнении данных;
2. Оперативный доступ ко всем данным по трубопроводной системе;
3. Анализ данных, создание отчетов;
4. Библиотека запросов;
5. Диаграммы заполнения документации;
6. Поиск документов по любым критериям;
7. Простота хранения и просмотра документов.

Заказчику база данных электронной исполнительной производственной документации и архив отсканированных оригиналов передаются вместе с бесплатной программой «EDoc-View», в которой отсутствуют механизмы редактирования данных. Это обеспечивает неизменяемость данных после завершения проекта.

#### ЭЛЕКТРОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ТРУБОПРОВОДА

Функциональное назначение электронного технического паспорта (ЭТП) заключается в представлении различного рода данных по объектам трубопровода (инженерно-технические изыскания, проектная документация, электронная исполнительная документация «как построено» и данные о выполненных обследованиях и ремонтах) в единой наглядной информационной системе и оперативной выдаче административному и эксплуатирующему персоналу требуемого набора информации.

ЭТП трубопровода представляет собой специализированную информационную систему на основе проектных данных и электронной исполнительной документации «как построено», которая пополняется в ходе эксплуатации сведениями о выполненных обследованиях, ремонтах и о текущем состоянии трубопровода с использованием программного продукта P3DB/Navigator.

#### ЭТП содержит следующие данные о трубопроводе:

«Ось трубопровода» – модели оси трубопровода: «Проектная ось трубопровода», «Ось трубопровода «как построено». Модель «Ось трубопровода «как построено» кроме расчетного пикетажа в плане содержит данные о фактической длине трубопровода.

«Конструкция трубопровода» – раздел содержит данные о конструктивных характеристиках и параметрах – проектных и фактических (согласно актам выполненных работ) и включает следующие подразделы:

- категория трубопровода;
- используемые трубы;
- испытание;
- конструкция изоляции;
- дополнительная защита изоляции;
- защита от активных тектонических разломов;
- балластировка;
- инженерная защита;
- ЭХЗ;
- переходы через водные преграды (перечень всех переходов и 3D модели надземных переходов);
- пересекаемые инженерные коммуникации (переходы через дороги, трубопроводы, кабели, ЛЭП);
- тоннели;
- линейные крановые узлы (перечень узлов и 3D модели крановых узлов «как построено»).

Площадочные сооружения (перечень узлов и сооружений, 3D модели узлов). Данные подразделы включают в себя модели «как спроектировано» и «как построено», что позволяет на стадии строительства производить анализ соответствия фактических конструктивных характеристик проекту.

«Раскладка элементов трубопроводной системы» (ЭТС) – модели «Раскладка труб и ЭТС по данным сварочных журналов» и «Данные по внутритрубной дефектоскопии (ВТД)».

«Раскладка труб и ЭТС по данным сварочных журналов» – данные по элементам трубопровода, полученные из сварочных журналов. Данные представлены в виде логических слоев, соответствующих типу и характеристикам элементов (трубы, тройники, кривые холодного гнутья, отводы 5 Ду, краны, интеллектуальные вставки и т.д.). Каждый элемент имеет атрибутивную информацию о характеристиках элемента, что дает возможность

получения ведомости (спецификации) соответствующих элементов.

«Данные по внутритрубной дефектоскопии (ВТД)» визуализируют в ЭТП информацию, полученную в ходе выполнения работ по ВТД после завершения строительства. Данные также представлены в виде логических слоев, соответствующих типу элементов. Каждый элемент имеет атрибутивную информацию о характеристиках элемента, а также информацию об обнаруженных дефектах. При проведении новых работ по ВТД предполагается дополнение существующих данных вновь полученными.

«Проектные чертежи» – привязанные в единой системе координат проектные чертежи линейной части газопровода.

«Исполнительная съемка» – исполнительные чертежи газопровода и кабеля связи, переведенные в формат информационной системы. Наряду с осями «как построено» газопровода и кабеля связи отображена информация о прилегающей территории (рельеф, естественные и искусственные преграды, подъездные дороги, населенные пункты и др.).

«Оползневые участки» – участки потенциально опасных геологических процессов.

«Отвод земель» – данные по владельцам земель, переданных в аренду на время строительства и эксплуатации газопровода.

«Фото» – точки вдоль трассы газопровода с привязанными к ним соответствующими фотографиями. Имеется возможность дополнять ЭТП новыми фотографическими материалами, получаемыми в ходе эксплуатации газопровода.

Вся информация (картографические материалы, космические снимки, проектные чертежи, исполнительная съемка, раскладка элементов трубопроводной системы) представлена в ЭТП в единой системе координат.

Основные выводы:

1. Электронный технический паспорт трубопровода формируется в процессе строительства объекта. Основу составляют проектные данные, картографические материалы, космические снимки территории строительства. Во время строительства трубопровода ЭТП пополняется фактическими данными об элементах трубопровода из Электронной исполнительной документации.

2. В процессе строительства ЭТП наглядно представляет строителям информацию о конструктивных характеристиках трубопровода с привязкой на местности в реальных географических координатах.
3. Технический надзор имеет возможность анализировать проектную информацию и данные «как построено» в единой информационной системе и отслеживать отклонения от проекта.
4. Эксплуатирующая организация имеет возможность дополнять Электронный технический паспорт трубопровода данными, полученными в ходе выполнения диагностических и ремонтных работ, что позволят всегда иметь актуальную информацию о состоянии элементов трубопроводной системы и трубопровода в целом.
5. Единая система координат и функция подключения GPS-приемника дают возможность ремонтно-восстановительной службе эксплуатирующей организации оперативно находить на местности нужный участок трубопровода и получать по нему всю необходимую информацию: конструктивные характеристики трубопровода, характеристики элементов трубопроводной системы, данные о дефектах элементов трубопровода.

#### ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ EDOCINSPECTOR

Целью выполнения данной работы является переход от набора разрозненных документов к полноценной информационной системе управления диагностической информацией на КС магистральных газопроводов.

Информационная система управления диагностической информацией на КС магистральных газопроводов EDocInspector представляет собой единую Базу данных всей диагностической информации по объекту и инструменты визуализации данной информации на 3D модели и сферических панорамах объекта.

Информационная система позволяет работать со следующими диагностическими данными:

1. Измерение вибрации ТПО;
2. Геодезические измерения положения ТПО;
3. Толщинометрия отводов.



#### Основные характеристики ИС EDocInspector:

**Комфортная работа.** Простой и логичный интерфейс минимизирует необходимое время для ввода данных в систему. Все необходимые функции доступны из основного окна программы. Реализована возможность создания отчета по необходимым данным в печатной форме, а также экспорт в формат данных Microsoft Office Excel.

**Безопасность.** Разграничение уровней доступа к информации от возможностей просмотра до полного контроля соответственно должностным обязанностям.

**Контроль данных.** Автоматическая проверка и индикация введенных данных относительно контрольных значений по дисциплинам.

**Повышение информативности.** Возможность добавления к каждой записи измерения произвольного количества необходимых документов (файлов) таких как фотографии, отчеты, нормативная документация и т.д. А также возможность хранения необходимых комментариев.

**Сортировка и поиск.** Достаточно удобный механизм поиска необходимых данных об измерениях. Функция создания произвольных групп, которые объединяют произвольное количество записей по необходимому признаку.

**Визуализация диагностической информации.** 3D модель несет в себе полную и достоверную информацию об устройстве Компрессорной станции и

обеспечивает доступ к необходимой информации для быстрого и своевременного принятия необходимого решения. И поэтому является удобным инструментом при планировании различного рода работ по диагностике и ремонту. Сферические панорамы создают эффект присутствия на объекте, представляя собой фотореалистичное изображение объекта. Существует возможность визуального мониторинга через определенные временные промежутки.

Точка, в которой измеряется тот или иной параметр, отображается в трехмерной модели и несет в себе как атрибутивную информацию: дата измерений, значение измерения, максимально допустимые параметры, выводы; так и связь с электронной таблицей (отчетом по проведенным обследованиям), в которой предоставляется расширенная информация – марка измерительного прибора, инженер, выполняющий измерения и т.д.

Три режима отображения точек измерения позволяют визуально выделять в модели объекта значения измеряемых параметров:

1. Значение измеряемого параметра удовлетворяет допустимым значениям;
2. Значение превышает критическое (требует принятия решения о дальнейшей эксплуатации и методах решения проблемы);
3. Значение в заданной точке превышает максимально допустимое значение (дальнейшая эксплуатация запрещена). ■