

Таблица 10

**Корреляция эталонов классов 5 и 6
на группах частот 1...16, 1...7 и 8...14**

Корреляция А5 и А6 на группах частот		
1...16	1...7	8...14
0,92	0,97	0,58

Со второй группой положение более сложное. Проведенные выше расчеты и методы в [1–3] не дают решения задачи идентификации в пользу того или иного класса по частотам 8...14 второй группы. Однако это же положение может трактоваться как положительный результат, позволяющий однозначно идентифицировать эти классы как существенно отличающиеся от других классов.

Заключение

В работе рассмотрены подходы к обработке первичных данных с позиций их интегральных, общих и дифференциальных, частных характеристик объектов

УДК 681.5:622.276:622.279

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

И.М. Исаков
(ЗАО "НЕОЛАНТ Сервис")

Введение

Современные информационные технологии все активнее внедряются в нефтегазовой промышленности – без них уже невозможно оперативное управление объектами на всех стадиях жизненного цикла объекта: проектирование, строительство, эксплуатация.

В 2010 г. был создан новый региональный офис компании "НЕОЛАНТ" в г. Ставрополе – "НЕОЛАНТ Сервис", образованный путем слияния с компанией "Проект-Сервис". Первоначально компания "Проект-Сервис" занималась выполнением проектных работ по магистральным газопроводам, газораспределительным станциям, газоснабжению объектов в Республике Ингушетии, Восточных районах Ростовской области и др. Затем произошла переориентация "Проект-Сервис" на создание и внедрение информационных систем и трехмерных моделей сложных технологических объектов.

Организация "Проект-Сервис" участвовала в одном из крупнейших проектов – "Голубой поток", информационную модель которого разработали специалисты компании. Эта информационная модель представляет собой геоинформационную систему (ГИС), интегрированную с трехмерными моделями объектов

на примере шумов подшипников разных классов. Приведены примеры некоторых пар классов, вызывающих неоднозначности, трудности их однозначной идентификации и интерпретации. Можно полагать, что приведенные подходы имеют обобщающий характер, и применимы в других случаях подобных проблем, определяющих сложность распознавания объектов в задачах их классификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Командровский В.Г. *Методологические принципы информатизации исследования объектов нефтегазовой отрасли как сложных систем.* – М.: ГУП Изд-во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2003. – 140 с.
2. Командровский В.Г. *Идентификация объектов и систем нефтегазовой отрасли. 1. Подшипники: Учеб.-метод. Пособ.* – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкин, 2007. – 39 с.
3. Толстов А.Г. *Техническая диагностика. Принципы принятия решений при обработке опытов.* – М.: ООО "Газ-пром экспо", 2010. – 232 с.

трубопровода, такими, как компрессорные станции. В 2000 г. это были уникальные для России технологии.

Организация "Проект-Сервис" прошла путь от проектирования линейных объектов, аэрофотосъемки до создания ГИС, информационных трехмерных моделей сложных технологических объектов, электронной исполнительной документации, электронных технических паспортов магистральных трубопроводов, сферических панорам объектов топливно-энергетического комплекса.

Рассмотрим подробнее используемые в настоящее время информационные системы сложных технологических объектов.

Информационные трехмерные модели сложных технологических объектов позволяют:

- осуществлять контроль на всех стадиях жизненного цикла: при проектировании, строительстве, эксплуатации и капитальном ремонте;
- упростить авторский надзор проектировщиков и технический надзор эксплуатирующей организации;
- 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;
- принимать управленческие решения;

– упростить процесс технического обслуживания технических и технологических систем и подсистем объекта;

– анализировать текущее состояние технологического объекта;

– использовать 3D модель в качестве основы для создания различных информационных систем при эксплуатации объекта.

Для интеграции 3D моделей, созданных в различных системах автоматизированного проектирования, и их визуализации используется информационная система **P3DB/Navigator** – инструмент для визуализации и интерактивной навигации 3D моделей и 2D чертежей, в том числе больших пространственно-распределенных моделей технологических и линейных объектов. Он удобен 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 CAD-продуктами. P3DB/Navigator позволяет объединить в единой модели информацию об объекте из различных источников и программ, передавать заказчикам и строителям любую графическую и атрибутивную информацию в едином формате p3db (рис. 1).

Расширения P3DB/Manager позволяют:

– создавать связи между элементами модели и произвольными документами (проектными и исполнительными);

– формировать базу задач проекта, импортировать задачи из программ планирования (например, из

Primavera), отслеживать состояние задач и отображать на модели состояние работ в определенные период (различные цвета элементов 3D модели отражают комплектацию, опережение, отставание, выполнение по плану, завершение и приемку работ технадзором заказчика), формировать отчеты для выбранных задач;

– формировать спецификации для выбранных элементов; элементы могут быть выбраны разными способами: индивидуально, с помощью рамки или функции поиска по атрибутам.

Сферические панорамы представляют собой фотореалистичное изображение объекта и создают эффект присутствия на объекте. Основными преимуществами сферических панорам перед обычными фотографиями являются:

– возможность обзора на 360° по горизонтали и на 180° по вертикали – ни один участок объекта не останется незамеченным;

– возможность создания на основе сферических панорам информационных систем со следующим функционалом:

- сравнение объектов, выполненных по разным проектам;
- мониторинг процесса строительства с любым интервалом от дневного до квартального;
- регулирование загрузки, позволяющее группировать объекты по категориям (технологическая часть (ТХ), контрольно-измерительные приборы и автоматика (КИПиА), отопление и вентиляция (ОВ), архитектурно-строительная часть (АС) и др.) и управлять загрузкой модели от отдельных элементов к общему виду;

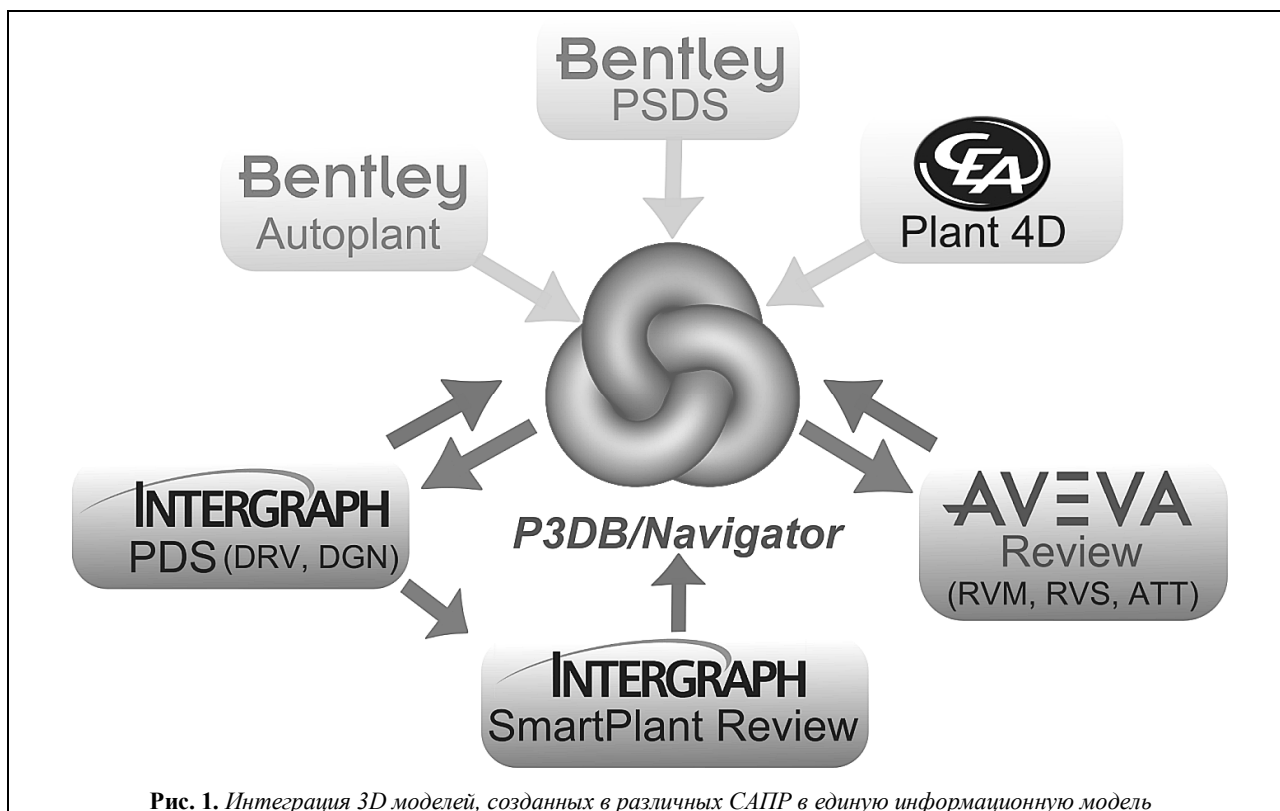


Рис. 1. Интеграция 3D моделей, созданных в различных САПР в единую информационную модель

- переход из одной точки объекта в другую;
- дополнение объектов панорамы атрибутивной информацией;
- 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 с помощью 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 число томов документов, в которых зафиксированы данные без точной привязки ко времени и единому координатному пространству. Эта информация статическая, отсутствует возможность ее сортировки, быстрого поиска нужных данных, их анализа и контроля.

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

Цели создания базы данных электронной исполнительной документации "как построено":

- упрощение и максимальная автоматизация процесса сбора информации на стадии строительства;
- максимально возможное уменьшение количества ошибок при сборе и оформлении документации;
- возможность использования базы данных электронной исполнительной документации "как построено" для решения различных практических задач при строительстве, контроле качества работ и эксплуатации;
- обеспечение простого и быстрого механизма поиска, просмотра и печати нужной информации.

В процессе накопления опыта работы по формированию электронной базы данных исполнительной документации на объектах строительства трубопроводов ООО "Проект-Сервис" разработало специализированный программный комплекс (ПК) "EDoc-Pro" на основе реляционной системы управления базами данных 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":

- удобное и быстрое заполнение баз данных;
- контроль ошибок при заполнении баз данных;
- оперативный доступ ко всем данным о трубопроводной системе;
- анализ данных, создание отчетов;
- формирование библиотеки запросов;
- отображение диаграммы заполнения документации;
- поиск документов по любым критериям;
- 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 средства редактирования данных отсутствуют, что обеспечивает неизменность данных после завершения проекта.

Электронный технический паспорт трубопровода. Функциональное назначение электронного технического паспорта (ЭТП) заключается в представлении различных данных об объектах трубопровода (инженерно-технические изыскания, проектная документация, электронная исполнительная документация "как построено" и данные о выполненных обследованиях и ремонтах) в единой наглядной информационной системе. ЭТП обеспечивает оперативную выдачу административному и эксплуатирующему персоналу требуемой информации.

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

ЭТП содержит перечисленные ниже данные о трубопроводе.

"Ось трубопровода" – модели оси трубопровода, включающие "Проектную ось трубопровода" и "Ось трубопровода "как построено". Последняя модель кроме расчетного пикетажа в плане содержит данные о фактической длине трубопровода.

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

- категорию трубопровода;
- сведения об используемых трубах;
- результаты испытания;
- конструкцию изоляции;
- дополнительную защиту изоляции;
- защиту от активных тектонических разломов;
- балластировку;
- инженерную защиту;
- электрохимическую защиту;
- переходы через водные преграды (перечень всех переходов и 3D модели надземных переходов);
- пересекаемые инженерные коммуникации (дороги, трубопроводы, кабели, линии электропередач);
- 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 модели "как спроектировано" и "как построено", что позволяет на стадии строительства анализировать соответствие фактических конструктивных характеристик проекта.

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

"Раскладка труб и ЭТС по данным сварочных журналов" представляет собой данные об элементах 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 содержит атрибутивную информацию о его характеристиках, что позволяет получать ведомости (спецификации) соответствующих элементов.

"Данные о внутритрубной дефектоскопии" визуализируют в ЭТП информацию, полученную в ходе выполнения работ по ВТД после завершения строительства. Данные представлены в виде логических слоев, соответствующих типу элементов. Каждый элемент содержит атрибутивную информацию о его характеристиках, а также информацию об обнаруженных дефектах. При проведении новых работ по ВТД предполагается дополнение существующих данных новыми.

"Проектные чертежи" – привязанные в единой системе координат проектные чертежи линейной части трубопровода.

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

"Оползневые участки" – участки потенциально опасных геологических процессов.

"Отвод земель" – данные о владельцах земель, переданных в аренду на период строительства и эксплуатации трубопровода.

"Фото" – точки вдоль трассы газопровода с привязанными к ним фотографиями. Возможно дополнение 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.

Исходя из вышеизложенного, можно обобщить преимущества ЭТП:

- в процессе строительства ЭТП позволяет строителям наглядно представить информацию о конструктивных характеристиках трубопровода с привязкой на местности в реальных географических координатах;
- технический надзор имеет возможность анализировать проектную информацию и данные "как построено" в единой информационной системе и отслеживать отклонения от проекта;

– эксплуатирующая организация имеет возможность дополнять ЭТП трубопровода данными, полученными при выполнении диагностических и ремонтных работ, что позволяет всегда иметь актуальную информацию о состоянии отдельных элементов трубопроводной системы и трубопровода в целом;

– единая система координат и функция подключения GPS-приемника позволяют ремонтно-восстановительной службе эксплуатирующей организации оперативно находить на местности нужный участок трубопровода и получать о нем необходимую информацию: конструктивные характеристики, характеристики элементов трубопроводной системы, данные о дефектах элементов трубопровода.

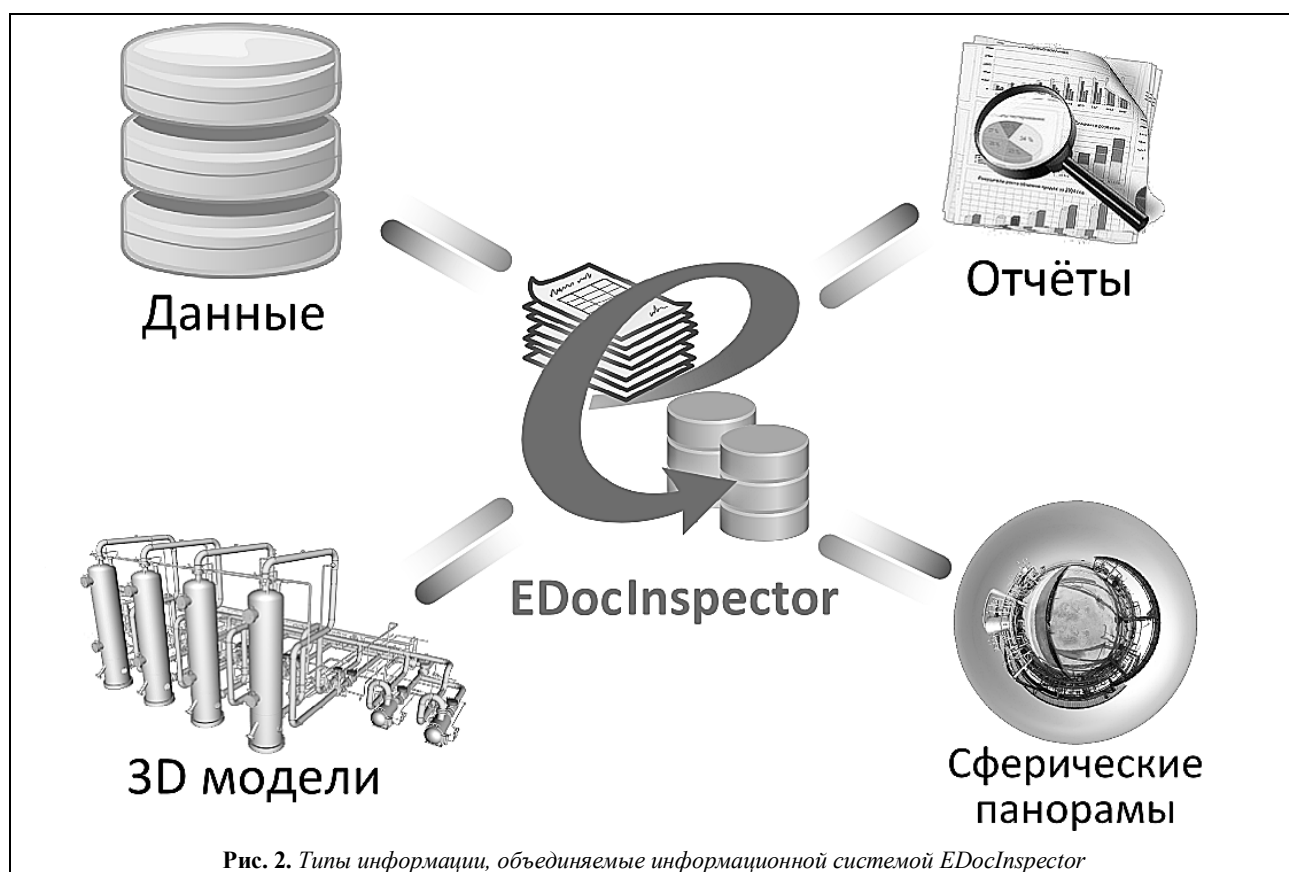
Информационная система EDocInspector управления диагностической информацией на компрессорных станциях (КС) представляет собой единую базу данных всей диагностической информации об объекте и инструменты визуализации данной информации на 3D модели и сферических панорамах объекта (рис. 2). Эта система позволяет перейти от набора разрозненных документов к полноценной информационной системе управления диагностической информацией на КС магистральных газопроводов.

Указанная информационная система позволяет работать со следующими результатами диагностики:

- измерения вибрации трубопроводной обвязки;
- геодезическими измерениями положения трубопроводной обвязки;
- толщинометрии отводов.

Ниже представлены основные преимущества информационной системы EDocInspector.

- Комфортная работа – простой и логичный интерфейс минимизирует время, необходимое 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 данных в формат Microsoft Office Excel.
- Безопасность – разграничение уровней доступа к информации от просмотра до полного контроля в соответствии с должностными обязанностями.
- Контроль данных – автоматическая проверка и индикация введенных данных относительно контрольных значений по дисциплинам.
- Повышение информативности – возможность добавления к каждой записи произвольного количества необходимых документов (файлов): фотографий, отчетов, нормативной документации и т. д.; возможность хранения необходимых комментариев.
- Сортировка и поиск – удобный механизм поиска необходимых данных об измерениях, функция создания произвольных групп, объединяющих произвольное количество записей по необходимому признаку.
- Визуализации диагностической информации – 3D модель несет в себе полную и достоверную



информацию об устройстве КС и обеспечивает доступ к необходимой информации для быстрого и своевременного принятия решения. Поэтому 3D модель является удобным инструментом при планировании различных работ по диагностике и ремонту. Сферические панорамы, представляя собой фотореалистичное изображение объекта, создают эффект присутствия на объекте. Возможен визуальный мониторинг через определенные промежутки времени.

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

Для визуального выделения в модели объекта значений измеряемых параметров существуют три режима отображения точек измерения:

- значение измеряемого параметра удовлетворяет допустимым значениям;
- значение превышает критическое и требует при-

нятия решения о дальнейшей эксплуатации и методах решения проблемы;

- значение превышает максимально допустимое, дальнейшая эксплуатация запрещена.

Выводы

Современные IT-решения имеют множество практически важных приложений на всех стадиях жизненного цикла объектов нефтегазовой промышленности. В настоящей статье представлены некоторые из направлений применения следующих технологий:

- информационные трехмерные модели сложных технологических объектов;
- сферические панорамы и виртуальные туры;
- электронная исполнительная документация "как построено";
- электронный технический паспорт трубопровода;
- информационная система EDocInspector управления диагностической информацией на компрессорных станциях.

Однако обеспечение активного применения специализированных информационных систем в эксплуатирующей организации требует решения целого ряда методологических, организационных, информационных и других вопросов.