



УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЙ/ОБЪЕКТОВ

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А.Ю. Кружинов (ПАО «Гипротюменнефтегаз»),

Д.В. Мариненков, И.А. Баклюков, Е.А. Снежкова (ГК «НЕОЛАНТ»)

Представлены этапы создания и сопровождения информационной модели (ИМ) объектов Новопортовского месторождения (ПАО «Газпром нефть»): проектной ИМ, строительной ИМ, виртуального тура по объектам. Сформулированы эффекты от использования ИМ Новопортовского месторождения.

Ключевые слова: информационная модель, виртуальный тур, месторождение, строительство и эксплуатация.

Особенности реализации проекта

В настоящее время нефть с Новопортовского месторождения — одного из самых крупных разрабатываемых нефтегазоконденсатных месторождений полуострова Ямал (извлекаемые запасы превышают 250 млн т нефти и конденсата, а также > 320 млрд м³ газа) — до побережья доставляется по напорному нефтепроводу протяженностью более 100 км и мощностью 600 тыс. т/г. Созданная на месторождении и на берегу Обской губы инфраструктура позволила летом 2014 г. выполнить первую морскую отгрузку нефти Нового порта.

В настоящее время идет строительство второй очереди нефтепровода, который в перспективе обеспечит транспортировку $\geq 5,5$ млн т нефти в год. Возводятся следующие объекты Новопортовского месторождения: центральный пункт сбора нефти (ЦПС); приемосдаточный пункт нефти (ПСП); газотурбинная электростанция (ГТЭС).

В реализации проекта принимают участие:

- ПАО «Газпром нефть» — разработчик Новопортовского месторождения;
- ПАО «Гипротюменнефтегаз» — один из ведущих российских проектных и научно-исследовательских институтов, выполняющих комплексное проектирование месторождений для компаний нефтегазовой отрасли. Институт сотрудничает с несколькими проектными институтами (ПИ) и подразделениями, выполняющими совместное проектирование объектов. При этом часть ПИ работают в 3D САПР, к тому же в гетерогенной среде (когда разные части проекта выполнены на базе разных платформ), а часть ПИ проектирует в 2D;

— АО «НЕОЛАНТ» — партнер «Гипротюменнефтегаз» по созданию ИМ Новопортовского месторождения, который отвечает за информационное наполнение и сопровождение ИМ. Отметим, что с 2012 г. компании являются стратегическими партнерами в области создания ИМ сложных нефтегазовых объектов [1].

В ходе работ по реализации проекта заказчику было предложено создание не просто проектной информационной модели (ПрИМ), а модели, наделенной необходимой информацией и функционалом для управления объектом на последующих стадиях строительства и эксплуатации. Одной из главных задач, обеспечивающих возможность создания такой ИМ, является обеспечение «сквозного» прохождения тех-

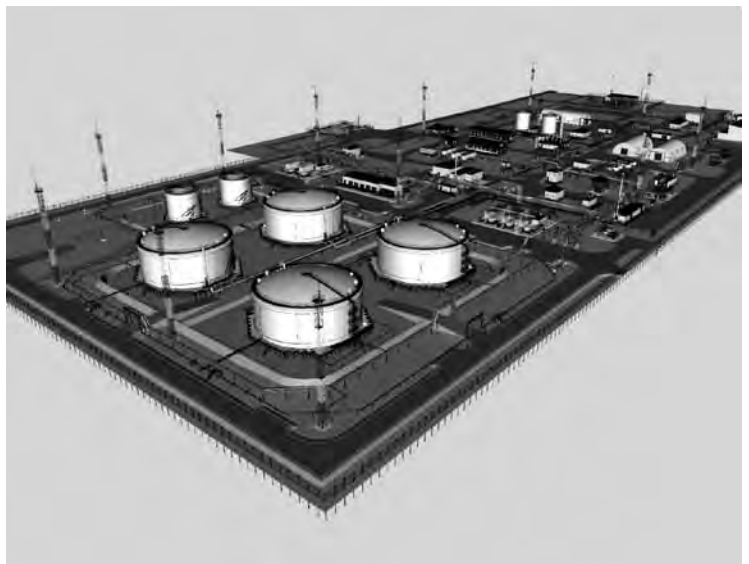


Рис. 1. Комплексная проектная ИМ ЦПС 1-ой очереди строительства Новопортовского месторождения



Рис.2. Проектная ИМ Новопортовского месторождения. На первом плане технологическая установка ЦПС (1 очередь строительства)

нологической информации, размещаемой в проектно-сметной документации по всем этапам жизненного цикла объекта.

Разработка проектной ИМ Новопортовского месторождения

Рассмотрим более детально этапы и инструменты создания единой проектной информационной модели месторождения.

1. *Реинжиниринг имеющихся данных по спроектированным и построенным объектам:* создание ИМ объектов по имеющимся 2D чертежам. При этом в зависимости от раздела проекта и степени сложности моделируемого объекта было использовано наиболее оптимальное ПО. В частности, для моделирования технологической части (самой насыщенной в рамках данного проекта) специалисты ГК "НЕОЛАНТ" применяли решение ПОЛИНОМ. В основе продукта лежит собственное графическое 3D ядро и датацентричный подход¹, что делает возможным работать с крупнейшими технологическими объектами (от 1 млн элементов и более) и эффективно выполнять коллективную работу над проектом.

2. *Объединение отдельных компонентов и частей проекта в комплексную ИМ* (рис. 1) с помощью собственной разработки ГК "НЕОЛАНТ" InterBridge — технологии трансляции и визуализации графических и семантических 2D/3D данных между различными форматами САПР [2]. InterBridge поддерживает преобразования большинства популярных САПР платформ и обеспечивает трансляцию, визуализацию и манипуляцию масштабными инженерными данными практически мгновенно. Созданная проектная ИМ Новопортовского месторождения включает:

- *генеральный план* — проектный рельеф местности, включающий благоустройство с моделированием до-

рог, проездов, пешеходных дорожек, технологических площадок, зон газонов и других элементов благоустройства;

- *технологическую часть* — инженерные сети (рис. 2), которые включают:

- *оборудование* — общий вид, отражающий основные габаритные размеры, внешнее сходство с оригиналом, основные патрубки. Крупногабаритное оборудование, состоящее из отдельных модулей узлов, в 3D модели отображается отдельными узлами (в соответствии с монтажными чертежами);

- *трубопроводы* — трубы, детали трубопроводов (отводы, тройники, переходы). Минимальный диаметр отображаемых трубопроводов 50 мм. Детализация до сварных стыков и фланцевых соединений. Отображаются также штуцеры, опоры трубопроводов, прокладки на фланцевых соединениях;

- *арматуру* — общий вид, отражающий основные габаритные размеры, внешнее сходство с оригиналом;

- *внутреннюю обвязку технологических блочно-модульных и панельно-каркасных зданий*, которая учитывается при передаче заказчиком заводской документации на блок-боксы по ограниченным позициям генплана;

- *архитектурно-строительные решения*, включающие метало- и железобетонные конструкции:

- *основные несущие конструкции* (ригели, колонны, фермы) с частичной детализацией, в которую входят укрупненные второстепенные элементы конструкций (если хотя бы одна сторона превышает 500 мм);

- *ограждающие конструкции*.

ИМ должна постоянно трансформироваться как за счет актуализации ее геометрии и атрибутов, так и за счет пополнения данными, порождаемыми на соответствующих стадиях существования объекта и необходимыми для решения задач специалистами, включающимися на конкретном этапе. В процессе трансформации ИМ растет и ее размерность. Так, для управления процессом строительства на сегодняшний день можно говорить уже о ее шести измерениях.

3. *Информационная 6D модель* — это результат дополнения информационной 3D модели:

- *графиками календарно-сетевое планирования* — 4D координата времени;

- *информацией о конфигурации, комплектации и поставках необходимых материалов и оборудования* — 5D координата;

- *данными о трудовых, финансовых и иных ресурсах* — 6D координата.

Создание и сопровождение строительной ИМ

Создание и сопровождение строительной ИМ Новопортовского месторождения осуществляется в рам-

¹ Датацентричный подход — принципы использования единой БД и механизмов check-in и check-out для получения и возврата этих данных. Главное отличие этого подхода от других — единая БД, а не работа с отдельными файлами.

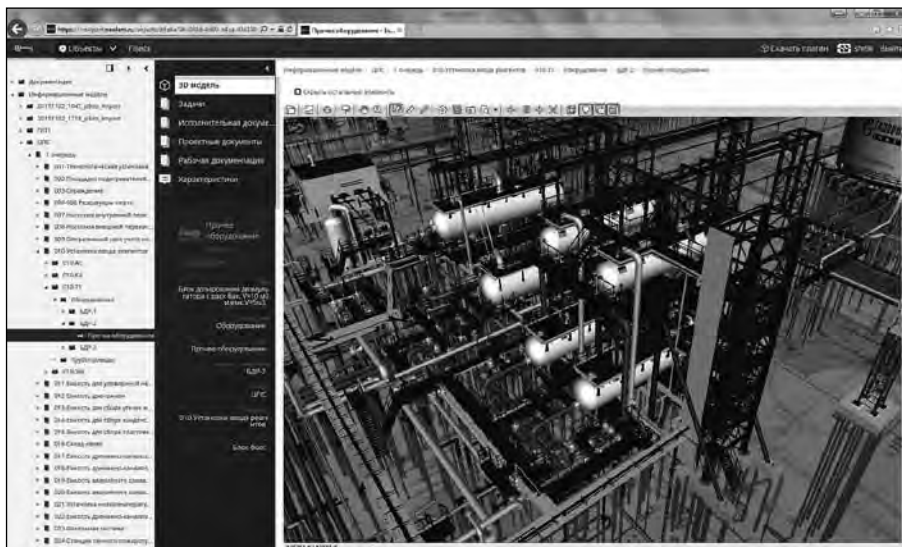


Рис. 3. ИМ Новопортовского месторождения в ИТ-среде НЕОСИНТЕЗ

ках данной идеологии и включает следующие этапы.

1. *Актуализация ИМ построенных объектов* с применением лазерного сканирования, по итогам проведения которого были получены результирующие интегральные «облака точек» объектов первой очереди строительства ЦПС и ПСП. С помощью ПОЛИНОМ и благодаря встроенному модулю обработки результатов лазерного сканирования ИМ была приведена в соответствие с этими данными.

2. *«Погружение» ИМ в платформу для управления жизненным циклом объекта НЕОСИНТЕЗ*, в основе которой лежит датацентрический подход, позволяющий сформировать в НЕОСИНТЕЗ полную ИМ промышленного объекта (рис. 3). Такая ИМ объединяет в едином актуальном и структурированном электронном хранилище всю информацию, необходимую для функционирования объекта. Это инструмент для эф-

фективного принятия инженерных и управленческих решений, а также решения прикладных задач сооружения, эксплуатации и утилизации, так как позволяет подобрать наиболее наглядный способ отображения информации за счет возможности различных видов представления данных. При этом все участники процесса управления разнородной информацией об объекте, включая эксплуатирующие, строительные, проектные, конструкторские, ремонтные, научно-исследовательские организации, также объединены в единой информационной среде.

3. *Сопровождение строительно-монтажных работ (СМР)*

за счет интеграции ИМ с графиками календарно-сетевое планирования по объекту, построенными в программном продукте Oracle Primavera.

Специалисты ГК "НЕОЛАНТ" ежемесячно проводят актуализацию календарно-сетевых графиков в ИМ, «увязывая» задачи СМР с элементами трехмерной модели, что позволяет визуализировать во временном разрезе последовательность выполнения работ по сооружению объекта, оценить объем отклонений фактически выполненных работ от запланированных.

Дополнительно в рамках данной задачи и для наглядной оценки соответствия построенного объекта рабочей документации специалистами ГК "НЕОЛАНТ" был создан и периодически обновляется виртуальный тур по рассматриваемым объектам Новопортовского месторождения.

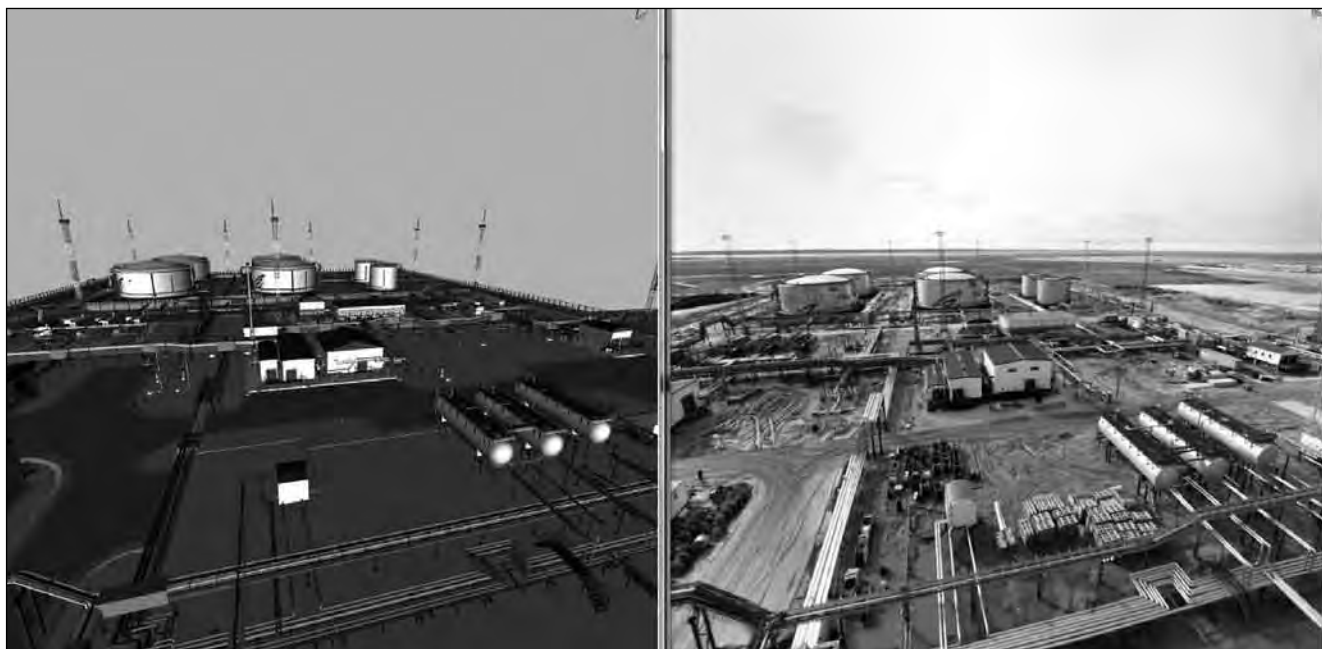


Рис. 4. Синхронизация сферической панорамы и 3D модели ПСП (1 очередь строительства)

Виртуальный тур по технологическому объекту представляет собой комплекс связанных сферических панорам, обеспечивающих реалистичное представление объекта с возможностью перемещения по фиксированным положениям точек съемки (рис. 4).

Сферические панорамы позволяют:

- осуществлять визуальный мониторинг объекта;
- своевременно фиксировать факт проведения скрытых работ;

- производить анализ текущего состояния объекта;
- испытать эффект присутствия на объекте.

4. *Сопровождение планируемых и фактически проведенных закупок осуществляется* благодаря получению информации из профильного модуля ERP заказчика на платформе SAP, что позволяет отслеживать поставки отдельных элементов и узлов с возможностью вывода в интерфейс ИМ.

5. *Мониторинг плана освоения инвестиций* за счет возможности сравнивать в ИМ фактически понесенные затраты и базовую сметную стоимость СМР, оборудования и материалов. Исходной информацией для мониторинга освоения инвестиций являются данные о стоимости отдельных этапов в графиках строительства, выполненных в Oracle Primavera P6. Система принимает первоначальные значения стоимости за планируемую (базовую сметную стоимость), а вносимые в процессе изменения за фактически понесенные затраты. Информация в ИМ обновляется ежемесячно наряду с обновлением графика строительно-монтажных работ.

6. *Создание исполнительной строительной ИМ* для последующей передачи на этап эксплуатации.

Разработанная ИМ в дальнейшем может быть использована на стадии эксплуатации. При этом возможны как использование существующих функциональных возможностей НЕОСИНТЕЗ, так и разработка дополнительных модулей под потребности заказчика. В перспективе система позволит решать следующие задачи:

- оперативный доступ к необходимой для эксплуатации объекта проектно-конструкторской, производственной, эксплуатационной и другой инженерно-технической информации через наглядные интуитивно-понятные пользовательские интерфейсы, основанные на трехмерной модели объекта, его оборудования, систем, компонентов, а также основанные на интерактивных функциональных схемах технологических и инженерных систем;
- накопление и систематизация эксплуатационных данных;
- получение интегральных визуальных отчетов о состоянии работы оборудования;
- контроль выполнения регламентов обслуживания;
- моделирование чрезвычайных ситуаций;
- отслеживание состояния объектов пожарной безопасности;

- обучение эксплуатационного и ремонтного персонала;
- предварительная отработка сложных работ по ремонту, модернизации и др.

Ожидаемые эффекты от использования ИМ Новопортовского месторождения

- *Сокращение финансовых и временных затрат* за счет:
 - связи сметной документации с отдельными конструктивными элементами ИМ и, как следствие, возможности оперативного стоимостного анализа;
 - обеспечения возможности отслеживания фактически понесенных затрат в сравнении с базовой сметной стоимостью, с возможностью группировки до работ четвертого уровня (устройство фундаментов, монтаж металлоконструкций и т. д.);
 - использования единого центрального хранилища данных (проектной, рабочей, исполнительной и пр. документации) с удобной системой поиска и анализа информации.
 - *Сокращение сроков выполнения СМР* за счет:
 - повышения качества проектирования с помощью эффективных инструментов информационного моделирования;
 - безошибочного планирования строительных работ на основе информационных 6D моделей.
 - *Повышение эффективности принятия управленческих решений* благодаря информационной поддержке на всех стадиях проектирования и строительства объектов путем использования пространственных данных.
 - *Своевременное предотвращение критических ситуаций* и устранение их последствий за счет использования ИМ, сферических панорам, которые позволят контролировать происходящие на объектах процессы.

Использование ИМ на стадии эксплуатации позволит не только накопить информационную базу знаний об объектах обустройства месторождения, но и эффективно использовать ее, повышая качество планирования и контроля выполнения осмотров и ремонтов оборудования, прочих регламентов и аварийных работ.

На выходе ИМ как инструмент эффективного управления объектом позволит значительно оптимизировать затраты в процессе владения объектом и повысить его безопасность.

Список литературы

1. *Мариненков Д.В.* Опыт применения технологий информационного моделирования при реализации инфраструктурных проектов топливно-энергетического комплекса // Вестник МГСУ 2016. №1. с. 181-191.
2. *Мариненков Д.К., Доробин Д.С., Снежкова Е.А.* InterBridge — российская технология для создания единой информационной 3D модели объекта // Автоматизация и ИТ в нефтегазовой отрасли. 2016. № 1.

Кружинов Алексей Юрьевич — начальник отдела автоматизированных технологий проектирования ПАО «Гипротюменнефтегаз»;

Мариненков Денис Владимирович — директор дивизиона инженерных моделей,

Баклюков Игорь Андреевич — начальник производственно-технического отдела,

Снежкова Екатерина Александровна — руководитель сектора маркетинговых коммуникаций ГК «НЕОЛАНТ».

Контактный телефон (499) 999-00-00.