

ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ: инновации в сфере нефтегазового проектирования

Благодаря стремительному развитию современных информационных технологий арсенал возможностей сферы нефтегазового проектирования и инжиниринга расширяется сверхбыстрыми темпами. Глобальные изменения произошли не только в процессе проектирования, коренным образом изменились и сами проекты. Системы передачи и хранения информации, цифровизация бизнес-процессов дают возможность быстро принимать решения и позволяют оптимизировать весь рабочий процесс. Говорят, что нет предела совершенству, однако высокие технологии позволяют к нему максимально

приблизиться. Какой цифровой инструментарий могут предложить сегодня проектировщикам разработчики отраслевого софта? Где и как необходимо внедрять наукоемкие новшества в первую очередь? Об этом мы поговорили со специалистами в области проектирования и IT-технологий, имеющих заметные достижения в цифровизации процессов нефтегазового инжиниринга. Хотелось бы получить более подробную информацию о прорывных технологиях, новых и сверхновых технологических решениях в области нефтегазового инжиниринга из первых уст, от их разработчиков.



В.В. БАУШИН, генеральный директор компании «Актуальные технологии»



С.В. САДОВНИКОВ, к.т.н., СРМ IPMA (B), директор по развитию ГК ПМСОФТ, вице-президент Российского отделения ААСЕ, ведущий эксперт по внедрению методов и средств стоимостного инжиниринга в России



В.М. ЗАХАРОВ, директор дивизиона ПГС Группы компаний АСКОН



И.В. ЛОПУХИНА, директор ООО «Нефтехим-инжиниринг»



А.С. СЕМЕНИХИН, руководитель практики по внедрению когнитивных технологий в нефтегазовом секторе IBM в России и СНГ



Е.И. КВАСОВ, заместитель директора по проектированию ПАО «Гипротюменьнефтегаз»



П.В. КИЧЕРОВ, начальник комплексного технологического отдела ПАО «Гипротюменьнефтегаз»



М.С. ЕГОРОВ, генеральный директор АО «Нанософт»



Д.Ш. ВАЛИТОВ, начальник управления цифровизации ООО «НПП ОЗНА-Инжиниринг»

? В нефтегазовом инжиниринге в основном преобладают два направления реализации технологий искусственного интеллекта (ИИ): машинное обучение и анализ данных. Машинное обучение позволяет компьютерным системам обучаться и интерпретировать данные без участия человека, улучшая свою работоспособность путем итераций специфических операций. Появились программные продукты, основанные на технологиях искусственного интеллекта, программы-роботы, которые использует математические алгоритмы оптимизации, чтобы подобрать наилучшее решение. Работает ли ваша компания над созданием подобных программных продуктов? Интересны практические примеры внедрения.

■ М.С. ЕГОРОВ, генеральный директор АО «Нанософт»:

– На наш взгляд, использование наукоемких технологий, в том числе искусственного интеллекта, – не самоцель, а средство решения глобальных стратегических задач, среди которых на первое

место сегодня выходит задача цифровизации. Программные комплексы компании «Нанософт» находятся на передовом рубеже, предоставляя не только классические инструменты моделирования, но и средства анализа, что позволяет говорить о сбалансированном ИТ-охвате задач отрасли. Любому практикующему проектировщику известно, что для эффективного выполнения работ недостаточно даже очень хороших инструментов трехмерного моделирования и оформления чертежей, ведь создаваемый проект существует не в вакууме, он должен быть грамотно вписан и в материальное пространство, и в отраслевую информационную среду. Здесь на помощь приходит инструментарий автоматизированного анализа данных, заменяющий значительную долю традиционного «ручного» труда применением технологий искусственного интеллекта. Анализ пространственных данных, актуальным источником которых является трехмерное сканирование, невозможен без использования инструментов машинного обучения. На этом построены функции распознавания объектов, контроля коллизий и оценки степени соответствия реальных объектов их проектным параметрам. Этот комплекс задач мы решаем с помощью интегрированного в инженерную среду папoCAD специализированного модуля «Облака точек», открывающего возможности пространственного анализа не в отрыве от процесса проектирования или эксплуатационного контроля, а непосредственно в контексте работы вертикальных приложений, решающих отраслевые задачи.

Что касается анализа проектных данных на соответствие отраслевым и корпоративным стандартам, а также общим нормативно-техническим требованиям, то здесь работает тесная связка двух программных комплексов: платформы проектирования папoCAD и информационно-поисковой системы NormaCS, предназначенной для работы с нормативно-технической информацией. Этот тандем формирует сбалансированный механизм контроля правильности принятых конструкторских решений, а также проверки проектной документации на соответствие стандартам всех уровней, причем механизм не является закрытым, а позволяет гибко адаптироваться к изменяющимся требованиям (рис. 1).

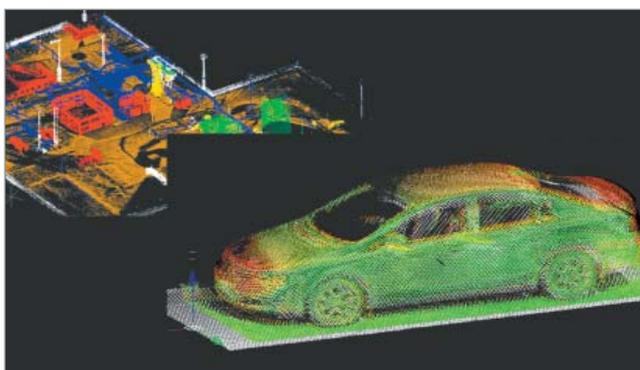


Рис. 1. Облака точек

■ **В.В. БАУШИН, генеральный директор компании «Актуальные технологии»:**

– Безусловно, оптимизация сложных интеллектуальных процессов на производстве с использованием технологий будущего, таких как технологии ИИ (машинное обучение, нейронные сети, нечеткая логика), – приоритетная задача настоящего и ближайшего будущего. Уже сегодня мы видим результат, выраженный, скажем, в эффективном и быстром принятии решений на производстве. Примером применения таких технологий может служить интеллектуальное месторождение, избавляющее от негативных элементов человеческого фактора, кадровой нехватки и несоответствия компетенций. Поэтому наша компания ООО «Актуальные технологии» активно ведет разработки в данном направлении. Осуществляется подбор геолого-технических мероприятий (ГТМ) для определения методов повышения нефтеотдачи пластов (ПНП) с помощью алгоритма нечеткой логики. Реализован прототип экспертной системы, который проходит опытно-промысловые испытания (ОПИ) на месторождениях Казахстана. Экспертная система «Подбор ГТМ-НЛ» является полноценной экспертной системой, позволяющей конструировать базы знаний для решения определенных классов задач в области нефтедобычи. В настоящее время она включает в себя базу знаний для решения задачи выработки рекомендаций о назначении мероприятий на добывающих нефтяных скважинах. Данная экспертная система использует в качестве ядра базис принятия решений на основе одного из современных направлений искусственного интеллекта нечеткой логики (fuzzylogic). Правила формализованы таким образом, чтобы даже в условиях определенного недостатка оценочных входных параметров система могла выдать конкретное решение либо развернутые причины отказа.

■ **Д.Ш. ВАЛИТОВ, начальник управления цифровизации ООО «НПП ОЗНА-Инжиниринг»:**

– На использование свойств нейронных сетей и «машинное обучение», как на «лекарство от всех болезней», возлагаются сегодня избыточные надежды. Несмотря на то, что сам этот инструмент очень перспективен при правильном применении, он не может являться решением многих задач. На данном этапе развития он хорошо подходит там, где имеется накопленный массив исторических данных, опыт предыдущего применения технологий и оборудования.

Например, «машинное обучение» может удачно использоваться при решении задач предиктивной аналитики серийных машин и агрегатов типа насосов, двигателей, газотурбинных установок, компрессоров. Тут на основе накопленных знаний производителей о режимах работы оборудования, об инцидентах и авариях составляется «фоторобот» ситуаций. По нему программное обеспечение обучается и далее может предсказывать наступление выхода из режима или возникновение аварийной ситуации. Для составления полного правильного «фоторобота» исторические данные эксплуатации должны многие годы консолидироваться производителем такого оборудования, анализироваться,

обрабатываться, должны выявляться неявные закономерности. Без такого объема и качества информации картина процессов будет скудной, а результат – малозффективным.

В ситуации низкой определенности входных условий и малого объема накопленных исторических данных такие системы не могут справиться с поставленными задачами. Возникают ложные определения инцидентов или, наоборот, отсутствие предсказаний. Например, системы на основе «машинного обучения» и нейросетей малоэффективны при пуске в эксплуатацию технологических установок наземного оборудования нефтегазовых месторождений, разработанных и произведенных по индивидуальным проектам, потому что каждая такая установка фактически уникальна как по входным условиям, так и по составу и характеристикам узлов. Тут на первый план выходят системы на основе математических моделей.

■ А.С. СЕМЕНИХИН, руководитель практики по внедрению когнитивных технологий в нефтегазовом секторе IBM в России и СНГ:

– IBM занимается разработкой и внедрением решений на базе технологий искусственного интеллекта, включая область цифрового инжиниринга. В частности, мы ведем проекты по применению методов математической оптимизации для улучшения параметров объекта и подбора оптимального решения – как с точки зрения стоимости, так и с точки зрения рисков, которые могут возникнуть при строительстве. Мы наблюдаем существенный рост интереса к подобным решениям: если пять лет назад основная часть потенциальных заказчиков была настроена по отношению к ним скептически, то сейчас многие уже занимаются внедрением, а еще большее число компаний в том или ином виде проводят пилотирование данных технологий.

? Интересен опыт отечественных инжиниринговых компаний по созданию проектов с применением методов совместного проектирования. При совместном проектировании некоторые проектные институты работают в 3D САПР в гетерогенной среде, когда разные части проекта выполнены на базе разных платформ, а другие проектные организации проектируют в 2D. Какие программные продукты создает ваша организация для совместного проектирования? Как решаются технологические задачи по созданию совместных проектов с разным программным обеспечением (ПО)?

■ Е.И. КВАСОВ, заместитель директора по проектированию ПАО «Гипротомнефтегаз»:

– ПАО «Гипротомнефтегаз» ведет работу в рамках совместного проектирования. Институт является генеральным проектировщиком ряда крупных технологических объектов для ПАО «Газпром нефть». Проектирование сложных технологических площадок (ЦПС, ПСП, КС, УПН, ГТЭС) осуществляется с применением систем трехмерного моделирования. Некоторые объекты проектируются несколькими проектными институтами, и бывает, что те или иные части

проекта выдаются только в 2D. В этом случае для создания общей информационной модели объекта мы выполняем разработку трехмерных объектов на основе имеющейся рабочей документации, выполненной другой организацией.

Другой вариант работы с проектными организациями или заводами – поставщиками оборудования – это использование готовых 3D-моделей частей или позиций проекта, выполненных ими в составе единой трехмерной модели площадки. В этом случае мы сталкиваемся с проблемой совмещения разных форматов САПР, в которых представлены данные модели. Для решения этой задачи используются поддерживаемые форматы импорта-экспорта, такие как ICF, STEP и другие. В большинстве случаев при этом проблем с передачей геометрии объекта не возникает, основная проблема связана с передачей атрибутивной информации. Здесь используются два подхода. Первый подход: мы загружаем графический объект в нашу САПР и уже в ней назначаем атрибутивные данные, необходимые для данного объекта. Чаще всего он применяется при работе со сложным технологическим оборудованием (сепараторами, насосами, компрессорными агрегатами), поступающим от заводов. Другой подход, используемый при интеграции части проекта в единую модель, – это разработка алгоритмов ремапинга атрибутов из одной САПР в другую на этапе конвертации.

■ В.М. ЗАХАРОВ, директор дивизиона ПГС Группы компаний АСКОН:

– Действительно, распространена практика, когда в компаниях используется разное ПО для решения задач проектирования. Мы в АСКОН разделяем подход «берите лучшие продукты в своем классе систем и работайте эффективнее». Не стоит рассчитывать на ПО, универсальное для любой отрасли, которое оптимально решит все многообразие задач. А значит, гетерогенные среды проектирования неизбежны. При этом качество проектных решений не должно снижаться из-за различной организации коллективной работы в инструментах. Линейка продуктов Pilot позволяет работать с любыми инструментами, любыми форматами файлов и обеспечивает среду общих данных для эффективной совместной работы, ведения электронного архива с доступом к актуальным данным для всех участников команды проекта, где бы они ни находились. Например, при электронном согласовании мы используем форматы фиксированной разметки – pdf/A, dwfx или xps, которые защищают документы не только от несанкционированного редактирования, но и от искажения информации при просмотре. Это особенно важно при работе в САПР, где широко применяются специальные шрифты, внешние ссылки, скрипты и «умные» макроэлементы. При этом для просмотра и согласования вам не надо иметь полный набор САПР, в которых были разработаны чертежи и модели, что позволяет значительно экономить на лицензиях. Также именно для работы в гетерогенной среде мы создаем наш инновационный продукт – Pilot-BIM. Он автоматизирует координацию и экспертизу консолидированной (синонимы – глобальной,

федерированной) BIM-модели в мультиинструментальной среде. Pilot-BIM постоянно актуализирует модель объекта строительства начиная с самых ранних стадий – привязки координационных осей на генплане, а затем позволяет всем участникам легко обмениваться информацией о возводимом объекте, используя и обогащая модель на всех этапах строительства и эксплуатации.

? Оказывает ли ваша организация услуги по решению задач в области обработки большого объема накопленной информации? В чем заключается специфика обработки больших данных BigData? Каковы требования к программному обеспечению для работы с BigData? Что вы можете сказать о возможностях и перспективах использования приложений для работы с большими данными? Какова цель их применения?

■ В.М. ЗАХАРОВ, директор дивизиона ПГС Группы компаний АСКОН:

– По мере распространения инструментов для создания электронного контента и управления им мы наблюдаем у наших клиентов скопление огромных массивов проектной документации в электронном виде. Она лежит мертвым грузом на серверах предприятий, хотя этот актив можно и нужно использовать для сокращения времени разработки на основе анализа и заимствования ранее принятых технических решений. В Pilot ICEEnterprise мы разработали механизм геометрического поиска, который позволяет анализировать слабоструктурированную графическую информацию, уже хранящуюся в базе данных. Так, по схематичному эскизу конструктивного узла из двух-трех линий можно получить подборку отсортированных по степени релевантности фрагментов, где встречается похожий граф (например, промежуточный узел фермы с раскосами). Далее заимствованный узел можно с минимальными трудозатратами модифицировать согласно требованиям нового проекта и применить повторно. Это уже сегодня работающая технология – бери и пользуйся. Разумеется, чтобы подобная автоматизация дала результат, необходимо накопить те самые большие данные, из которых извлекаются конструктивные аналоги. Пожалуй, это единственное дополнительное требование (рис. 2).

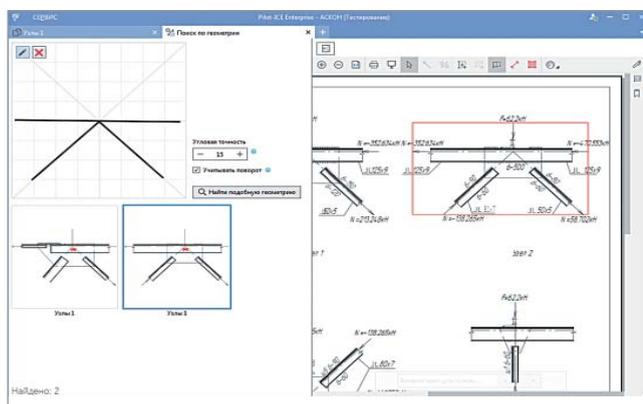


Рис. 2. Поисковая выдача по эскизной геометрии

■ А.С. СЕМЕНИХИН, руководитель практики по внедрению когнитивных технологий в нефтегазовом секторе IBM в России и СНГ:

– Основной объем накопленной информации во многих организациях хранится не в структурированном и системном виде, а в обособленных базах данных или просто на рабочих станциях сотрудников. Это существенно осложняет использование методов на основе Big Data для создания аналитических приложений и когнитивных систем. Для обеспечения унифицированного доступа к существующей информации необходимо либо осуществлять внедрение систем Master Data Management, которые «знают» о нахождении тех или иных данных в каком-либо из источников, либо проводить серьезную кропотливую работу по поиску и структуризации данных в различных источниках. По моему наблюдению, сейчас компании отдают предпочтение второму подходу, внедряя различные цифровые платформы и озера данных, подразумевающих доступ к информации по унифицированной схеме. Для эффективной обработки накопленной информации программное обеспечение должно иметь элементы NLP (обработка запросов на естественном языке), так как огромное ее количество содержится не в структурированном виде, а в виде документов типа Word, PDF и других форматов хранения текстовой информации. Важным фактором повышения качества таких решений должна быть поддержка существенного количества распространенных форматов хранения структурированных данных – от баз данных до CAD-систем.

? При проектировании и строительстве промышленных объектов в нефтегазовой сфере сегодня широко применяются различные методы информационного моделирования. На стадии проектирования многие специалисты отдают предпочтение работе с трехмерными моделями промышленных объектов. Расскажите о своих разработках в области информационного моделирования. Интересны практические примеры внедрения.

■ В.М. ЗАХАРОВ, директор дивизиона ПГС Группы компаний АСКОН:

– АСКОН обладает технологией информационного моделирования и рабочего проектирования производственных установок, участков, цехов, промплощадок. Она максимально использует возможности графической платформы КОМПАС и собственного геометрического ядра С3D. Помимо цены решения основными отличиями от конкурентов традиционно являются полная поддержка стандартов СПДС, самый полный перечень автоматизируемых разделов проектирования и обширные базы готовых элементов. Спасибо, что спросили о практическом использовании. Читателей должны порадовать примеры

проектов наших клиентов, которые не могу здесь не привести (рис. 3).

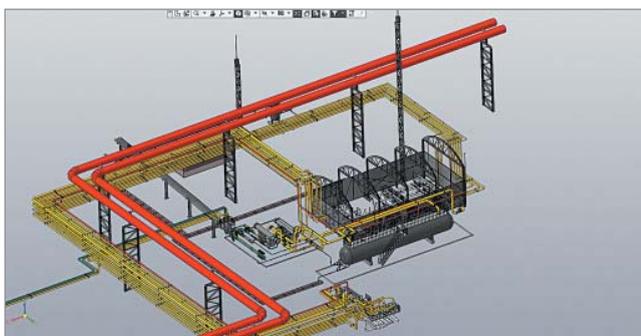
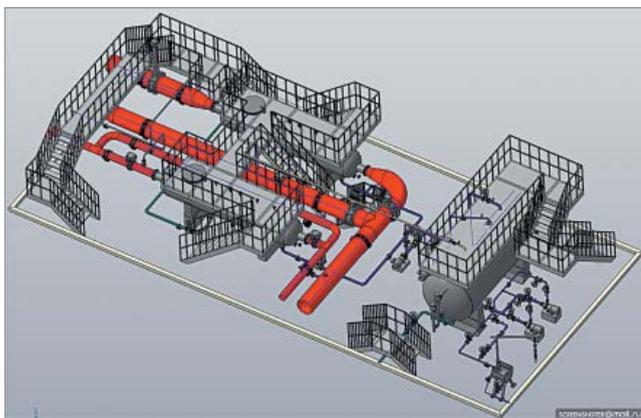
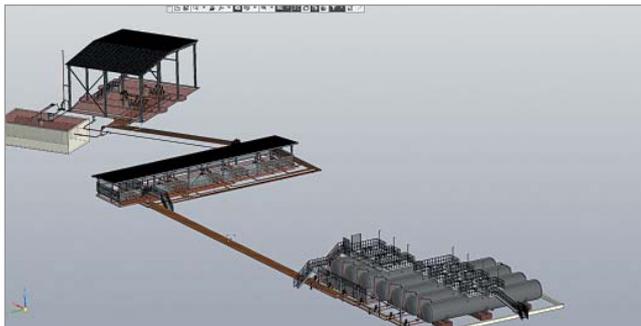


Рис. 3. Проекты склада, площадки факельных сепараторов и газораспределительного пункта

■ **Д.Ш.ВАЛИТОВ, начальник управления цифровизации ООО «НПП ОЗНА-Инжиниринг»:**

– Для правильной работы модели устройства или технологической установки требуется, чтобы она была максимально приближена к показателям реально действующего оборудования. Построение идеализированной теоретической модели на основе научно обоснованных методик – это только половина дела. Вторая значительная часть процедуры моделирования – это приведение модели в соответствие с реальной установкой: настройка элементов, замена формул, корректировка подходов. Данный процесс верификации и валидации моделей крайне важен для эффективности последующего их применения. Он тоже требует значительного времени для накопления данных эксплуатации новой установки, а также компетент-

ности, опыта и экспертизы специалистов, которые заняты в процессе валидации. В результате проведенных процедур калибровки модель должна работать параллельно с существующей установкой в реальном времени с минимально возможной погрешностью между расчетными и фактическими значениями величин. Только в таком случае ее можно считать полноправной составляющей «цифрового двойника» изделия. Можно назвать ее «цифровая динамическая модель изделия».

Для корректной и достоверной настройки такой модели и эффективной работы план-фактной системы, основанной на ней, требуются не только правильный подход и методика построения. Необходимы достаточный объем и качество данных от систем автоматизации и телемеханики действующей установки.

■ **П.В. КИЧЕРОВ, начальник комплексного технологического отдела ПАО «Гипротоменнефтегаз»:**

– Использование информационных моделей при проектировании определяется прежде всего спецификой объектов нефтегазовой отрасли. Безусловно, применение системы трехмерного проектирования позволяет значительно ускорить процессы проектирования различных объектов обустройства, так как можно «вживую» видеть запроектированный объект, что позволяет более полно оценить правильность принятых технологических решений. Кроме того, проектная документация, получаемая непосредственно с трехмерной модели, является более точной за счет исключения ошибок субъективного характера.

Для разработки трехмерных моделей в нашем институте применяется система автоматизированного проектирования MicroStation компании BentleySystems и ряд вертикальных решений на ее платформе. Совместное использование с MicroStation большого количества созданных силами института программных комплексов позволяет решать проблемы локализации и адаптации «западной» технологии к российским стандартам.

На этапе обработки полевых изысканий использовался программный комплекс MicroStation и продукты TerraModeler и TerraSurvey компании TerraSolid. Растровые материалы обрабатываются в программе Descartes.

Технологическая схема создается в PlantSpace P&ID. Для разработки трехмерной модели используется набор модулей из пакета PlantSpaceDesignSeries. В настоящее время осуществляется переход на более современный программный продукт – BentleyOpenPlantModeler. Для проектирования металлоконструкций использовался модуль StructuralModeler. Применение различных модулей на одной платформе позволяет создавать проектную документацию всех направлений (изыскательское, технологическое, строительное, электротехническое, дорожное и пр.) в одной информационной среде.

■ **М.С. ЕГОРОВ, генеральный директор АО «Нанософт»:**

– Проектирование промышленных объектов, сложных общественных и гражданских зданий и сооружений

немыслимо без надежных и современных средств автоматизации. Специально для российской инженерной школы создана линейка продуктов ModelStudio CS, которая включает лучшие мировые достижения в области информационных технологий и САПР, учитывает российскую технологию проектирования и зарубежный опыт, предлагает русскоязычную среду проектирования и базы данных оборудования, техническую поддержку, многоступенчатую проверку качества. В распоряжении пользователя – изделия и материалы, применяемые в России и за рубежом. Имеются сертификаты соответствия российским нормам проектирования. Каждое рабочее место ModelStudio CS оснащено всем необходимым для инженера: средствами двумерного и трехмерного проектирования, проверки коллизий, автоматической подготовки расчетной модели, инструментами выполнения расчетов, генератором чертежей, спецификаций, протоколов расчетов, документов с результатами расчетов и т.п., а также средствами автоматического обмеривания, простановки позиций и надписывания.

Число предприятий, предпочитающих ModelStudio CS зарубежным системам, постоянно растет. Один из многочисленных заказчиков – АО «Гипровостокнефть», специалисты которого проектировали объекты Харьягинского месторождения. Среди преимуществ программных комплексов ModelStudio CS клиент отмечал его интеграцию с САПР-системами других производителей. 3D-модель позволила объединить и уже существующие объекты, разработанные другой организацией, и те, что проектируются АО «Гипровостокнефть» в среде ModelStudio CS. Строительные решения, Кабельное хозяйство и PLANT-4D. Еще одним примером плодотворного сотрудничества может служить внедрение ModelStudioCS в «НижневартковскНИПИнефть», где в программной среде ModelStudio CS Трубопроводы были выполнены трехмерные и информационные модели комплексного сборного пункта (КСП) нефти. Третий проект – ЗАО «Геостройизыскания». Компания успешно внедрила инновационную технологию создания интеллектуальных трехмерных моделей действующих производств и объектов ТЭК. Технология основана на системе лазерного сканирования с постобработкой результатов сканирования средствами интерактивного трехмерного моделирования ModelStudio CS (рис. 4).



Рис. 4. Проектирование в системе ModelStudio CS

? На стадии проектирования оборудования незаменимым IT-инструментом многие специалисты считают создание «цифровых двойников» и применение технологий дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR). Расскажите о ваших разработках в этом направлении. Возможно ли совмещение применения технологии «цифровых двойников» с использованием технологий дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR)?

■ Е.И. КВАСОВ, заместитель директора по проектированию ПАО «Гипротюменнефтегаз»:

– Совмещение технологий «цифровых двойников» и AR/VR возможно. Институт «Гипротюменнефтегаз» предлагает разработку «цифровых двойников» на основе 2D-чертежей и/или 3D-модели, результатов лазерного сканирования/фотографирования.

Такие технологии применяются при прохождении тренингов с помощью смартфона/планшета, AR-очков (пользователь видит голографические изображения и дополнительные трехмерные объекты). Ведется совместная удаленная работа с виртуальными моделями оборудования, производственных объектов и установок с возможностью оставлять в виртуальной среде комментарии к элементам модели.

■ А.С. СЕМЕНИХИН, руководитель практики по внедрению когнитивных технологий в нефтегазовом секторе IBM в России и СНГ:

– Цифровые двойники производства будут следующей «большой темой» для всего инжиниринга благодаря повсеместному внедрению 3D-проектирования, существенного удешевления сенсоров и датчиков, а также формирующегося запроса со стороны заказчиков на внедрение Building Information Modelling (информационное моделирование зданий) технологий. Возможность в реальном времени осуществлять мониторинг любого процесса, проводить бесшовную интеграцию с системами эксплуатации, а также оперативно принимать решения на базе актуальной и достоверной информации – драйверы, которые должны помочь существенно снизить затраты на повторное проектирование и «переделки» во время строительства нефтегазового объекта. При этом технологии VR и AR могут не только работать с цифровыми двойниками, но и быть вполне эффективными отдельными технологическими решениями.

IBM проводило пилотирование технологий VR и AR для удаленного управления производством, инспекции объектов, а также для обучения сотрудников. Проекты на базе технологий AR позволяли налаживать эффективную работу сотрудников, выезжающих на удаленные объекты и не имеющих доступа к необходимой информации для решения той или иной стоящей перед ними задачи. В частности, с помощью средств AR, реализованных в виде мобильного приложения, было предложено решение, с помощью которого сервисные

специалисты компании – производителя электроники могли более быстро и качественно проводить диагностику повреждения оборудования и выбирать наиболее эффективные пути ремонта.

? Практика показывает, что наибольшее число предложений и вопросов, касающихся сферы цифровизации нефтегазового инжиниринга, связано сегодня с BIM-технологиями (BuildingInformationModeling, информационное моделирование в строительстве). Предполагается, что внедрение BIM-технологий упрощает управление строительным объектом на протяжении всего жизненного цикла – начиная с предпроектной подготовки вплоть до заморозки/реконструкции. Работает ли ваша организация над созданием ПО в рамках BIM-технологий? Какие цифровые решения могут помочь успешной реализации BIM-проектов?

■ В.М. ЗАХАРОВ, директор дивизиона ПГС Группы компаний АСКОН:

– Да, компания АСКОН выпускает Pilot-BIM, который предназначен для работы с информационными моделями на всех стадиях жизненного цикла возводимого объекта – от ТЭО до утилизации. Таким образом, все участники инвестиционного строительного проекта получают инструмент для решения своих задач. Девелопер и инвестор смогут видеть презентационную модель для оценки привлекательности эскизного проекта. Заказчик и генпроектировщик смогут организовать управляемый процесс координации проектирования, своевременного получения моделей и документации от подрядчиков, контроля сроков и ответственных, внутренней и внешней экспертизы проекта. На этапе возведения можно вести авторский надзор, сверяя фактические объемы с информационной моделью. Особенность продукта состоит в том, что можно предоставить доступ к информации по проекту всем заинтересованным лицам на разных стадиях жизни объекта, в реальном времени отслеживать изменения модели и документации, вести историю версий, сравнивать их между собой и т.д. (рис. 5).

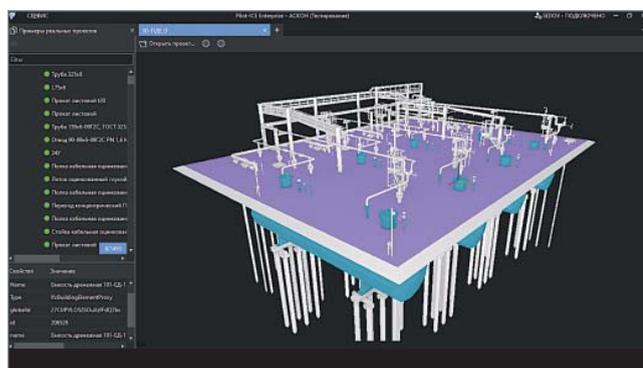


Рис. 5. Тестовый проект АО «Гипровостокнефть» в Pilot-BIM

■ С.В. САДОВНИКОВ, к.т.н., СРМ IPMA (В), директор по развитию ГК ПМСОФТ, вице-президент Российского отделения ААСЕ, ведущий эксперт по внедрению методов и средств стоимостного инжиниринга в России:

– ГК ПМСОФТ работает над созданием и внедрением комплексной информационной системы управления проектами с использованием BIM-технологий. На сегодняшний день подавляющее большинство российских проектно-ориентированных компаний, реализующих строительные проекты, достигли того уровня зрелости проектной деятельности, который требует применения эффективных технологий информационного моделирования. При этом уровень компетенции специалистов проектных офисов зачастую недостаточен для работы с BIM-технологиями, а найти компетентного профессионала-инженера, уже обладающего нужным опытом и знаниями, достаточно сложно.

Очевидным решением данной проблемы становится привлечение консалтинговых компаний, обладающих необходимыми компетенциями в данной области. Консультантам ПМСОФТ, например, знакомы проблемные зоны проектов внедрения BIM-технологий, есть наработанные практические рекомендации. В области BIM-консалтинга мы можем создать и внедрить комплексную информационную систему взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса, разработать новые регламенты, требования и стандарты. Более того, мы сможем обучить специалистов заказчика по различным образовательным программам в области управления проектами.

Если говорить о конкретных цифровых решениях, то существует 3D-4D-5D-6D-детализация управления проектом за счет BIM-моделирования, и выбор требуемого подхода определяется в зависимости от требований заказчика и уровня проектной зрелости компании.

■ И.В. ЛОПУХИНА, директор ООО «Нефтехиминжиниринг»:

– Как проектировщик ООО «Нефтехиминжиниринг» использует BIM-моделирование: на этапе предпроектной подготовки – для оценки и проверки решений, на этапе проектирования – для получения рабочей документации, планов и разрезов, поиска и исключения коллизий. Также мы осуществляем авторский надзор за строительством спроектированных нами объектов, что позволяет нам работать с участниками строительства и принимать участие в процессе на строительной площадке. Подобный опыт и накопленные знания подтолкнули нас к разработке системы информационного сопровождения строительства Assistant Build. Система в единой информационной среде объединяет основную информацию, необходимую для строительства объекта: календарно-сетевые графики, спецификацию материалов и оборудования, структурированный

электронный архив проектно-сметной и исполнительной документации, задания подрядным организациями и т.д.

Используя BIM-модель как основной источник информации, AssistantBuild предоставляет инструменты оперативного контроля и мониторинга, аналитическую отчетность для заказчика и генподрядчика, доступ к строительной информации всем участникам строительства. При этом AssistantBuild тесно связан с BIM-моделью и позволяет перейти от информации к ее визуализации в модели, а также получить доступ к информации из BIM-модели. Используя инструменты интеграции с Navisworks, AssistantBuild делает возможными загрузку календарно-сетевых графиков в модель и отображение хода строительства во времени. Также в AssistantBuild разработаны инструменты работы с подрядчиками – выдача и контроль задания, ведение протоколов совещаний.

Таким образом, разработанная ООО «Нефтехиминжиниринг» система информационного сопровождения строительства AssistantBuild, используя BIM-модель как источник информации, позволяет предоставить на строительной площадке инструменты, значительно облегчающие контроль и управление строительными процессами, организовать работу с подрядчиками (рис. 6).



Рис. 6. Система информационного сопровождения строительства Assistant Build

■ **П.В. КИЧЕРОВ, начальник комплексного технологического отдела ПАО «Гипротюменнефтегаз»:**

– В плане применения BIM-технологий институт «Гипротюменнефтегаз» готов предложить заказчикам дальнейшее использование 3D-модели на стадиях строительства и эксплуатации в качестве базовой основы для последующего наполнения информацией.

На этапе строительства информационная модель является депозитарием всех данных, необходимых для проведения строительно-монтажных работ, таких как проектно-сметная документация, сводные ведомости и спецификации, конструкторская документация, паспорта объектов. Использование этой информации как службами заказчика, так и подрядными организациями, осуществляющими поставку оборудования,

выполнение строительно-монтажных и пусконаладочных работ, позволяет планировать и отслеживать процесс строительства за счет наглядного представления объекта на разных его этапах, моделировать процесс строительно-монтажных работ, следить за ходом их выполнения; снижать стоимость закупок путем своевременного отслеживания изменений, вносимых в проект; снижать стоимость работ благодаря автоматизации проверки и исправления поступающей информации.

За счет проведения лазерного сканирования на этапе строительства можно получить оценку соответствия построенного объекта проекту и принятым нормам, правилам, техническим условиям. Корректировка проектной модели по результатам лазерного сканирования обеспечивает получение информационной модели «как построено», благодаря чему можно автоматизировать подготовку исполнительной документации и использовать данную модель на стадии эксплуатации. Эксплуатационная информационная модель позволяет эффективно сокращать временные и финансовые производственные затраты.

■ **М.С. ЕГОРОВ, генеральный директор АО «Нанософт»:**

– О BIM-проектах. Разработки «Нанософт» в основном сконцентрированы на этапе проектирования. При этом в нашем наборе решений есть как классические САПР, так и работающие по технологии информационного моделирования (BIM), которые постоянно расширяются, развиваются, но в конечном итоге, безусловно, ориентированы на финальную задачу – возведение и эффективную эксплуатацию объекта.

Одно из новейших решений, nanoCAD Конструкторский BIM, предназначено для проектирования металлических и железобетонных конструкций зданий и использует технологию информационного моделирования для автоматизации работы конструкторов – ключевой проектной специальности. Почему ключевой? Потому что именно эта специальность перебрасывает мостик от проектирования к строительству: после архитектурного проектирования именно конструктор продумывает, как именно построить здание, раскладывает процесс создания объекта на этапы, увязывает их со сметными решениями и системами управления строительством, а затем помогает контролировать работу на стройке. Тут многое еще предстоит автоматизировать, но даже имеющийся инструментарий позволяет избежать многих проблем при возведении зданий. Например, в процессе создания трехмерной модели формируется максимально приближенная к реальности цифровая копия объекта. А значит, уже на этом этапе мы физически прорабатываем узлы соединений, подбираем оптимальные конструкции, привязываем их к материалам и производителям, генерируем динамически обновляемые отчеты (следовательно,

знаем точное количество материалов). Все это не просто помогает подготовить более качественную документацию. Это позволяет налаживать взаимодействие между программами на совершенно новом уровне – на уровне объектов и их свойств. Мы еще только осознаем, что с этим можно сделать в будущем, но осознание впечатляет (рис. 7).

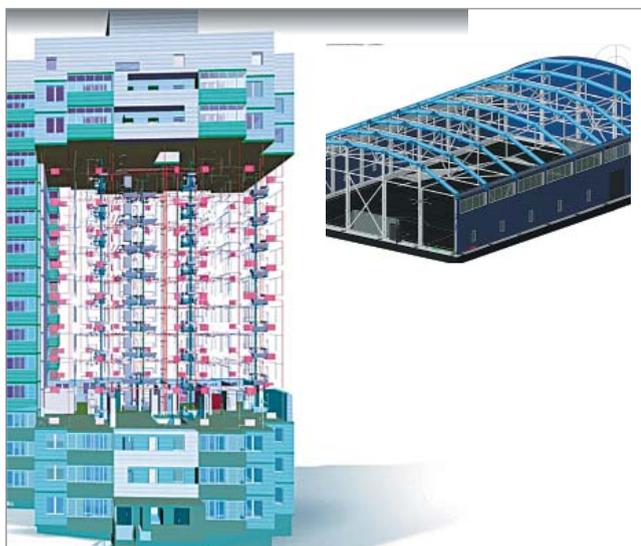


Рис. 7. Моделирование в системе паpоCAD Конструкторский BIM

? В настоящее время многие инженеринговые компании успешно справляются с решением задач проектирования путем создания программных комплексов – симуляторов производственных процессов. Работает ли ваша компания над созданием таких комплексов? Расскажите о своей работе по созданию симуляторов. Каковы преимущества ваших разработок? Интересны практические примеры внедрения.

■ **Е.И. КВАСОВ, заместитель директора по проектированию ПАО «Гипротюменнефтегаз»:**

– Гипротюменнефтегаз предлагает разработку компьютерных тренажеров-симуляторов. Такой комплекс включает в себя сервер, автоматизированное рабочее место инструктора и операторов.

Применение тренажеров-симуляторов:

- обучение и контроль знаний специалистов, касающихся технологического процесса, аппаратов и оборудования;
- повышение квалификации технологического персонала, подбор и оценка логики и принципов управления;
- для командных тренингов – отработка взаимодействия операторов со структурными подразделениями предприятия и внешними службами.

Интерактивная 3D-визуализация основана на базе технологии Unity:

- реалистичное изображение;
- свобода действий пользователя;

– возможность менять время суток, освещение, погодные условия;

– использование в работе форматов данных для создания объекта (Bentley, Autodesk Maya, 3DS Max, SketchUp).

■ **А.С. СЕМЕНИХИН, руководитель практики по внедрению когнитивных технологий в нефтегазовом секторе IBM в России и СНГ:**

– Основные работы IBM в области симуляторов производственных процессов связаны с разработкой гибридных моделей, сочетающих в себе упрощенное описание протекающего физического процесса и модели машинного обучения, обученной на исторических данных, включающих информацию о рассматриваемом производственном процессе. Гибридный подход позволяет не заниматься детализированным моделированием физического процесса, что часто является избыточным и иногда просто нереализуемо, и благодаря этому снизить количество исторических данных, необходимых для обучения модели машинного обучения. Примером может служить разработанная система прогнозирования осложнений во время бурения, где на исторические примеры различных осложнений были наложены физические модели изменения веса на крюке, использованного бурового раствора и оценки скорости бурения. В результате стало возможным практически на порядок снизить требования к исходным данным без уменьшения точности работы модели.

? В последние годы появились разработки в таком относительно новом для российского инженерингового рынка направлении, как бенчмаркинг (Benchmarking – сравнительный анализ), которое позволяет эффективно осуществлять оценку возможностей исходя из сравнений по заданным критериям. Работаете ли вы над цифровым обеспечением этого направления? Расскажите о своем опыте работы.

■ **П.В. КИЧЕРОВ, начальник комплексного технологического отдела ПАО «Гипротюменнефтегаз»:**

– Проектирование объектов обустройства нефтегазовых месторождений является многоитерационным процессом, в результате которого рождается несколько вариантов технологических решений. Применение методов сравнительного анализа (бенчмаркинга) позволяет на этапе выработки основных технологических решений (ОТР) выбирать наиболее эффективные из них. В настоящее время в институте прорабатывается вопрос об автоматизации данного направления.

■ **А.С. СЕМЕНИХИН, руководитель практики по внедрению когнитивных технологий в нефтегазовом секторе IBM в России и СНГ:**

– IBM является одним из разработчиков признанных мировых промышленных стандартов APQC (American Productivity & Quality Center) и проводит исследования производственных процессов раз-

личных организаций (включая инжиниринг), сравнивая их с другими участниками рынка и смежными предприятиями.

? Представления об инновациях в сфере нефтегазового инжиниринга были бы неполными без стоимостного инжиниринга – управляющей системы, необходимой всем участникам проектной деятельности как комплексное решение задач заказчика. Интересна информация об инструментах стоимостного инжиниринга, позволяющих в оперативном режиме рассчитать капитальные затраты и спрогнозировать эксплуатационные затраты за весь период существования актива. Расскажите об опыте реализации наиболее успешных проектов с применением методов стоимостного инжиниринга.

■ С.В. САДОВНИКОВ, к.т.н., СРМ IPMA (B), директор по развитию ГК ПМСОФТ, вице-президент Российского отделения AACE, ведущий эксперт по внедрению методов и средств стоимостного инжиниринга в России:

– Практически все компании, реализующие строительные проекты, используют в их рамках те или иные практики стоимостного инжиниринга: разработку смет, ведение бюджета проекта, отслеживание графика выполнения работ, проектный учет затрат в рамках бухгалтерского и управленческого учета, контрактное администрирование. При этом очень редко можно наблюдать зрелое, комплексное применение практик TCM (TotalCostManagement – основополагающее руководство AACEInternational), среди которых можно выделить следующие:

- формирование понятия стратегического актива компании и переход к управлению стратегическими активами;
- внедрение ценностного подхода, включая методы функционально-стоимостного анализа;
- оценку стоимости проектов по различным классам точности на ключевых стадиях проекта, отход от классического сметного подхода и базисно-индексного метода, широкое применение WBS- и CBS-структур для подготовки оценок;
- оценку рисков и неопределенности проекта, расчет необходимых резервов, использование расчетных данных в оценке стоимости (расчет по верхней границе);
- построение интегрированной модели проектного бюджета с использованием разработанных оценок, графика, контрактной стратегии, данных о заключенных договорах и их условиях, проведенных учетных операциях, оперативных данных о фактическом выполнении работ.

Среди российских компаний можно выделить ГК «Росатом», где с 2017 года реализуется масштаб-

ная программа TCM NC (TotalCostManagementNuclearConstruction), позволяющая полностью перейти на современные методы проведения оценки стоимости проектов на различных стадиях жизненного цикла, включая использование ресурсного метода оценки и проектного бюджетирования. При этом создаваемая система рассматривается как ядро будущей цифровой платформы капитальных вложений – естественного погружения методов стоимостного инжиниринга в современную цифровую среду.

ПАО «Газпром нефть» проводит огромную работу по сбору, обработке и повторному использованию данных о реализуемых проектах, разработаны собственные программные продукты и базы, позволяющие оценивать стоимость будущих проектов, стоимость актива на всем жизненном цикле, готовить управленческие решения и планы на базе достаточно точных и обоснованных оценок. Активно развиваются методы оценки проектов на ранних стадиях, а это традиционно одна из наиболее сложных задач, требующая высокой компетенции специалистов и руководителей, работы с исторической базой и применения современных программных платформ. Работа с рисками и неопределенностями проектов в ПАО «Газпром нефть» выделена в качестве самостоятельного направления и за последние несколько лет все плотнее интегрируется в базовые процессы, проникает в корпоративную культуру компании.

Существуют и множество других компаний в РФ, широко использующих перечисленные практики стоимостного инжиниринга и добивающихся эффективности своих проектов и последующей эксплуатации создаваемых активов.

■ Е.И. КВАСОВ, заместитель директора по проектированию ПАО «Гипротюменнефтегаз»:

– Конкретного опыта реализации такого рода проекта у нас пока не было, но в настоящее время нами рассматривается ряд программных продуктов для решения задач стоимостного инжиниринга на этапе ТЭО. В частности, изучается возможность применения IngenixCostManager как наиболее подходящего, на наш взгляд, продукта для российской нефтегазовой отрасли.

■ А.С. СЕМЕНИХИН, руководитель практики по внедрению когнитивных технологий в нефтегазовом секторе IBM в России и СНГ:

– Ключевым аспектом цифровых инструментов стоимостного инжиниринга является наличие в организации базы данных стоимостей различных объектов проектирования – как своих, так и, желательно, других организаций. Владельцем подобных баз данных являются организации-заказчики, и эта информация представляет для них и для других

организаций особую коммерческую ценность. Однако наличия только базы данных недостаточно для решения задач стоимостного инжиниринга, необходимо иметь инструмент выбора оптимального решения среди большого множества вариантов предлагаемых базой данных стоимостей. В задачу IBM входит разработка подобных средств оптимизации, призванных найти минимальное стоимостное решение в условиях большого количества ограничений, накладываемых различными регламентами как со стороны компании-заказчика, так и со стороны государства. Поиск подобного решения, удовлетворяющего всем условиям, является весьма нетривиальной задачей и требует использования когнитивных технологий анализа.

? Каждое предприятие, вовлеченное в современные тенденции инновационной трансформации инжиниринговых процессов, располагает сегодня своей собственной уникальной разработкой, обладающей рядом неоспоримых преимуществ. Какие из ваших прорывных решений вы могли бы рекомендовать коллегам для совершенствования проектирования и инжиниринга?

■ В.М. ЗАХАРОВ, директор дивизиона ПГС Групп компаний АСКОН:

– Такая уникальная разработка – вся продуктовая линейка Pilot (<https://pilotems.com>). Прорывной и инновационной ее делает абсолютная инструментонезависимость, и это означает две вещи, которые доступны нашим клиентам:

- вы можете добавить в систему любой инструмент проектирования от 2D-редактора до BIM-системы с минимальными затратами на интеграцию;
- вы можете легко заменить любой инструмент проектирования на аналогичный без потери интеграционной целостности системы.

Это защищает инвестиции проектной организации от привязки к продуктам одного поставщика и означает, что при любой трансформации бизнес-процессы не будут разрушены из-за типичной ситуации, когда одно поколение инструментов сменяется другим, более эффективным.

■ М.С. ЕГОРОВ, генеральный директор АО «Нано-софт»:

– В блоке решений для автоматизации производственных процессов можно выделить нашу собственную разработку – PLM-систему TechnologiCS, функционал которой включает возможности целого

комплекса систем: PDM (управление инженерными данными), CAPP (технологическая подготовка производства), MDM (управление основными данными), MRP (планирование потребности в материалах), MES (управление производственными процессами), WMS (управление складом), EAM (управление основными фондами предприятия). Подобного охвата функциональных областей не обеспечивает никакая другая отечественная разработка.

В развитие идей Индустрии 4.0 удалось создать уникальное отечественное решение на базе TechnologiCS и ModelStudioCS, которое позволяет решать задачи с помощью, например, средств трехмерного моделирования цифрового двойника предприятия для управления предприятием и его объектами в online-режиме. Решение подобного класса позволяет вывести управление производством на качественно новый уровень, существенно повысив эффективность всего производственного процесса.

■ А.С. СЕМЕНИХИН, руководитель практики по внедрению когнитивных технологий в нефтегазовом секторе IBM в России и СНГ:

– Основные прорывы инжиниринговых процессов, связанных с информационными технологиями, принято относить к развитию различных CAD/CAM/CAE-систем, которые позволили осуществить прорыв в скорости проектирования и обмена информацией. С точки зрения IBM, для совершенствования процессов проектирования и инжиниринга при строительстве крупных объектов нефтегазового комплекса важно иметь развитую и работоспособную систему управления требованиями, которая позволяет эффективно управлять по V-модели бизнес-требованиями, предъявляемыми к объекту проектирования и строительства, а также обеспечивать сквозной контроль этих требований во всех подрядах любой степени вложенности подрядчиков.

В условиях повышенного интереса к теме развития цифровых инжиниринговых инноваций мы сделаем все возможное, чтобы в следующих номерах журнала «Нефть. Газ. Новации» продолжить публикацию информации и отзывов о новых трендах и решениях в области наукоемких технологий проектирования.

Продолжение профессиональной полемики читайте в № 9/2020, где будет опубликована информация о прорывных технологиях и новых разработках в области нефтегазового инжиниринга.