

ОАО "Гипровостокнефть": трехмерное проектирование вчера, сегодня, завтра...

В условиях высокой конкуренции на рынке проектных работ для нефтегазового сектора проектные организации должны владеть самыми современными технологиями, чтобы стабильно работать, оставаться востребованными и постоянно развивать свое производство. Сегодня заказчики выбирают проектную организацию, исходя из требований к качеству проектных решений, скорости выполнения работ и эффективности процесса управления проектным производством. Решению этих вопросов во многом способствуют высокоразвитые информационные технологии, применяемые в проектном производстве ОАО "Гипровостокнефть". Наша организация осуществляет весь комплекс проектно-исследовательских и научно-исследовательских работ в сфере разработки и обустройства нефтегазовых месторождений. Качественно новый уровень выполнения проектных работ

обеспечен внедрением комплексной системы автоматизации проектирования (КСАПР), в том числе на базе трехмерного моделирования. Внедрение КСАПР на базе трехмерного моделирования началось в 2003 году, когда — после тщательного анализа рынка программных средств — с компанией CSoft был заключен первый договор на поставку комплексных решений для автоматизации. В рамках этого договора приобретено около 80 программ, в том числе программный комплекс PLANT-4D для трехмерного проектирования. С той поры прошло около семи лет, позади остались процессы обучения специалистов, внедрения, настройки и адаптации всего комплекса программ. Выполнено множество проектов. За эти годы мы не раз выступали с докладами и презентациями, публиковали статьи в различных изданиях, делились опытом на многочисленных конференциях, к нам приезжали

по обмену опытом коллеги из проектных институтов, мы сами много ездили, набирались опыта и никогда не переставали учиться. По прошествии этих лет мы и сегодня не можем сказать, что все окончательно отлажено, отработано и можно почивать на лаврах. Процесс автоматизации проектного производства находится в постоянном развитии, появляются новые технологии, новые программы, растут потребности проектировщиков, связанные с ростом объемов производства и необходимостью повышать производительность труда.

Что касается технологий трехмерного проектирования и особенностей его применения в России, то в этом направлении нами накоплен достаточно большой опыт. Всем, кто начинает внедрение, в первую очередь приходится сталкиваться с изменением технологии проектирования: сначала принимаются основные технические решения, создается трехмерная модель проектируемого объекта, а затем разрабатывается проектная документация. При использовании технологий трехмерного проектирования изменяется характер взаимодействия между всеми участниками процесса. Модель объекта проектирования одновременно создается несколькими группами специалистов по всем дисциплинам проекта: технологической, строительной, электротехнической, Киповской, пожаротушения, отопления, вентиляции и т.д. Необходимо обеспечить соответствующую среду проектирования — создать единое информационное пространство, в рамках которого обеспечить доступ проектировщиков-смежников к модели проектируемого объекта, описать процессы их взаимодействия, разработать инструменты обмена проектными данными и техническими заданиями, интегрировать разработку модели и выполнение технологических расчетов. Кроме того, для эффективного управления процессом проектирования крайне важна прозрач-



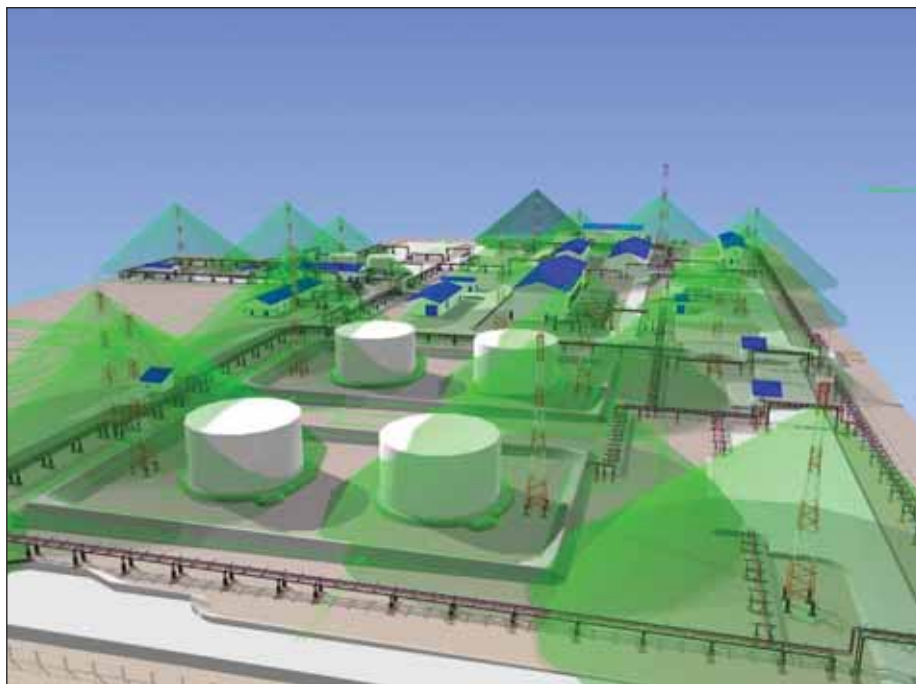
Визуализация генплана площадки НПС

ность этого процесса: руководители всех уровней должны постоянно отслеживать состояние модели проектируемого объекта. Особенно важным это становится в момент выпуска проектной документации, и здесь необходима интеграция процесса трехмерного проектирования с процессом управления проектом.

С применением трехмерного моделирования выполнялись различные проекты, начиная с достаточно простых объектов, таких как площадки узлов фильтров-грязеуловителей, узлов СОД, площадок нагрева нефти, установок аварийной сепарации, и заканчивая сложными технологическими объектами, среди которых установки подготовки нефти, воды и инженерные сети на эстакадах. Технологии трехмерного проектирования применялись в проектах Каспийского трубопроводного консорциума (пожарная насосная, площадка фильтров-грязеуловителей, узлы СОД и др.), на Софинско-Дзержинском месторождении (УПСВ), объектах магистрального продуктопровода Кстово-Приморск (магистральные насосные станции), месторождении Южное Хыльчюю (установка подготовки нефти, воды, аварийной сепарации, площадки печей, узлы СОД и более 5000 м инженерных сетей на двух- и трехъярусных эстакадах) и в ряде других проектов.

Технологии трехмерного проектирования позволяют получить и комплект проектно-сметной документации, и трехмерную виртуальную модель, насыщенную технологическими характеристиками оборудования, конструкций, материалов. Модель может использоваться не только для создания чертежей, но и как основа для создания единой интегрированной модели объекта обустройства, содержащей его свойства, знания об оборудовании. Такая модель будет сопровождать объект на всем протяжении его жизненного цикла.

Проекты, разработанные на базе трехмерных технологий, в том числе объекты проекта обустройства месторождения Южное Хыльчюю, доказали применимость этих технологий в проектной деятельности института. Несомненным достоинством системы является возможность организации группового проектирования, наглядность, ранняя диагностика ошибок. Достаточно быстро можно создавать трехмерные модели, удобно выполняется и корректируется обвязка трубопроводов. С трехмерной модели легко получить изометрические чертежи, в том числе как заданные сторонним организациям на проектирование электрообогрева. Безошибочно и быстро формируется сводная спецификация.



Расчет молниезащиты площадки НПС в программе ElectriCS Storm



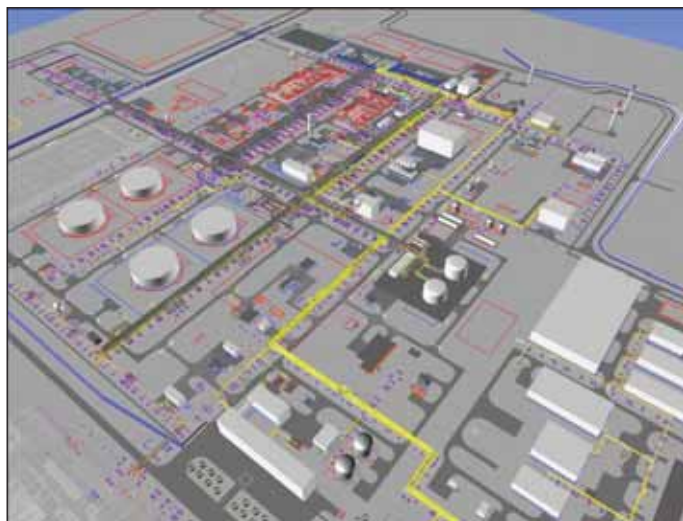
3D-модель инженерных сетей на эстакадах. Площадка ЦПС Южное Хыльчюю. PLANT-4D

В ОАО "Гипровостокнефть" накоплен большой опыт применения трехмерных технологий проектирования как на стадии проектной документации, так и на стадиях детального проектирования (РП, РД). Технологии, применяемые на стадии проектной документации, позволяют выполнить визуализацию генплана, дать заказчику наглядное представление о взаимном расположении объектов проектирования, смоделировать возможные варианты реализации проектных решений и даже составить на этом этапе предварительную сводную спецификацию.

На стадиях детального проектирования трехмерные технологии позволяют повысить качество проектных решений (своевременно обнаружить несанкционированные пересечения и коллизии), обеспечить совместную (параллельную) работу смежников над проектом, упростить обмен заданиями между смежниками, повысить управляемость проектом. Работа над объектами проектирования с применением трехмерных технологий позволяет достаточно быстро сформировать спецификации, ведомости и другие отчетные документы по используемому оборудованию, технологическим



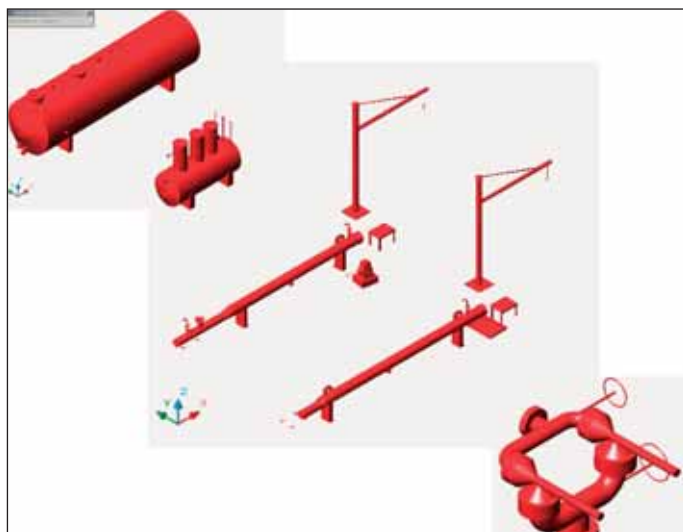
3D-модель площадки ЦПС Южное Хильчуу. PLANT-4D



Общий вид площадки ЦПС Южное Хильчуу. PLANT-4D



Обнаружение коллизий. PLANT-4D



Создание трехмерных узлов, компоновок, условных обозначений в PLANT-4D

линиям, трубопроводам и их деталям, в том числе изометрии по технологическим линиям.

Применение этих технологий имеет свои особенности, которые влияют на весь процесс проектирования. Необходимо с самого начала проекта утвердить с заказчиком процедуры разработки и согласования трехмерной модели. Эти процедуры включают три этапа согласования: на 30%-ной стадии готовности модели, 50%-ной и 90%-ной. В ОАО "Гипростокнефть" такие процедуры разработаны, выпуск и оформление проектной документации начинаются лишь при 90%-ной готовности трехмерной модели объекта проектирования, когда все проектные решения согласованы со смежниками и утверждены заказчиком. Конечно, реальная практика российского проектирования не позволяет в полной мере подчинить процесс проектирования этим процедурам, и отечественный заказчик еще не готов работать с трехмерной моделью объекта так, как западный, но мы понимаем, что сейчас в рос-

сийском проектировании идет становление новых технологий и должно пройти достаточное время, чтобы заказчик освоился в новых условиях, почувствовал свою выгоду от использования трехмерной модели, создаваемой проектной организацией. На сегодняшний день проектные организации России уже способны передавать заказчику трехмерные информационные модели проектируемых объектов, которые:

- позволяют планировать и отслеживать процесс строительства благодаря наглядному представлению объекта на разных его этапах, моделировать процесс строительно-монтажных работ, следить за ходом их выполнения;
- позволят снижать стоимость закупок за счет своевременного отслеживания изменений, вносимых в проект, и формирования точных спецификаций по 3D-моделям;
- позволяют снижать стоимость работ за счет автоматизации проверки и исправления поступающей информации, автоматического наполнения

данными эксплуатационных систем, а также за счет централизованного хранения данных и ускорения поиска актуальной информации;

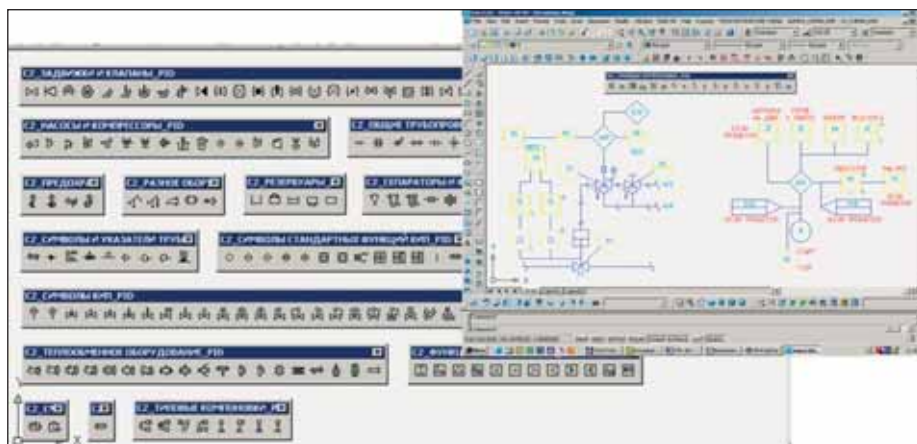
- могут применяться при дальнейшей эксплуатации объекта для решения текущих задач, обучения сотрудников эксплуатационных служб;
- могут быть использованы заказчиком при проведении реконструкций и капитальном ремонте, для разработки действий при чрезвычайных ситуациях.

3D-модель как продукт проектной деятельности и основа жизненного цикла объекта проектирования — реальность завтрашнего дня, а сегодня мы используем трехмерную модель на стадии проектной документации для предварительного представления проекта заказчику, принятия решений по компоновке объектов, визуализации 3D-генплана; на стадии рабочей документации — для многовариантной проработки технических решений и повышения качества принятых решений, своевременного устранения кол-

лизий, несанкционированных пересечений, ошибок, вызванных несогласованными действиями смежников, а также для генерации двумерных рабочих чертежей и другой проектной документации. 3D-модели нашли применение и при авторском надзоре.

Выбрав в 2003 году PLANT-4D в качестве системы трехмерного проектирования, сегодня мы можем сказать, что наше решение было действительно продуманным и верным. Особенностью, отличающей PLANT-4D от многих других CAD-систем, является хранение всей информации о проектируемом объекте в базах данных. В системе отсутствует понятие "чертеж", модель PLANT-4D со всей графической и атрибутивной информацией хранится в стандартной базе данных Microsoft SQL Server, что гарантирует сохранность, читаемость, защищенность и доступность информации. Формат DWG применяется лишь для генерации и сохранения проектных документов (чертежей), причем в том виде, в каком они могут быть выведены на печать и использованы в работе. Многомодульная система PLANT-4D поддерживает коллективную работу над проектом, позволяет разрабатывать технологические схемы, трехмерные модели трубопроводов, нестандартное оборудование, выпускать рабочие монтажно-технологические чертежи, автоматически генерирует изометрические чертежи с размерами и спецификациями, составляет ведомости, отчеты, спецификации и многое другое.

Нам удалось интегрировать в единую комплексную систему автоматизации целый ряд программных продуктов и построить технологическую цепочку проектирования. Для автоматизированного проектирования генплана мы используем программное обеспечение AutoCAD Civil 3D + GeoniCS, для проектирования металлоконструкций — комплекс программ Revit Structure Suite (Revit Structure



Создание элементов схем, настройка панелей и инструментов в PLANT-4D

+ AutoCAD Structural Detailing), для расчета строительных конструкций и сооружений — Autodesk Robot Structural Analysis Professional, для прочностных расчетов — AutoPIPE (Bentley System Inc.), СТАРТ (НТП "Трубопровод") и CAESAR (COADE Inc.), для АСУТП — комплекс программ AutomatiCS и т.д. Мы стремимся вводить данные в систему один раз, передавать их из программы в программу автоматически. Система централизованного хранения атрибутивной и графической информации PLANT-4D этому способствует. Для визуализации и интерактивной навигации трехмерных моделей объектов, разработанных в различных САПР, используем Autodesk Navisworks. Он обладает высоким быстродействием, простым и удобным интерфейсом, позволяет подгрузить достаточно объемные модели больших площадок и протяженных эстакад. Интеллектуальные данные, полученные из исходных файлов проектов, могут просматриваться параллельно с моделью, поддерживаются все основные форматы 3D-проектов. Функция DataTools позволяет импортировать данные из внешних баз данных — это делается посредством языка SQL и интерфейса ODBC. Данные могут отображаться при просмотре модели.

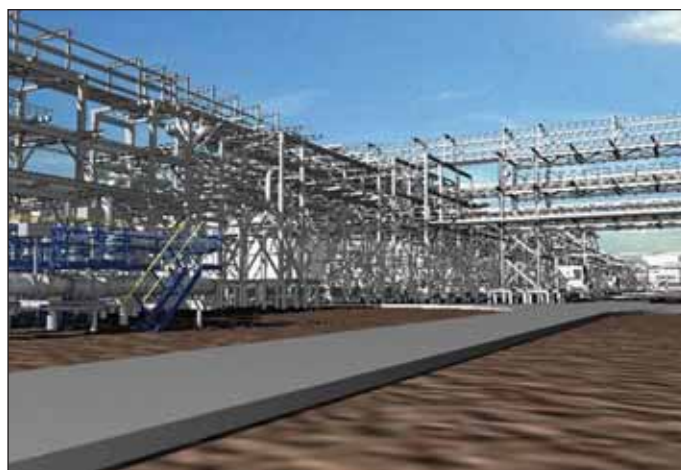
Трехмерные технологии прочно вошли в практику реального проектирования технологических площадок. За последний год с применением этих технологий выполнялись объекты обустройства месторождения Южное Хыльчюу, начиная от достаточно простых — таких как площадка нагрева нефти в составе УПН, и заканчивая технологической площадкой УПН и инженерными сетями.

Проектировщики ТО2, ВиК, строительного, сантехнического отделов, как уже сказано, выполнили моделирование более 5 километров трех- и четырехъярусных эстакад с технологическими трубопроводами на объекте Южное Хыльчюу, сейчас выполняется трехмерное проектирование объектов месторождений Центрально-Хорейвейского поднятия. Применение трехмерного проектирования очень важно и с точки зрения повышения качества проектных работ.

Открытая архитектура базы данных PLANT-4D позволяет развивать систему силами пользователей. Мы смогли существенно упростить работу проектировщиков, настроив PLANT-4D под требования наших стандартов оформления, разработав программные модули, адаптирующие технологии PLANT-4D



Строительная площадка ЦПС Южное Хыльчюу



3D-модель, выполненная в PLANT-4D



Строительная площадка ЦПС Южное Хыльчу



3D-модель, выполненная в PLANT-4D

под наши потребности. Немаловажная роль во внедрении и адаптации комплекса программ PLANT-4D принадлежит специалистам компании-поставщика решений для комплексной автоматизации — ЗАО "CSoft" и инженерингового центра в городе Дзержинске ЗАО "CSoft Engineering". При участии специалистов CSoft нами были разработаны модули размещения элементов эстакад в координатах строительной сетки, автоматизированы процессы формирования заданий смежникам, в том числе отделу смет и ПОС, АСУТП по точкам контроля и т.д. Автоматизирован ряд операций по оформлению проектной документации, в том числе расстановка позиций спецификации на 2D-чертежах, формирование таблиц опор на стойках и отметок стоек, разработаны модули автоматической нумерации конструкций и расчета верха конструкций. Проведена работа по адаптации модуля оформления изометрий, автоматизировано создание изометрических схем с привязкой к аппаратам, другим трубопроводам и осям строительных конструкций, разработаны модули автоматической генерации перечня трубопроводов, синхронизации неграфических данных миникаталога и проекта, разработан модуль пересчета и сведения отметок и координат в таблицы, усовершенствована программа автоматизированной передачи изометрических линий в программы прочностных расчетов AutoPIPE и СТАРТ. ИТ-специалисты института постоянно работают над интеграцией программ САПР: при построении сквозной технологии проектирования необходимо не только развивать трехмерное моделирование, но и интегрировать процесс проектирования с расчетами, важно осуществлять автоматическое извлечение и передачу данных из расчетных программ, в том числе Robot Millennium, HYSYS, CAESAR, AutoPIPE, СТАРТ и других.

Отработана технология выпуска схем, в том числе P&ID. Для унификации оформления принципиальных и монтажных схем подготовлено пособие по разработке принципиальных и монтажных схем и чертежей, которое включает перечень условных обозначений и маркировку оборудования, арматуры и технологических линий. Силами отдела ИТ создано большое количество условных обозначений и элементов для автоматизированной разработки схем. В PLANT-4D имеется возможность создания узлов и сборок, можно создать узел любой степени сложности и в дальнейшем многократно использовать его в других чертежах. Таким образом было создано около 600 графических компонентов.

Большую роль во внедрении технологий трехмерного проектирования играет постоянное обучение проектировщиков. В 2003 году мы провели широкомасштабное обучение: около 400 человек под руководством специалистов компании CSoft изучали AutoCAD, Autodesk Architectural Desktop, GeoniCS, PLANT-4D, многие другие программы и системы проектирования, поставленные в рамках КСАПР. С той поры мы подготовили собственных преподавателей, оборудовали учебный класс, постоянно обучаем новых сотрудников и повышаем квалификацию уже работающих. Своими силами мы обучили технологиям трехмерного проектирования 97 специалистов, разработаны и размещены на внутреннем корпоративном сайте 12 методических пособий, 9 пособий по построению различных схем, созданию и оформлению чертежей, изометрий и т.д. Работе по построению схем обучены 40 человек.

В начале процесса внедрения PLANT-4D наибольшие проблемы проектировщиков были связаны с непониманием, зачем так усложняют их жизнь, заставляя вместо привычной работы с

двумерными чертежами заниматься, на их взгляд, неоправданно сложной и не совсем понятной работой по созданию никому не нужной трехмерной модели, чтобы затем сгенерировать с нее те же двумерные чертежи. Прошло немало времени, пока эта работа стала для них привычной, понятной и очень интересной. С навыками пришла и скорость. Меняется и заказчик. Мы достаточно быстро выполняем всевозможные визуализации на стадии проекта, можем красиво и наглядно представить заказчику трехмерный генплан, взаимное расположение объектов, основные технические решения. На стадии рабочей документации заказчик видит, что, своевременно отстроив трехмерную модель, мы в состоянии обнаружить коллизии, нестыковки и устранить ошибки благодаря параллельной работе смежников. Преимущества PLANT-4D — точность, наглядность, возможность настройки выходных отчетов, быстрая генерация изометрических чертежей, спецификаций, ведомостей. Это существенно повышает качество выходной документации.

Трехмерные технологии сегодня — это не излишество, не роскошь, а закономерный этап развития САПР, который выведет проектирование на более высокий уровень развития, позволит эффективнее проектировать сложные объекты, передавать их модели для дальнейшей эксплуатации и свяжет, наконец, все этапы жизненного цикла объекта проектирования на базе единой информационной модели. Специалисты ОАО "Тупривостокнефть" готовы к выполнению этой сложной, но интересной и важной задачи.

*Любовь Зубова,
заместитель генерального директора
по информационным технологиям
ОАО "Тупривостокнефть" (г. Самара)*