

Технологии создания информационных моделей объектов с непрерывным производством (часть 2)

Марина Кириллова, Алексей Рындин,
Александр Тучков, Алексей Хабаров

Вступление

Продолжаем описание технологий информационного моделирования объектов с непрерывным технологическим производством. В первой части статьи («Технологии создания информационных моделей объектов с непрерывным производством (часть 1)» // САПР и графика. 2023. № 10) мы рассмотрели основные инструменты информационного моделирования, его основные задачи, поговорили о разнородности исходных данных, процессах тегирования. Кроме того, были описаны технологии использования инженерных данных (далее ИД), поступающие в информационную модель из справочников, структурированных и неструктурированных файлов. Также была освещена работа с интеллектуальными технологическими P&ID, электрическими, КИПиА схемами.

Вторая часть статьи содержит описание технологий Бюро ESG, применяемых для 3D-моделирования с учетом современных возможностей отечественных средств. Кроме того, будут рассмотрены вопросы верификации ИД и их загрузки в систему управления инженерными данными (СУИД).

Комплексное технологическое моделирование

В этой части статьи поговорим о комплексном технологическом моделировании объекта с непрерывным производством. Основными задачами такого моделирования являются:

- 3D-моделирование строительных конструкций;
- 3D-моделирование технологической части;
- моделирование технологических схем P&ID;
- создание электронного генплана установки.

При выполнении задач 3D-моделирования строительных конструкций (здания и сооружения) при условии сдачи заказчику итогового результата в Intergraph Smart 3D нами применяются несколько комплексных технологий.

Процесс моделирования строительных конструкций с учетом различных технологий иллюстрирует рис. 1.

Применение каждого из подходов обусловлено сложностью и масштабностью объекта, наличием



Марина Кириллова,
начальник отдела
внедрения САПР в ПГС
Бюро ESG



Алексей Рындин,
заместитель директора
Бюро ESG



Александр Тучков,
к.т.н., технический
директор Бюро ESG



Алексей Хабаров,
заместитель директора
по корпоративным
проектам Бюро ESG

необходимого количества лицензий ПО и обученных специалистов. Исходными данными для этих подходов являются облака точек, полученные в процессе лазерного сканирования.

Общим для всех рассматриваемых вариантов является процесс фрагментирования исходных облаков точек и подготовка их с применением ПО Leica Cyclone.

Основной процесс моделирования различен для каждого из вариантов. Первый вариант включает применение специализированной для моделирования строительных конструкций среды Tekla Structures. На практике это самый производительный метод. Результат моделирования попадает в Smart 3D через обменный формат STP.

Второй вариант является расширением первого. Он дает возможность дополнительно задействовать в процессах специалистов, работающих в ПО Autodesk Revit. При работе по этому варианту необходимо выполнение некоторых правил моделирования, а также требуется отдельный этап доработки результатов моделирования в ПО Tekla Structures.

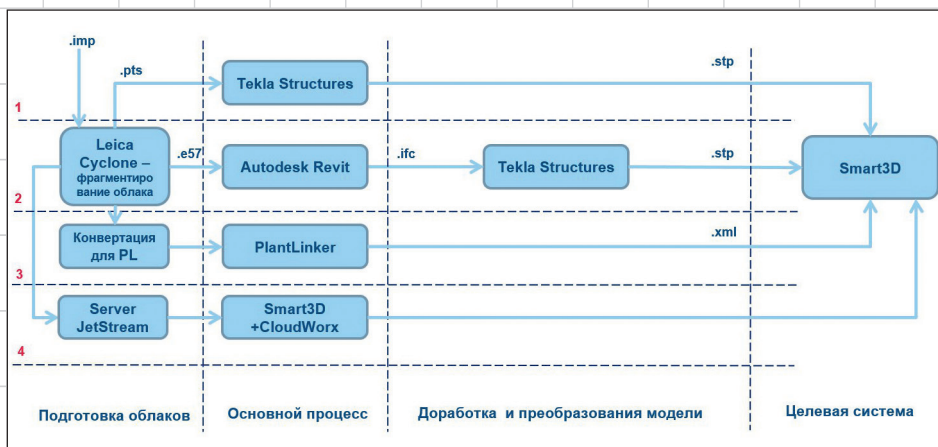


Рис. 1. Моделирование строительных конструкций

Третий вариант рассчитан на применение для моделирования САПР технологических объектов PlantLinker — новой отечественной разработки компании «ПлантЛинкер», входящей вместе с Бюро ESG в группу компаний «САПР-Петербург». Данный вариант предполагает последующий перенос результата моделирования в среду Intergraph Smart3D через разработанные компоненты PlantLinker для Smart 3D. ПО PlantLinker и его компоненты взаимодействия со Smart 3D довольно подробно описывались в наших публикациях.

И наконец, четвертый вариант — моделирование строительных конструкций непосредственно в среде Intergraph Smart 3D. На практике этот подход самый медленный.

Теперь остановимся на моделировании технологической части объекта. Нашими специалистами оно выполняется комплексно и включает моделирование и 3D-представление объекта и технологических схем (P&ID). Оба эти среза информационной модели должны коррелировать между собой по различным признакам, прежде всего по технологическим позициям (тегам), и атрибутивному составу.

Существует два основных подхода при получении 3D-моделей:

1. Моделирование в родной целевой среде с применением технологий доступа к облакам точек Jet Stream — это самый производительный вариант.

2. Альтернативный путь доступен благодаря применению отечественной разработки PlantLinker. Подход дает возможность часть работ выполнить в другой, более доступной среде моделирования без ущерба для конечного результата.

Рис. 2 иллюстрирует эти два подхода с входящими этапами.

И в завершение краткого описания технологий комплексного моделирования остановимся на информационном моделировании технологических схем. В первой части статьи мы уже рассматривали технологию создания интеллектуальных схем. В этой части материала скажем, что все технологические схемы P&ID выполняются нами в ПО Intergraph Smart P&ID в оптимальной среде для моделирования технологии с учетом определенной заказчиком целевой среды. Для выполнения работы в общем случае (для создания эксплуатационных моделей) используются данные из многих источников: документации, данных из 3D-модели объекта, фотографий и облаков точек. Рис. 3 иллюстрирует технологию моделирования для технологического P&ID-среза ИМ.

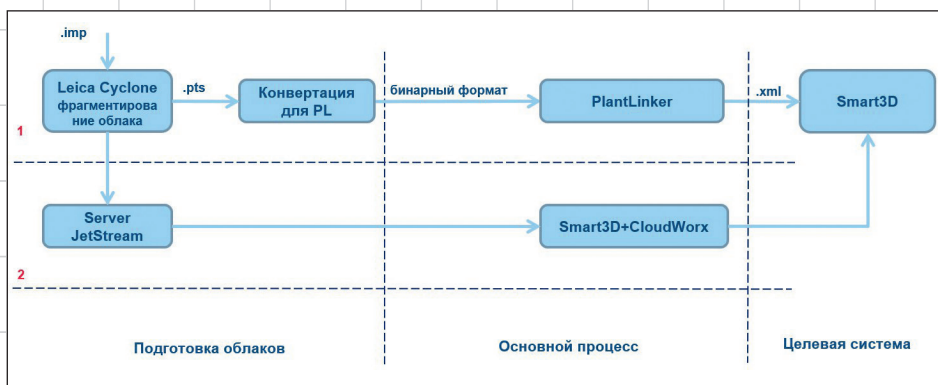


Рис. 2. Подходы при 3D-моделировании технологической части



Рис. 3. Технологическое P&ID-моделирование

Информационное моделирование местности

Важной составляющей ИМ предприятия является информационная модель местности, то есть генплан. Он содержит пользовательские представления и ИД, которые невозможно или нецелесообразно представлять в единой ИМ в видах, описанных в первой части статьи.

ИМ Генплан моделируется по следующим разделам:

- Топооснова;
- ИМ Ситуация;
- ИМ Существующий рельеф;
- ИМ Геологическое строение;
- ИМ Наружные и подземные инженерные сети.

Кратко опишем каждый из них:

- Топооснова — основной файл, который получен по данным инженерно-геодезических изысканий и/или исполнительной топосъемки и является основой для создания составных частей сводной модели;
- ИМ Ситуация — 2D, содержит выделенные цветом (слоем) здания, сооружения, покрытия (бетон, газон и пр.), проезды. Присутствует семантика (дополни-

тельные свойства) — параметры здания/сооружения, например инвентарный номер, наименование, площадь застройки, этажность, год постройки и т.п. Также есть гиперссылки на файлы формата PDF (например, паспорт здания/сооружения);

- ИМ Существующий рельеф — 3D, создается на основе данных топогеодезических изысканий — точек координатной геометрии, характерных линий существующего рельефа (проезды, площадки, каналы, отвалы, обваловка и пр.). Выделяются в отдельные поверхности здания,

сооружения, покрытия (бетон, газон и пр.), проезды;

- ИМ Геологическое строение — 3D, создается на основе данных инженерно-геологических изысканий. Отображает плановое и высотное положение геологических скважин (выработок) и линий геологических разрезов. Скважины отображаются с помощью точек координатной геометрии, к которым присоединена гиперссылка на исходный файл формата DWG, отображающий геологическую колонку с характеристиками грунтов в текущей скважине (выработке). Линии геологических разрезов создаются по геологическим разрезам исходной документации. К ним также присоединены гиперссылки на файлы формата DWG, содержащие данные о грунтах по выбранному разрезу. Присутствует модель грунтов, созданная на основе геологических колонок и разрезов;
- ИМ Наружные и подземные инженерные сети — 3D, отображает наружные подземные инженерные сети. Содержит информацию о свойствах сетей, свой-

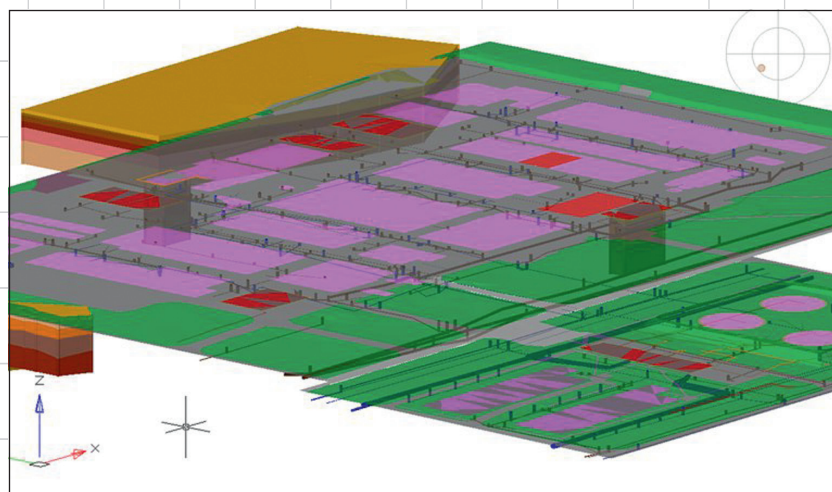


Рис. 4. Сводная ИМ Генплан

ствах вершин и участков. По выбранному участку сети можно вывести продольный профиль.

Моделирование выполняется с использованием программного комплекса nanoCAD GeoniCS. При создании ИМ Генплан применяются специальные инструменты базовой платформы nanoCAD и модулей программного комплекса GeoniCS: Топоплан, Генплан, Сети. Формат файлов, составляющих ИМ Генплан, — DWG.

Все перечисленные разделы сводятся в единую ИМ Генплан — используется инструмент платформы nanoCAD «Внешняя ссылка».

Рис. 4 иллюстрирует сводную ИМ Генплан.

Импортозамещающая схема комплексного технологического моделирования

В предыдущих разделах статьи приведены схемы комплексного технологического информационного моделирования с учетом:

- целевых систем, определяемых заказчиками, которые построены на импортном ПО и пока не переведены на отечественные платформы;
- практического опыта проведения работ по информационному моделированию Бюро ESG;
- реального состояния и наличия импортозамещающих средств информационного моделирования.

На рис. 5 приведена схема комплексного технологического моделирования, применяемая Бюро ESG. В схеме максимально использованы отечественные программные средства с учетом их реальной эффективности. Приведенные на схеме отечественные средства и технологии учитывают накопленный опыт Бюро ESG и лучшие мировые практики в области информационного моделирования.

На этапе моделирования для работы с облаками точек, трехмерного моделирования технологической части, трехмерного моделирования строительных конструк-

ций применяется отечественное ПО PlantLinker. Для создания электронного генплана установки и его просмотра используется отечественное ПО nanoCAD GeoniCS. Для просмотра моделей технологической части и строительных конструкций применяется отечественное ПО PlantViewer 3D. Это средство интегрировано с СУИД «Плант-Навигатор» и обеспечивает связь контента 3D-графики с ИД, содержащимися в БД. Возможен переход из 3D-пространства от его области (например, единицы оборудования) к карточке оборудования с параметрами. От карточки с параметрами с использованием результатов тегирования осуществляется переход к документам, интеллектуальным схемам и прочим связанным информационным объектам БД. Рис. 6 иллюстрирует работу в интегрированном с СУИД «Плант-Навигатор» ПО PlantViewer 3D с результатами информационного моделирования установки переработки нефти.

На наш взгляд, на сегодня схема, приведенная на рис. 5, иллюстрирует максимальные возможности применения отечественного ПО для информационного моделирования предприятий с непрерывным технологическим циклом. Особой частью этого процесса является работа с технологическими схемами P&ID. Отметим, что сегодня отсутствует эффективное отечественное средство создания интеллектуальных схем, в связи с чем в рис. 5 включен один компонент импортного производства — ПО SmartPlant P&ID. Создаваемые с его помощью ин-

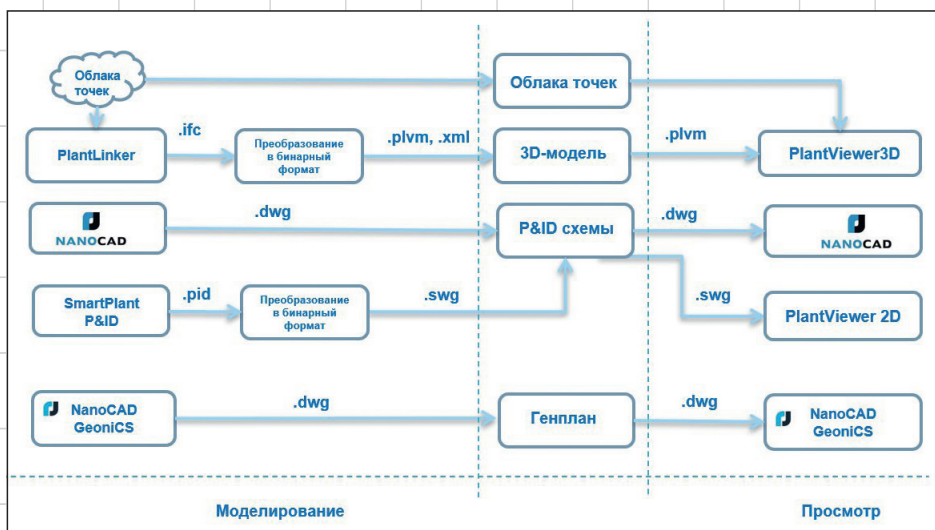


Рис. 5. Импортозамещающая схема комплексного технологического проектирования

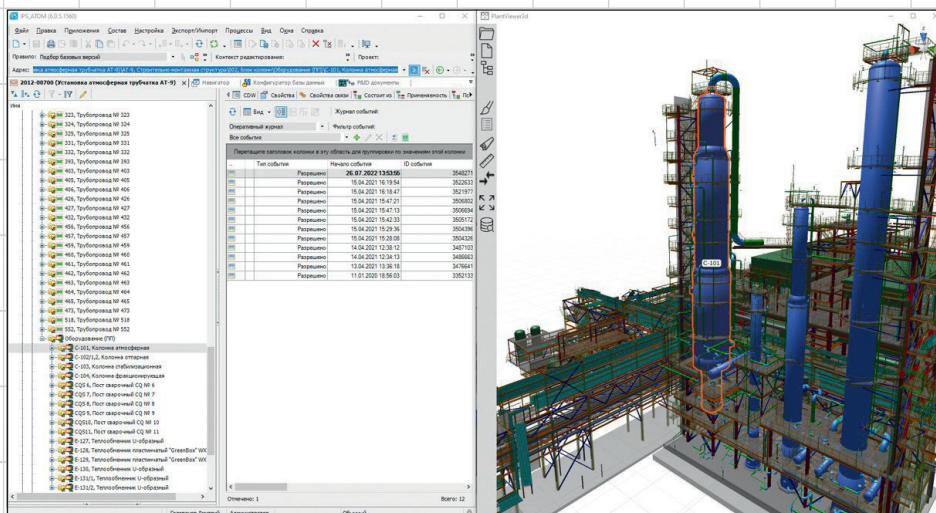


Рис. 6. Связь контента 3D-модели установки переработки нефти (атмосферная колонна С-101, выделена в PlantView 3D) с информационным объектом БД СУИД «Плант-Навигатор» (узел дерева с атрибутами, связанный с другими узлами и ИД в БД СУИД)

теллектуальные схемы просматриваются средством PlantView 2D, интегрированным с СУИД «Плант-Навигатор». Функционал СУИД «Плант-Навигатор» по работе с технологическими схемами P&ID иллюстрирует рис. 4 первой части статьи. К резервному средству создания технологических схем P&ID относится отечественное ПО nanoCAD. Отметим, что схемы, созданные с его помощью, не являются интеллектуальными.

Технологии верификации ИД и загрузки их в целевую среду (СУИД)

В завершение нашего описания технологий информационного моделирования кратко остановимся на важных аспектах деятельности — процессах верификации ИД и загрузки их в СУИД для окончательного создания ее контента — ИМ объекта.

Считаем, что нет смысла обосновывать важность верификации ИД при загрузке их в СУИД. Остановимся лишь на технологии, которая в любом случае связана с алгоритмизированными проверками ИД, например значений атрибутов, наличием необходимых связей. Практическая реализация системы верификации при вводе в любую СУИД — набор программных модулей, выполняющих необходимые проверки наличия и формата файлов, значения атрибутов и прочие действия по верификации ИД.

Важным процессом при верификации ИД является проверка атрибутов. Она осуществляется по опреде-

ленным алгоритмам, учитывающим возможные их значения, алгоритмы формирования атрибутов, их разрядность, формат данных. Важно, что при верификации необходимо учитывать и то, что источники ИД могут быть разнородными. Значение одного и того же атрибута, полученного из разных источников, может быть заведомо верным, но отличаться, например, при использовании различных единиц измерения (KW или KWA, или

Ватт, метры или дюймы...). Подсистема верификации должна иметь механизмы указания мастер-источника ИД и приведения разнородных единиц измерения к нему. Модули верификации могут являться как отдельными приложениями, так и составной частью СУИД. Например, СУИД «Плант-Навигатор» имеет как встроенные подсистемы, обеспечивающие верификацию ИД, так и специально созданные Бюро ESG программы-плагины.

Отметим, что при проведении верификации часто используются эталонные значения параметров ИД, хранящихся в справочниках СУИД. Такими значениями, например, являются уникальные коды оборудования — теги (нефтепереработка) или KKS (атомная энергетика). Это далеко не единственные эталонные данные справочников. В случае выявления несоответствий у вводимых в СУИД и эталонных значений включаются алгоритмы дальнейшей работы. Повторим, что справочники СУИД должны быть синхронизированы с данными мастер-систем, например ЕСУ НСИ.

Что касается загрузки, то в зависимости от представления ИД в ИМ используются специальные подпрограммы-загрузчики СУИД, которые осуществляют загрузку ИД в единую среду. Отметим, что для ряда ИД целесообразно проводить их загрузку в СУИД после проведения верификации, для других же верификация вполне эффективна в процессе загрузки.

Заключение

В довольно сжатой форме мы попытались в нашей статье описать основные технологии информационного моделирования, применяемые компанией Бюро ESG при создании информационных моделей предприятий с непрерывным технологическим циклом.

По состоянию на сегодня востребованы две основные группы технологий, использующих:

- большей частью импортное ПО. Это обусловлено целевыми системами заказчика, его требованиями к применяемому ПО и результатам моделирования, например, при работе в сравнительно давно внедренных зарубежных СУИД;
- большей частью отечественное ПО, что обусловлено процессами импортозамещения и наличием приведенных в статье отечественных средств и технологий, а именно отечественной САПР для работы со сложными технологическими установками PlantLinker (разработка компании «ПлантЛинкер»), отечественной СУИД «Плант-Навигатор» (разработка компании Бюро ESG) и интегрированным с ней средством работы с интеллектуальными схемами PlantViewer 2D и средством работы с 3D-моделями PlantViewer 3D (разработки компании «ПлантЛинкер»). Кроме того, для моделирования генплана успешно используется отечественное ПО nanoCAD GeoniCS производства компании «Нанософт».

На наш взгляд, некоторые средства, их функционал и технологии, необходимые для информационного моделирования, пока не замещены в необходимом объеме. Например, в отечественных СУИД отсутствует подсистема автоматизированного тегирования ИД уровня современных зарубежных программных решений. Другой пример: пока что отсутствует отечественный САПР для полноценной работы с интеллектуальными технологическими P&ID-схемами.

Некоторые аспекты, связанные с отдельными средствами информационного моделирования (специализированными САПР, ПО СУИД и пр.), были подробно изложены в других наших публикациях, список которых приведен.

Будем рады ответить на все возникшие вопросы.

Список литературы:

1. Тучков А.А. Инструменты информационного моделирования сложных технологических устано-

вок — САПР PlantLinker, СУИД PlantNavigator // Isicad, 2023. № 7.

2. Попов К.В., Тучков А.А., Фертман И.Б. САПР технологических установок PlantLinker // САПР и графика. 2023. № 4.
3. Рындин А.А., Тучков А.А., Фертман И.Б., Хабаров А.В. Об опыте построения систем управления инженерными данными для объектов с непрерывным технологическим циклом // САПР и графика. 2022. № 6, № 7.
4. Рындин А.А., Чиковская И.Н., Кириллова М.Г., Голованов Д.В. Информационное моделирование предприятий с дискретным типом производства // САПР и графика. 2023. № 7.
5. Макеев С.М. Рындин А.А., Тучков А.А., Информационное моделирование производственной инфраструктуры судостроительного предприятия // REM. 2019. № 3.
6. Середохо В.А., Макеев С.М. Проект «Цифровая верфь». Создание экосистемы для цифрового производства // Инновации № 9 (251). 2019.
7. Рындин А.А., Тучков А.А., Системы управления проектными данными в области промышленного и гражданского строительства: наш опыт и понимание // САПР и графика. 2013. № 2.
8. Чиковская И.Н. Внедрение BIM — опыт, сценарии, ошибки, выводы // САПР и графика. 2013. № 8.
9. Тучков А.А., Рындин А.А. О путях создания систем управления инженерными данными // САПР и графика. 2014. № 2.
10. Фертман И.Б., Хабаров А.В. Управление инженерными данными объектов нефтегазопереработки в Австралии. Опыт и технологии // САПР и графика. 2015. № 9.
11. Комаров Р., Смирнов А., Михайлов М., Шукин К., Хабаров А. Реализация информационной модели объекта нефтепереработки на платформе Intergraph // САПР и графика. 2017. № 8.
12. Белевцев А. «Газпром нефть» защитила патентом собственную систему управления инженерными данными // Сайт Национальной ассоциации нефтегазового сервиса <https://nangs.org/news/it/gazprom-nefty-zashtitila-patentom-sobstvennuyu-sistemu-upravleniya-inzhenernymi-dannymi>.
13. «Газпром нефть» оснастила НПЗ собственной системой управления инженерными данными // Сайт CNews. https://www.cnews.ru/news/top/2020-10-28_gazprom_neft_osnastila.