

**СИНЕРГИЯ МИГРАЦИИ И ОБМЕНА ДАННЫХ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

**SYNERGY OF MIGRATION AND DATA EXCHANGE
USING IMPORT SUBSTITUTION TECHNOLOGIES**

Кольцова И. А.¹, рук. сектора,

Кадолич Ж. В.², канд. техн. наук, доц.,

¹Научно-технический центр комбайностроения

ОАО «Гомсельмаш», г. Гомель, Республика Беларусь

²УО «Гомельский государственный технический университет
им. П. О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

I.Koltsova¹, Sector Leader, J. Kadolich², Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

¹Scientific-and-Technical Center of Combine Engineering
of JSC «Gomselmash», Gomel, Belarus

²Educational Institution «Gomel State Technical University
named after P. O. Sukhoi», Gomel, Belarus

В данной статье рассматривается сложившаяся ситуация в сфере информационных технологий. Санкции против России и Республики Беларусь затрудняют покупку лицензий. Сегодня под санкциями системы САПР Creo, PDM Windchill и др.

Импортозамещение в сфере ИТ-технологий является приоритетной задачей. Поиск альтернативного, импортнезависимого ПО. Критерии подбора системы САПР и системы PDM. Миграция данных из старой системы в новую.

This article examines the current situation in the field of information technology. Sanctions against Russia and the Republic of Belarus make it difficult to purchase licenses. Today, the following CAD systems are under sanctions: Creo, PDM Windchill, etc.

Import substitution in the IT sphere is a priority task. Search for alternative, import-independent software. Criteria for selecting a CAD system and a PDM system. Migration of data from the old system to the new one.

Ключевые слова: 3D-модели, Creo, Windchill, Компас, разработчик АСКОН, импортозамещение, альтернативное решение, форматы данных для миграции

Keywords: 3D models, Creo, Windchill, Compass, developer ASCON, import substitution, alternative solution, data formats for migration.

ВВЕДЕНИЕ

В НТЦК (Научно-техническом центре комбайностроения) ОАО «Гомсельмаш» активно продвигается тематика цифровой трансформации конструкторских работ.

Американские власти расширили список антироссийских санкций в области ИТ-консалтинга и программного обеспечения (далее – ПО). США ввели сегодня [1] новые масштабные санкции и экспортный контроль в отношении России и Беларуси.

Новые санкционные меры включают запрет на предоставление консультационных ИТ-услуг и ИТ-услуг по проектированию и ИТ-поддержки или облачных услуг для «программного обеспечения для управления предприятием» и «программного обеспечения для проектирования и производства». Эта мера вступает в силу 12 сентября 2024 года и прочие [2].

12 июня Минфин и Госдепартамент США выпустили определение, которое расширяет перечень санкций против России. С 12 сентября американским компаниям запретят:

- консультировать россиян в области ИТ;
- оказывать услуги по проектированию в ИТ-сфере;
- предоставлять ИТ-поддержку и услуги облачных сервисов для ПО некоторых видов.

Конкретный перечень ПО, которое попадает под действие европейских санкций:

- планирование ресурсов предприятия (ERP);
- система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM);
- бизнес-аналитика (BI);
- управление цепями поставок (SCM);
- корпоративное хранилище данных (EDW);
- компьютеризированная система управления техническим обслуживанием (CMMS);
- программное обеспечение для управления проектами, управления жизненным циклом изделия (PLM) и прочие компоненты для

указанного ПО, включая программное обеспечение для бухгалтерского учета, управления автопарком, логистики и управление персоналом;

- информационное моделирование зданий (BIM);
- система автоматизированного проектирования (CAD);
- система автоматизированного производства (CAM);
- разработка на заказ (ETO) и прочие компоненты для указанного ПО.

ПОИСК АЛЬТЕРНАТИВНОГО РЕШЕНИЯ.

КРИТЕРИИ ПОДБОРА СИСТЕМ САПР И PLM

В НТЦК за 20 лет накоплен опыт работы, знания, компетенции, информация по цифровым 3D-моделям проектируемой зерноуборочной и кормоуборочной техники. Исторически сложилось выполнение проектирования в данной САПР Creo и PDM Windchill.

В НТЦК САПР Creo и PDM Windchil используются для проектирования, для разработки 3D-моделей, конструкторской документации и являются основными инструментариями.

Сегодня под санкциями – системы САПР Creo и PDM Windchill (далее – Windchill) разработчик фирма англ. «PTC» (Parametric Technology Corporation); компания «PTC», крупный мировой игрок в области разработки CAD/CAM/CAE/PLM-решений) страна США – международная компания-разработчик программного обеспечения для двухмерного и трехмерного проектирования (CAD/САПР), управления жизненным циклом изделий (PLM), управления обслуживанием (SLM) и управления жизненным циклом приложений (ALM) [3, 4].

В России вышел Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

Из Указа № 166 следует, что полностью перейти на российский софт в России необходимо до 1 января 2025 года [1]. В России закупки импортного ПО прекращены и в будущем не планируются [5].

ВВЕДЕНИЕ САНКЦИЙ И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Санкции против России и Республики Беларусь затрудняют покупку обновлений и лицензий ПО.

Сегодня под санкциями САПР Creo, PDM Windchill, разработчик фирма англ. «PTC», SAP, Автокад, СУБД Oracle, PTC Creo View и др.

Импортозамещение в сфере ИТ-технологий является приоритетной задачей для предприятий Беларуси. Сегодня используем старые версии зарубежного ПО и тестируются альтернативные решения отечественного ПО. В связи с санкциями ряда государств использовать зарубежные продукты, становится рискованно. Продолжаем проектные работы с имеющимся (старыми) версиями ПО и рассматриваем версии альтернативного ПО.

Как сегодня в короткий срок перейти (создать) на новые системы тематики PDM/PLM/CAD/CAM? И это вопрос, который актуален на всех предприятиях Республики Беларусь, России, кто ранее работал в зарубежных системах.

Для начала необходимо выстроить алгоритм, что, зачем и в каком объеме импортозамещать? Оценить трудоемкость процесса переноса данных. Провести опытную эксплуатацию для выявления всех «подводных камней» при переходе на импортозамещающие системы.

В НТЦК анализировали, изучали функциональность имеющихся систем CAD/САПР и PLM/PDM, при этом учитывая знания и опыт работы НТЦК при работе с CREO/Windchill.

Анализировали действующие на рынке России системы CAD/САПР по функциональным возможностям (по теории Боровкова А. И. «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого») [7]:

- раздел «Геометрическое ядро»;
- раздел «Интерфейс»;
- раздел «Документация»;
- раздел «Чтение и запись сторонних форматов данных»;
- раздел «Интеграции с внешними системами общего плана»;
- раздел «Эксплуатация системы»;
- раздел «Внедрение и сопровождение системы вендором или дистрибьютерами»;
- раздел «Объектно-ориентированные свойства (Model-Based Definition)»;
- раздел «Создание геометрических моделей»;
- «Создание аннотированных моделей»;
- «Инструменты поиска/анализа геометрии»;

- раздел «Работа с большими сборками. Создание сборочных моделей»;
- раздел «Создание чертежей»;
- раздел «Создание анимации»;
- раздел «Диагностика. Качество 3D-моделей, чертежей процесса проектирования»;
- раздел «Генеративный дизайн»;
- раздел «Рендеринг»;
- раздел «Модуль конструирования трубопроводов»;
- раздел «Модуль конструирования и литья пресс-форм»;
- раздел «Модуль конструирования листовых деталей»;
- раздел «Композиционные материалы»;
- раздел «Работа с неразъемными соединениями. Модуль конструирования сварных швов»;
- раздел «Аддитивное производство»; «Модуль конструирования электрики».

Анализировали функциональные возможности отечественных САД-систем по разделу «САЕ-функционал (Расчетные модули)».

Анализировали действующие системы управления жизненным циклом изделия PLM-систем по функциональным возможностям:

- раздел «Общие возможности систем»;
- раздел «Взаимодействие, ассоциативность с системами САПР/CAD/CAE»;
- раздел «Разработка (проектирование) изделия»;
- раздел «Управление структурой изделия»;
- раздел «Управление данными инженерных расчетов»;
- раздел «Технологическая подготовка производства»;
- раздел «Управление нормативно-справочной информацией (НСИ)»;
- раздел «Технический документооборот и управление изменениями»;
- раздел «Управление требованиями»;
- раздел «Электронный архив технической документации»;
- раздел «Управление планированием»;
- «Управление финансами»;
- раздел «Управление программами и проектами»;
- раздел «Взаимодействие с поставщиками»;
- раздел «Встроенная визуализация»;

- раздел «Администрирование системы»;
- «Конфигурирование системы»;
- раздел «Возможности по расширению функций системы и настройке интерфейса пользователя (UI)»;
- раздел «Услуги разработчика по внедрению и сопровождению системы».

Анализируя рынок ПО по направлениям интегрированного использования CAD/PLM/PDM, прорабатывая текущие предложения на рынке ПО CAD/PLM/PDM, участвуя в семинарах по импортозамещению – установлено, что PDM системы аналогично функционалу Windchill, пока не разработаны, но интенсивно ведутся доработки, обновление, адаптация российского ПО, работы по информационно-технологической трансформации в области CAD/PLM/PDM, ОС (операционных систем) и используемых СУБД.

Проработав функциональные возможности САПР (CAD), PLM в качестве основного альтернативного решения рассматриваются российские продукты (технологии) АСКОН [6]:

- для проектирования САПР(CAD) Компас;
- для PDM/PLM система Лоцман;
- для библиотек база «Полином».

В НТЦК, в технологических службах ОАО «Гомсельмаш» осуществляется реализация пилотного проекта по тематике импортозамещения ПО, исследования функционала системы 3D-КОМПАС, ЛОЦМАН PLM и ТПП ВЕРТИКАЛЬ, МДМ ПОЛИНОМ (справочник доступ к нормативно-справочной информации) фирмы АСКОН.

Цель – изучение вопроса импортозамещения ПО, поиск аналогов программного обеспечения (систем, цифровых технологий) по направлению CAD/PDM/PLM; исследования функционала системы 3D-КОМПАС, ЛОЦМАН PLM и ТПП ВЕРТИКАЛЬ, МДМ ПОЛИНОМ разработчик АСКОН (Россия), для взаимодействия конструктор-технолог в деле подбора конкурентоспособного отечественного программного комплекса для сквозного процесса конструкторско-технологической подготовки производства.

В ходе проведения пилотного проекта выявлены основные вопросы, которые надо решать:

- миграция (экспорт данных из Creo и Windchill; импорт в альтернативную систему АСКОН) данных;

- соответствие функционала (выше по тексту приводится критерии выбора систем САД/САПР и систем PLM – систем по функциональным возможностям);

- взаимодействие, ассоциативность с системами САПР/САД/САЕ/PLM; – двусторонней ассоциативности (модель – чертеж и чертеж – модель);

- командная работа проектировщиков, технологов, специалистов других подразделений;

- работа с большими сборками (проектирование, разработка чертежей); производительность, скорость загрузки при работе с 3D-моделями.

ПРИОРИТЕТНЫЙ ВОПРОС – МИГРАЦИЯ ДАННЫХ

В процессе перехода на технологии АСКОН предстоит решить приоритетный первоочередной вопрос о миграции – обмен данными между САД-системами (из системы CREO /Windchill в Компас, Лоцман; в каких форматах выполнять экспорт/импорт) того, что было наработано НТЦК в течение последних 15–20 лет.

Проблема несовместимости САПР-данных вышла на новый виток развития с уходом зарубежных вендоров инжинирингового ПО, вынуждая конвертировать накопленные данные в форматы, поддерживаемые отечественными САД/САМ/САЕ-системами.

Конкуренция между разработчиками системами САПР, PDM растет, что усугубляет проблему обмена информацией между созданными в разных технологиях цифровыми моделями, т. е. передаче геометрии и топологии моделей.

Перспектива эффективного перехода конструкторско технологических служб ОАО «Гомсельмаш» на программное обеспечение ЛОЦМАН/КОМПАС от АСКОН напрямую зависит от возможности в сжатые сроки выполнить миграцию конструкторских наработок за последние 20 лет без потери данных и необходимости вручную дорабатывать модели-чертежи-спецификации. Для импорта САПР используют форматы:

- в Компас 3D – .dwg, .dxf, .sat, .igs, .stp, .x_t, .x_b;

- в Creo – .sat, .It, .igs, .stp, .wrl, .x_t, .x_b, .stl, .prt, .neu, .vda asm.

ФОРМАТЫ СОХРАНЕНИЯ ФАЙЛОВ В СИСТЕМЕ САПР CREO И САПР КОМПАС

Определяющей характеристикой файла САПР является его формат. Для экспорта данных САПР CREO имеет возможности сохранять документы в следующих форматах (рис. 1).

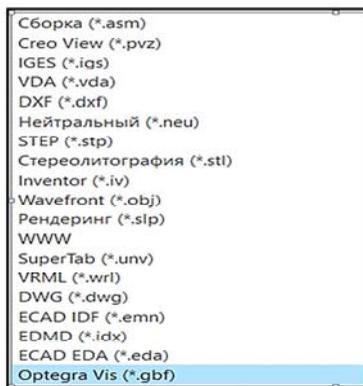


Рисунок 1 – Форматы, в которых могут быть сохранены документы САПР для экспорта

Обмен моделями между КОМПАС-3D и другими системами через форматы, представленные в табл. 1 – «Форматы обмена трехмерными моделями».

Импорт моделей из проприетарных форматов других САД-систем (список форматов приведен в табл. 2).

Существуют следующие форматы: нейтральные, нативные и форматы геометрических ядер.

Форматы данных, используемые в CREO: 3D-модели сборки расширение .asm, детали – .prt, чертежи – .dwg.

В Creo/Windchill данные представляются файлами в 3D-моделях в «родном» формате (PRT/ASM) чертежи в «родном» формате DWG. Форматы, например, CREO производятся основными разработчиками-поставщиками САПР фирмой «РТС». Чтобы импортировать их в сторонние инструменты САПР, требуется конвертация.

Таблица 1- Форматы обмена трехмерными моделями

Формат	Расширение файла	Версия формата для экспорта
IGES	*.igs	5.3
ACIS	*.sat	7.0
JT	*.jt	9.5
Parasolid	*.x_t, *.x_b, *.xmt_txt, *.xmt_bin, *.xmp_txt, *.xmp_bin	27.0 (экспорт возможен в файлы типа *.x_t и *.x_b)
STEP	*.stp, *.step	AP203, AP214, AP242
STL	*.stl	формат не имеет версионности
OBJ	*.obj	экспорт не производится
AutoCAD	*.dxf, *.dwg	экспорт не производится

Таблица 2- Проприетарные форматы, из которых возможен импорт моделей

Формат	Расширение файла	Версия
UGS/NX	*.prt	v5 – v2212
ProE/Creo	*.prt, *.asm	v2 – v7
SolidWorks	*.sldprt, *.sldasm	204-2021
Inventor	*.ipt, *.iam	2015 – 2021
Catia 5	*.CATPart, *.CATProduct	V5 R8 – V5-6 R2021
3D XML	*.3dxml	4.0 – 4.3
SolidEdge	*.par, *.asm, *.psm	v17 – v2021

В отличие от открытых стандартов, проприетарные форматы, предназначены для использования только внутри конкретной системы или программы, разработанными «РТС». Таким образом, доступ к данным, сохраненным в проприетарном формате, ограничен и зависит от разрешения владельца формата.

Компания «РТС», разработавшая проприетарный формат, имеет полный контроль над его функциональностью, безопасностью и обновлениями. Это позволяет ей адаптировать формат под свои потребности и обеспечивать его надежность.

Использование проприетарного формата дает компании «РТС» конкурентное преимущество, поскольку другим организациям может потребоваться приложение или лицензирование специфичных программ или устройств, для работы с этим форматом.

При оценке информационного обмена на этапе исследования миграции оценочными критериями выбраны:

- точность геометрической модели;
- сохранения дерева построения;
- твердость модели, а не каркасность;

- возможность модификации;
- возможность сохранения модификаций;
- характеристики (атрибуты, параметры) сборок, деталей (материал, плотность, масса, площадь, объем и центр масс).

Сегодня форматы, данные технологии фирмы «PTC» с точностью прочитать невозможно. У каждого разработчика своя технология, свои форматы данных, свои подходы.

На сегодняшний день 3D-модели в формате PRT/ASM в КОМПАС открываются. Но надо постоянно сравнивать с эталоном. Имеются вопросы по «Дерево построения/Дерево геометрии». Такая модель, как в CREO / Windchill, в технологиях АСКОН не получается. В CREO заложена другая функциональность, другие технологии по-сравнению с КОМПАС.

КОМПАС допускает читать форматы 3D-модели CREO используя форматы STEP, ACIS, IGES, DWG, DXF. Однако их использование ограничивает возможность редактирования импортированных данных, так как теряется информация об истории в контексте построения геометрии, ассоциативная связь между моделью и чертежом.

ФОРМАТЫ ОБМЕНА МЕЖДУ САПР – ФОРМАТ STEP

Файлы формата STEP имеют расширения: .stp, .step. STEP (Standard for the Exchange of Product model data) стал следующим шагом в борьбе за совместимость САПР. Определить стандарты обмена данными для ключевых случаев использования в отрасли позволяет то, что STEP состоит из десятков AP (протоколов приложений), включая AP 203 для 3D-проектирования механических деталей и сборок, AP 2014 – для механического проектирования автомобилей и всеобъемлющий AP 242 – в целом для 3D-проектирования на основе моделей. Эти протоколы приложений и их комбинации помогают охватить все основные аспекты проектирования, производства и жизненного цикла продукта, что делает STEP неизменно предпочтительным вариантом для обмена между системами CAD и PDM/EDM.

Нейтральные форматы – IGES, STEP, JT и др. сильно ограничивают возможность редактирования импортированных данных, так как теряется информация об истории и контексте построения геометрии, ассоциативная связь между моделью и чертежом, нало-

женные проектировщиком ограничения – как говорится, получается «неживая» геометрия.

Однако имеются и способы, которыми можно воспользоваться для решения задачи обмена между САД-системами: использование встроенных в САД-систему трансляторов, причем данные из формата одной системы конвертируются в формат другой, то есть реализуются функции импорта/экспорта.

При переносе геометрической модели, созданной с помощью САПР CREO, в систему, основанную на другом геометрическом ядре АСКОН, возникают проблемы, связанные:

- с ограниченными возможностями или отсутствием трансляторов, которые должны обеспечивать обмен данными;
- потерей информации при преобразовании ее из одного математического представления в другое;
- разной трактовкой правил записи и чтения нейтральных форматов файлов;
- разными версиями нейтральных форматов файлов и трансляторов, а также тем, что при импорте трёхмерной геометрии в форматах IGES, ACIS, Parasolid и других теряются параметризация и иерархическая структура модели. Переданная таким образом модель не подлежит редактированию.

СЛОЖНОСТИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩУЮ ТЕХНОЛОГИЮ АСКОН

При тестировании технологий АСКОН, проработки технологий АСКОН Компас/Лоцман, выявлено следующее:

- 3D-модели из системы Сгео с командами (фичерами) «Дерево модели/Дерево построения», с атрибутами в полном объеме не переносятся в Компас/Лоцман;
- отсутствует технология для массового (пакетного) производительного импортирования данных, а не по одной 3D-модели;
- отсутствует техническое решение (технология) по миграции данных, наработанных за 15–20 лет в Creo/Windchill;
- значительное отставание по функциональности, быстродействию и удобству, функционалу использования по сравнению с зарубежными аналогичными системами, (например, Creo/Windchill, использующиеся в настоящее время на предприятии).

Основными противоречиями, выявленными в ходе выполнения тестирования, пилотного проекта требующими совершенствования и развития является также производительность и функциональные возможности Компас/Лоцман при работе с большими сборками. В специфике НТЦК под большой сборкой понимаем сборку из 40–70 тыс. элементов. Например, представители АСКОН не дают гарантий, про быстрое действие больших сборок верхнего уровня (например, наукоемкие зерноуборочные комбайны КЗК-2124, КЗК1218, КЗК-8-9, КЗК-3219, КЗК 200-2 и кормоуборочные КВК 650-10 и др.).

ПРОБЛЕМЫ МИГРАЦИИ (ЭКСПОРТА /ИМПОРТА ДАННЫХ)

Сложности миграции (экспорта) данных 3D-моделей, чертежей из Windchill и Creo (импорт) в Лоцман и Компас, которые нарабатываются годами в Windchill и Creo, очень важная и трудоемкая процедура, которая вызывает множество трудностей.

Первоочередные объекты (инженерные данные) систем Creo, Windchill, которые подлежат экспорту в новую систему:

- ассоциативно связанные чертежи и 3D-модели;
- чертежи и атрибуты, 3D-модели и исполнения, атрибуты ДСЕ, версии, состояние ЖЦИ, где расположены «Локация», «Изделие»;
- вспомогательные модели, версии, состояние жизненного цикла изделия (ЖЦИ), где расположены «Локация», «Изделие»;
- составные части и атрибуты, версии;
- проекты (контексты) по изделиям, справочники, коллективы;
- классификационные схемы справочников – справочники /библиотеки, справочник «Наименований ДСЕ»;
- инфо-объекты;
- листовые 3D-модели и чертежи, версии, таблицы гибки, которые увязаны с листовыми цифровыми моделями и др.

Новые технологии АСКОН (Компас, Лоцман, Полином) требуют переобучение персонала и дальнейшего функционального развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований подчеркивают необходимость доработки фирмой АСКОН функционала ПО САПР Компас и PLM Лоцман для обеспечения их соответствия требованиям современ-

ных инженерных задач и зарубежных аналогов, «тяжелых САПР» и современных PLM/PDM систем.

Технологии АСКОН уступают зарубежным аналогам Creo/Windchill. Были выявлены и проанализированы существующие на данный момент проблемы при переходе на технологии АСКОН:

- проблемы с переносом 3D-моделей, чертежей из САПР Creo в САПР Компас/PLM Лоцман;
- отсутствие технологии для массового импортирования данных;
- сложности миграции данных, накопленных, разработанных НТЦК за 15–20 лет;
- отставание по функциональности и быстрдействию, интерфейсу по сравнению с зарубежными аналогами;
- отсутствие ряда функций, таких как переименование, работа с версиями, диагностика моделей и т. д.;
- ограниченные возможности работы с большими сборками;
- необходимость переобучения всего персонала.

ЛИТЕРАТУРА

1. США запретили предоставлять IT-услуги России: что это значит : [сайт]. – URL: https://kontur.ru/talk/spravka/52604ssha_zapretili_predostavlyat_ituslugi_rossii/ (дата обращения: 19.05.2024).

2. Про новые санкции и экспортный контроль в отношении ПО и связанных с ним услуг : [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/822679/> (дата обращения: 01.05.2024).

3. Российский IT-рынок проходит через санкционную облачность. Обобщение : [сайт]. – URL: <https://www.interfax.ru/russia/966517/> (дата обращения: 19.08.2024).

4. Санкции в отношении IT-услуг и программного обеспечения : [сайт]. – URL: <https://konsugroup.com/news/it-sanctions-2024/> (дата обращения: 19.08.2024).

5. О мерах по обеспечению технологической независимости: Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 года № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» // Нац. реестр правовых актов Российской Федерации. – 2022.

6. Аскон. Сквозная 3Д-технология-конкурентное преимущество бизнеса : [сайт]. – URL: <https://ascon.ru/solutions/ct3d/> (дата обращения: 19.08.2024).

7. Функциональные характеристики отечественных систем автоматизированного проектирования (САД-систем). Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на март 2024 года): монография / А. И. Боровков и [др.]. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 214 с.

Представлено 15.06.2024