

Timeline – новое поколение технологических САПР. Семантический подход.

к.т.н. Андриченко А.Н.

Председатель совета директоров SDI Solution

andrighenko@sdi-solution.ru

(495) 740-20-42

САПР технологических процессов – одна из немногих областей ИТ, в которой отечественные разработки были и остаются лучше западных. В 80-х годах Горанский Г. К., Павлов В.В., Старец А.С., Старостин В.Г. и Лелюхин В.Е., Челищев Б.Е., Цветков В.Д. заложили основы советской школы автоматизированного проектирования технологических процессов. Всех интересовал синтез технологий на основе разбиения деталей на конструкторско-технологические элементы (КТЭ). Конечной целью была ”красная кнопка” и возможность оценки технологичности конструкции еще на этапе ее проектирования. Эти задачи актуальны и сегодня. Реализация механизмов представления знаний в САПР – это одно из перспективных направлений, которое позволит создать новый класс конкурентоспособных интеллектуальных систем с высоким уровнем автоматизации принятия решений.

Коллектив разработчиков компании ЗАО ЭсДиАй Солюшен имеет двадцатилетний опыт работы в области автоматизации технологической подготовки производства. Авторскими проектами коллектива являются:

- САПР ТП Автопроект (ОАО НИАТ. 1991),
- САПР ТП Вертикаль (ЗАО Аскон, 2004),
- САПР ТП Timeline (ЗАО ЭсДиАй Солюшен, 2011).

Эти системы внедрены и работают на десятках крупнейших предприятиях России и СНГ: ЦСКБ «ПРОГРЕСС», ФГУП «КБМ», ОАО «ПО «Севмаш», ОАО НПК «Уралвагонзавод», ОАО «РСК МиГ» и других.

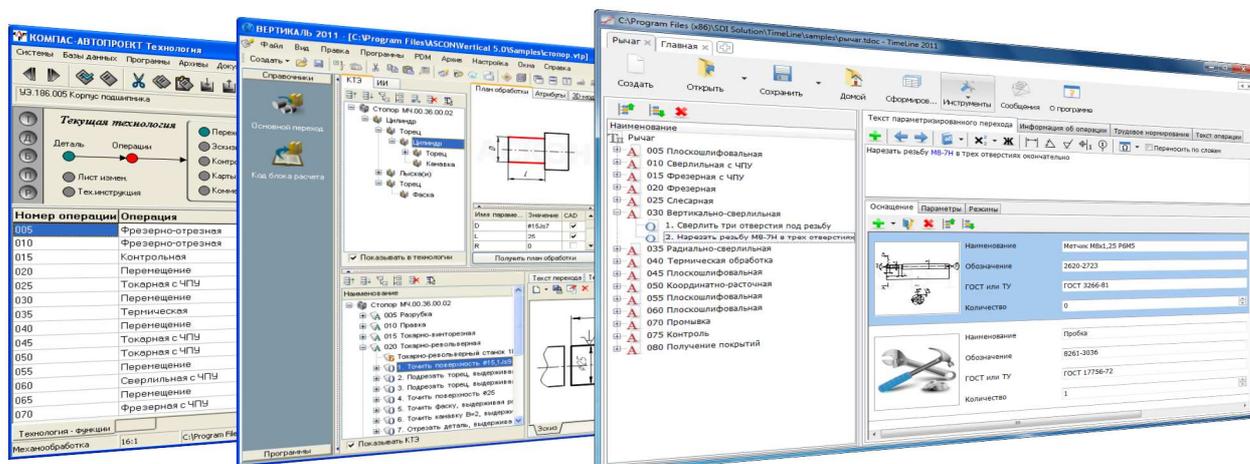


Рис.1. Смена поколений технологических САПР

Смена поколений технологических САПР сопровождалась изменениями пользовательского интерфейса, форматов базы данных, расширением возможности настроек и конфигурирования программного комплекса, а так же перераспределением функций между двумя объектными моделями данных: технологии и управления нормативно-справочной информации (НСИ). Принципы построения САПР технологических процессов (ТП), реально работающих на производстве, за последние 20 лет практически не изменились – технология формируется при постоянном обращении к базам данных НСИ.

Специфика разработки САПР ТП заключается в том, что одновременно с развитием прикладной функциональности в САПР, необходимо обеспечить организацию технологических баз данных, которая в общем объеме работ занимает до 40% трудоемкости создания САПР ТП. Именно технолог на предприятии должен видеть характеристики различных производственных объектов в максимальной степени подробности. Детальное описание параметров оборудования, инструментов, материалов и др. нужны ему для принятия решения о применимости того или иного объекта в технологическом процессе, а также для расчетов режимов обработки. Ни одна из существующих на предприятии автоматизированных систем: ERP, MES, PDM, CAD не может предоставить ему такую информацию, потому что ею не владеет.

Конкурентная способность САПР определяются многими параметрам, но поскольку речь идет об автоматизированном проектировании, то главным показателем является уровень автоматизации принятия решений. Для того, что бы он был высоким в систему необходимо закладывать знания о правилах поведения и взаимодействия материально-технических объектов, используемых при конструировании и изготовлении. Для этого в САПР должны развиваться механизмы представления знаний, основанные на семантических технологиях. Конечная цель – это построение семантической модели предметной области, оперирующей контекстно-зависимыми онтологиями объектов и процессов, а также их взаимосвязями.

Каждая из САПР технологических процессов: Автопроект, Вертикаль и Timeline реализует определенную концепцию взаимодействия двух объектных моделей данных: технологии и управления НСИ. САПР ТП Автопроект, разработанная в НИИ авиационных технологий, идеологически создавалась как система управления базами данных, центральное место в которой занимала технология. В Автопроект был реализован инновационный интерфейс – навигационные схемы, отображающие модели данных в виде графов. Имеющиеся в системе инструментальные средства позволяли пользователям с привилегиями администраторов непосредственно на предприятии создавать и редактировать эти схемы (рис.2).

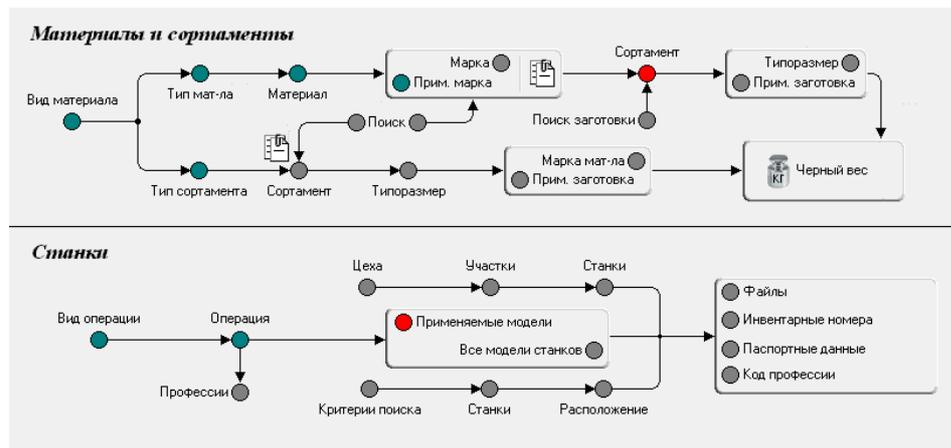


Рис.2. Навигационные схемы в САПР ТП Автопроект

Модель технологического процесса в САПР ТП Автопроект была представлена в виде трехуровневой цепочки связанных реляционных таблиц: "Деталь" – "Операция" – "Переход", записи которых имели различную логическую структуру (рис.3). Такая модель позволяла создавать технологии для разных переделов и включать в них любые средства технологического оснащения, в том числе и принципиально новые. Гибкость и возможность конфигурирования системы Автопроект в процессе внедрения и эксплуатации была решающим фактором ее жизнеспособности.

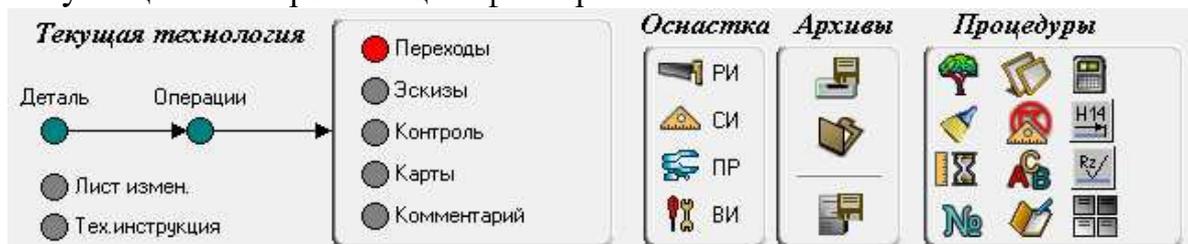


Рис.3. Навигационная схема технологического процесса в САПР ТП Автопроект

САПР ТП Вертикаль начала разрабатываться коллективом разработчиков в 2002 году под эгидой компании АСКОН. Система Автопроект разделилась на две части: модуль Вертикаль стал отвечать за реализацию объектной модели технологии, а универсально-технологический справочник (УТС) за управление справочными данными. Модель ТП была вынесена за пределы базы данных НСИ, получила собственный формат представления и отдельный конфигуратор.

Отличительной особенностью данного программного комплекса была возможность работы с конструкторско-технологическими элементами (КТЭ). В отдельном окне системы Вертикаль отображается 3D-модель детали, на которую разрабатывается технология. Грани 3D-модели, образующие конструктивные элементы, посредством уникальных идентификаторов связываются с элементами дерева КТЭ, которые в свою очередь имеют связь с технологическими переходами (рис.4).

Такая двусторонняя связь, позволяла при выделении грани в 3D-модели, активизировать соответствующий элемент в дереве КТЭ совместно с

технологическим планом его обработки. В свою очередь при выборе технологического перехода активизировался элемент КТЭ и подсвечивалась обрабатываемая поверхность в 3D модели детали, которую в данном случае можно назвать средством навигации в технологическом процессе.

Максимальная степень эффективности использования КТЭ может быть достигнута тогда, когда на его основе будет проходить оценка и согласование на технологичность спроектированных изделий, но уже сегодня очевидна перспективность предложенного механизма для решения задач повышения степени унификации конструкций.

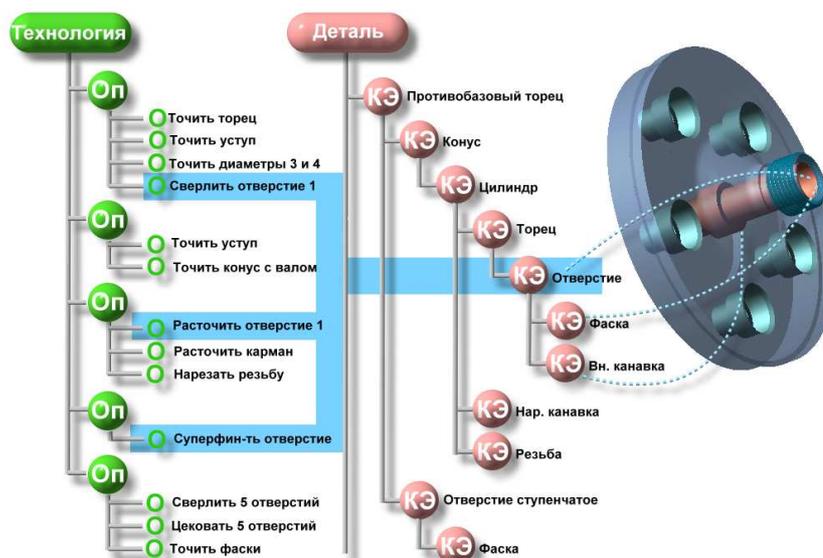


Рис.4. 3D модель детали как средство навигации в технологическом процессе.

Идея создания централизованной библиотеки КТЭ, объединяющей 3D модели конструктивных элементов и технологические планы их обработки, была толчком к созданию корпоративной общезаводской системы управления НСИ (рис.5).

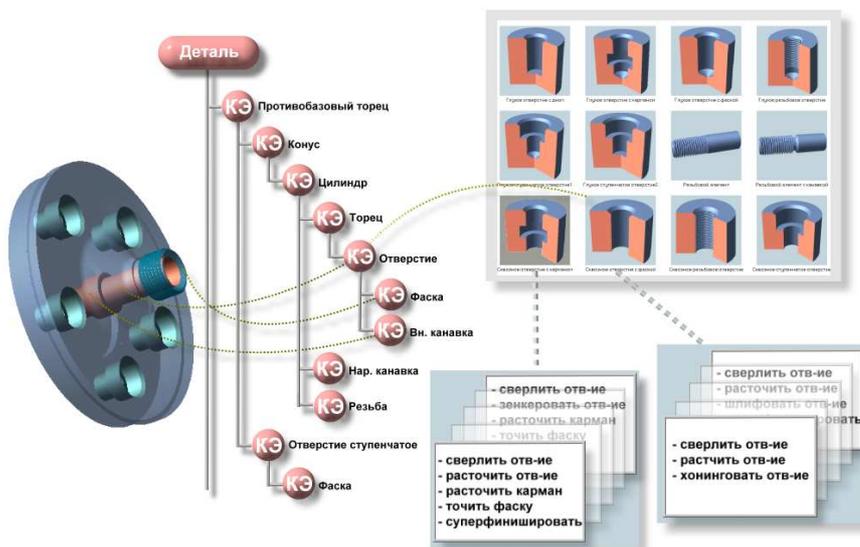


Рис. 5. Библиотека КТЭ, объединяющая интересы САД, САМ и САПР ТП

САПР ТП Timeline разработана в компании SDI Solution в 2011 году. Основная идея проекта – это перенос логики взаимосвязи технологических объектов из модели ТП в семантическую модель справочных данных. Это позволяет, с одной стороны, упростить настройку и конфигурирование объектной модели технологии (рис. 6), с другой, расширяет возможности системы управления НСИ за счет консолидации знаний о поведении и взаимодействии технологических объектов.

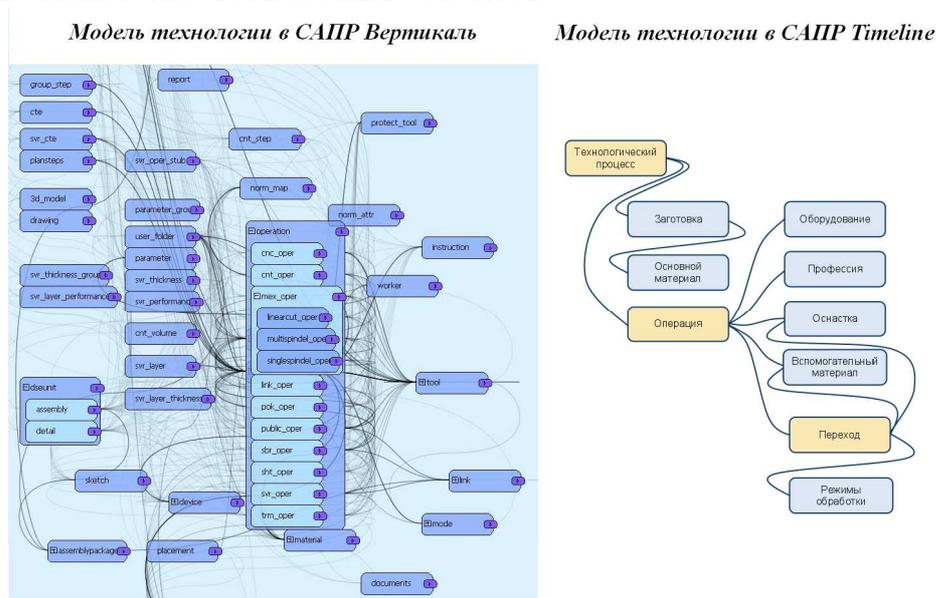


Рис.6. Упрощение объектной модели технологического процесса

В среде НСИ такие объекты как: оборудование, операции, переходы оснастка, материалы и т.д. формируют семантическую сеть независимых справочных объектов, которая отражает объективную природу взаимосвязей этих материальных сущностей. Информация о совместимости операций и переходов, оборудования и оснастки, режущего инструмента и материала детали востребована многими службами предприятия и теми автоматизированными системами, которые они применяют. Перенос правил взаимодействия объектов из модели технологии в модель данных системы управления НСИ делает эти знания корпоративными, т.е. общедоступными (рис. 7).

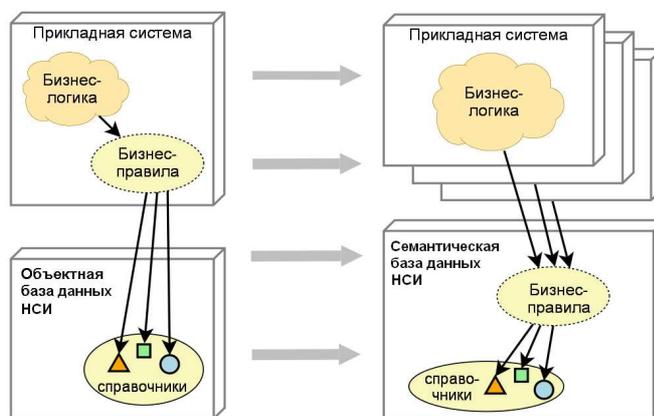


Рис.7. Консолидации знаний о поведении и взаимодействии технологических объектов

Одним из ключевых сервисов такой организации данных является семантический поиск, при котором в качестве критериев отбора объектов можно задавать не только их атрибуты, но и взаимосвязи с другими объектами. Например, при поиске сверла в классификаторе режущих инструментов можно указать его длину и диаметр, а также материал обрабатываемой детали, схему обработки и металлорежущий станок. Семантическая модель подберет все сверла соответствующего размера, совместимые с заданными объектами.

В технологии объекты располагаются в том порядке, который им диктует логика прикладной модели данных, разработанной в соответствии с ЕСТД. Нет необходимости в ней дублировать правила взаимодействия технологических объектов, поскольку они уже predeterminedны семантической моделью, реализованной в системе управления НСИ. В технологической модели эти связи должны быть просто унаследованы (рис.8). Такой подход упрощает объектную модель ТП и делает излишним ее настройку и конфигурирование. Создание нового технологического передела в САПР Timeline происходит за счет внесения в базу данных НСИ Semantic информации об операциях, переходах, оборудовании и оснастке для нового вида производства и установления связей между этими объектами.

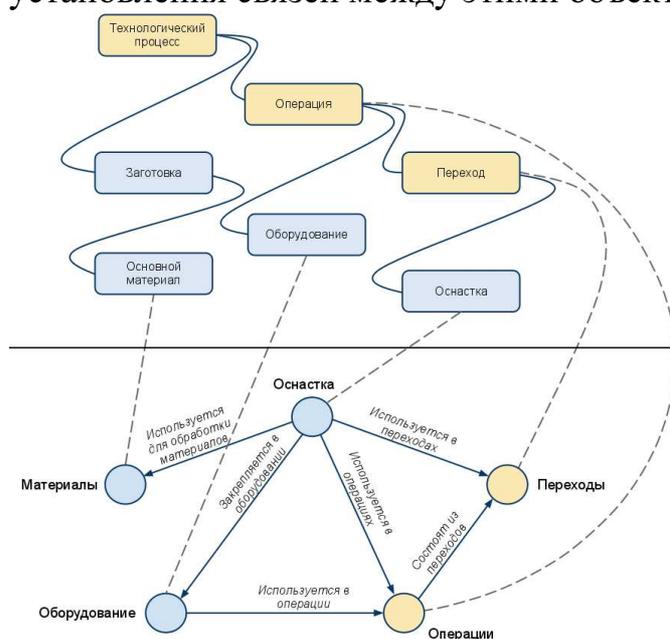


Рис.8. Модель технологии – “тонкий клиент” семантической модели НСИ

Основное назначение САПР ТП Timeline – это проектирование технологических процессов для различных видов производств и формирование комплекта технологической документации в формате PDF в соответствии с ЕСТД. Упрощение объектной модели технологии и отказа от ее конфигурирования привело к упрощению архитектуры системы Timeline. Это в свою очередь позволило сосредоточить основной ресурс разработки на удобстве и простоте представления технологической информации в интерфейсе системы (рис.9).

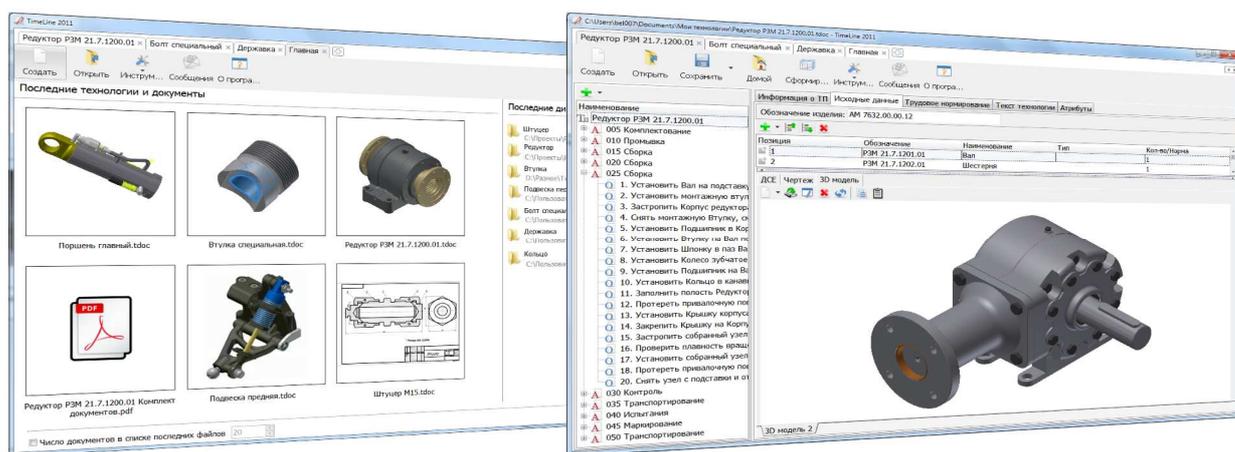


Рис.9. САПР технологических процессов Timeline

САПР ТП Timeline унаследовала лучшие интерфейсные решения САПР предыдущих поколений. Многозакладочный механизм, используемый в современных интернет браузерах, позволяет открыть в Timeline несколько файлов технологических процессов и копировать фрагменты технологии между вкладками. Стартовая страница в САПР ТП Timeline является рабочим столом технолога. Она позволяет оперативно открывать ранее созданные им технологии, которые отображаются в виде графических миниатюр чертежа или 3D-моделей. Наглядная компоновка информации на вкладках сделали интерфейс Timeline простым и интуитивно понятным. Данная система позволяет:

- Проектировать технологические процессы на различные виды производств.
- Формировать комплект технологической документации по ЕСТД в формате Adobe PDF.
- Разрабатывать технологические эскизы в любых графических редакторах и практически во всех CAD-системах.
- Выбирать объекты из списка уже примененных в текущей технологии, без обращения к базе данных НСИ.
- Редактировать технологические параметры таких как: размер, резьба, угол, шероховатость и др. в специализированных формах (рис.10).
- Простой и удобный пользовательский интерфейс сокращает время освоения системы технологами.
- В момент сохранения ТП в архиве установленные в нем связи объектов сохраняются в базе данных НСИ. В дальнейшем при проектировании технологий Semantic использует эти связи для быстрого подбора технологических объектов.
- Встроенный почтовый клиент позволяет отправлять задания на разработку ТП или специальной оснастки.
- Развитый API-функционал позволяет интегрировать Timeline с различными приложениями: ERP, PDM, MES, CAD, CAM и т.д.

их интеграции и в конечном итоге позволяет ERP использовать конструкторско-технологические данные для экономических расчетов себестоимости продукции.

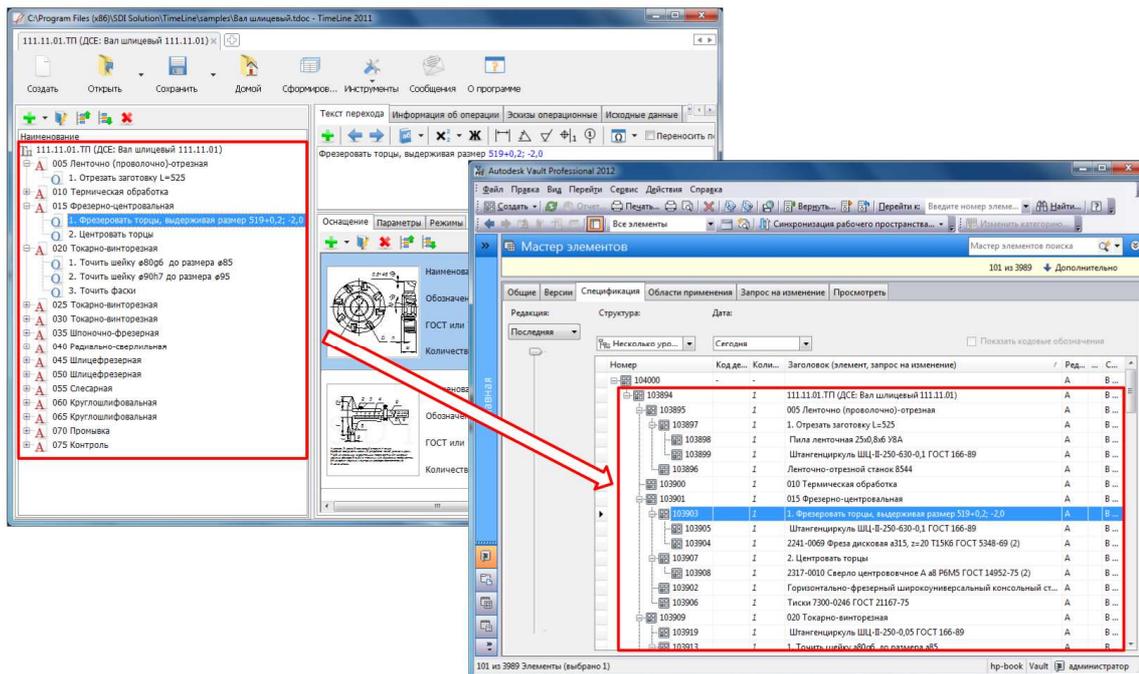


Рис.12. Передача технологических объектов из Timeline в PDM Vault

Связующим звеном комплекса является корпоративная система управления нормативно-справочной информацией Semantic. Ее задача обеспечивать централизованное хранение и передачу справочной информации в стандартизированном виде в Inventor, Vault и Timeline. Semantic – это первая система класса Master Data Management, адаптированная к условиям отечественного машиностроения и интегрированная с продуктами компании Autodesk (рис. 13).

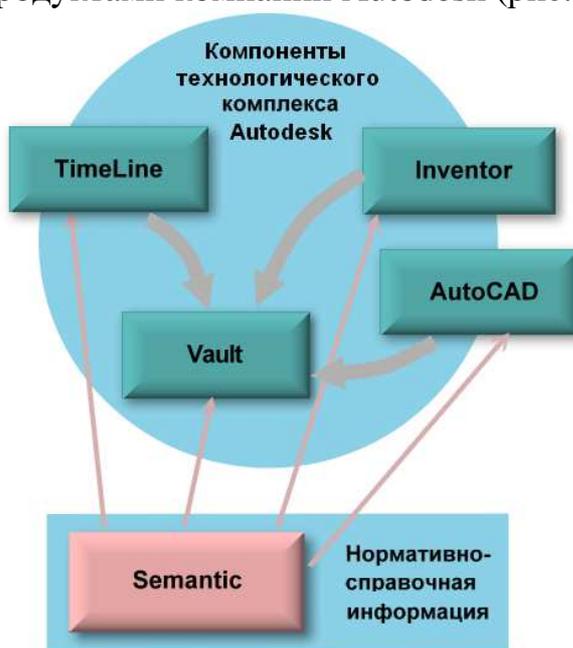


Рис.13. Технологический комплекс от Autodesk и SDI Solution

Интегрированный технологический комплекс собрал все необходимые компоненты. В среде Vault создаются объекты спецификации BOMO (Bill of Materials and Operations), в которые из САПР Timeline передается информация о технологическом процессе. При перемещении из одной системы в другую объекты НСИ не теряют связи с первоисточником – Semantic (рис.14). По изделию в целом и его отдельным компонентам стало возможным формировать различные сводные ведомости: оснастки, материалов, оборудования и т.д.

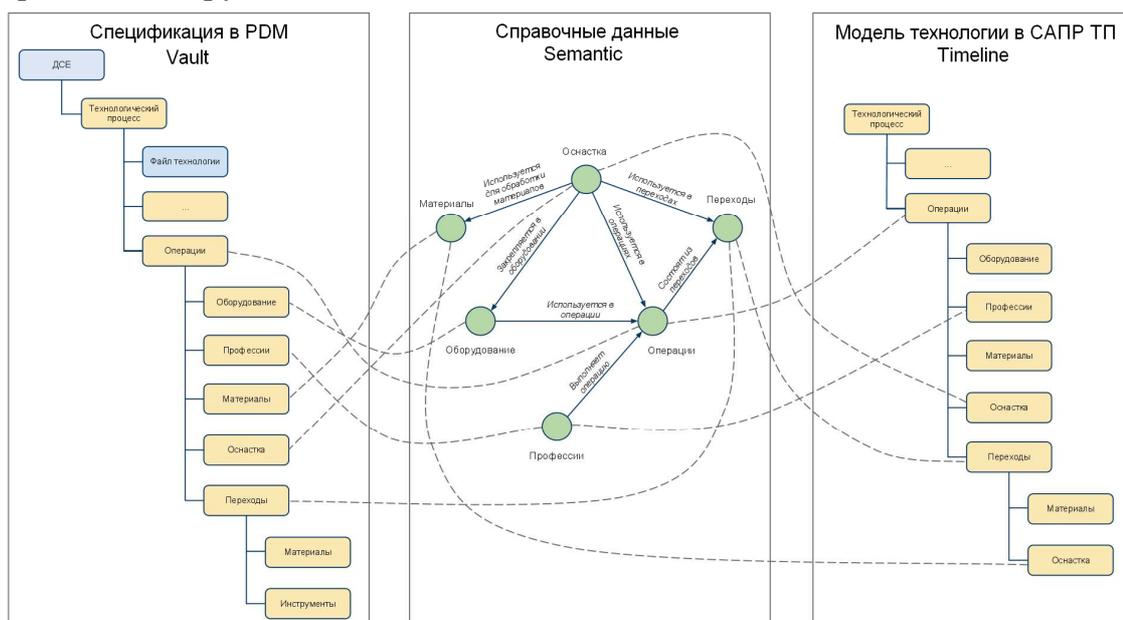


Рис.14. Синхронизация технологических объектов в Timeline и Vault с первоисточником Semantic.

Заключение

САПР технологических процессов Timeline – это новый программный продукт, созданный коллективом специалистов, занимающихся разработкой машиностроительных САПР более 20 лет. В этом проекте реализована инновационная концепция интеграции САПР с корпоративной системой управления НСИ, позволяющая создавать интеллектуальные программные комплексы в области конструирования, производства и строительства.

Команда разработчиков SDI Solution обладает многолетним опытом коммерческой реализации «ноу-хау» в области построения семантических моделей данных, а также промышленного внедрения и технического сопровождения автоматизированных систем на десятках предприятий России и СНГ. Популярность и надежность программных продуктов, созданных специалистами компании SDI Solution, проверена временем, а преемственность решений гарантирует сохранность результатов работы каждого пользователя.