

И. В. Селюндяев, Е. Д. Печенкин

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Введение

Развитие информационных технологий привнесло много изменений в технологии проектирования, начиная с использования ЭВМ для автоматизации инженерных расчетов и вплоть до разработки технологии сквозного проектирования, позволившей упростить разработку и сократить сроки изготовления изделий.

Возникновение сквозной технологии 3D-проектирования

Создание изделия любого уровня сложности проходит несколько основных этапов:

- исследование и обоснование разработки,
- разработка,
- производство,
- эксплуатация,
- капитальный ремонт,
- ликвидация.

Для решения задач, возникающих на каждом из этих этапов, созданы специализированные инструменты, помогающие минимизировать временные затраты и уменьшить количество ошибок. Однако при переходе от одного этапа к другому возникает проблема преемственности и интеграции специализированных средств, используемых при создании изделий: конструкторскую документацию необходимо передать технологом, после получения замечаний заказчика к прототипу сделать корректировку конструкторской и технологической документации. При этом необходимо избежать тотальной переделки изделия.

Для решения проблем, связанных с производством изделий, была поставлена задача разработки технологии проектирования, которая бы обеспечивала автоматический перенос данных при переходе от одного этапа разработки к другому, позволяя создавать изделия в сжатые сроки, и поддерживала бы полный жизненный цикл изделия.

РФЯЦ-ВНИИЭФ совместно с компанией АСКОН совместно разработали такую технологию, которая получила название *технология сквозного 3D-проектирования*. Она позволяет связать воедино все этапы проектирования, начиная от постановки задания и заканчивая созданием электронных документов. Использование этой технологии дает возможность вносить изменения на любом уровне реализации, и, в результате, не только упрощает разработку

изделия, но и дает средства для его дальнейшего развития и сопровождения.

Типовая информационная система РФЯЦ-ВНИИЭФ

В 2011 году было принято решение о разработке комплекса сквозного 3D-проектирования, моделирования, производства, эксплуатации с использованием программного обеспечения отечественной разработки.

Для реализации данного проекта было предложено разработать отечественную типовую информационную систему (ТИС) управления жизненным циклом, эта система получила название PLM:ТИС 2014.

Целью создания PLM:ТИС 2014 было внедрение единой стратегии развития информационных технологий, обеспечивающих достижение показателей «Облика предприятий 2020» при создании научно-производственной базы мирового уровня, оптимизацию структуры и повышение эффективности деятельности комплекса по разработке изделий Госкорпорации «Росатом».

Были поставлены следующие задачи:

- обеспечение предприятий и организаций типовыми информационными технологиями и техническими средствами мирового уровня, реализующими сквозную информационную поддержку жизненного цикла изделий;
- поддержание мирового уровня качества изделий и технико-экономических показателей процессов проектирования, изготовления, испытаний, отработки, серийного производства, эксплуатации и ликвидации изделий за счет использования современных технологий управления жизненным циклом изделия, экспериментальной, вычислительной и производственной базы;
- повышение эффективности выполнения задач, конверсионного направления и гражданских проектов за счет использования методов и средств типовой информационной системы, обеспечивающей интеграцию предприятий в единый научно-производственный комплекс Госкорпорации «Росатом»;
- расширение области применения методов имитационного моделирования с одновременным сокращением дорогостоящей экспериментальной отработки изделий.

Итогом разработки ТИС стал «Комплекс сквозного 3D-проектирования, моделирования, производства, эксплуатации», рис. 1.



Рис. 1. Комплекс сквозного 3D-проектирования, моделирования, производства, эксплуатации

Импортозамещение и импортонезависимость, текущий задел для развития СТЗД

В 2015 году отраслями промышленности и разработчиками изделий в РФ был взят курс на импортозамещение и импортонезависимость в области информационных технологий.

На данный момент РФЯЦ-ВНИИЭФ имеет задел в виде разработанного проекта **PLM:ТИС 2014**, покрывающего 50 % к требованиям функционала средне-тяжелых систем (табл. 1), относительно одного из лидеров рынка - фирмы «РТС», что является хорошим заделом для дальнейшего развития системы.

РФЯЦ-ВНИИЭФ вышел на уровень Правительства РФ с предложением о создании отечественной импортонезависимой системы управления полным жизненным циклом (СУПЖЦ), одним из основных компонентов которой является технология сквозного 3D-проектирования.

Таблица 1

Текущий задел

Импортонезависимость	50%
Защита информации	Государственная тайна
Соответствие законам РФ	95%
Учет требований отраслей РФ	65%
Обеспечение сквозной технологии	70%
Функциональность (от РТС)	50%
Уровень интеграции	75%
Производительность	30 тыс. деталей в сборке
Количество пользователей	500 на 1 сервер
Масштабируемость	Предприятие
Класс систем	Средний

Перспективы развития СТЗД

Одной из целей проекта СУПЖЦ является задача развить технологии сквозного 3D-проектирования к 2019 году и выпустить на рынок РФ импортозамещенное программное обеспечение (ПО). Цели проекта СУ ПЖЦ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Цели проекта СУ ПЖЦ

Импортонезависимость	80%
Защита информации	Государственная тайна
Соответствие законам РФ	100%
Учет требований отраслей РФ	85%
Обеспечение сквозной технологии	85%
Функциональность (от РТС)	80%
Уровень интеграции	90%
Производительность	130 тыс. деталей в сборке
Количество пользователей	700 на 1 сервер
Масштабируемость	Холдинг, Корпорация
Класс систем	Средне-тяжелый

Конкурентная среда на рынке РФ

Во многих отраслях промышленности на данный момент востребованы импортные решения управления жизненным циклом изделия (ЖЦИ). Надо отметить, что зарубежные производители ПО ежегодно получают от российских потребителей около 285 млрд рублей лицензионных отчислений (45 % от общего объема российского ПО). 30 % этих отчислений приходится на государственный сектор.

По данным Минкомсвязи, доля импорта клиентских и мобильных операционных систем в целом по РФ составляет 95 %, серверных – 75 %.

70 % электронных компонентов в ОПК РФ – импортного производства.

На рынке информационных систем с реализованной технологией сквозного проектирования в большой степени представлены зарубежные компании, лидерами по занимаемому объему являются компании PTC, Siemens и Dassault.

Siemens PLM Software – один из ведущих поставщиков программных средств и услуг по управлению ЖЦИ (PLM). Компания установила 7,2 млн. лицензий ПО более чем в 71 000 компаний по всему миру.

Основные продукты компании:

- NX – набор программных модулей для решения CAD/CAM/CAE задач промышленных предприятий,
- Teamcenter – интегрированный набор PLM и PDM решений,
- Tecnomatix – многофункциональный набор решений для автоматизированной подготовки и автоматизации производства.

Продукты компании Siemens широко используются в машиностроении, особенно в отраслях выпускающих изделия с высокой плотностью компоновки и большим числом деталей (энергомашиностроение, газотурбинные двигатели, транспортное машиностроение и т. п.) и/или изготавливающих изделия со сложными формами (авиационная, автомобильная и т. п.).

В частности эту систему используют такие крупные компании, как «ОКБ им. Сухого», Boeing, NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL), ПАО «КАМАЗ», «ГКНПЦ им. Хруничева», и др.

Компания Siemens потратила миллиарды долларов на покупку перспективных компаний, ведущих разработки в области технологии сквозного 3D-проектирования (покупка компании UGS Corp, компании Perfect Costing Solutions, Kineo CAM и др.).

Dassault Systèmes занимается разработкой PLM решений, которые обеспечивают эффективную работу производственных процессов, позволяют увидеть жизненный цикл изделия в 3D от этапа его создания до утилизации.

Продукты компании:

- CATIA для виртуального проектирования продукции,
- Solid Works для 3D-проектирования,
- DELMIA для виртуального производства,
- SIMULIA для виртуального тестирования,
- ENOVIA для взаимодействия и совместного управления бизнес-процессами и жизненным циклом изделий,
- 3DVIA для создания виртуального опыта потребления.

Продукты компании DassaultSystèmes используются в таких компаниях как: Tesla Motors, Jaguar Land Rover, ПАО «Компания Сухой» (Super Jet 100), Airbus Group и многие другие крупные компании.

PTC, Inc – международная компания-разработчик программного обеспечения для двухмерного и трехмерного проектирования (CAD/CAIP), управления жизненным циклом изделий (PLM), управления обслуживанием (SLM) и управления жизненным циклом приложений (ALM).

К основным линейкам продуктов компании относятся PTC Creo (CAD), PTC Windchill (PLM), PTC Mathcad (инженерные расчеты), PTC Integrity (ALM), PTC Servigistics (SLM) и PTC Arbortext (работа с технической документацией).

В компании работает около 6500 специалистов в 30 странах мира, которые занимаются обслуживанием более чем 28000 предприятий. Клиентская база

PTC насчитывает также более 1,931 млн. активных коммерческих рабочих мест, а также более 1,456 млн. активных рабочих мест PTC Windchill.

Направления развития сквозной технологии управления ЖЦИ

В последние годы одним из приоритетных направлений развития зарубежных компаний стало использование облачных технологий.

По данным опроса RightScale, 93 % компаний, так или иначе, используют облака. Чем выше уровень развития облачной стратегии, тем лучше показатели эффективности: прирост выручки, сокращение сроков конфигурирования сервисов, уменьшение ИТ-издержек и т. п.

Компании, развивающие сквозную технологию 3D проектирования, не остаются в стороне и ведут разработки по использованию облачного пространства. В последние годы компании, предпринимающие усилия по повышению производительности и обеспечению работы систем в глобальных сетях, были сосредоточены на том, чтобы реализовать систему в частном облаке. Компания Siemens PLM Software анонсировала расширение стратегии Platformof Choice в направлении построения облачной модели, и первым шагом стала сертификация Teamcenter для работы на базе новой платформы IBM Pure Systems.

Одним из наиболее динамично развивающихся направлений являются аддитивные технологии (3D-печать и 3D-сканирование), они позволяют на порядок ускорить НИОКР и решение задач подготовки производства, а в ряде случаев уже активно применяются и для производства готовой продукции. Технологии 3D-печати позволяют получить прототип изделия, минуя производственную цепочку ЖЦИ, что существенно экономит время.

В условиях предприятий ОПК, использование облачных технологий не является возможным из-за требований по информационной безопасности. Поэтому, одним из приоритетных направлений развития являются технологии защиты информации в совокупности с импортозамещением ПО, покрывающие все этапы ЖЦИ.

Заметной тенденцией в последние годы стало внедрение специализированных систем защиты информации. Примером могут служить биометрическая система «Рассвет», которая обеспечивает защиту личных данных, защиту данных на станках с ЧПУ и т. д.

Одним из главных направлений развития является создание единого информационного пространства для систем ОПК и исключение многочисленных негативных последствий лоскутной информатизации за счет единой отечественной сертифицированной информационной системы с интегрированными средствами защиты информации. Этот шаг меняет саму архитектуру информационных систем, приводит ко многим позитивным результатам.

В ходе проектирования изделий по технологии сквозного 3D-проектирования между компонентами задействованных систем идет обмен данными, защита которых является одной из важнейших задач на предприятиях. Комплекс мер, принимаемых для решения этой задачи, можно разделить на две категории: аппаратная информационная безопасность и программная информационная безопасность.

Аппаратная информационная безопасность достигается за счет внедрения методов защиты информации на уровне аппаратного обеспечения, защиты каналов связи и т. д.

Программная информационная безопасность достигается за счет установки программных средств защиты, кодировки, разграничения доступа и т. д.

В настоящий момент полностью не решенной остается проблема разграничения доступа к информации разной степени конфиденциальности. Существуют два основных варианта разграничения доступа: *мандатное управление доступом* и *дискреционное (избирательное) управление доступом*.

Дискреционное разграничение доступом (англ. discretionary access control, DAC) – управление доступом субъектов к объектам на основе списков управления доступом или матрицы доступа. Также используются названия *дискреционное управление доступом*, *контролируемое управление доступом* или *разграничительное управление доступом*.

Мандатное разграничение доступом (англ. Mandatory access control, MAC) – разграничение доступа субъектов к объектам, основанное на назначении метки конфиденциальности для информации, содержащейся в объектах, и выдаче официальных разрешений (допуска) субъектам на обращение к информации такого уровня конфиденциальности. Также иногда переводится как *принудительный контроль доступа*. Это способ, сочетающий защиту и ограничение прав, применяемый по отношению к компьютерным процессам, данным и системным устройствам, и, предназначенный для предотвращения их нежелательного использования.

Согласно требованиям ФСТЭК *мандатное управление доступом* или *метки доступа* являются ключевым отличием систем защиты государственной тайны РФ старших классов 1В и 1Б от младших классов защитных систем на классическом разделении прав по матрице доступа.

Мандатное управление доступом является основной реализацией разграничительной политики доступа к ресурсам при защите информации ограниченного доступа. При этом данная модель доступа практически не используется «в чистом виде», обычно на практике она дополняется элементами других моделей доступа.

Созданный РФЯЦ-ВНИИЭФ задел в рамках реализации программы «Создание типовой информационной системы предприятий ...» позволяет существенно снизить затраты на создание импортоне-зависимого комплекса программ управления ЖЦИ.

Проект СУПЖЦ получил широкую поддержку среди предприятий разных отраслей РФ, см. табл. 3.

Таблица 3

Поддержка проекта предприятиями отрасли

Промышленность, предприятия	«Цифровое предприятие»
ГК «Ростех»	Проект поддержан по системам: PLM, управления процессами, предприятием, производством, аппаратно-программной платформы
ГК «Роскосмос»	Проект поддержан по системам: PLM, управления процессами, предприятием, производством
ПАО «ОАК»	Проект поддержан по системам: PLM, управления предприятием, производством
ПАО «ОСК»	Проект поддержан по системам: PLM, управления производством
«КамАЗ»	Проект поддержан по системам: PLM, управления процессами, предприятием, производством, аппаратно-программной платформы
ГК «Росатом»	Проект поддержан по системам: PLM, управления процессами, предприятием, производством, аппаратно-программной платформы
ОАО «РЖД»	Проект поддержан по системам: PLM, управления процессами
НК «Роснефть»	Проект поддержан по системам: управления процессами, предприятием, аппаратно-программной платформы
ПАО «Газпром»	Заинтересованность не обозначена. Отказ в коммуникациях. Взаимодействие отсутствует

Литература

1. Валетов В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). – С.-Петербург, 2015.
2. Пастухов В. А. Меры поддержки разработки отечественного инженерного программного обеспечения. – Российское технологическое агентство, 2016.
3. [Electronicresource] АО «АСКОН» www.askon.ru
4. [Electronicresource] ООО «Эремекс» www.eremex.ru.