



В госпрограмме «Цифровая экономика» пласт задач, связанных с новыми производственными технологиями, курирует предприятие Росатома ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». Предприятие обладает уникальным опытом создания сложных информационных систем, который приобрел особую значимость в последние годы, когда остро встал вопрос об импортонезависимости используемого ПО.

ПОЭТАПНОЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ – ПУТЬ К ЦИФРОВОМУ ПРЕДПРИЯТИЮ «ТЯЖЕЛОГО» КЛАССА

В рамках госпрограммы новые производственные технологии имеют вид сквозных технологий, то есть инвариантных к конкретной прикладной области. Они реализуются в виде цифровых платформ. По большому счету, ключевых цифровых платформ две: промышленно-технологическая платформа поддержки полного жизненного цикла сложных инженерно-технических объектов, изделий и платформа суперкомпьютерного расчетного моделирования, которое необходимо для создания «цифровых двойников» высокотехнологичных изделий, сложных инженерных объектов.

Важная особенность нынешнего этапа внедрения новых производственных технологий, то есть превращения традиционных промышленных предприятий в цифровые, заключается в том, что у них уже работают разнообразные ИТ-системы: CAD, CAM, PDM, PLM, системы поддержки инженерных расчетов (CAE), управления предприятием (ERP, BI, PPM) и производством (MES). Иными словами, движение в сторону «цифровых двойников» сложных инженерных объектов и соответствующих производственных процессов должно происходить уже сегодня и в условиях неполного импортозаме-

щения ПО. При этом критериями эффективности такого движения становится максимальное снижение рисков от остаточной импортозависимости и план цифровизации со скорейшим отказом от импортного ПО наиболее эффективным для каждого предприятия способом.

В такой постановке задача цифровизации промышленных предприятий выглядит весьма амбициозной. Однако она вполне решаема.

Разработанная в Сарове программная платформа (система поддержки жизненного цикла, СПЖЦ) «Цифровое предприятие» вышла уже на третий этап развития. Его цель – создание полностью отечественной программной платформы, то есть комплекса систем, которые обеспечивают работоспособность, эффективность и прозрачность деятельности предприятия в цифровом виде, включая систему трехмерного проектирования сложной инженерной продукции, систему управления производством и систему управления предприятием. Фактически речь идет о практическом переходе российских промышленных предприятий в формат цифрового предприятия. Редакция журнала «СТАНКОИНСТРУМЕНТ» расспросила О. В. Кривошеева, заместителя директора по информационным технологиям и управлению жизненным циклом изде-



Рис. 1. Этапы развития СПЖЦ «Цифровое предприятие»

лий РФЯЦ-ВНИИЭФ, председателя координационного совета по информационным технологиям предприятий ОПК, о подробностях этой трансформации.

— Олег Викторович, что уже реализовано РФЯЦ-ВНИИЭФ в части «Цифрового предприятия»?

— «Цифровое предприятие 1.0» мы разрабатывали до 2015 года. Программные продукты этого комплекса были отечественными и защищенными, но функционировали на базе ОС Windows и импортозависимых западных СУБД. В 2016 году мы закончили разработку своей операционной системы, СУБД и переписали системы управления предприятием, управления производством, ориентировали их на работу на основе отечественной платформы. В результате мы получили версию 2.0, полностью защищенную. Версия 3.0 будет развиваться после 2018 года. Это так называемая система «тяжелого» класса.

— Как будет развиваться СПЖЦ в ближайшие годы?

— СПЖЦ будет развиваться в два этапа. Первый этап (2019–2021 гг.) предполагает создание сертифицированной системы «средне-тяжелого» класса. На этом этапе будет создана и сертифицирована для обработки уровня «государственная тайна» базовая версия импортонезависимой СПЖЦ. На втором этапе (2022–2023 гг.) предполагается создание сертифицированной системы «тяжелого» класса и развитие отраслевой функциональности (рис. 1).

Всю секретную продукцию РФЯЦ-ВНИИЭФ и сейчас проектирует в отечественной системе. Но она пока не позволяет делать большие сборки. Например, невозможно собрать ракету со старто-

вым столбом: создать цифровую модель, в которой было бы учтено все, вплоть до каждого болтика. Это около миллиона и даже больше составных компонентов. Такое проектирование возможно только в системах «тяжелого» класса (рис. 2). По большому счету, в мире сегодня всего две системы такого уровня: CATIA от Dassault Systemes и Siemens PLM.

— На каком уровне сегодня находится импортозамещение системного ПО в решениях цифрового предприятия? Предусмотрена ли в СПЖЦ поддержка таких элементов умных производств, как станки с сетевым интеллектом, устройства аддитивных технологий и т.п.?

— В состав СПЖЦ входит импортонезависимая защищенная технологическая платформа «Синергия» в составе операционной системы, СУБД на базе PostgreSQL и гипервизора. Что касается оборудования, то в СПЖЦ предусмотрено создание функционального модуля мониторинга технологического оборудования, в котором заложена поддержка «умных» станков с ЧПУ и устройств аддитивных технологий (рис. 3).

— Платформа коллективного технологического сотрудничества «Гербарий», разработанная по заданию Минпромторга России, перешла в собственность Росатома. Как она будет использоваться в составе платформы цифрового предприятия?

— Платформа «Гербарий» является базовой для создания системы полного жизненного цикла «Цифровое предприятие» «тяжелого» класса. В ходе проекта планируется создание ряда инструментов разработчика и значительное расширение модели данных платформы.

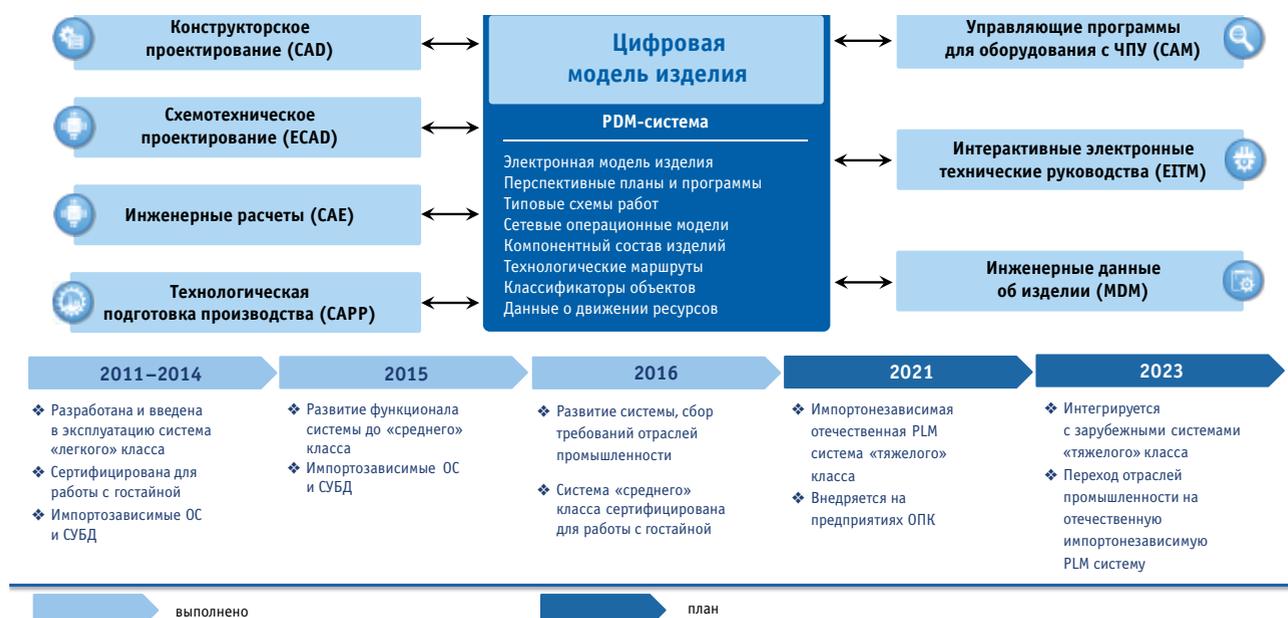


Рис. 2. Структура отечественного программного комплекса «Сквозная 3D-технология»

— К числу базовых технологий цифрового предприятия относится так называемое геометрическое ядро, то есть библиотека функций для работы с трехмерными цифровыми моделями объектов. Это в буквальном смысле штучный «товар», создание которого требует крупных инвестиций и сотен человеко-лет. Какое геометрическое ядро положено в основу СПЖЦ?

— В системе полного жизненного цикла «Цифровое предприятие» в текущей версии используется геометрическое ядро компании АСКОН «СТ3D». Оно имеет ряд ограничений для серьезного развития. В частности, «Цифровое предприятие 2.0» пока не позволяет нам эффективно рассчитывать сложные поверхности, относящиеся к так называемому классу «А». В СПЖЦ «тяжелого» класса планируется использовать геометрическое ядро RGK и инженерную платформу «Гербарий».

В части математического ядра оптимизации производственных расписаний положено совместное решение РФЯЦ-ВНИИЭФ и ННГУ. Программное обеспечение ядра позволяет рассчитывать производственное расписание по многим параметрам, включая оптимальную загрузку, время исполнения, минимальное количество переналадок, а также проводить моделирование производственных процессов, в том числе анализ «что, если». Также запланировано развитие в ядре функций машинного обучения.

— Появление «тяжелой» отечественной PLM-системы в СПЖЦ планируется на 2021–2023 гг. В то же время на различных конфе-

ренциях по тематике САПР и PLM можно услышать, что отечественные продукты PLM — «почти тяжелые», а САПР АСКОН КОМПАС хорошо справляется с большими сборками для авиационных задач. На что уйдет почти пять лет?

— Во-первых, подтверждения от авиационной промышленности, что в КОМПАС можно собрать истребитель, я не слышал. Во-вторых, АСКОН работает на импортозависимой базе данных. До перехода отечественных компаний на сертифицированные СУБД (по требованиям российских регуляторов) их решения нельзя назвать полноценными.

«Вес» PLM-системы определяется несколькими факторами: производительностью, широтой модели данных и комплексностью решений. В ходе создания PLM-системы придется решить следующие сложные научно-технические задачи: доработку и развитие платформы «Гербарий» и ядра RGK с защищенной СУБД на базе PostgreSQL, значительное расширение модели данных платформы «Гербарий» для поддержки управления жизненным циклом изделий (ЖЦИ) на всех этапах их жизненного цикла и развития геометрических возможностей САД-системы (рис. 4).

— В РФЯЦ-ВНИИЭФ разработана методика типовой информационной системы (ТИС) ЯОК. Приведите, пожалуйста, примеры внедрения цифровых моделей бизнеса и изделий на предприятиях ЯОК, которые, на Ваш взгляд, можно считать образцами правильно-



Рис. 3. Развитие импортонезависимого системного ПО платформы цифрового предприятия

го подхода к воплощению идеи цифрового предприятия.

– В 2017 году к РФЯЦ-ВНИИЭФ был присоединен ФНПЦ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова» численностью более 3000 человек. В течение полугода был проведен анализ процессов, определены документы, формы и данные, подлежащие обмену, формат и порядок их передачи, уточнены справочники, бизнес-роли, описаны регламенты взаимодействия, создана инфраструктура передачи данных, проведены настройки ERP-системы РФЯЦ-

ВНИИЭФ для учета специфики НИИИС. В результате в НИИИС была в кратчайшие сроки полноценно внедрена единая с РФЯЦ-ВНИИЭФ цифровая модель бизнеса и соответствующая информационная система.

– Где работают программные решения «Цифровое предприятие 2.0»?

– Система полностью развернута в центре обработки данных Роскосмоса. На протяжении 2018 года все предприятия этой корпорации будут знакомить-

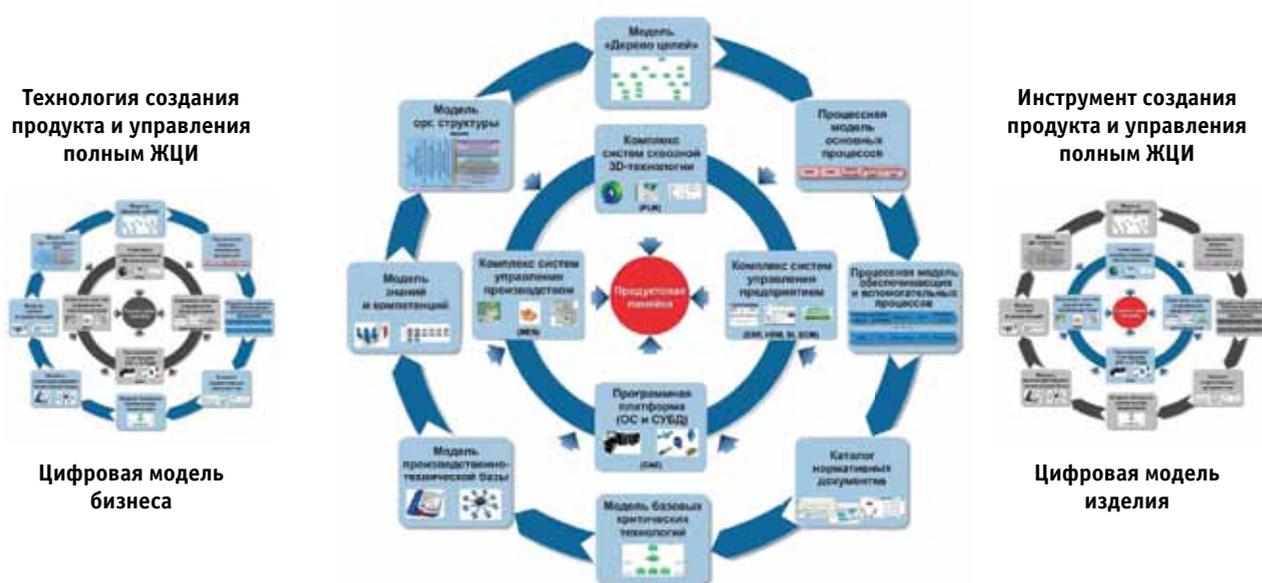


Рис. 4. Методологический подход к созданию цифрового предприятия

ся с нашим решением. Роскосмос уже определил пилотное производство, где начато внедрение «Цифрового предприятия 2.0».

— *Каким образом в СПЖЦ учтены специфические требования предприятий ОПК, в первую очередь, информационной безопасности?*

— Текущая версия СПЖЦ создана с соблюдением требований информационной безопасности. На сегодня это единственный отечественный продукт, сертифицированный для обработки сведений, составляющих государственную тайну. Что касается функциональности СПЖЦ, то РФЯЦ-ВНИИЭФ создана уникальная база требований со стороны представителей шести отраслей промышленности, данные которой стали основой для технического задания на развитие СПЖЦ.

— *Как в СПЖЦ «Цифровое предприятие» решается задача обеспечения требуемого качества изделий, изготавливаемых на цифровом производстве, и высокой эффективности управления этим производством?*

— В СПЖЦ «Цифровое предприятие» реализуются все необходимые функции обеспечения качества: управление качеством при производстве изделий выполняется в соответствующем модуле MES-системы, в части управления качеством ПКИ (покупных комплектующих изделий) – в системе закупок, в части обучения персонала и рабочих инструкций – в модуле управления персоналом.

— *Насколько велика способность системы адаптироваться к текущему ИТ-ландшафту предприятия? Например, включать в свою структуру уже работающие отечественные системы CAD/CAM/CAE/PLM/ERP/MES или заменять зарубежные системы, например, CAD или CAE, уже работающие на предприятии?*

— СПЖЦ ориентирована на процесс поэтапного импортозамещения, так как резкая смена платформы на предприятии всегда проходит очень болезненно и, кроме того, требует значительных человеческих и финансовых ресурсов. СПЖЦ позиционируется как решение, способное работать с самыми распространенными на предприятиях ОПК импортными платформами: Siemens, Dassault Systemes, PTC. Что касается совместимости в части систем классов ERP и MES, то сейчас в ВПК «НПО машиностроения» идет проект внедрения отдельных модулей СПЖЦ, в том числе работающих совместно с модулями 1С, ранее внедренными на предприятии.

— *За счет чего обеспечивается прозрачный переход к новым методам управления работой*

предприятия в рамках СПЖЦ без потери качества продукции и ритмичности производства?

— Успех при переходе к новым методам управления работой в рамках СПЖЦ кроется в предварительной кропотливой работе команды аналитиков по описанию, выстраиванию, оптимизации бизнес-процессов на предприятии и широкого вовлечения персонала в этот процесс. Техническое задание на внедрение системы строится на отчете по обследованию и анализу бизнес-процессов. Сколько времени потребуется для перехода – сказать сложно, все зависит от функциональных и организационных рамок проекта.

— *РФЯЦ-ВНИИЭФ планировал проекты на реальных производственных предприятиях по направлению программы «Цифровая экономика». Они уже реализуются?*

— На сегодняшний день запланировано внедрение элементов СПЖЦ на семи предприятиях Республики Татарстан. Одно из них – ОКБ им. М. П. Симонина. Там проведено предпроектное обследование и запущен проект по внедрению MES-системы в пилотной зоне.

— *По Вашим оценкам, насколько активно предприятия российского ОПК вовлечены в процессы создания цифровых предприятий?*

— Предприятия ОПК широко вовлечены в процесс цифровизации. Это показал форум «Информационные технологии в ОПК России – 2018», проходивший в Ялте. Если раньше разговоры касались отдельных решений и использования функциональности конкретных продуктов, то теперь предприятия обсуждают трансформацию бизнеса, считают эффект от цифровизации и в целом глубоко погружены в тему импортозамещения и информационной безопасности. Зрелость предприятий ОПК в части информационных технологий, экономической эффективности, качества, производительности труда за последние годы сильно повысилась. Проводится большое количество встреч, обсуждений, появились коммуникационные площадки и тематические рабочие группы, решающие межотраслевые проблемы. Во многом это результаты системной работы по модернизации ОПК Военно-промышленной комиссии (ВПК) при Правительстве РФ и лично заместителя Председателя коллегии ВПК РФ О. И. Бочкарёва.

— *Задача полного перехода российской оборонки на «цифру» сформулирована на самом высоком уровне. Какие аспекты поставленной задачи, на Ваш взгляд, имеют критически важное значение для ее исполнения?*

– Критически важной проблемой для перехода промышленности на «цифру» является отсутствие отечественных решений, удовлетворяющих ее требованиям по уровню необходимой функциональности и производительности, а также государственной поддержки внедрения. В ОПК уже давно используют импортные системы автоматизированного проектирования, однако в текущих политических условиях опираться в дальнейшем на импортные решения при полноценном переходе ОПК к цифровому проектированию, производству и контрактам жизненного цикла явно не разумно. В условиях, когда отечественных решений требуемого уровня нет, импортозамещение будет проходить медленно. Кроме того, для предприятий смена платформы 3D-проектирования всегда сопряжена с затратами: переобучением персонала, конвертацией 3D-моделей, закупкой лицензий и т.д. Необходимо субсидировать эти затраты, так как для предприятий они являются неинвестиционными вложениями, просто взять их из бюджета предприятия без вреда для других задач вряд ли получится.

Вторым важным фактором является совместное применение норм ФЗ-187 и приказа ФСТЭК России в части применения на объектах критической информационной инфраструктуры, к которой относятся все предприятия ОПК, только сертифицированного

по требованиям ФСТЭК России программного обеспечения. На сегодня регулятором установлен переходный период для адаптации промышленности к новым требованиям, и это повод для предприятий провести импортозамещение используемого ПО, не соответствующего новым требованиям.

Третий аспект – наличие соответствующей нормативной базы в части требований к электронным документам и данным, порядка приемки результатов НИОКР и долгосрочного хранения данных, наличия требований в ТЗ на разработку в электронном виде и соответствующих нормативов трудоемкости на создание электронной конструкторской документации (КД). Определенное движение в этом направлении есть. В частности, утверждена программа стандартизации в части военных и национальных стандартов управления жизненным циклом, разработана дорожная карта НТИ «Технет» в части стандартизации новых производственных технологий. Кроме того, накоплен богатый отраслевой опыт стандартизации применения электронной КД в процессах НИОКР, но на импортных решениях.

– *Спасибо за интересную беседу.*

Интервью подготовила Елена Покатаева