

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕГРАЦИИ САПР-ТП С ERP-, MES- И EAM-СИСТЕМАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Введение. Современное машиностроительное производство интенсивно автоматизируется, и этот процесс охватывает практически все стадии жизненного цикла изделия и все системы предприятия: не только основные производственные подразделения, но и инструментальное хозяйство, службы поддержки оборудования и инфраструктуры, снабжение и сбыт, транспортно-складской комплекс, конструкторско-технологические, плановые, учётные и прочие подразделения. При подготовке и в ходе производства широко используются САПР/CAE-системы (computer aided design/engineering), в отечественной терминологии — САПР-К и САПР-ТП. В результате уточнения характеристик изделия, потребностей рынка и возможностей предприятия ERP-системой (Enterprise resource planning) формируется производственная программа, определяющая сроки, объёмы и конкретные производственные мощности для выпуска изделий. Производственные задания, конструкторско-технологическая документация, программы для числового программного управления поступают в систему MES (manufacturing execution system) для исполнения. Обратные потоки информации о ходе производства, состоянии оборудования и прочих активов и ресурсов от MES- и EAM-систем (Enterprise Assets Management) в САПР/CAE и ERP используется для сопровождения производства и корректировки плановых заданий. Интеграция этих систем ведёт к появлению на предприятии системы управления данными об изделии — Product Data Management (PDM), являющейся базой для дальнейшего развития в систему управления жизненным циклом изделия — Product Lifecycle Management (PLM).

Обычно обмен информацией между САПР/CAE-, ERP-, MES- и EAM-системами синхронизирован с циклами разработки изделий, планирования ресурсов и управления производственными процессами и активами предприятия соответственно и внутри этих циклов не регламентируется, что не позволяет в полной мере учесть при разработке и корректировке вариантов технологии производства состояние и реальные возможности производственных мощностей и иных ресурсов предприятия. Исследование посвящено выявлению требований и поиску решений по информационному обеспечению средств интеграции систем подготовки, планирования и управления машиностроительным производством в целях учёта реальных возможностей производственной системы предприятия в процессе подготовки производства новых изделий.

Основная часть. При проектировании технологического процесса возможны различные варианты со своими характеристиками производительности, ресурсоёмкости, стоимости и параметрами процессов, каждый из которых предполагает свой набор материалов, оборудования, инструмента, оснастки и рабочей силы. В САПР-ТП этот набор формируется из классов объектов со своими наборами и эталонными значениями атрибутов, поддерживаемых соответствующими справочниками базы данных САПР. Обновление данных в справочниках обычно выполняется технологом или специально назначенным администратором, как правило, перед началом разработки изделия, и лишь в крайнем случае (например, внезапная невосполнимая потеря оборудования или иного уникального ресурса) в процессе разработки. Среди атрибутов ресурса в справочнике САПР-ТП, как правило, нет переменных характеристик, определяемых интенсивностью его использования, что искажает экономическую, а иногда (например, при частичной потере точности станком) и технологическую оценку предпочтительности того или иного варианта техпроцесса. Автор предлагает включать в состав атрибутов описания ресурса переменные характеристики, оценивающие его текущее состояние на предприятии, например, атрибуты дефицитности, износа, доступности во времени и др.

В итоге конструкторско-технологической подготовки производства в ERP-систему передаются данные по изделию о потребности в различных видах ресурсов для его производства в расчёте на единицу выпуска, на основе которых выполняется планирование и расчёты различных организационно-экономических параметров производства, а также создаются сводные документы о потребности в различных видах ресурсов на производственную программу (например, Bill of Materials — BOM) для дальнейшего использования в организации их закупки или производства.

При организации мелкосерийного производства технологическая подготовка сводится в основном к формированию маршрутов, ведомостей потребности в материалах, оборудовании, стандартном инструменте и оснастке, планированию их приобретения, выбору средств контроля в соответствии с производственной программой и графиком. Однако с ростом серийности производства возможен вариант разработки специального инструмента, приспособлений и оснастки, специализированного оборудования, позволяющих получить в производстве изделия тот или иной эффект (сокращение технологического цикла, повышение качества, удешевление производства, снижение дефицита квалифицированных кадров и т. п.). При этом современные САПР-ТП дают возможность сформировать техническое задание на разработку специального

инструмента и/или оборудования с указанием ожидаемых конкретных конструктивных и технологических параметров (эскиз, тип инструмента, геометрия режущей поверхности, форма и материал заготовки, режимы резания, ограничения стойкости, точностные параметры обработки и др.). Далее техническое задание поступает в САПР-К конструктору-инструментальщику для детальной разработки конструкции и выполнения технических расчётов. Результаты этой разработки возвращаются в САПР-ТП для определения параметров техпроцессов изготовления специального инструмента и оборудования, а также для уточнения характеристик основного техпроцесса, в котором применяется создаваемый инструмент, что позволяет окончательно оценить преимущества выбранного варианта. Набор и структура информации при таком обмене требуют высокого уровня стандартизации и унификации.

САПР-ТП и САПР-К не имеют в своих базах информации по остаткам материалов, инструмента и прочих ресурсов на складах предприятия, по возможностям кооперации с поставщиками и текущим показателям основного и инструментального производства и пр. Эти данные, как и возможность выполнения организационно-экономических расчётов, предоставляют различные модули ERP-, MES- и EAM-систем. В зависимости от архитектуры и функциональности соответствующих приложений способы и степень автоматизации формирования, обработки запросов и получения необходимой технологии для принятия решения информации могут быть различными, но в любом случае структуры описаний различных процессов и объектов, участвующих в производстве изделий, должны быть унифицированы для всех участников обмена.

Для унификации структур описания различных процессов и объектов используются международные стандарты STEP (ГОСТ Р ИСО 10303) [1]. В исследовании использованы стандарты, регламентирующие методы описания изделий, методы реализации, в частности, стандартный интерфейс доступа к данным, конфигурации структуры изделия, структуру и свойства производственного процесса.

В качестве стандартного формата для обмена информацией большинство современных интеграционных решений предлагают расширения языка XML. Структура файла состоит из двух частей: описательной и содержательной, например, фрагмент описания зажимного устройства для инструмента может выглядеть так:

```
<Id 12345 Тип="Сборочная единица" Обозначение="1.2300.4.56" Наименование="Патрон" Состояние="Проект" Версия="1.3" Дата_модификации="01.11.2019">
  <Id 12346 Тип="Деталь" Обозначение="1.2300.4.56.000-02" Наименование="Кулачок" Количество="3" Состояние="Проект" Версия="1.3" Дата_модификации="01.11.2019" Связь="Состоит из ..."/>
  ...
</Id 12345>
```

Идентификатор информационного объекта должен быть уникален в рамках системы обмена.

В качестве примера современных CAD/CAE можно привести решения, предлагаемые фирмой АСКОН. Это универсальная САПР-К КОМПАС-3D [2], которая может конфигурироваться под более узкие и специальные отраслевые задачи, и САПР-ТП «Вертикаль» [3] в различной комплектации, с открытыми API и SDK. Анализ отечественных MES-, EAM- и ERP-систем [2–4] также выявил их модульную и в достаточной мере открытую для интеграции дополнительных компонентов архитектуру с развитыми API и SDK.

Несмотря на широкие возможности универсальных продуктов, остается актуальной задача создания специализированных приложений для инструментальной подготовки производства в силу специфики расчета и профилирования сложных поверхностей, характерных для многих типов инструмента и оснастки, необходимости выполнения кинематических, прочностных, тепловых, вибрационных и прочих специальных расчётов, а также использования расширенных форматов описания объектов проектирования. Обоснование и вариант разработки подобного приложения к САПР КОМПАС-3D приведён в [5].

Исследование подтверждает актуальность задачи интеграции баз данных ERP-, EAM- и CAD/CAE-систем, синхронизации и актуализации информации в них, разработки общесистемных решений, расчётных и моделирующих приложений на основе CALS-технологий, унифицирующих структуру описания различных процессов и объектов, участвующих в жизненном цикле изделий [6]. При этом полезно введение в состав информационного обеспечения новых сущностей и/или расширение форматов их описания.

Задача интеграции рассмотренных выше систем часто решается разработкой и использованием интеграционной шины предприятия, которая предполагает использование композитных приложений, рассчитанных на различные стандарты и технологии взаимодействия, путём применения программ-адаптеров, обеспечивающих конвертацию данных в единый формат, разрешение конфликтов, вызванных неоднородностью моделей данных и именования сущностей объединяемых систем, приведение типов данных и единиц измерения систем к единому обменному формату и др. В частности, такое решение обеспечивает интеграцию модулей CAD/CAM/CAE- и MES-систем с приложениями на ERP/EAM-платформе «1С:Предприятие» [7], весьма распространённой в отечественной промышленности. Примером такого решения может служить продукт «ЛОЦМАН:PLM Интеграционная шина предприятия» [8].

Заключение. Разработка стандартов и методик информационного обеспечения интеграции модулей ERP-, CAD/CAE-, MES- и EAM-систем предприятия, а также проектирование оригинальных расчётных и моделирующих приложений с применением технологий искусственного интеллекта является весьма актуальной задачей и может стать предметом прикладных исследований в рамках научной специальности 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Список цитируемых источников

1. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы : ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. — Введ. 01.07.2000. — М. : Изд-во стандартов, 1999. — 12 с.
2. Фирма «Аскон». Описание решения «КОМПАС-3D» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ascon.ru/products/77/review/>. — Дата доступа: 04.05.2020.
3. Фирма «Аскон». Описание решения «Вертикаль» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ascon.ru/products/420/review/>. — Дата доступа: 04.05.2020.
4. Описание MES-системы ФОБОС [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fobos-mes.ru/sistema-fobos/opisanie-funktionalnyih-harakteristik-sistemy-fobos.html/>. — Дата доступа: 04.05.2020.
5. Желтобрюхов, Е. М. Применение специализированных САПР металлорежущих инструментов / Е. М. Желтобрюхов, М. С. Кузнецов, А. В. Неклюдов // Ползун. вестн. — 2012. — № 3/2. — С. 211—215.
6. Полянский, А. М. Интеграция систем подготовки, планирования и управления машиностроительным производством / А. М. Полянский // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и транспорте : материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф. — Вологда : ВоГУ, 2020. — С. 77—82.
7. Фирма «1С». Описание системы 1С:ERP Управление предприятием 2 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://v8.1c.ru/erp/appointment.html/>. — Дата доступа: 04.05.2020.
8. Фирма «Аскон». Описание решения «ЛЮЦМАН:PLM Интеграционная шина предприятия» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ascon.ru/products/889/review/>. — Дата доступа: 04.05.2020.

УДК 004.4+651

Е. Э. Попова

Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДОКУМЕНТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАК ОБЪЕКТ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

Введение. Автоматизация делопроизводства, электронный документооборот, управление электронными документами (ЭД) становятся важными вспомогательными бизнес-процессами современной организации. Основную роль в реализации указанных процессов играет автоматизированная система документационного обеспечения управления (АС ДОУ), или система электронного документооборота (далее — СЭД). Именно поэтому качество управления электронными документами во многом определяется качеством системы. И именно поэтому со стороны как разработчиков, так и заказчиков повышаются требования к СЭД. Только качественно созданная, качественно выбранная система может обеспечить скорость работы с информацией, надежность ее хранения, повысить эффективность деятельности организации в целом. В Беларуси отсутствуют государственные стандарты, определяющие требования к СЭД. Поэтому заказчик не требует соответствующего документа, который бы подтверждал качество системы, а разработчик не требует сертифицировать программные продукты. «Соответствие стандарту — это определенная гарантия для покупателя, пусть и минимальная» [1, с. 45—46].

Основная часть. Квалиметрический подход, положенный в основу оценки качества СЭД, предполагает четкую постановку цели оценивания (например, для пользователя это оценка качества для последующего принятия обоснованного управленческого решения при выборе, внедрении и использовании СЭД); определение условий использования (в организации какого типа предполагается использование системы: в органах государственного управления Республики Беларусь, банке, холдинге и т. п., как организовано традиционное управление документами, какие задачи решает и какие задачи предстоит решать организации и т. д.) и описание объекта оценивания качества с точки зрения назначения условий использования и выполняемых функций; анализ требований со стороны различных групп пользователей в отношении объекта оценивания; выделение свойств, определяющих качество, и представление данных свойств в виде дерева свойств объекта; подбор номенклатуры показателей качества для количественной характеристики выделенных простых свойств объекта; определение шкалы измерения свойств, соответствующих оценочных единиц и методов их измерения. Ядро процесса оценивания составляет характеристика объекта оценивания, выявление свойств системы как объекта оценивания качества, поэтому характеристику следует начинать с определения понятия «качество СЭД».

В философии, экономике, управлении существуют разнообразные подходы к трактовке понятия «качество». СЭД призвана повышать эффективность управления организацией, поэтому приоритет отдается трактовке качества в менеджменте.

Выявление свойств СЭД опирается на международные и государственные стандарты в области качества программного обеспечения: IEEE 1061-1998 Standard for Software Quality Metrics Methodology [2], ISO 8402 Quality management and quality assurance [3], СТБ ISO/IEC 25000-2009 «Разработка программного обеспечения. Требования к качеству и оценка программного продукта (SQuaRE). Руководство по SQuaRE» [4],