

3. Романченко В. Облачные вычисления на каждый день. 2009 [Электронный ресурс]: <[http://3dnews/editorial/cloud\\_computing/](http://3dnews/editorial/cloud_computing/)>.
4. Анатольев А. Г. Web-сервисы как средство интеграции приложений в WWW. 2014 [Электронный ресурс]: <<http://www.4stud.info/networking/web-services.html>>.
5. Евгеньев Г. Б. Технология создания многоагентных прикладных систем // Мат. 11-й национальной конф. по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-08, Российская ассоциация искусственного интеллекта. М.: ЛЕНАНД, 2008. Т. 2 С. 306—312.
6. Лапшин В. А. Онтологии в компьютерных системах. М.: Научный мир, 2010. 224 с.

**Сведения об авторе**

**Николай Евгеньевич Филлюков**

— аспирант; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: badfilin@gmail.com

Рекомендована кафедрой  
технологии приборостроения

Поступила в редакцию  
09.04.14 г.

УДК 658.512.011.56

Д. Д. Куликов, А. С. Сагидуллин, С. О. Носов

## ИНТЕГРАЦИЯ САД-СИСТЕМЫ С СИСТЕМАМИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Рассмотрен метод построения системы обмена данными на платформе web-сервисов с использованием параметрических моделей детали. При создании конструкторско-технологической модели и проектировании технологических процессов на ее основе использован набор web-сервисов.

**Ключевые слова:** ТИС-Процесс, автоматизация, единое информационное пространство, конструкторско-технологическая модель.

**Введение.** Задача автоматизации проектирования технологических процессов актуальна из-за возрастающей сложности конструкций приборов и необходимости сокращения производственно-технологического цикла при повышении качества проектных технологических решений.

В настоящее время в автоматизированных системах технологической подготовки производства используется комплекс систем САД/САМ/САЕ, которые слабо связаны между собой.

Поскольку в сфере производства наблюдается тенденция к увеличению доли аутсорсинга и созданию „расширенного предприятия“, становится очевидной необходимость применения новых инструментов коллективного использования и в сфере технологической подготовки производства (ТПП). Однако возникают проблемы информационной интеграции систем, применяемых в ТПП, в этой связи требуется создание единого информационного пространства (ЕИП), основанного на:

- использовании онтологий предметной области;
- применении метаданных, необходимых для ТПП;
- разработке унифицированного языка обмена информацией между системами.

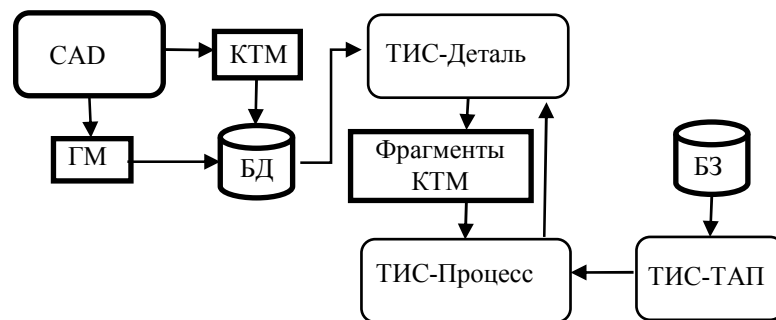
Таким образом, создание ЕИП является необходимым условием для организации автоматизированной системы технологической подготовки производства [1].

Информация, необходимая для проектирования технологических процессов, содержится в моделях деталей (заготовок), однако процесс ее извлечения из 3D-моделей трудоемок, поэтому задача определения способов интеграции САД-систем с системами автоматизиро-

ванного проектирования является актуальной. Одним из возможных подходов является извлечение информации из 3D-модели для получения параметрической модели детали (заготовки) и ее дальнейшего использования при проектировании технологий. Создание параметрической конструкторско-технологической модели (КТМ) детали достаточно сложный процесс, однако создавать КТМ параллельно с 3D-моделью трудоемко и экономически нецелесообразно. На кафедре технологии приборостроения разработана методика параметрического моделирования деталей, позволяющая создавать КТМ параллельно с 3D-моделью детали [2]. Созданные геометрическая модель детали (3D-модель с аннотациями) и КТМ регистрируются в каталоге и заносятся в базу данных (БД).

**Параметрическое моделирование.** Для работы с КТМ детали разработана система ТИС-Деталь, представляющая собой web-сервис и позволяющая либо в режиме диалога, либо в автоматическом режиме выбирать информацию, необходимую для решения технологических задач [3]. В этой системе описание детали представлено в виде иерархии фреймов, позволяющих создавать КТМ с любой степенью детализации. В КТМ детали кроме общих характеристик заготовки, покрытий, термообработки содержится и описание конструктивных элементов (КЭ). Синтаксически КТМ представляет собой XML-документ, что обеспечивает достаточно простой обмен информацией между подсистемами АСТПП. Необходимо отметить, что с помощью ТИС-Деталь можно создавать и редактировать КТМ деталей и заготовок и без использования САД-системы.

Система ТИС-Деталь используется при проектировании технологических процессов с помощью ТИС-Процесс. Поскольку ТИС-Процесс представляет собой web-сервис и использует внутреннюю модель технологического процесса (ТП) в XML-формате, возможен простой обмен информацией как между ее компонентами, так и между удаленными приложениями, обменивающимися потоками информации самой различной структуры. Такой подход позволяет организовать удаленную корпоративную работу над технологическим проектом. Управление процессом взаимодействия систем выполняется с помощью административной системы ТИС-Админ. Ведение технологического проекта выполняется в рамках PDM-системы SMARTTEAM. Общая схема взаимодействия систем приведена на рисунке (БЗ — база знаний, ГМ — геометрическая модель).



**Выполнение технологического проекта.** С помощью административной системы загружаются системы ТИС-Деталь и ТИС-Процесс, имеющие единый каталог, с помощью которого находится заданная КТМ детали. Таким образом, системе проектирования предоставляется возможность выбора любой информации о детали. Если для детали в базе есть ТП, то модель процесса может быть вызвана из БД для ее редактирования. С помощью библиотеки процедур анализируется и выбирается из КТМ детали нужная информация. В первую очередь находится информация об исходной заготовке и заносится в модель процесса. Необходимо подчеркнуть, что выборка происходит автоматически, а не выполняется технологом в режиме диалога по чертежу детали. При необходимости технолог открывает базу данных о сортаменте и уточняет решение, принятое конструктором.

Для ускорения процесса проектирования ТП используется база знаний, доступ к которой обеспечивает система ТИС-ТАП. С помощью этой системы создаются базы знаний, основанные на таблицах соответствий, позволяющих достаточно простыми способами выразить их в виде XML-документов и поместить в БЗ.

Примером использования предлагаемого подхода к проектированию ТП может служить задача нахождения переходов для обработки конструктивных элементов детали. При решении этой задачи используются типовые планы обработки поверхностей, информация о которых хранится в БЗ. Последовательно выбирая с помощью ТИС-Деталь информацию о конструктивных элементах детали и передавая информацию о них в ТИС-ТАП, можно получить план обработки каждой поверхности и распределить найденные переходы по соответствующим операциям. Аналогичным образом решаются и другие технологические задачи. В частности, имея информацию о конкретной поверхности и найденном переходе, с помощью ТИС-ТАП можно определить припуск и режимы обработки этой поверхности.

Проведенные эксперименты показали принципиальную возможность назначения режущего и измерительного инструмента с использованием связки ТИС-Деталь—ТИС-ТАП, однако выявили необходимость применения системы управления знаниями.

Технологические карты, сформированные в ТИС-Процесс, помещаются в электронный архив, принадлежащий PDM-системе SMARTTEAM. Дальнейшее развертывание технологического проекта (разработка управляющих программ, проектирование и изготовление специальной технологической оснастки, утверждение технологической документации) ведется под управлением SMARTTEAM, при этом всегда возможен возврат к ТИС-Процесс для проведения необходимых изменений. Коллективная работа над технологическим проектом и управление его жизненным циклом возможны благодаря функциональным свойствам SMARTTEAM, позволяющим реализовать технологию управления потоком работ (workflow).

**Выводы.** Исследование способов взаимосвязи систем автоматизированного проектирования ТИС-Процесс и САД-системы показало, что, применив параметрические модели детали, можно организовать систему обмена данными на платформе web-сервисов.

Применение ТИС-ТАП в сочетании с автоматизированной выборкой информации из КТМ детали или заготовки позволяет добиваться глубокой формализации данных технологического назначения, что, в свою очередь, влечет за собой значительное повышение уровня автоматизации системы проектирования технологических процессов и повышение качества проектируемых ТП.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов Д. Д., Падун Б. С., Яблочников Е. И. Перспективы автоматизации технологической подготовки производства // Наст. выпуск. С. 7—11.
2. Куликов Д. Д., Клеванский Н. С., Бабанин В. С. Автоматизированное формирование моделей операционных заготовок // Наст. выпуск. С. 26—29.
3. Куликов Д. Д., Бабанин В. С. Создание параметрической модели детали в среде САД-системы // Науч.-техн. вестн. СПбГУ ИТМО. 2011. № 4 (74). С. 161—163.

#### Сведения об авторах

- Дмитрий Дмитриевич Куликов** — д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: ddkulikov@rambler.ru
- Александр Сергеевич Сагидуллин** — аспирант; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: sagi.pochta@gmail.com
- Серж Олегович Носов** — аспирант; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: nosovserzh@gmail.com