



Литература

1. Мухачева Э.А. Рациональный раскрой промышленных материалов. Применение АСУ. – М.: Машиностроение. – 1984. – 176 с.
2. Хасанова Э. И. Проектирование размещения геометрических объектов на многосвязном ортогональном полигоне [Текст]: дис. ...канд. тех. наук: 05.13.12: Уфа. – 2010. – 188 с.
3. Телицкий С. В. Оптимизация многокритериального геометрического покрытия полигона на основе условных оценок с учетом технологических ограничений [Текст]: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.01: Уфа. – 2013.– 179 с.
4. Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным и машиностроительным производством/Кульга К.С., Кривошеев И.А. // М. : Машиностроение. – 2011. – 377 с.
5. К.С. Кульга, П. В. Меньшиков. Оптимизация геометрического покрытия многосвязного ортогонального полигона с граничными препятствиями с учётом конструкторско-технологических ограничений // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. №4. (выпуск 50). Часть 2. – 2014. – с. 75-82.
6. Гольдштейн А.Л. Метод отклонений для многокритериальных задач // Пермь: зд. ПГТУ. – 2010. – 27 с.

К.С. Кульга, А.В. Половинкин

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Актуальность проблемы. Детали авиационных двигателей характеризуются сложностью и разнообразием конструкций, что приводит к необходимости разработки значительного количества станочных приспособлений (СП). К конструкции СП предъявляются высокие требования по точности изготовления и качеству базовых поверхностей.

Системный анализ существующих бизнес-процессов (БП) проектирования СП, основанных на применении стандартной функциональности программного обеспечения (ПО) САД (*Computer Aided Design*)-систем, выявил следующие недостатки:

- создание нового СП основано на экспертных оценках конструкции, включает значительные затраты времени на изучение проектной и справочной информации, а также на проектирование СП;
- учитываются только общие вопросы базирования заготовок с профильными посадочными поверхностями;
- не учитываются особенности проектирования и технологичности базовых деталей СП, что приводит к снижению качественного уровня конструкции СП;



– проектирование деталей и сборочных единиц (ДСЕ) СП выполняется без автоматизации построения параметрических 3D-геометрических моделей ДСЕ СП, чертежей СП, а также формирования спецификаций СП. В этом случае САД-система используется только в качестве электронного кульмана.

Таким образом, создание и экспериментальная апробация автоматизированной информационной системы (АИС), предназначенной для повышения эффективности проектирования СП, применяемых для изготовления деталей авиационных двигателей расчётов, является актуальной научной задачей.

Теоретическая часть. Разработка ПО АИС для проектирования СП осуществлялась на основе методологии, подробно описанной в монографии [1].

Функциональная модель (ФМ) АИС. Объектно-ориентированная функциональная модель АИС разработана с применением методологии *Rational Unified Process (RUP)* и платформенно-независимого объектно-ориентированного языка *UML (Unified Modeling Language)* [2].

Этапы разработки объектно-ориентированной ФМ АИС [1, 5]: бизнес-моделирование; определение функциональных и нефункциональных требований; анализ и проектирование; реализация; тестирование; развертывание.

Каждый этап включал выполнение задач для достижения конечной цели функционального моделирования – разработка ПО АИС для проектирования СП. Реализация вышеуказанных этапов подробно рассмотрена в работе [5].

Разработанная ФМ является основой для создания информационно-математической модели и базовых информационных технологий АИС проектирования СП.

Информационно-математическая модель (ИММ) АИС. Основой для создания ИММ является разработанная объектно-ориентированная ФМ АИС, математические модели и методы для проведения размерных характеристик, точностных и силовых расчётов конструкций СП [3], а также алгоритмическое обеспечение для автоматизации построения параметрических 3D геометрических моделей и проекционных сборочных чертежей СП, формирования спецификации на основе API (*Application Programming Interface*)-функций САД-системы.

Исполнительные размеры сборочного СП определяются с учётом размеров посадочной и упорной поверхностей, которые указаны в комплекте технологической документации для ДСЕ. Точность обработки детали оценивается сопоставлением расчетной погрешности с допустимой величиной погрешности её изготовления.

Базовые информационные технологии АИС. Для реализации этого этапа методологии [1] разработано ПО АИС *Stalker MTA* для автоматизированного проектирования типовых конструкций СП.

Системный анализ функций отечественных и зарубежных САД-систем выявил, что российская САД-система *КОМПАС-3D* [4] обладает следующими возможностями:

- параметрическое 2D/3D геометрическое моделирование ДСЕ;



- наличие библиотек стандартных изделий с заполненными наборами данных, применяемых при проектировании СП;
- оформление конструкторской документации для СП в соответствии с российскими государственными стандартами;
- наличие ПО API-функций для нового геометрического ядра *C3D Kernel*, в котором объединены модули геометрического моделирования, параметризации и трансляции данных. Это позволяет создавать ПО АИС с реализацией программного доступа к объектам САД-системы [6].

В качестве экспериментальной апробации предложенных моделей и методов были разработано ПО библиотек, входящих в состав АИС *Stalker MTA*, для автоматизированного проектирования следующих сборных СП: токарные и шлифовальные оправки, кондукторы.

Рассмотрим пример автоматизированного проектирования СП «Оправка токарная», предназначенного для механической обработки детали «тело вращения» на токарном металлорежущем станке, на основе ПО библиотеки «Проектирование станочного приспособления: оправка» (таблица 1).

ПО библиотеки АИС *Stalker MTA* подключается к менеджеру библиотек САД-системы *КОМПАС-3D* (см. п.2, таблица 1).

Для автоматизированного проектирования СП в АИС *Stalker MTA* используются наборы данных электронной структуры изделия, которой управляет интегрированная АИС (ИАИС) авиационного предприятия [1]. В частности, для проектирования СП используются следующие данные технологического процесса изготовления ДСЕ:

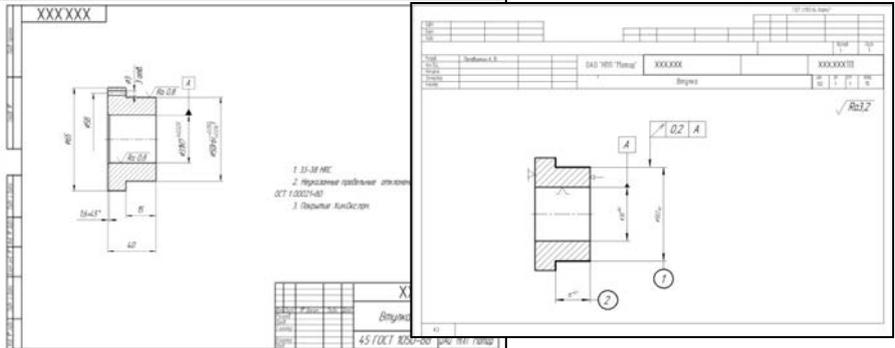
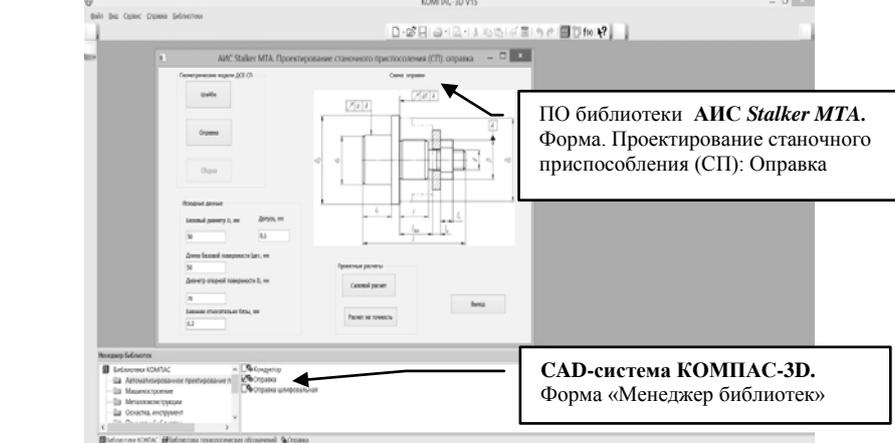
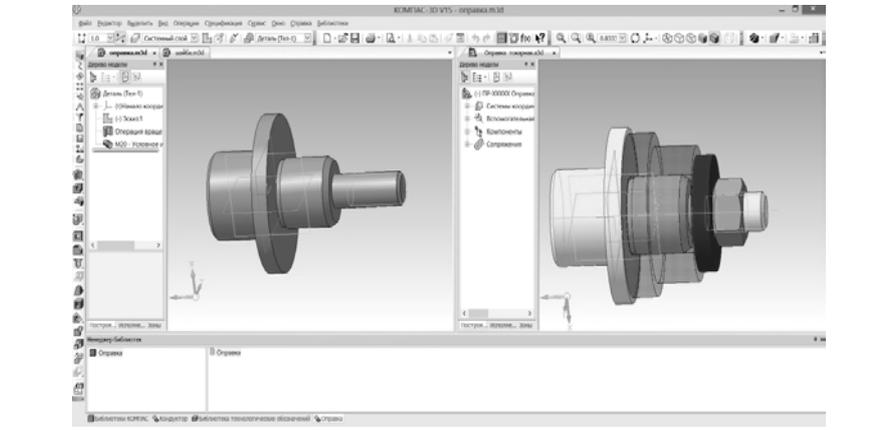
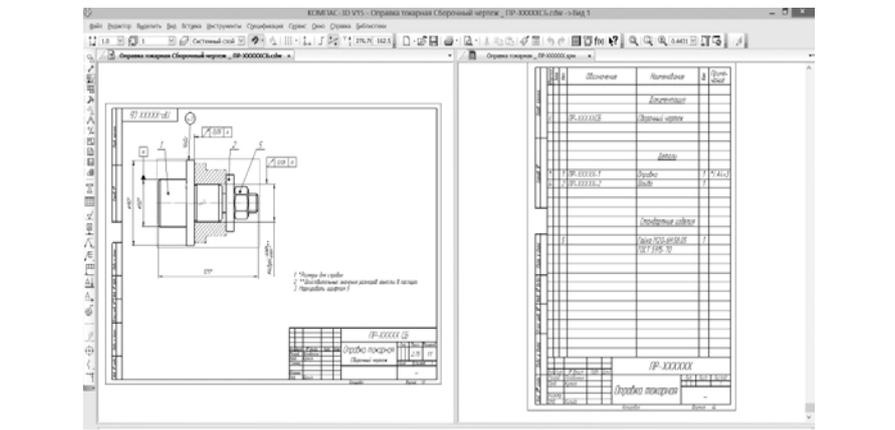
- операционные эскизы (схема базирования);
- сведения об режущих инструментах и режимах резания;
- последовательность технологических переходов в операциях.

На основе автоматически построенной геометрической модели сборки СП (см. п. 3, таблица 1), ПО библиотеки АИС *Stalker MTA* формирует сборочный чертеж СП и его спецификацию (см. п. 4, таблица 1).

Заключение. На основе предложенных моделей и методов авторами разработано и экспериментально апробировано ПО АИС *Stalker MTA*, отличающееся реализацией автоматизированного проектирования сборных СП на стадии технической подготовки производства деталей авиационных двигателей и информационным взаимодействием с ИАИС в едином информационном пространстве предприятия.



Таблица 1 Базовые информационные технологии библиотеки АИС Stalker MTA

№ п. п.	Описание базовой информационной технологии АИС	Реализация базовой информационной технологии АИС
1.	Исходные данные: – конструкторская документация; – технологическая документация.	
2.	Интеграция АИС Stalker MTA и САД-системы КОМПАС-3D на уровне управления и наборов данных	 <p data-bbox="1054 801 1441 913">ПО библиотеки АИС Stalker MTA. Форма. Проектирование станочного приспособления (СП): Оправка</p> <p data-bbox="1054 1061 1441 1137">САД-система КОМПАС-3D. Форма «Менеджер библиотек»</p>
3.	Автоматическое построение параметрических 3D геометрических моделей ДСЕ СП	
4.	Автоматическое построение сборочного чертежа СП и формирование его спецификации	



Литература

1. Кульга К. С. Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным и машиностроительным производством [Текст] / Кульга К. С., Кривошеев И. А. – М. : Машиностроение, 2011. – 377 с.
2. Рамбо Дж. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка [Текст] / Рамбо Дж. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2007. – 544 с.
3. Станочные приспособления [Текст]: Справочник. В 2-х т./ ред. Вардашкин Б. Н. – М. : Машиностроение. – 1984. – 430 с.
4. Компания АСКОН. Комплексные решения для машиностроения – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ascon.ru> (Дата обращения 12.01.2015).
5. Кульга К.С., Половинкин А.В. Автоматизация проектирования станочных приспособлений для изготовления деталей авиационных двигателей [Текст] // Сборник научных трудов V-й международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные аспекты современной науки»/ Белгород: АПНИ. – 30.11.2014. – Часть III., – с.87-91.
6. C3D Labs. The Core 3D. Комплексные решения для машиностроения – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://c3dlabs.com/ru/> (Дата обращения 31.01.2015).

В.В. Любимов, В.С. Лашин

ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОШАГОВЫХ МЕТОДОВ РУНГЕ-КУТТЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ УПРАВЛЯЕМОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МИКРОСПУТНИКА

(Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет))

Рассматривается задача о математическом моделировании процесса успокоения микроспутника с электромагнитными исполнительными органами на борту. При численном интегрировании системы уравнений движения микроспутника применяется семиэтапный метод Рунге-Кутты. Производится сравнение результатов численного интегрирования при использовании семиэтапного и четырехэтапного явных методов Рунге-Кутты.

Постановка задачи. В современной космонавтике при управлении вращательным движением микроспутника наиболее часто используются магнитные системы управления [1],[2]. Такие системы в основном используются на микроспутниках, поскольку для них характерны небольшими управляющими моментами. Электромагнитные катушки применяются в современных системах управления ориентацией спутников также для уменьшения кинетических моментов двигателей-маховиков [3]. При движении по орбите на спутник оказывают влияние различные возмущающие силовые факторы [4]-[5]. Кроме того, в