

УДК 621.757

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ В МУЛЬТИСИСТЕМНОЙ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

© 2012 О.С.Самсонов, М.Е. Саутенков, М.О. Шенаев

ФГУП «НИЧ «МАТИ» – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского, г. Москва

Поступила в редакцию 05.10.2012

Излагаются методика имитационного моделирования и оптимизации производственных процессов сборки, на основе используемых в авиационной промышленности программных продуктов, и реализация имитационной модели расширенным функционалом системы ТеМП.

Ключевые слова: Имитационное моделирование, оптимизация, производственные процессы, электронные модели, цикловые графики, информационная поддержка, ресурсы, конфигурирование, программа выпуска.

Имитационное моделирование является мощным инструментом оптимизации производственных процессов. Методы имитационного моделирования, разработанные отечественными учеными, широко использовались при выполнении исследовательских и проектных работ по созданию эффективных производственных систем большой сложности. При этом использовались графовые и матричные модели, реализуемые, как правило, на специальных языках. [1]

В последнее время в связи с развитием методологии и систем электронного моделирования становится актуальной задача интеграции моделей имитационного моделирования с электронными моделями производственных систем. Разработчики PLM-систем предлагают программные продукты для имитации производственных систем и процессов с использованием электронных моделей изделий, оборудования, оснащения и антропометрических манекенов. Компания SiemensPLMSoftware предлагает систему TECNOMATIX, решающую задачи по оптимизации процессов сборки, координации движений оборудования, расчету производительности, загрузки и балансировки производственных линий [2].

В цепочку программных продуктов этой компании входит ряд других систем, обеспечивающих сквозную информационную поддержку процессов конструкторско-технологического проектирования и подготовки производства. Поскольку эти системы приняты в качестве ба-

зовых для авиационной промышленности, то задача их промышленного внедрения имеет особую актуальность.

Ряд систем успешно эксплуатируется на предприятиях авиационной промышленности (NX, Teamcenter, Vericut и др.), однако применение некоторых модулей вызывает значительные трудности и сдерживает внедрение сквозных процессов. Модуль «редактор технологических процессов (РТП)», реализованный на основе использования шаблонов операций (методология 70-х годов прошлого века), не в полной мере отвечает современным требованиям, предъявляемым к системам интеллектуальной информационной поддержки, поскольку в нем отсутствуют средства для формирования и использования технологической базы знаний.

Поэтому была предложена схема интегрированного программно-информационного комплекса конструкторско-технологического проектирования (рис. 1), в котором использованы:

- программные продукты компании SiemensPLMSoftware для формирования и ведения различных конструкторских и технологических составов изделия с учетом правил конфигурирования, централизованного хранения нормативно-справочной информации, и моделей технологических процессов, сформированных в различных САМ (САРР)-системах, формирования технологических процессов верхнего уровня, а также технологических процессов изготовления деталей с использованием специализированных приложений Teamcenter;

- программные модули системы ТеМП для проектирования технологических процессов сборки с использованием в качестве исходных данных электронных моделей изделия и элементов производственной среды, сформированных в среде NX-Teamcenter.

Самсонов Олег Семенович, кандидат технических наук, директор НПЦ «Технологии ИПИ» E-mail: temp@astpp.ru
Саутенков Михаил Евгеньевич, нач. отдела программно-технического сопровождения проектов НПЦ «Технологии ИПИ».

Шенаев Михаил Олегович, кандидат технических наук, зам. директора НПЦ «Технологии ИПИ»

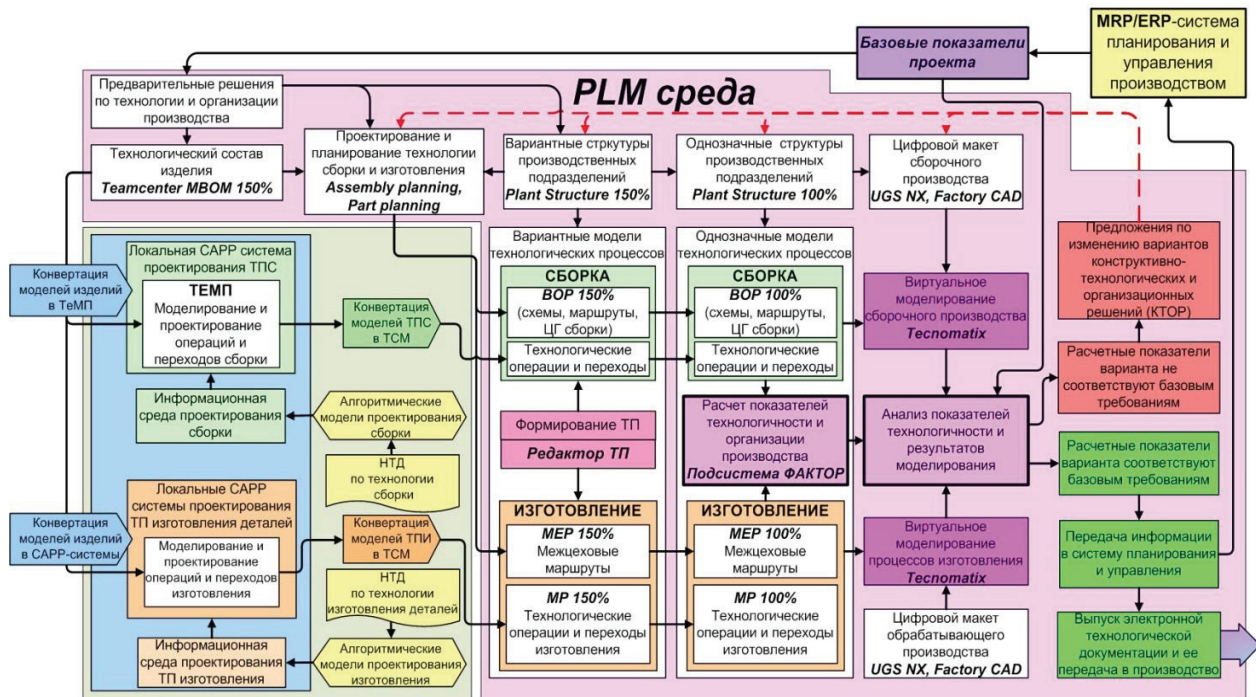


Рис. 1. Схема взаимодействия элементов интегрированного программно-информационного комплекса

Для реализации комплекса был разработан Портал интеграции систем Teamcenter–TeMP, обеспечивающий передачу конструкторских данных из TCE в среду TeMP и технологических данных (моделей технологических процессов) в среду TCE для дальнейшего использования в системах ERP и TECNOMATIX.

Задачу по формированию и ведению базы данных моделей технологических процессов в среде TCE до настоящего времени решить не удалось. Это объясняется целым рядом причин и прежде всего огромным объемом информации, которую необходимо обрабатывать при реальном промышленном внедрении (тысячи технологических процессов, каждый из которых содержит сотни операций и переходов). Поэтому процедуры по подготовке в автоматизированном режиме исходных технологических данных в TCE и их передача в систему TECNOMATIX до настоящего времени не отработаны.

Для обеспечения «быстрого решения» задач по имитационному моделированию производственных систем и процессов разработчиками TeMP были существенно расширены функциональные возможности системы. При создании системы TeMP изначально были заложены и реализованы решения, без которых проблему имитационного моделирования реализовать невозможно:

- организация процесса технологического проектирования на различных стадиях проекта (эскизного проектирования, рабочего проектирования, технологической подготовки производства);

- использование электронной конструкторской модели изделия в качестве исходных данных для проектирования технологических процессов и средств технологического оснащения;
- формирование технологических электронных моделей изделий и их использование для моделирования и динамической визуализации технологических процессов;
- поддержка методологии многоуровневого вариантного проектирования с использованием интеллектуальной информационной среды;
- формирование цикловых графиков (ЦГ) сборки с использованием моделей технологических процессов;
- выбор оптимальных конструктивно-технологических решений с учетом экономических факторов на основе расчета и анализа показателей технологичности.

Для комплексной оптимизации сборки изделий авиационной техники необходимо учитывать ряд особенностей современного этапа развития самолетостроения, принципиально меняющих облик производственной системы сборки и оказывающих существенное влияние на организацию технологического проектирования и технико-экономические параметры проекта:

- Применение новых методов и технологий цифрового производства (бесстапельная сборка, базирование по сборочным и базовым отверстиям, реализованным с использованием программно-управляемого оборудования, автоматизированные средства позиционирования при стыков-

ке агрегатов, автоматизированная постановка крепежа и др.).

- Планирование и выпуск нескольких типов изделий в различных модификациях и вариантах исполнения под конкретных заказчиков с учетом их индивидуальных требований по конфигурации изделий.
- Использование при разработке директивных технологий концептуальных решений по организации сборочных производств, предлагаемых зарубежными консалтинговыми фирмами.
- Выбор в качестве основного критерия оптимизации сборки технологической себестоимости сборочных работ, при оценке которой необходимо учитывать кроме трудоемкости сборки затраты на проектирование, изготовление и эксплуатацию универсальных и специальных средств технологического оснащения.

Имитационная модель сборочного производства должна обеспечивать возможность отработки и оптимизации производственных процессов в условиях многономенклатурности производства, вариантности конструкции изделий, технологических процессов сборки и производственных ресурсов. Для этого в имитационной модели должны быть реализованы процедуры формирования состояний электронных моделей изделий и элементов производственных систем в заданных временных интервалах[3].

Для реализации методики имитационного моделирования производственных процессов разработан модуль формирования и ведения электронных цикловых графиков, базовый функционал которого позволяет:

- формировать цикловые графики в двух основных режимах: директивное задание (например, программу выпуска изделия) и автоматизированное формирование ЦГ на основе расче-

та циклограмм технологических процессов и их привязки этапам и подэтапам цикловых графиков определенных производственных конфигураций. Календарный цикловой график производственной программы сборки формируется на основе цикловых графиков сборки серийных номеров изделия;

- рассчитывать ресурсы, необходимых для реализации цикловых графиков. При этом определяются необходимые производственные ресурсы, учитывается наличие свободных производственных мощностей, рассчитываются трудовые и материальные ресурсы. Решение этой задачи осуществляется с использованием механизмов жестких (привязанных к определенной дате) и гибких (привязанных к определенному событию) ограничений;
- визуализировать производственные процессы на электронной модели (3D-планировке). При перемещении маркера по временной шкале изменяется состояние электронных моделей элементов производственной системы и технологических моделей элементов изделия;

Процесс отработки базового функционала ЦГ осуществлялся на тестовой сборочной единице – консоли крыла, для которой:

- сформированы электронная конструкторская модель и ее модификации, схема конструктивно-технологического членения (КТЧ) для базовой конфигурации (рис. 2);
- определен состав конструкторских и технологических опционов конфигурирования, а также опционов производственной системы и сформирована матрица вариантов производственных конфигураций (рис. 3);
- спроектированы технологические процессы в системе TeМП;
- разработаны (в NX) электронные модели

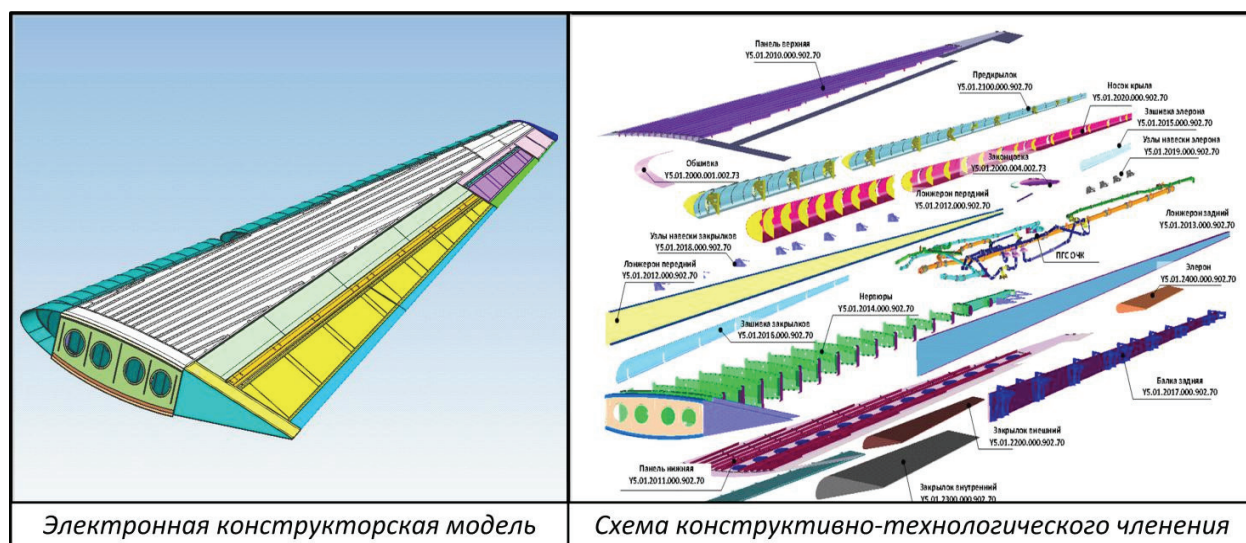


Рис. 2. Электронная конструкторская модель крыла самолета и схема конструкторско-технологического членения базовой модификации

Элементы конфигурирования														
Производственные конфигурации	Конструкторские опции					Технологические опции				Опции производственной системы				
	Код изделия	Модификация		Подмодификация		КТЧ		Методы выполнения соединений		Состав производственной системы		Схема кооперации		
	1	•	•		•		•		•		•		•	
	2	•	•		•		•		•		•		•	
	3	•	•		•		•			•		•		
	4	•	•		•		•			•			•	
	5	•	•		•			•			•		•	
	6	•	•		•		•			•		•	•	
	7	•	•		•			•	•		•		•	•
	8	•	•		•			•		•		•		•
9	•	•			•	•		•			•		•	
10	•	•			•	•			•			•	•	
11	•		•		•		•				•		•	
12	•		•		•		•		•		•		•	

Код изделия	Модификация	Подмодификация	КТЧ	Методы выполнения соединений	Состав производственной системы	Схема кооперации
Y5	1	1	Вариант 3	Вариант 2: Клепка на GEMCOR	Вариант 2: Клепка панелей на GEMCOR сборка НЧК на внештатном месте кессона	Вариант 2: Завод 100, Завод 200

Рис. 3. Идентификация варианта производственной конфигурации по составу опций

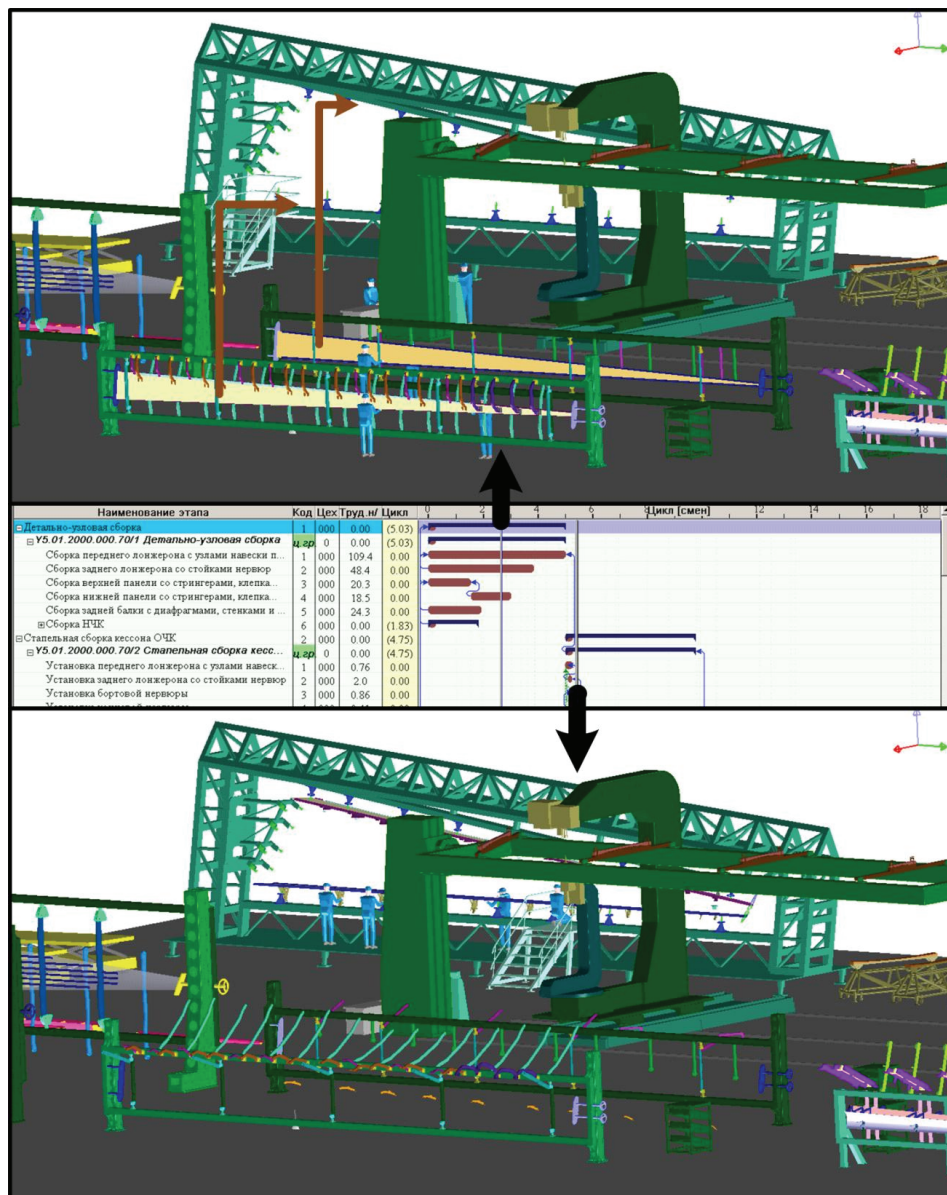


Рис. 4. Визуализация производственного процесса сборки

элементов производственной системы;

- сформированы цикловые графики производственного процесса сборки;

- выполнена визуализация и отработка циклового графика сборки консоли крыла и входящих в него сборочных единиц (рис. 4).

Система имитационного моделирования изначально разрабатывалась для решения задач по проектированию директивных технологических процессов сборки и выбору конструктивно-технологических и организационно-технических решений сборочного производства на ранних этапах проекта, однако заложенные в нее возможности позволяют использовать ее для решения задач производственного планирования и мониторинга состояния производственного процесса, а также процессов конструкторско-технологической подготовки производства.

Внедрение указанных разработок будет осуществляться в рамках выполнения контракта «Развитие интегрированной автоматизированной системы информационной поддержки жизненного цикла воздушных судов гражданской и транспортной авиации на основе электронного определения изделия на примере ЗАО «Авиастар-СП».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Имитационное моделирование производственных систем [под общ. ред. чл.-кор. АН СССР А.А. Вавилова]. М.: Машиностроение; Берлин: Техника, 1983. 416 с.
2. Teamcenter для поддержки процессов технологической подготовки производства. Siemens ProductLifecycle Management SoftwareInc. 2009 г.
3. Самсонов О.С. Оптимизация сборки изделий авиационной техники на основе моделирования процессов производства // Технология машиностроения. 2012. №8. С.24.

SIMULATION OF AIRCRAFT ASSEMBLY PROCESS IN INTEGRATED MULTI-SYSTEM SOFTWARE

© 2012 O.S. Samsonov, M.E. Sautenkov, M.O. Shenayev

NiCh «MATI» – Russian State University of Aviation Technology named after K.E. Tsiolkovsky

Authors present methodology of simulation and optimization of assembly processes, which uses specific compilation of integrated software common in aircraft designing and manufacturing. Also the article describes implementation of assembly process simulation by new system TeMPI functionality.

Keywords: Simulation, optimization, assembly processes, electronic models, cyclograms, information support, resources, configuration, production program.

Oleg Samsonov, Candidate of Technics, Director of R&D «CALS Technologies». E-mail: temp@astpp.ru

Michael Sautenkov, Head of Projects' Coordinating and Implementing Department of R&D «CALS Technologies».

Michael Shenayev, Candidate of Technics, Vice-Director of R&D «CALS Technologies».