

УДК 658.512.4.011.56: 621.9.06 + 621.9.02

## СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЯ В РАМКАХ СОВРЕМЕННОЙ КОНЦЕПЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

*В.С. Кривцов, д-р техн. наук, В.Е. Зайцев, канд. техн. наук*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Одной из главных задач комплексной автоматизации является задача уменьшения длительности производственного цикла изготовления изделия. Этого можно достичь путем сокращения длительности изготовления на каждом этапе, уменьшения времени согласования между этапами и уменьшения количества возвратов полученных решений для дополнительной коррекции и, наконец, переходом от последовательного метода выполнения этапов к параллельному – «concurrent engineering». Одна из ключевых задач комплексной автоматизации предприятия - автоматизация технологической подготовки производства.

\* \* \*

Однією з головних задач комплексної автоматизації є задача зменшення тривалості виробничого циклу виготовлення виробу. Цього можна досягти шляхом скорочення тривалості виконання кожного етапу, зменшення часу узгодження між етапами та зменшення кількості повернень отриманих рішень для додаткової корекції і, нарешті, переходом від послідовного методу виконання етапів до паралельного - «concurrent engineering». Однією з ключових задач комплексної автоматизації підприємства є автоматизація технологічної підготовки виробництва.

\* \* \*

One of main problems of an integrated automation is the problem of reduction of production cycle. It is possible for achieving by reduction of each stage duration, by reduction time of the coordination between stages and reduction of quantity of returns of the obtained solutions for padding correction and, at last, by transition from a series method of fulfillment of stages to parallel - «concurrent engineering». One of key problems of an integrated automation of firm is the automation of production tooling.

Анализ предыдущих исследований и развития современных производственных систем показывает, что наиболее эффективной формой автоматизации производства может быть только комплексная автоматизация с созданием интегрированных систем управления, которая охватывает все этапы жизненного цикла сложного изделия машиностроения [1-3].

Главной целью данной работы является создание технологического модуля в рамках концепции организации виртуальных производственных комплексов. Это сократит длительность производственного цикла изготовления изделия, так как системы комплексной автоматизации позволят решить следующие проблемы:

- сокращение длительности выполнения каждого этапа;
- уменьшение времени на согласование между этапами;
- сокращение количества возвратов и дополнительных коррекций;

– переход от последовательного метода выполнения этапов к параллельному – «concurrent engineering».

Идеология «concurrent engineering» предполагает не только совмещение выполнения этапов изготовления изделия, но и участие всей «команды» проектантов в решении функциональных задач каждого этапа, сокращения межэтапных итераций. Программно-технической поддержкой рассматриваемого подхода является создание локальной сети и организация «виртуального предприятия» с общим доступом к базам данных и знаний.

Одна из ключевых задач комплексной автоматизации и интеграции предприятия – автоматизация технологической подготовки производства (ТПП).

Цель ТПП – обеспечить подготовку серийного изготовления изделия в требуемых количествах, высокого качества и в заданные планом сроки при наименьших затратах материальных и финансовых ресурсов. Для реализации этой цели в процессе тех-

нологической подготовки производства нового изделия применяют все современные достижения науки и технологии. Поэтому автоматизация должна охватить все этапы ТПП – от отработки конструкции изделия на технологичность до проектирования процессов технического контроля.

Качество работ, выполняемых при ТПП, оказывает решающее влияние на технико-экономические показатели последующего серийного производства, так как каждое решение (в том числе и ошибочное), принятое при ТПП, затем многократно реализуется в производстве. В этой связи важным направлением совершенствования ТПП является комплексная и сквозная автоматизация ее процессов.

Автоматизация ТПП осуществляется путем создания автоматизированных информационно-поисковых и информационно-справочных систем, механизации и автоматизации оформления документов, автоматизации логических и расчетных задач. В этой связи основными функциями автоматизированных систем ТПП будут:

- ведение информации по участкам, технологическим операциям и основному технологическому оборудованию производственного цеха;
- информационное представление состава изделия и маршрутных технологий для всех комплектов деталесборочных единиц (ДСЕ);
- формирование списка наименований обрабатываемых ДСЕ;
- определение вида технологии изготовления детали;
- формирование списка типовых видов заготовок (прокат, поковки, литье);
- ведение списков покупных и нормализованных деталей;
- ведение значений нормализованных припусков на механообработку;
- ведение списка применяемых материалов;
- формирование тарифной сетки для расчета

стоимости рабочего времени;

- ведение типовых составов используемых технологических операций.

В состав проектных действий входят:

- проектирование как маршрутных, так и маршрутно-операционных и операционных технологических процессов. Пример блок-схемы автоматизированной системы проектирования технологического процесса для заготовительно-штамповочного производства показан на рисунке;
- просмотр эскизов основного и вспомогательного инструмента, комплектующих, оборудования и их автоматизированный выбор;
- расчет режимов обработки;
- нормирование основных и вспомогательных материалов;
- расчет операционной трудоемкости;
- архивирование технологических процессов;
- автоматизированное создание маршрутного технологического процесса при разработке его отдельных фрагментов с разных рабочих мест;
- автоматизированное получение всех технологических документов с возможностью варьирования информации, включаемой в тот или иной документ, и составление собственных документов.

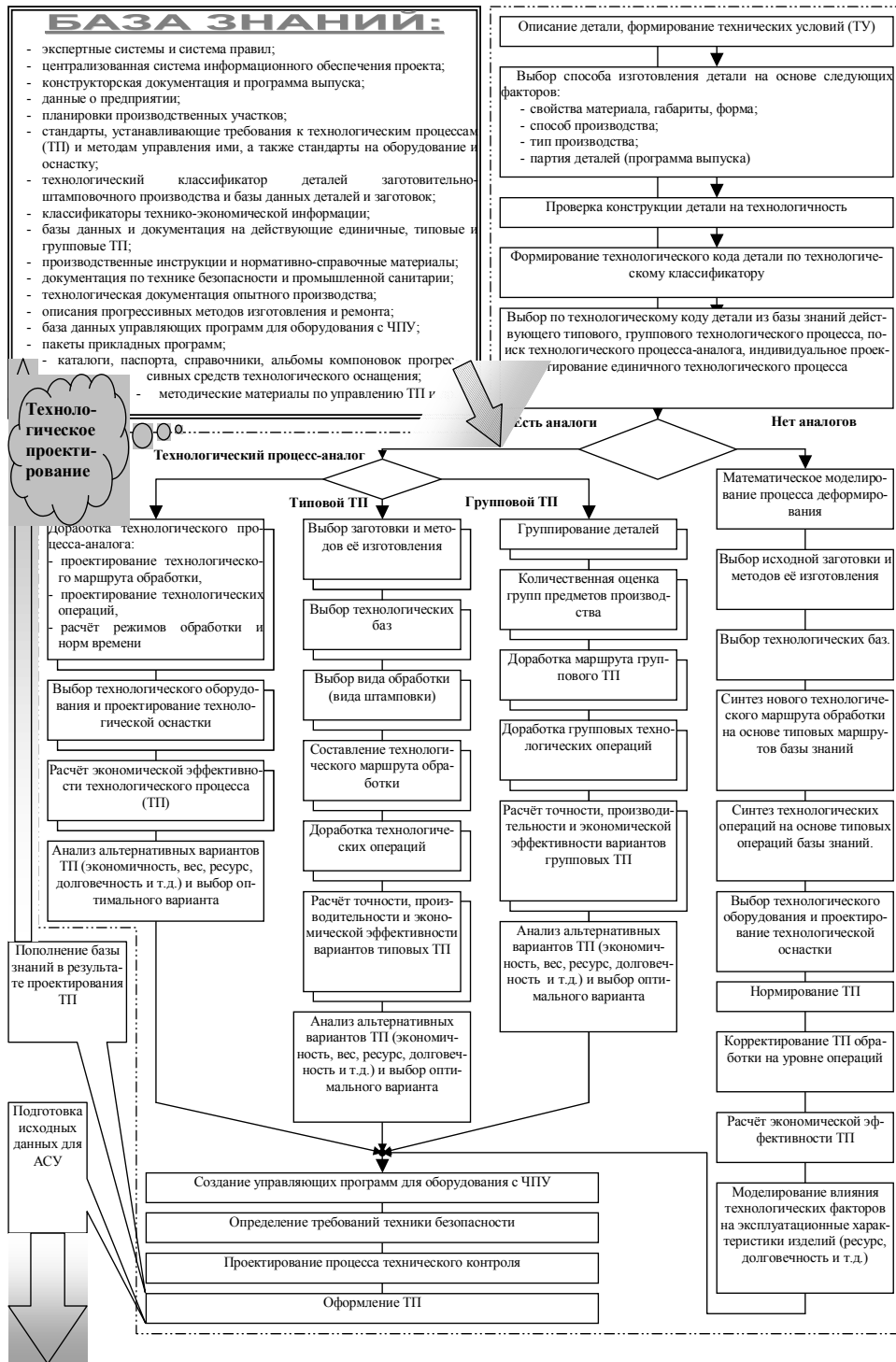
При реализации САПР ТП на практике выбирают один из следующих методов автоматизации проектирования технологических процессов:

1. Повторное использование единичных технологических процессов. Схема проектирования технологии имеет следующий вид:

**Деталь → Деталь-аналог → Техпроцесс на деталь-аналог → Техпроцесс на деталь.**

2. Использование унифицированного технологического процесса (УТП). В зависимости от степени конструктивно-технологического подобия деталей группы УТП может быть типовым или групповым. Схема проектирования технологического процесса имеет следующий вид:

**Деталь → УТП → Рабочий ТП.**



Блок-схема технологического модуля для заготовительно-штамповочного производства

3. Проведение синтеза технологического процесса.

Этот метод основан на исследовании многоуровневой декомпозиции процессов технологического проектирования и типизации технологических решений на уровне перехода. Автоматизированное проектирование технологического процесса происходит в четыре этапа:

1. Синтез принципиальной схемы технологического процесса (назначение заготовительного этапа технологического процесса; формирование черновых и чистовых этапов обработки детали).

2. Синтез технологического маршрута (расчленение множества методов обработки поверхностей деталей на укрупнённые операции; упорядоче-

ние укрупнённых операций; разбиение укрупнённых операций на простые; выбор оборудования для каждой простой операции; выбор технологических баз и схем базирования детали; определение последовательности операций).

3. Синтез технологических операций (определение межоперационных размеров; расчленение операций на переходы; выбор средств технологического оснащения; определение режимов резания и норм времени; выбор рационального варианта операций).

4. Синтез управляющих программ для станков с ЧПУ (если необходимо).

В рамках разрабатываемого технологического процесса в автоматизированной системе технологической подготовки должны рассматриваться:

- автоматическое кодирование детали с помощью классификатора;
- технологическая операция (код, наименование, цех, участок, рабочее место);
- используемый инструмент, оснастка для технологического перехода;
- основные и вспомогательные материалы;
- руководящая документация и различного рода вспомогательная информация;
- технологическое оборудование и параметры его работы;
- нормирование операций;
- контрольно-измерительные оборудование и инструмент.

В результате работы системы в автоматизированном режиме должен готовиться пакет технологической документации (материальные карты, список нормализованных и покупных деталей комплекта, сведения о технологических маршрутах, технологическая карта и др.).

Автоматизированная система ТПП должна обеспечивать проведение в автоматическом или автоматизированном режиме следующих расчетов:

- расчет потребности в материалах, трудоем-

кости, себестоимости изделия, потребности в стандартных изделиях и комплектующих;

- формирование карты сборки узла или изделия;
- получение сводных конструкторско-технологических документов;
- расчеты применимости оборудования, материалов, номенклатуры цеха/участка;
- ведение архива изделий и др.

При разработке модуля автоматизированной системы ТПП должны учитываться следующие требования:

- модуль должен работать как в автономном режиме (вне компьютерных сетей), так и в компьютерной сети – локальной и глобальной;
  - следует обеспечить возможность работы с 3D-моделью изделия без потери информации при переводе из формата в формат;
  - в процессе решения задач должна использоваться единая информационная база проекта, поддержание в автоматизированном режиме целостности данных;
  - в процессе решения задач кодирование информации реализуется в автоматическом или автоматизированном режиме;
  - следует обеспечить широкий доступ (в рамках дозволенного) к информационным ресурсам проекта (в том числе и мировым);
  - формирование и учет извещений об изменении должен проводиться в автоматизированном режиме;
  - необходимо обеспечить редактирование и формирование разнообразной текстовой и атрибутивной информации (справки, пояснения, формы технологической отчетности и др.);
  - следует обеспечить возможность развития информационной и организационной структуры системы.
- Эффективность современного машиностроительного производства во многом определяется качеством и оперативностью принятия решений в

процессе технологической подготовки и управления производством, что, в свою очередь, прямо зависит от эффективности использования существующих технологических знаний.

В результате развития технологической науки и производства накоплен значительный объем знаний, сосредоточенных в обширной литературе и технической документации. Однако эффективность применения знаний заметно снижается вследствие ряда недостатков:

- рассредоточенность знаний как по источникам, так и по времени приобретения;
- невозможность немедленного использования знаний о физических процессах (технологических методах) без определенных преобразований, так как во многих источниках они представлены в виде количественных зависимостей, логических утверждений, графиков, диаграмм, гистограмм и др. В таком представлении знания выражены неявно, трудно извлекаемы и практически неформализуемы.

Перечисленные недостатки приводят к крайне низкой эффективности использования знаний в ходе принятия решений для технологической подготовки производства.

Решению этой проблемы должно помочь создание экспертных систем и банков знаний, являющихся неотъемлемой частью автоматизированной системы ТПП и составной частью единой комплексной системы.

Создание банка знаний базируется на систематизированном представлении конструкторско-технологического классификатора. Классификация и кодирование изделий машиностроения и технологических процессов их производства обеспечивают единство информационного сопровождения изделий на всех стадиях жизненного цикла изделий, начиная от маркетинга и заканчивая утилизацией. Необходимость автоматизации процесса классификации тем сильнее, чем больше номенклатура и меньше партийность изделия.

## Заключение

Для создания современного программного продукта необходимо провести научно-технические работы в области систематизации имеющейся разрозненной информации, упорядочения и унификации предоставления обмена производственными данными и создать интеллектуальные производственные базы знаний. Это может стать предпосылкой к созданию «виртуальных предприятий».

Для решения всех сложных проблем и задач, связанных с разработкой новых научных направлений и информационных технологий, необходима аккумуляция всего научного потенциала отечественных предприятий и организаций, привлечение опытных специалистов-практиков. Создание такого программного комплекса позволит в современных условиях в несколько раз сократить время выполнения заказов, повысить качество продукции.

## Литература

1. CALS в авиастроении // Братухин А.Г., Давыдов Ю.В., Елисеев Ю.С., Павлов Ю.Б., Суров В.И.; Под. ред. Братухина А.Г. – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 304 с.
2. Кривцов В.С., Федорович О.Е., Зайцев В.Е. Направления исследований при создании компьютерных интегрированных технологий автоматизации заготовительно-штамповочного производства // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – Вип. 15. – Харків: ХАІ, 2000. – С. 119 – 123.
3. Кривцов В.С., Федорович О.Е., Зайцев В.Е. Интегрированные компьютерные технологии и сквозной электронный тракт при проектировании и производстве сложных изделий машиностроения // *Вісті Академії інженерних наук України*. – 2000, № 4. – С. 11 – 17.

*Поступила в редакцію 31.03.03*

**Рецензенты:** д-р техн. наук, профессор Федорович О.Е., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков; канд. техн. наук Полищук С.М., ООО «Энергоатом Харьков проект», г. Харьков.