

УДК 658.512.4.011.56: 621.9.06 + 621.9.02

В.С. Кривцов, В.Е. Зайцев

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

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ
ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
АВИАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В статье рассмотрены проблемы внедрения информационных технологий в современное авиационное производство, задачи, требующие решения при переводе авиационных предприятий на путь комплексной автоматизации. Предложено решение задач технологической подготовки производства на основе информационных знаниеориентированных технологий.

штамповочное производство, ИПИ-технология, технологический процесс

Научно-техническая политика в области авиастроения – это действия, направленные на реализацию поставленных целей в области производства современных конкурентоспособных самолетов на определенном, достаточно длительном интервале времени, при сложившихся на данный период экономических, социальных и политических условиях. Длительность периода зависит от устойчивости экономических условий.

Важную роль в решении проблем ресурсосбережения и кооперации производителей играют информационные технологии [1, 2]. Производство сложных наукоемких изделий авиастроения невозможно сегодня без обеспечения их информационной поддержки на всех стадиях жизненного цикла, без применения ИПИ-технологий (рис. 1).

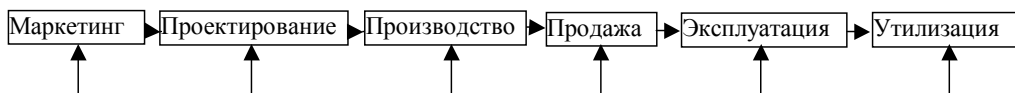


Рис. 1. Модель ИПИ-технологий

Главной проблемой технологии машиностроения как науки является изучение закономерностей протекания технологических процессов, выяв-

ление наиболее эффективных параметров повышения качества изделий, рентабельности и интенсификации производства.

Техническая подготовка производства самолета включает в себя огромный объем работ, разнообразных по содержанию и сложности (рис. 2). Самолет концентрирует в себе достижения многих областей знаний. Основным требованием, предъявляемым к технической подготовке производства, является обеспечение минимальных сроков и минимальных затрат труда и средств на ее осуществление.

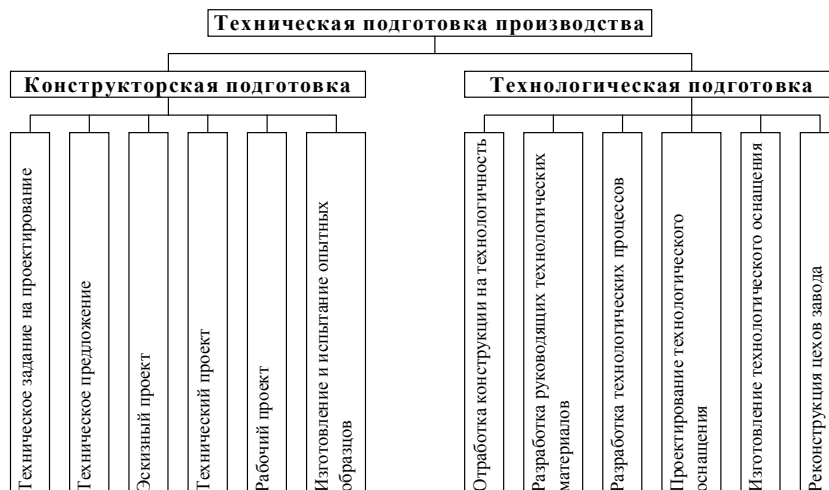


Рис. 2. Структура технической подготовки производства

Сложность технологических процессов и ответственность принимаемых при их проектировании решений обуславливает целесообразность применения методов и средств САПР. При автоматизации проектирования технологических процессов учитывают характер и взаимосвязи факторов, влияющих на построение технологического процесса и определяющих заданное качество изготавливаемых изделий и экономическую эффективность.

Использование ЭВМ и систем автоматизированного проектирования позволяет кардинально преобразить сферу деятельности технолога, позволяя провести многовариантное проектирование, и использовать возможности экспертных систем для выбора рациональных технологических и конструкторских решений.

Систему автоматизированного проектирования технологических процессов заготовительно-штамповочного производства условно можно раз-

делить на два класса: проектирования технологических процессов и проектирования штампов. Система группирования технологических задач показана на рис. 3.

Проектирование технологического процесса на заготовительно-штамповочном производстве предусматривает решение в определённой последовательности ряда задач. На каждом этапе возможно несколько вариантов решения, количество вариантов возрастает в степенной зависимости от количества этапов.



Рис. 3. Система группирования технологических задач

В рамках проектирования технологического процесса в системе автоматизированного проектирования технологических процессов заготовительно-штамповочного производства рассматриваются:

- автоматическое кодирование детали с помощью классификатора;
- технологическая операция (код, наименование, цех, участок, рабочее место);
- используемый инструмент, оснастка для технологического перехода;
- основные материалы (материал заготовки);
- вспомогательные материалы;
- регламентирующие документы (инструкции);
- вспомогательная информация, содержащая различного рода пояснения и рекомендации;
- технологическое оборудование;
- технологические параметры работы;

- временные и трудовые параметры (разряд работ, код профессии, подготовительно-заключительное и штучное время операции);
- технологический переход (текстовое пояснение, параметры работы оборудования);
- контрольно-измерительные инструмент и оборудование.

Автоматизированное проектирование технологических процессов проводят на основе типовых и групповых технологических процессов, единичных технологических процессов и операций-аналогов, а также индивидуального проектирования. Решению задач автоматизированного проектирования технологических процессов во многом способствуют стандарты Единой системы технологической подготовки производства.

Эффективность современного машиностроительного производства во многом определяется качеством и быстротой принятия решений в процессе технологической подготовки и управления производством, что, в свою очередь, прямо зависит от эффективности использования существующих технологических знаний. Задача состоит в построении комплексного метода, состоящего из следующих компонентов: информационное поле технологических цепочек частных технологических процессов, его структурная схема; объединенная структура частных технологических процессов; алгоритм выбора структурных схем технологических процессов изготовления деталей; функциональная схема интеллектуальной знаниеориентированной системы поддержки принятия технологических решений.

Для решения этой задачи специалистами Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» разрабатывается система интеллектуальной знаниеориентированной системы поддержки принятия технологических решений – «Интеллектуальная система поддержки принятия решений (ИСППР) «КВАНТ» для технологической подготовки авиационного производства» [3 – 13] (рис. 4).

Система использует мультиагентную технологию, интеграцию с базами данных и базами знаний существующих систем ИПИ-технологий. Выбор оптимального решения достигается за счет интегрированного информационно-технологического взаимодействия с непрерывным определением экономической эффективности технологии и технико-экономическим анализом рисков и затрат. Применение мультиагентной технологии позволяет

максимально интегрировать систему принятия решений и существующие базы знаний различных систем (рис. 5).

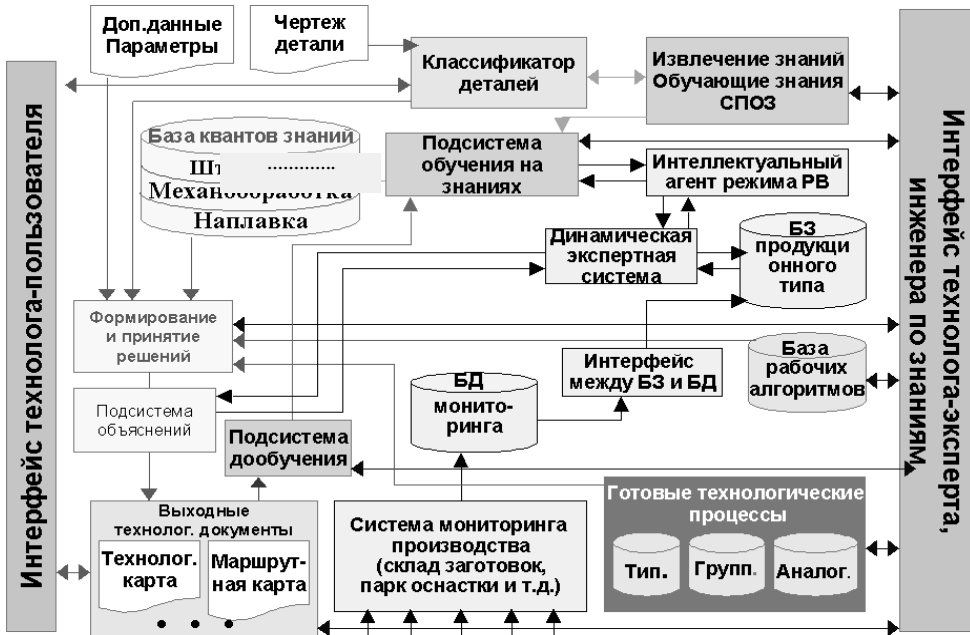


Рис. 4. Архитектура ИСПП «КВАНТ»

для технологической подготовки авиационного производства

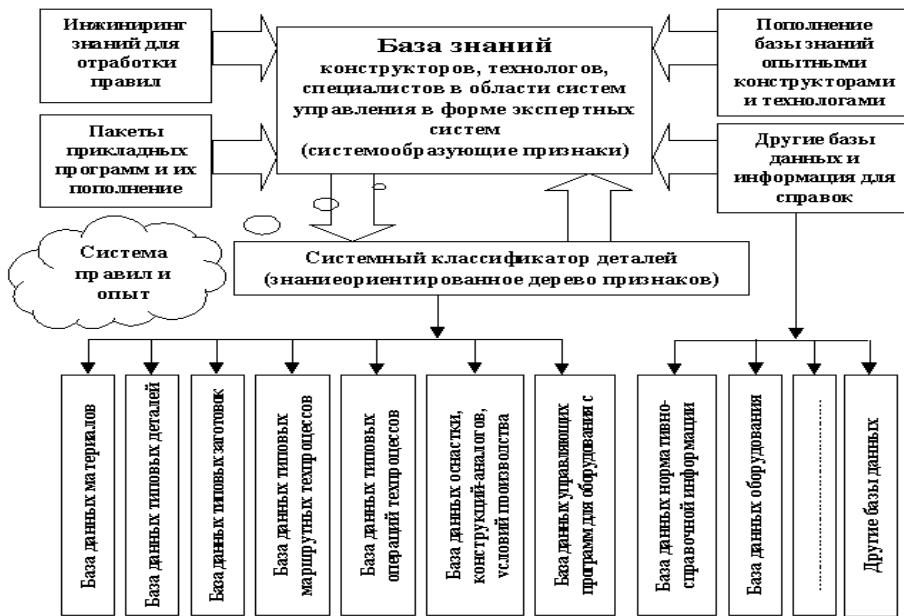


Рис. 5. Структура базы знаний

При этом отдельный уровень агента позволяет учитывать особенности реального производства и реального процесса в условиях реального времени (on-line).

Система позволяет формализовать знания, опыт и интуицию экспертов, использующих традиционные технологии, и, учитывая возможности новых информационных технологий, помочь принять наиболее приемлемое и рациональное технологическое решение, которое отвечало бы необходимым производственным ограничениям и требованиям. Входной информацией системы является сообщения экспертов данной предметной области, показаний датчиков и различных измерений, которые представляют исходные знания. Сообщения экспертов базируются на их знаниях и опыте, которые используются при формировании базы знаний. Накопление исходных знаний осуществляется подсистемой обучения, связанной с экспертами-производственниками посредством многофункционального интерфейса. На основе полученной базы знаний подсистема логического вывода на основе сформированной базы знаний осуществляет этот процесс при помощи соответствующих алгоритмов. Подсистема объяснения позволяет вывести на экран обоснование действий, раскрывая цепочку смоделированных причинно-следственных рассуждений, приведшую к данному целевому решению.

Процесс функционирования ИСППР является итерационным и включает следующие шаги: обобщение и анализ знаний; настройка на решаемую задачу; генерацию проектного решения; анализ и оценку альтернативы; оптимизацию и выбор приемлемого решения; сравнение с техническим заданием, экспертную и вероятностную оценку и принятие окончательного решения; генерация комплекта выходной технологической документации.

Использование данного подхода и разрабатываемой системы в рамках предприятия позволит:

- унифицировать процессы проектирования технологической подготовки производства и технологических процессов изготовления продукции;
- стандартизировать документооборот как внутри предприятия, так и между предприятиями;
- охватить все подразделения и службы единой системой управления технологической подготовкой производства;

- создать единую информационную модель системы конструкторско-технологической подготовки производства с дальнейшей интеграцией в систему высшего ранга – виртуальное предприятие;
- создать конкурентоспособное изделие наивысшего качества с минимальными затратами времени и ресурсов.

Необходимо отметить, что любая комплексная автоматизация производства в целом или каждого входящего в него предприятия в отдельности невозможна без обучения персонала новым методам работы [14 – 20]. Опыт сотрудничества ведущих отечественных предприятий с другими странами поставил перед ними вопрос о быстром переходе к «бесбумажным» технологиям, а для этого нужны специалисты, не только знающие объект, но и владеющие компьютером и информационными технологиями. Сквозная компьютерная подготовка, внедренная в процесс обучения инженерных кадров в Национальном аэрокосмическом университете им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», позволяет уже с первых курсов привить будущим специалистам навыки работы с сетевыми технологиями, с базами данных.

Цель сквозной комплексной компьютерной подготовки в университете – подготовка молодого специалиста, способного и готового работать в современных информационных технологиях проектирования, конструирования, производства и эксплуатации сложных наукоемких изделий авиационно-космической техники, знающего объект и предмет инженерной деятельности, и при этом владеющего компьютером и иностранным языком.

Уникальный подбор кафедр и факультетов, готовящих специалистов по всему жизненному циклу создания авиационно-космической техники, наличие территориально разнесенных корпусов и лабораторий, корпоративной компьютерной сети, имеющей выход в глобальные сети, включая Internet, постепенное наращивание компьютерной подготовки от курса к курсу, использование компьютера и программного обеспечения как инструмента, позволяет организовать инженерную подготовку студентов таким образом, что будущий специалист в процессе обучения в университете на практике получает те знания, которые пригодятся ему в самостоятельной работе на производстве.

Литература

1. CALS в авиастроении // А.Г. Братухин, Ю.В. Давыдов, Ю.С. Елисе-ев, Ю.Б. Павлов, В.И. Суков. – М.: МАИ, 2000. – 304 с.
2. Судов Е.В., Левин А.И. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России // НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – М.: НИЦ ПЛ. – 2002. – 139 с.
3. Кривцов В.С., Зайцев В.Е., Воронько В.В. Использование автоматизированных систем при технологической подготовке производства // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – Х.: Нац. аерокосмічний ун-т „ХАІ”. – 2002. – Вип. 27. – С. 43 – 48.
4. Кривцов В.С., Зайцев В.Е. Создание автоматизированной системы для проектирования технологических процессов изготовления деталей на заготовительно–штамповочном производстве // Авіаційно–космічна техніка і технологія. – Х.: Нац. аерокосмічний ун-т „ХАІ”. – 2002. – Вип. 32. – С. 3 – 7.
5. Кривцов В.С., Зайцев В.Е., Шостак И.В. Интеллектуализация процессов технологической подготовки заготовительно–штамповочного производства на основе динамической экспертной модели // Труды 10-й между- дун. конф. «Новые технологии в машиностроении». – 2001. – С. 58.
6. Сироджа И.Б. Метод вероятных алгоритмических квантов знаний для принятия решений и создания технологий искусственного интеллекта // Інформаційні технології і системи. – 2000. – № 4. – С. 58 – 79.
7. Сироджа И.Б. Метод разноуровневых алгоритмических квантов знаний для принятия производственных решений при недостатке и нечеткости данных. – К., 2000. – 240 с.
8. Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления. – К.: Наук. думка, 2002. – 98 с.
9. Гордиенко Л.А., Киричук Е.П., Заславский В.А. Интеллектуальная система поддержки принятия технологических решений в заготовительно-штамповочном производстве // Міжнародна науково-технічна конференція “Інтегровані комп’ютерні технології в машинобудуванні – ІКТМ 2002”: Тези доповідей. – Х.: Национальный аэрокосмический ун-т «ХАИ». – 2002. – 169 с.
10. Гордиенко Л.А. Интеллектуальная подсистема поддержки принятия технологических решений при проектировании оснастки в заготовительно-штамповочном производстве. МКІТ-2002 // Міжнародна конференція з індуктивного моделювання. – Львів: Державний НДІ інформаційної інфраструктури. – 2002. – Т. 3. – С. 43 – 48.
11. Киричук Е.П. Индуктивный подход к построению квантовой базы знаний для поддержки принятия технологических решений // МКІТ-2002.

Міжнародна конференція з індуктивного моделювання. – Львів: Державний НДІ інформаційної інфраструктури. – 2002. – Т. 3. – С. 55 – 59.

12. Пьянков А.В., Воронько В.В. Особенности применения современных компьютерных технологий при подготовке управляющих программ для станков с ЧПУ // *Авиационно–космическая техника и технология*. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ». – 2001. – Вып. 18. – С. 102 – 118.

13. Пьянков А.В., Шостак И.В. Особенности применения интеллектуальных систем в едином информационном пространстве автоматизации производственных процессов // *Авиационно-космическая техника и технология*. Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ». – 2001. – Вып. 19. – С. 92 – 110.

14. Кривцов В.С., Федорович О.Е., Зайцев В.Е. Использование современных информационных технологий при подготовке высококвалифицированных специалистов для аэрокосмической отрасли Украины // *Матеріали Міжнародної конференції ректорів технічних університетів країн Центральної і Східної Європи та країн СНД «Вища технічна освіта на зламі століть»*. – 21–23 травня 2001. – 2001. – С. 171 – 173.

15. Кривцов В.С., Карпов Я.С., Зайцев В.Е. Проблема подготовки кадров для современных машиностроительных производств // *Міжнародна науково-технічна конференція “Інтегровані комп’ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ–2001”*. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т “ХАІ”. – 2001. – 192 с.

16. Кривцов В.С., Карпов Я.С., Зайцев В.Е. Сквозная комплексная компьютерная подготовка инженеров-механиков в Национальном аэрокосмическом университете им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» // *Науково–методична конференція “Впровадження нових інформаційних технологій навчання”*, 15-16 квітня 2004 року: Тези доповідей. – Х.: Нац. аерокосмічний ун-т “ХАІ”. – 2004. – С. 159 – 166.

17. Горнев В.Ф., Ковалевский В.Б. Компьютерная интеграция и интеллектуализация производств на основе их унифицированных моделей // *Программные продукты и системы*. – 1998. – № 3. – С. 12 – 19.

18. Горнев В.Ф. Унификация построения математических моделей КИП // *Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение*. – 1995. – № 3. – С. 4 – 11.

19. Горнев В.Ф. Проблемы и технология комплексной автоматизации // *Автоматизация проектирования*. – 1998. – № 4. – 1999. – № 1.

20. 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 редакцию 6.04.2005