

К. С. Кузнецова, С. Г. Селиванов

ЭКСПЕРТНО-ЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Наиболее прогрессивным направлением работ по совершенствованию АСТПП в авиадвигателестроении является использование средств искусственного интеллекта. Применение методов искусственного интеллекта к такой производственной задаче, как оптимизация технологий изготовления изделий, позволяет значительно ускорить процесс принятия решений, что является важной предпосылкой к переходу предприятий авиадвигателестроения к выпуску конкурентоспособной продукции. *Оптимизация; предварительные проекты технологической документации; экспертные системы; экспертно-логический метод; экспертная система*

ВВЕДЕНИЕ

Научное обеспечение модернизации, инновационного и технологического развития машиностроения предусматривает переход от теории к практическим рекомендациям и разработкам. Если теория инноватики и инновационной деятельности рассматривает в первую очередь исследование научных законов инновационного развития, то переход к практическим разработкам предполагает научное обеспечение создания эффективных систем инновационной подготовки конкретных производств, которые предусматривают ускоренную разработку и коммерциализацию различных продуктовых и технологических инноваций.

Основными целями и задачами разработки системотехнической теории и практики инновационной подготовки машиностроительного производства должны быть основополагающие, руководящие идеи и правила инновационной деятельности, которые должны подчиняться исполнению следующих важнейших требований:

- обеспечения конкурентоспособности машиностроительного производства на основе роста технического уровня, как новой продукции, так и технологий ее производства, гарантирующих рост качества, сокращение трудоемкости и технологической себестоимости, рост прибыли;

- реализации принципа ускоренной подготовки производства. Он основывается на следующих данных. Практика ведущих мировых предприятий [1], а также опыт разработки и использования унифицированных систем технической подготовки производства в машинострое-

нии свидетельствует о необходимости существенного сокращения сроков создания и поставки на производство новой, конкурентоспособной продукции. Опыт передовых [2] отечественных предприятий по внедрению новых методов управления ускоренной подготовкой производства на отечественных предприятиях авиационного комплекса показывает на возможности интенсификации процессов подготовки производства новой техники.

- разработки системы инновационной подготовки машиностроительного производства с использованием подсистема технической подготовки «бережливого производства», которая в условиях поставки на производство новой конкурентоспособной продукции обеспечивает минимизацию затрат всех видов ресурсов на ее производство.

1. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ИННОВАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Для формирования системы управления инновационной деятельностью в рамках автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП), в данном случае проблемно-ориентированной на инновационную деятельность подсистемы научно-технологической подготовки производства (рис. 1), необходимо в первую очередь определить основные функции АСТПП и выделить организации инфраструктуры, обеспечивающие организацию инновационной деятельности по названным функциям:

- уровень учреждений (организаций) инновационной инфраструктуры, к которым относятся: технопарки, бизнес-инкубаторы, инновационные центры, проектные институты (в т. ч.

ОКБ, ГНПП, НИИ, ГИПРО и т. п. организации), предприятия инструментальной и технологической подготовки производства;

- специализированные организации поддержки и обслуживания предприятий, выполняющие такие функции как информационное обеспечение, экспертиза проектов, финансово-экономическое обеспечение, сертификация наукоемкой продукции, патентование и лицензирование, подготовка и переподготовка кадров, лизинг, консалтинг, специальное обслуживание (технологический маркетинг, технологический форсайт, технологический аудит, трансферт инновационных технологий и т. п.).

Таким образом, разработанную блок-схему функций инновационной подготовки машиностроительного производства можно использовать для разработки методов управления, в данном случае для управления проектами создания и внедрения различных высоких и критических технологий и разрабатываемых на их основе других прогрессивных технологических процессов (технологий), рис. 2.

Из рис. 2 видно, что на начальных стадиях жизненного цикла изделия в ходе его эскизного и технического проектирования (рис. 3) важное значение уделяют разработке предварительных проектов технологической документации.

Именно эти технологии являются базовыми для дальнейшего проектирования и совершенствования в инновационной подготовке производства (при разработке продуктовых и технологических инноваций, новых устройств, способов и материалов) и технического проектирования (рис. 3) важное значение уделяют разработке предварительных проектов технологической документации.

При разработке названных предварительных проектов технологической документации в условиях применения современных АСТПП, также как и при разработке проектных, перспективных и директивных технологических процессов желательно, чтобы большинство технологий опытного, а в дальнейшем серийного или массового производства проходили процедуру оптимизации. Это положение относится к созданию не только опытных образцов новой техники, но также к созданию различных их прототипов или моделей (например, к созданию новых газогенераторов – прообразов газотурбинных двигателей новых поколений, макетов новых летательных аппаратов их агрегатов, узлов, сборочных единиц, а также новых образцов деталей или их прототипов, полученных с помо-

щью лазерного спекания или стереолитографии).

Как видно из рис. 3 стадии разработки технологической документации, применяемой для технологических процессов изготовления изделий, в ходе инновационного проектирования определяются в полной зависимости от стадий разработки конструкторской документации.

Предварительный проект технологической документации предназначен не только для проверки технологичности конструкции изделия на стадиях эскизного и технического проектов, но и для технологического обеспечения опытно-конструкторских работ при создании техники новых поколений. Предварительный проект служит также важным основанием для разработки как проектной (перспективной, директивной), так и рабочей технологической документации: опытного образца, установочной серии, серийного или массового производства [2].

Для разработки предварительного проекта технологической документации рекомендуется рассматривать для начала закономерности развития единых и узловых технологий авиадвигателестроения [4, 5]. Это позволяет сформулировать проблемы, на решение которых должен быть ориентирован конкретный инновационный проект и разработка предварительных комплектов технологической документации.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В настоящее время в условиях применения автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП) наиболее универсальными методами для математического моделирования и многокритериальной оптимизации технологий считаются методы искусственного интеллекта. Известные типовые методы структурной и параметрической оптимизации технологий (например, теории игр, линейного и динамического программирования, теории статистических решений и т. д.) все чаще стремятся заменить методами математического моделирования и оптимизации на основе применения средств искусственного интеллекта (экспертных систем, методов нечеткой логики, искусственных нейронных сетей и генетических алгоритмов).

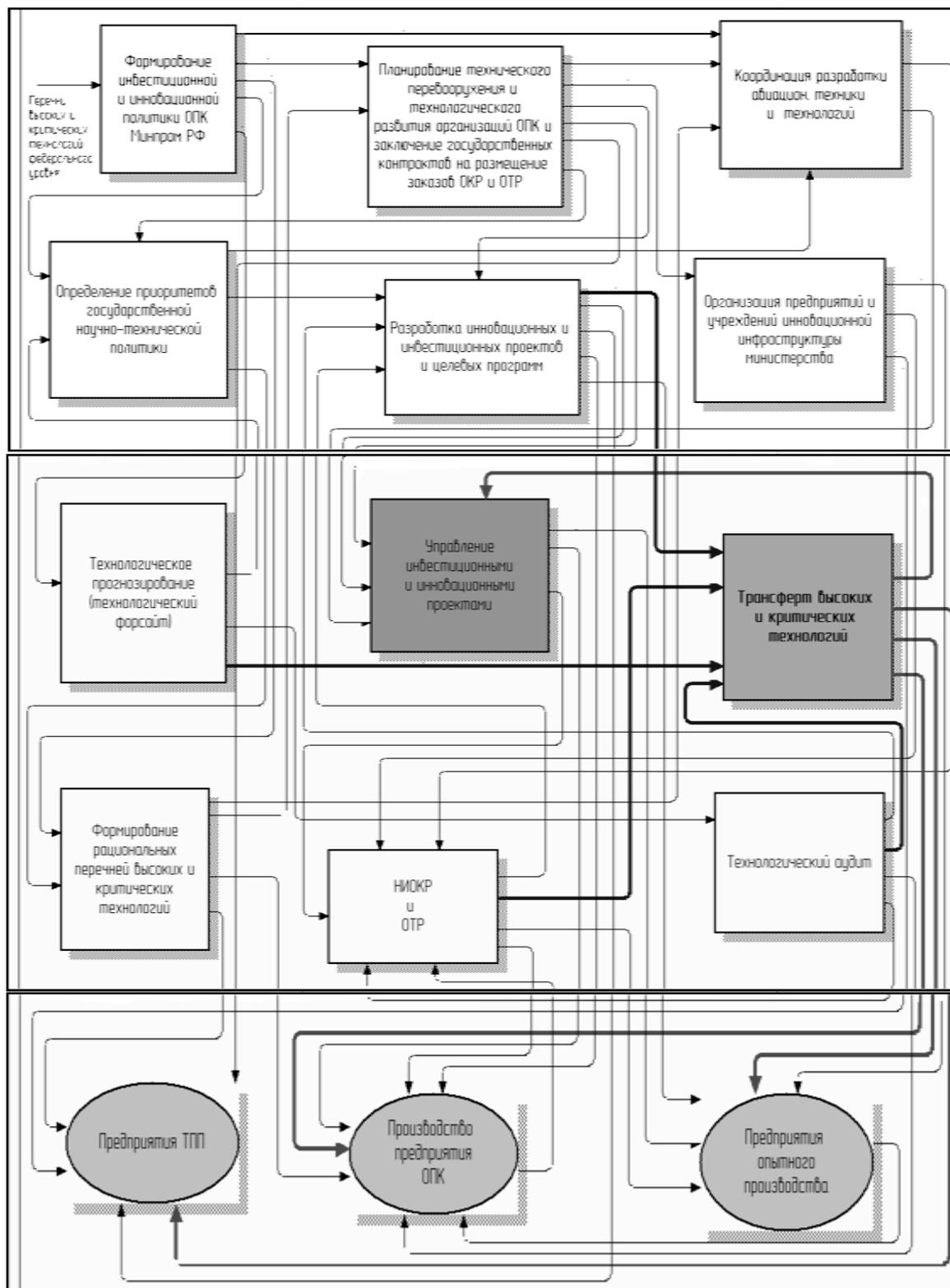


Рис. 1. Блок-схема функций инновационной подготовки производства в машиностроении (на примере ОПК и авиационной промышленности)



Рис. 2. Технологические процессы, разрабатываемые на различных стадиях жизненного цикла изделия



Рис. 3. Схема взаимосвязей разработки конструкторской и технологической документации по ЕСКД и ЕСТД

В системах инновационной подготовки производства (внезаводской научно-технологической подготовки производства новой техники) наиболее целесообразно использование экспертных систем для оптимизации не только в инновационных проектах новых единичных и/или узловых технологий, но и для разработки на этой основе предварительных проектов технологической документации, формируемых в ходе опытно-технологических работ. Экспертные системы в данном случае менее трудоемки, чем другие методы искусственного интеллекта, так как позволяют без трудоемкого сбора аналитической информации, только по заданным логическим правилам определять наиболее перспективные и эффективные технологии, например, для:

- технологического обеспечения процесса создания техники новых поколений;
- оптимизации единичных инновационных технологий;
- трансферта наиболее рациональных зарубежных технологий.

Применение для этих целей экспертных систем значительно сокращает время обоснованного выбора предварительных проектов технологической документации и наилучших вариантов единичных и узловых технологий. При этом для оптимизации единичных и узловых технологий, определения методов технологического обмена и трансферта высоких технологий могут быть использованы: как универсальная оболочка, например, Corvid Exsys (США) [3] для создания экспертной системы на основе правил rule-based logic, так и специальная система искусственного интеллекта для выполнения экспертизы на основе применения разработанного в данном исследовании экспертно-логического метода оптимизации проектно-технологических решений.

Разработанный экспертно-логический метод оптимизации инновационных технологий использован в процедуре трансферта высоких технологий для разработки предварительных комплектов технологической документации и формирования единой технологии авиационных двигателей новых поколений.

Трансферт технологий представляет собой передачу научно-технических знаний и опыта для оказания научно-технических услуг, применения технологических процессов, для создания и выпуска новой продукции.

На рис. 4 представлена функциональная диаграмма IDEF0 для разработки методов трансферта технологий.

По результатам обзора и анализа иностранных патентных документов по высоким и критическим технологиям была создана электронная база данных высоких и критических узловых технологий для оптимизации проектно-технологических решений по трансферту технологий.

На рис. 5 представлены окно электронной базы данных, которая содержит необходимые сведения по наиболее перспективным зарубежным технологиям авиадвигателестроения.

На рис. 6 точки высоких и критических технологий находятся в верхней части поверхности, в середине этой поверхности находятся промежуточные технологии, а в нижней части поверхности – малоперспективные технологии. Положение точек таких технологий определено на основании электронной базы данных (рис. 5) с использованием экспертизы специалистов ведущего авиадвигателестроительного предприятия и системы нечеткой логики – инструментального средства системы искусственного интеллекта.

Для выполнения экспертизы, математического моделирования и оптимизации проектно-технологических решений по разработке инновационных технологий применена система математического моделирования MatLab 7.0 [6]. На ее основе в данной разработке используется пакет математического моделирования Fuzzy Toolbox.

Предложенный метод может использоваться не только в процедуре трансферта высоких технологий для разработки предварительных комплектов технологической документации и формирования единой технологии авиационных двигателей нового поколения, но и для оптимизации технологических процессов. Исходными данными для такого математического моделирования и оптимизации проектно-технологических решений используются многовариантные сетевые технологические графы, вершины которых – это варианты технологических операций, а дуги определяют последовательности выполнения операций перспективного (проектного, директивного) технологического процесса.

По результатам экспертизы и разработки предварительных проектов технологической документации с помощью известных методов [4, 5] может быть разработан инновационный проект для практического применения и коммерциализации новых технологий.

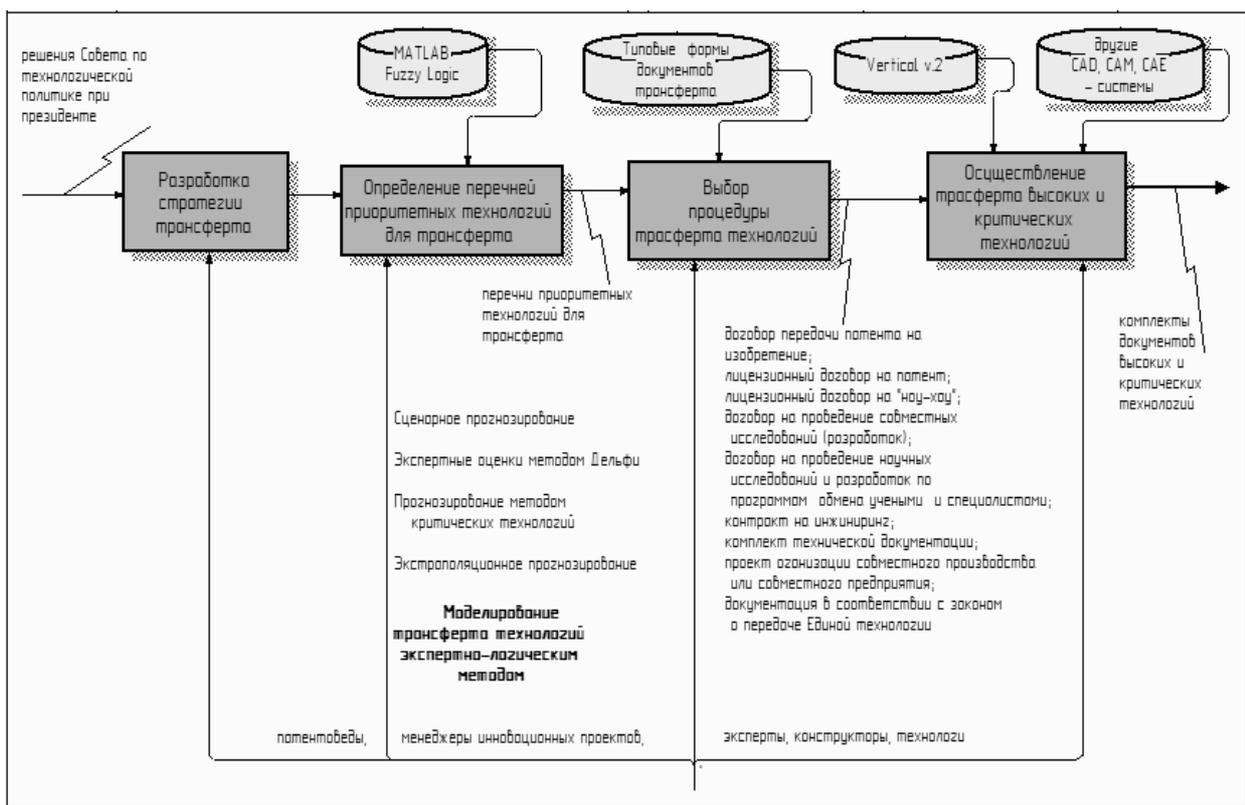


Рис. 4. Функциональная диаграмма IDEF0 методов трансфера технологий



Рис. 5. Окно электронной базы данных по зарубежным узловым высоким и критическим технологиям

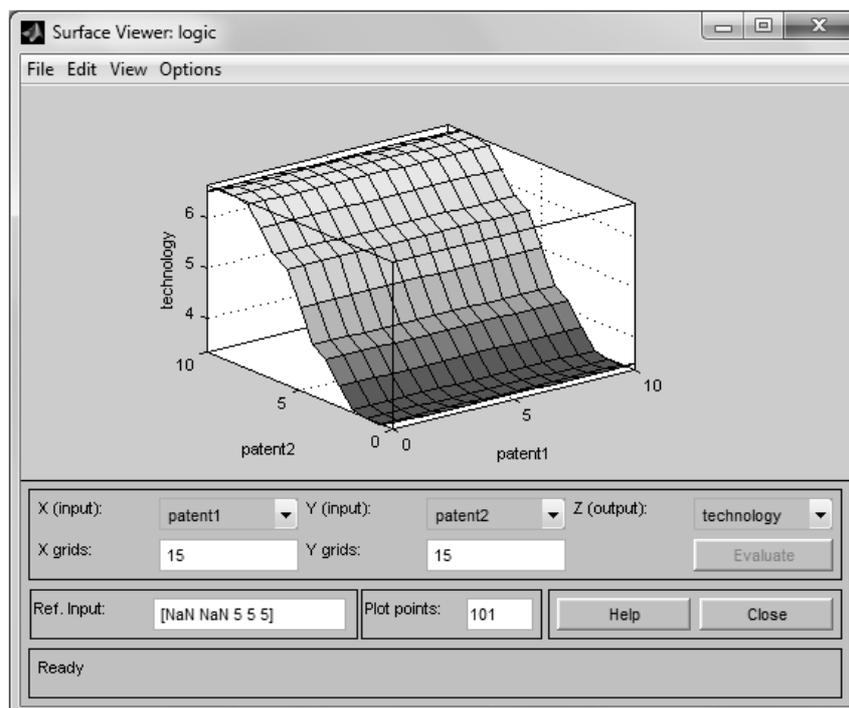


Рис. 6. Поверхность развития единых технологий ГТД по данным экспертизы патентной статистики блока логического вывода экспертной системы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Дитер И., Шнайдер Г.** Технологический маркетинг. М.: Янус-К, 2003. 478 с.
2. **Панков Г. В., Селиванов С. Г.** Непрерывная реконструкция предприятий машиностроения. М.: Машиностроение, 1991. 176 с.
3. **Муромцев Д. И.** Оболочка экспертных систем Exsys Corvid. СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2006. 69 с.
4. **Селиванов С. Г., Гузаиров М. Б., Кутин А. А.** Инноватика. Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2008. 721 с.
5. **Селиванов С. Г., Поезжалова С. Н.** Автоматизированная система научных исследований высоких и критических технологий авиадвигателестроения // Вестник УГАТУ. 2009. Т. 13, № 1 (34). С.112–121.
6. **Штовба С. Д.** Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия–Телеком, 2007. 288 с.

ОБ АВТОРАХ

Селиванов Сергей Григорьевич, проф. каф. технол. машиностр. Дипл. инженер по автоматиз. и компл. механиз. машиностр. (УАИ, 1970). Д-р техн. наук по технол. машиностр. (Мосстанкин, 1991). Иссл. в обл. технол. подг., реконстр., организ. пр-ва

Кузнецова Ксения Сергеевна, магистрант той же каф. Иссл. в обл. оптимизации технологий машиностроения.