

УДК 629.73

Кривов Г.А., Зворыкин К.О.

Украинский НИИ авиационной технологии. Украина, Киев

## ТЕХНОЛОГИЯ – ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

### Анотація

Показана роль компоненти технологічних новацій в розвитку літакобудування. Збереження інформації про технологічні новації в актуалізованому стані забезпечує конкурентоспроможність авіаційної техніки.

### Abstract

There are given description of components of technological innovations in development of aircraft construction. The maintenance of information about technological innovations in the modern condition provides the competitiveness of aviation industry.

Ключевые компоненты научно-технического прогресса и важнейшие этапы технической эволюции — так называемые "технологические прорывы", как правило, образуются незаметно. Для современников, участвующих в создании таких технических решений, этот процесс выглядит неспешным, эволюционным, лишенным пафоса победных реляций. Как впоследствии оказалось, предпосылкой ряда "технологических прорывов" было создание КБ, возглавляемого О.К. Антоновым, ставшего сегодня всемирно известным АНТК "Антонов". Этапы развития киевского авиастроения и хронология создания самолетов "Антонов" широко известны. Однако только теперь можно оценить структурную сложность пути формирования уникальной максимизированной сверхприбыльной авиастроительной отрасли, создающей высокорентабельную наукоёмкую продукцию, отрасли, которая сегодня стала технологическим достоянием Украины и России [1].

Академик О.К. Антонов в полной мере понимал значимость развития собственных научно-тех-

нических исследований в широких областях науки и практики авиастроения, значение собственных ("фирменных") конструкторско-технологических решений. Только на такой основе можно было занять лидирующие позиции в мировом авиастроении. Вся история становления и развития авиастроительной фирмы, возглавляемой О.К. Антоновым, напрямую связана с конструкторскими и технологическими новациями (рис. 1).

Технологическая новизна, с одной стороны, глобальна (рис. 2), с другой — локальна.

Глобальность технологической новизны в том, что, будучи созданной и однажды описанной, она навсегда остается в информационном массиве человеческой цивилизации, часто существуя, как очевидная данность.

Из глубокой древности пришли к нам технологии с использованием гончарного круга, кирпича, колеса. Позднее были открыты способы выплавки и обработки металлов, плуг, весы, отвес, уровень, угломер, циркуль, клещи. Потом появились рычаги, клинья, домкраты, блоки, сифоны, водяные часы. Были введены в обиход фиксированные единицы измерения длины, веса и емкости, разделение года на месяцы, дни и часы.

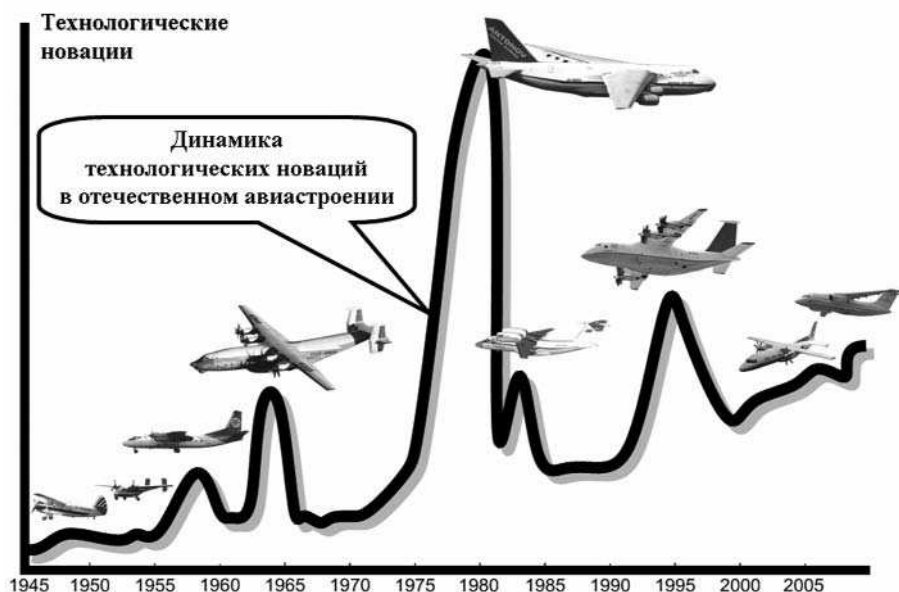


Рис. 1. Компоненты технологических новаций в развитии "антоновского" самолетостроения

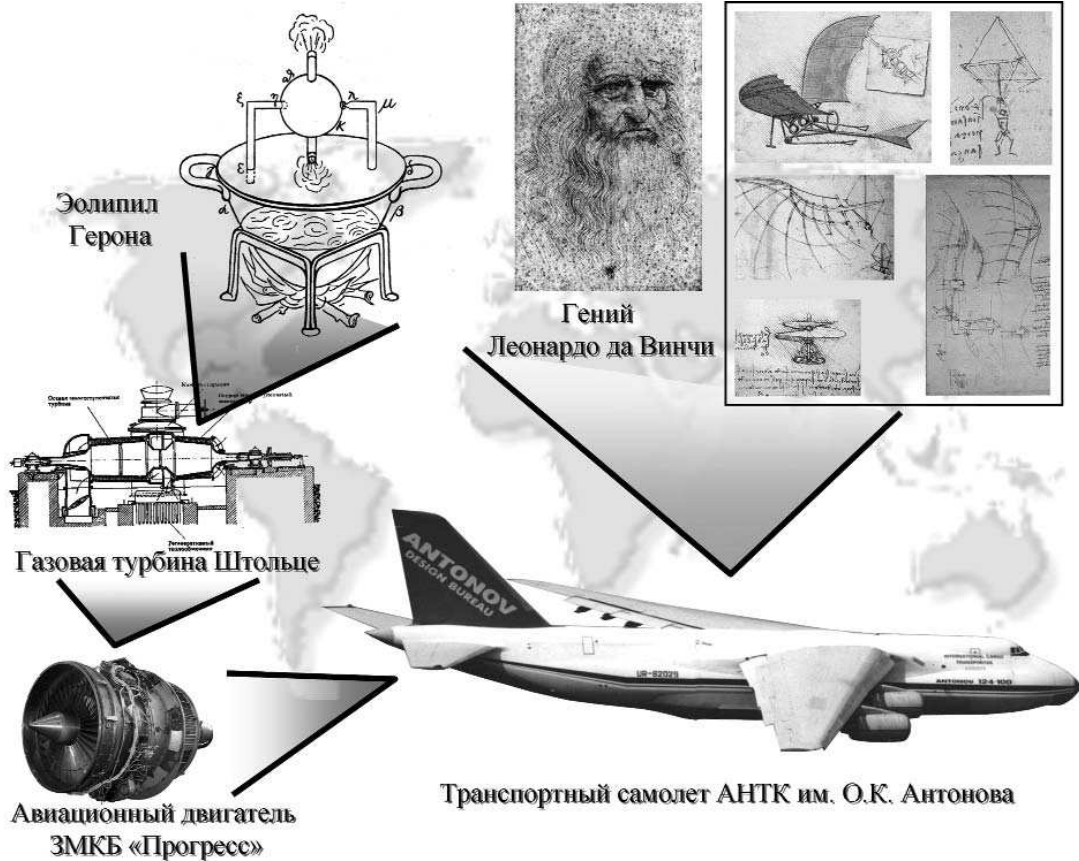


Рис. 2. Глобальность технологической новизны

Первая значительная попытка научной систематизации, предпринятая Аристотелем в трудах о природе, явно не могла быть итогом творчества одного человека, представляла собой результат научно-технического сотрудничества многих людей или многих поколений. Гений Аристотеля свел обширный материал в единое целое и эта система, описанная им и сохранившаяся для потомков, больше двух тысяч лет служила человечеству каркасом науки. В последующем, великие мыслители эллинистической эпохи (Архимед, Ктесибий, Герон, Филон, Евклид, Птолемей) дополнили и сформировали глобальный базис современной науки, который так и не смогли деформировать ни последующие компиляции, ни бесконечные повторения, ни псевдонаучное пережевывание. Практическая ценность греческой науки была немедленно усвоена римлянами, которые создали поразительные сооружения, но не оставили ни одной оригинальной научной работы, единственный "римский" результат — практическое использование (воплощение) технологических новаций. Известно, что сама Римская Империя состоялась лишь после случая с захватом сборочной технологии — новации, ранее освоенной другой империей — Карфагеном.

Знаменитый эолипил Герона (Heronis orga omnia) — первая действующая паровая машина, отдаленный предок современных реактивных турбин (рис. 2). Полый шар, закрепленный по горизонтальному диаметру, к которому по концам диаметра перпендикулярного оси закрепления шара, припаяны две трубки, загнутые под прямым углом так, что их отверстия смотрят в противоположные стороны — в эпоху Герона (между 150 г. до н. э. и 250 г. н. э.) представлял собой "игрушку", развлекавшую публику, но не имел практического смысла. Кто тогда предполагал, что шар, приходивший во вращение в силу реакции выходящего пара, послужит прототипом современных авиационных двигателей. Для современников эолипил был одним из многочисленных эффектных фокусов Герона и лишь через тысячелетия раскрыл содержащуюся технологическую новацию — когда в том возникла потребность.

Идея, содержащая сущность новации, как правило, возникает намного раньше, чем товарный продукт, в котором она реализована. Продукт (товар), удовлетворяющий конкретные потребности, появляется после идеи (часто, намного позже), даже после демонстрации её удачного воплощения. Идей — много, но полезным продуктом становятся те, которые пройдут

апробацию технологиями. Идею в товарный продукт превращает технология. Так создается технологическая новация.

Новации — доминанты "технологических прорывов". Современные новации разрабатываются целенаправленно, на их разработки затрачиваются существенные ресурсы. В зависимости от области применения новаций получаются более или менее значительные результаты — основа "технологических прорывов". Далее — о некоторых технологических новациях, существенных в развитии "антоновского" самолетостроения.

Внедрение в самолетных конструкциях соединений нового типа, выполняющихся контактной точечной сваркой и склеиванием — клеесварных соединений, показало их значительные преимущества перед клепаными, сварными и клеевыми соединениями. Впервые в отечественном авиастроении клеесварные соединения были использованы в конструкции самолета Ан-24 [2].

Использование указанной технологической новации эффективно решало вопросы повышения надежности и эксплуатационной долговечности соединений деталей и элементов конструкций в сочетании с решением особо важной задачи авиастроения — уменьшения массы конструкций (использовались алюминиевые сплавы малой толщины — 0,5...0,8 мм). Было показано, что с уменьшением толщины свариваемых листов

эффективность клеесварных соединений возрастает (рис. 3).

Многолетняя эксплуатация самолетов подтвердила преимущества клеесварных конструкций, хотя и выявила некоторые особенности, связанные с использованием в различных климатических условиях. Были выработаны технологические мероприятия и эксплуатационные рекомендации, позволяющие обеспечить высокую надежность и долговечность таких соединений.

Внедрение метода сборки агрегатов широкофюзеляжных самолетов Ан-22 в упрощенных стапелях на базе координатно-фиксирующих отверстий (КФО) на Ташкентском авиационном заводе позволило быстро перейти к серийному выпуску самолетов тяжелого класса и минимизировать затраты на подготовку производства (рис. 4). В производстве Ан-22 была задействована и другая технологическая новация — использовались крупногабаритные штамповки основных силовых деталей, выполненных из высокопрочного алюминиевого сплава В93.

Значительным технологическим прорывом стало создание самолета Ан-124 (рис. 5). Разработка и реализация конструкторско-технологических решений, в ряде случаев не имевших мировых аналогов, содержали множество технологических новаций, среди них: крупногабаритные отсеки и агрегаты; неразъемная конструкция

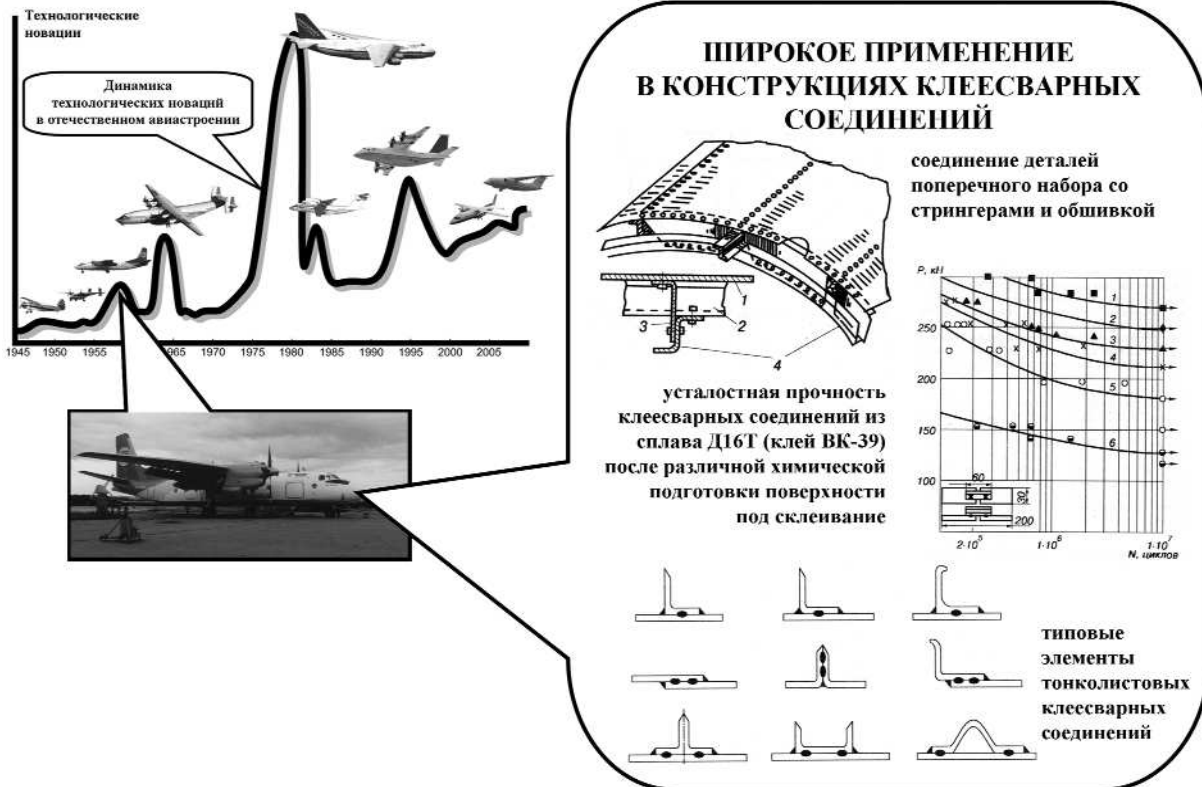


Рис. 3. Компонента технологической новации в семействе самолетов Ан-24

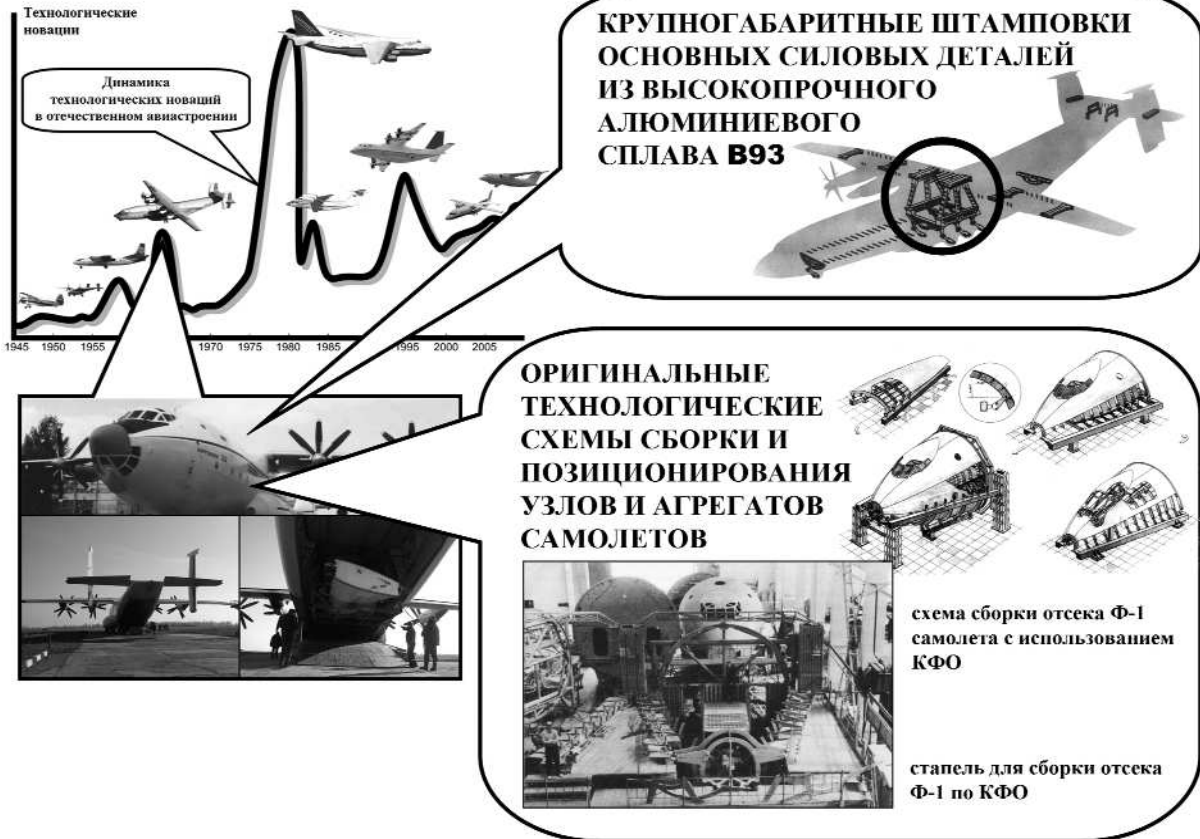


Рис. 4. Компоненты технологических новаций в самолетах Ан-22 "Антей"

отсеков крыла и фюзеляжа, прессованные панели крыла с законцовками длиной до 28 м из материалов 1973Т2 и 1161Т; двухрядные фланцевые стыки в отсеках крыла; шарнирный стык крыла с фюзеляжем; материалы с улучшенными механическими свойствами – 1420, Д16ЧТ, В95пч, В93ТЗ, 1161Т, 1923ТЗ, 1973ТЗ; герметичные высокоресурсные заклепки; высокоресурсные болтовые соединения с упруго-пластическим натягом; конструкции из композиционных материалов; широкое применение процессов поверхностного упрочнения деталей и отдельных мест ответственных узлов; высокоресурсные тонкостенные трубопроводы из алюминиевых и титановых сплавов и из сталей; рациональное применение конструкционных титановых сплавов; широкое (на то время) применение автоматизации в производственных системах и комплексах.

Применение в самолете Ан-124 "Руслан" длинномерных прессованных панелей с законцовками позволило создать конструкцию крыла с облегченным фланцевым стыком центроплана с концевой частью крыла (КЧК), не уступающую по весовым и ресурсным параметрам характеристикам срезных стыков крыльев, обеспечивающую возможность полной механизации процессов обработки стыковых поверхностей и

простую стыковку агрегатов. Кроме того, эта технологическая новация позволила сократить объемы сборочно-клепальных работ, повысив при этом качество внешней поверхности крыла за счет сниженного количества крепежа. Применение длинномерных прессованных панелей, двухрядного фланцевого стыка и одной стыковочной нервюры (вместо традиционных двух) позволило уменьшить массу самолетной конструкции на 2,9 т, повысить усталостную долговечность и контролепригодность конструкции.

Для осуществления технологических новаций был разработан комплекс технологических процессов на основе созданного специального оборудования для металлургических и авиастроительных предприятий, включающий:

- производство полуфабрикатов на металлургических предприятиях, в том числе, разработка и создание конвейера для прессования, разработка и освоение технологии получения законцовок, обеспечение адьюстажной обработки, решение вопросов межзаводской транспортировки длинномеров (центроплана и консольных частей крыла) к месту окончательной сборки;

- механическая обработка на станках с ЧПУ, в том числе, модернизация имеющегося и поставка нового станочного оборудования (с удлинённым



Рис. 5. Компоненты технологических новаций в самолетах Ан-124 "Руслан"

столом и новым корректирующим устройством), освоение процессов фрезерования базовых поверхностей, обработка панелей в условиях минимальных припусков на заготовке;

- формообразование поверхностей панелей по теоретическому контуру, в том числе косоугольный изгиб, гибка и правка поясов лонжеронов с решением проблем разработки и освоения технологии формообразования, создания и оснащения специальным оборудованием;

- сборка-комплектация секций панелей, в том числе, обеспечение комплектности длинномерных деталей, изготовление в разных температурных условиях, организация такелажно-транспортных операций;

- поверхностное упрочнение деталей, в том числе, разработка и создание процессов и средств местного пневмодинамического упрочнения элементов панелей крыла на различных этапах изготовления, разработка и освоение технологии поверхностного дробеметного упрочнения длинномерных панелей и поясов лонжеронов в автоматическом режиме с обеспечением минимальных поволоков и одинакового удлинения;

- создание защитного покрытия панелей, в том числе, отработка и освоение комплексной технологии анодирования длинномерных панелей.

Были разработаны и внедрены высокоресурсные герметичные заклепочные и болтовые соединения с заклепками с компенсатором и болтами повышенного натяга. созданы и были использованы механизированные методы и средства образования отверстий по 7-му и 9-му классам точности, способы и средства безударности и беззадиристой постановки крепежа с повышенным натягом. Технологические новации, связанные с внедрением новых заклепочных и болтовых соединений, обеспечили повышение ресурса и герметичности конструкций за счет увеличения натяга в соединении, повышение уровня механизации сборочных работ, что позволило уменьшить массу самолета на 1,1 т за счет сокращения объемов внутренней поверхностной герметизации.

Технологические новации, разработанные и реализованные при создании самолетов Ан-124 "Руслан" и Ан-225 "Мрия" были использованы при разработках следующих самолетов семейства "Антонов".

Технологические новации, связанные с массовым применением полимерных композиционных материалов (ПКМ), начали использоваться уже в самолетах Ан-72 и Ан-74 (около 11,1% от массы планера). В этих самолетах (рис. 6) общая масса

430 деталей из ПКМ составляла почти 980 кг (углепластики, стеклопластики, органопластики). Для сравнения, в самолетах Ан-124 и Ан-225 детали из ПКМ составляли 4,5% от массы планера (2100 шт. деталей общей массой 5,5 т). В дальнейшем устойчивая тенденция увеличения доли ПКМ в самолетах "Антонов" была подтверждена в военно-транспортном самолете Ан-70 — до 22% общей массы планера (рис. 7) и в региональном самолете Ан-140 (масса ПКМ — 25% от общей массы планера). Были разработаны вопросы технологичности самолетных конструкций из ПКМ, разработаны и внедрены технологические процессы и оснастка для производства крупногабаритных конструкций изделий из ПКМ, созданы методы и средства промышленных механизированных технологий изготовления сложных крупногабаритных интегральных агрегатов из ПКМ.

Известно, что технологические новации, апробированные практикой, создают предпосылки для появления следующих, которые в большой мере основаны на предыдущих новациях. Совокупность технологических новаций определяет фирменные "ноу-хау", которые являются главным содержанием информационного массива, обеспечивающего конкурентоспособность авиастроительной отрасли. Главным образом, наличие такого инфор-

мационного массива (который сложно получить извне), а не инфраструктура, в том числе, производственное оборудование, является необходимым условием для занятия лидирующих позиций в мировом авиастроении. Сохранение информации о технологических новациях в актуализированном состоянии обеспечивает предприятиям отрасли технический потенциал для развития (восстановления) авиастроения в конкурентоспособном состоянии. Непрерывное продуцирование технологических новаций связано с выполнением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, обеспечивающих создание и внедрение новых конструкторско-технологических решений и средств технологического оснащения. Здесь важнейшее значение имеет актуализированная технологическая документация.

Только УкрНИИАТ по совместным работам с АНТК "Антонов" разработал и внедрил в серийное производство:

- директивные технологические материалы на самолеты Ан-14М, Ан-26, Ан-30, Ан-28, Ан-72, Ан-71, Ан-74, Ан-124, Ан-38, Ан-225, Ан-70, Ан-140;
- мероприятия по запуску самолетов "Антонов" в производство и самолетов "Антонов", находящихся в серийном производстве (18 предприятий), в том числе, мероприятия по повышению

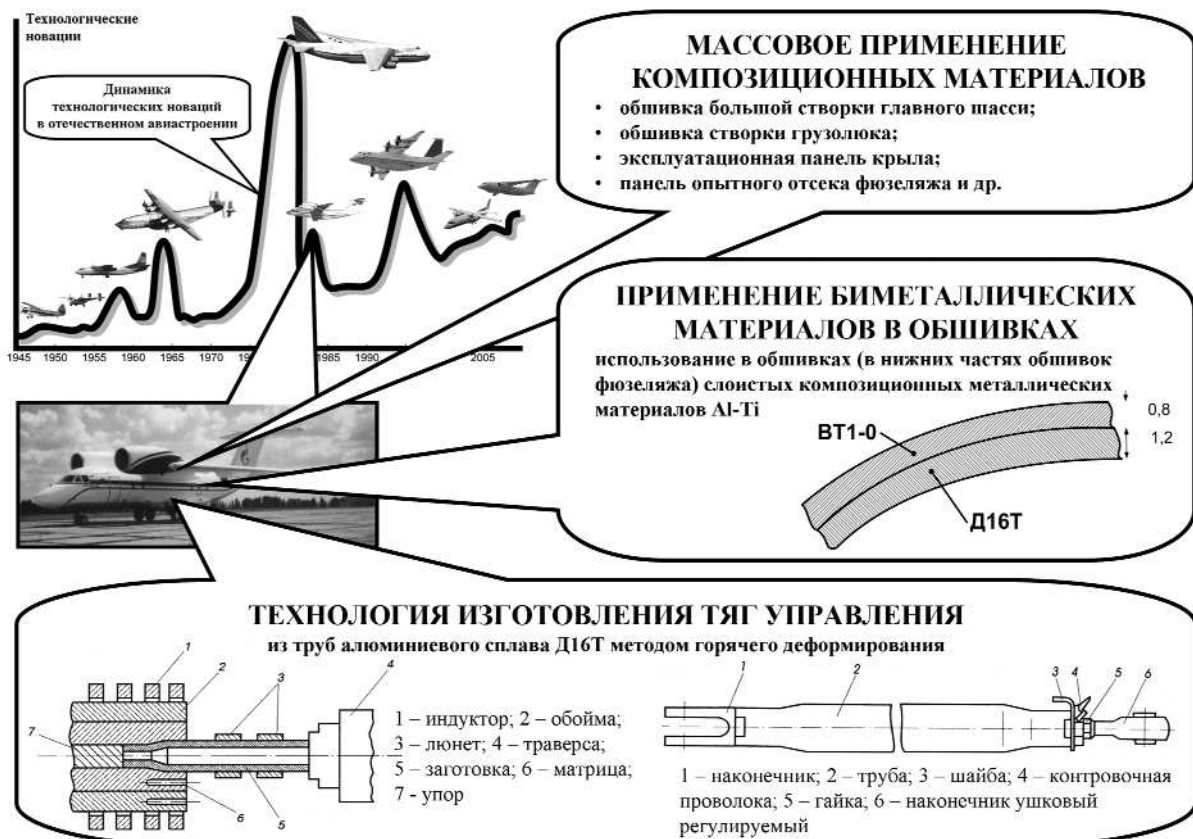


Рис. 6. Компоненты технологических новаций в семействе самолетов Ан-74



Рис. 7. Компоненты технологических новаций в ВТС Ан-70

технического уровня предприятия на ТАПОиЧ и КиГАЗ; мероприятия по запуску в производство и по запуску в серийное производство; технологическую документацию и технологические материалы для технико-экономического обоснования развития предприятий под производство самолетов.

По результатам работ УкрНИИАТ создано 30 наименований технологических рекомендаций, более 50-ти наименований технологических инструкций, РТМ, ОСТ.

Технологические новации в информационном массиве содержатся, кроме нормативно-технической документации, в виде технологических процессов, которые могут быть перспективными<sup>1</sup> и директивными<sup>2</sup>. Директивные технологические процессы (ДТМ) касаются преимущественно производства новых серийных изделий, а перспективные технологические процессы относятся к изготовлению типовых конструкций.

Современные директивные технологические процессы, обеспечивающие внедрение технологических новаций, определяют:

- процессы изготовления и обработки новых конструкционных материалов, например, композиционных материалов;

- процессы изготовления принципиально новых, для рассматриваемого предприятия, изделий;

- обеспечение улучшения качества поверхности изделий или структуры материала (отделочно-упрочняющие процессы, химико-термические, поверхностно-термические, поверхностно-термомеханические, механико-термические процессы, а также электрохимические, химические и другие физические процессы);

- процессы обеспечения заданных геометрических форм новых изделий.

В отличие от директивных, современные перспективные технологические процессы содержат технологические новации, относящиеся, главным образом, к вопросам ресурсосбережения (материало-, трудо-, энерго- и фондосберегающие технологические процессы).

Главной проблемой современного этапа развития технологических новаций является проб-

<sup>1</sup> Технологический процесс, соответствующий современным достижениям науки и техники, методы и средства которого полностью или частично предстоит освоить на предприятии.

<sup>2</sup> Совокупность комплектов документов на отдельные технологические процессы, необходимых и достаточных для проведения предварительных укрупненных инженерно-технических и организационно-технических мероприятий при принятии решения о постановке новых изделий на производство применительно к условиям конкретного предприятия.

лема сохранения и воспроизводства кадрового потенциала авиастроения. В условиях развивающейся, точнее, прогрессирующей деградации квалификации трудового потенциала проблематично обеспечить хорошую результативность процессов формирования технологических новаций. Как известно, существует три основных направления решения указанной проблемы кадрового обеспечения работ высокотехнологического (наукоёмкого) характера:

1) автоматизация процессов труда, которая снижает потребности производства в квалифицированных исполнителях;

2) расширенная подготовка новых квалифицированных специалистов; причём здесь очень маловероятен возврат прежних высококвалифицированных работников на исходные позиции и не только в связи с возрастом;

3) трансформация принципов технологической подготовки производства.

Анализ главного направления решения кадровой проблемы — экстенсивного, связанного с расширенной подготовкой новых специалистов, имеет ряд существенных ограничений. Глобальными ограничениями выступают демографические факторы (снижение рождаемости и прочее). Локальными ограничениями являются остающаяся невысокая приоритетность квалифицированного индустриального труда, устаревание отечественной образовательной базы для формирования и последующего повышения квалификации, необходимость актуализации информационного базиса знаний. При этом что, даже устранив локальные ограничения (за счет целевых инвестиций), нельзя быстро решить кадровую проблему — для этого нужно относительно продолжительное время.

Второе направление имеет интенсивный характер. Сущность трансформации принципов технологической подготовки производства заключается в изменении формы представления информации о производственных технологиях.

Как известно, наиболее доступными для человека формами представления технической информации являются мультимедийные материалы. Наиболее сложно воспринимается человеком текстовая техническая информация и графическая техническая документация. Для освоения этой информации необходима соответствующая квалификация, связанная с продолжительным обучением и тренингом. Визуализация технической информации в виде последовательности изображений (рисунков, схем, фотографий, видеосюжетов и т.п.) действий в технологических операциях (переходах, приёмах, движениях), тем более, анимация технологических операций, снижает уровень требований к базовой квалифи-

кации исполнителя. Даже невысокая базовая квалификация работника (базовая квалификация, конечно, обязательно необходима) позволяет ему быстро усваивать полученную информацию, а затем точно воспроизводить увиденные на "изображениях" производственно-технологические действия.

Доказано, что сравнительно низкая базовая квалификация исполнителя позволяет ему выполнять довольно сложные технологические операции, если прежде он видел, как это делают другие специалисты. Следовательно, изменение формы представления информации о производственных технологиях позволяет осваивать эти технологии исполнителям с невысоким уровнем квалификации. Трансформация технической и технологической документации в формат интерактивных электронных технических руководств обеспечивает снижение уровня требований к квалификации специалистов (прежде всего, требований к наличию практического опыта работы).

Трансформация существующего отечественного информационного массива технической и технологической информации в интерактивную форму цифровых форматов в целом невозможна в связи с чрезвычайно большими объемами этой полной информации. Используя современные информационные технологии, понадобились бы десятилетия (трудоемкость — сотни миллионов человеко-дней) труда тысяч высококвалифицированных специалистов, чтобы выполнить такую трансформацию.

Однако для восстановления и последующего поддержания необходимого уровня квалификации отечественного трудового потенциала трансформация всего информационного массива вовсе не требуется. Достаточно трансформировать информации о некоторых сложных и специальных технологических процессах. Для выполнения этой работы пока ещё достаточно отечественных высококвалифицированных специалистов, к тому же эта работа может быть сделана в приемлемые для промышленности сроки. Конечно, потребуются сформировать необходимое материальное (ресурсное) обеспечение. Получается, что для решения проблемы кадрового обеспечения работ высокотехнологического (наукоёмкого) характера достаточно трансформировать некоторую часть указанного информационного массива. Эта искомая часть может быть вполне корректно определена. Например, используя следующий подход.

Как правило, в составе наукоёмкой продукции существуют особо ответственные узлы и детали, для производства которых непременно требуется довольно высокая квалификация работников и их значительный практический опыт. Остальные компоненты той наукоёмкой продукции обычно



могут быть произведены без особых требований к квалификации исполнителей.

На примере авиастроительной отрасли объемы минимально необходимой трансформации информационного массива определяются содержанием директивных технологических материалов на изделие. Известно, что в авиастроении целью создания ДТМ является обязательное обеспечение качественного производства компонентов, отнесенных к категории (группе) особо ответственных узлов и деталей. Понятие директивного технологического процесса (ДТП) было введено в рассмотрение на этапе эскизного проектирования самолета для соблюдения неразрывной связи между проектированием конструкции самолёта и проектированием технологического процесса сборки самолета. По Е.П. Шекунову, который определил понятие ДТП, "...директивная технология возникает при проектировании нового самолета в опытно-конструкторском бюро (ОКБ) и не только устанавливает технологические требования к его конструкции, но и определяет принципиальное направление технологической подготовки серийного производства. ..." [3].

Таким образом, эффективное использование (освоение) ДТМ гарантирует результаты производства наукоемкой продукции от последствий задействования работников относительно невысокой базовой квалификации. Здесь важно, чтобы содержание ДТМ по своей форме было доступным для освоения этими исполнителями.

Обычно состав и содержание ДТМ включает данные и техпроцессы (рис. 8). В них содержатся необходимые конструкторско-технологические, организационные и экономические решения, полученные в процессе разработки технологического проекта создания авиационной техники (АТ). ДТМ являются составной частью технологического проекта видов создаваемых образцов АТ, а также исходными данными для проведения расчётов затрат на подготовку производства, составления технических заданий на создание новых или модернизацию существующих производственных мощностей, выбора кооперантов, поставщиков материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, средств технологического оснащения и т.д.

В процессе разработки ДТМ формируется перечень особо ответственных деталей и сборочных единиц (ДСЕ) и их критических параметров, в котором указываются допустимые значения и виды каждого критического параметра (конструктивный или технологический). На основании этого перечня производится планирование, организация, обеспечение, выполнение и контроль работ с особо ответственными ДСЕ на стадии серийного производства [4].

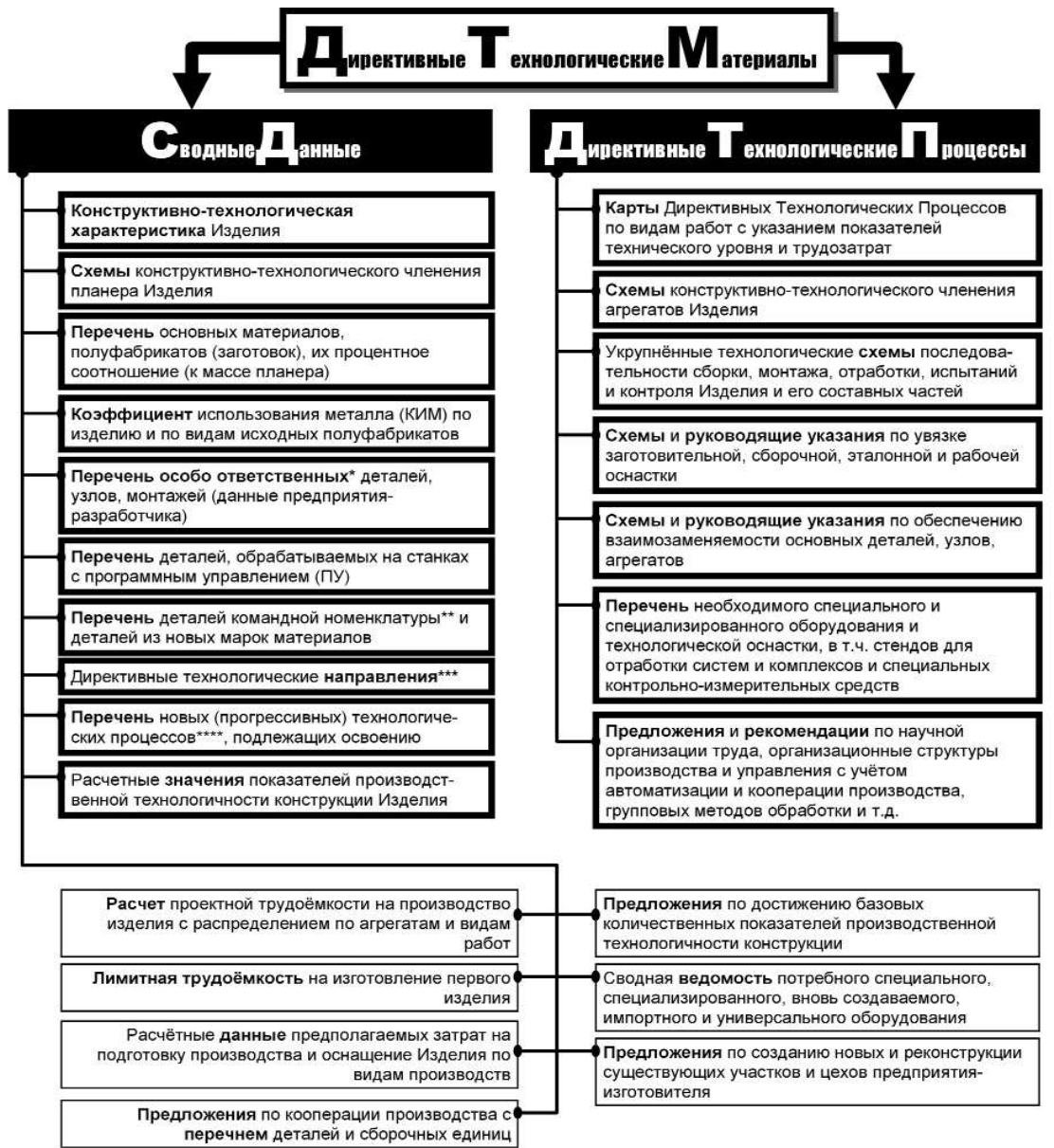
Существующие требования, правила и методики создания ДТМ нуждаются в модернизации по сути своего содержания. Например, такая необходимость была сформулирована в УкрНИИАТ в процессе создания исходных технологических материалов (ИТМ) для разработки технико-экономического обоснования развития производства самолета Ан-70 на одном из российских предприятий. В разработке ИТМ были использованы материалы и результаты работ по самолету Ан-70, которые ранее выполнялись УкрНИИАТ в процессе:

- создания комплекса директивных технологических материалов серийного производства самолета;
- технологического сопровождения постройки опытных образцов самолета;
- оценки структуры и обоснования основных принципов распределения объемов работ при кооперированном производстве самолета.

Итоговые материалы содержали все необходимые компоненты для принятия окончательного решения, в том числе трудоемкость изготовления самолета, исходные технологические материалы по видам производств и технологий, оценку перспектив развития самолётостроительного производства в рамках анализируемого предприятия, сводные ведомости типовых представителей по видам производств с учетом кооперации серийного производства, сводную ведомость и маршрутную последовательность технологических процессов агрегатной сборки фюзеляжа, сводную ведомость и маршрутную последовательность технологических процессов агрегатной сборки крыла, сводную ведомость работ поточно-стендовой сборки, работ, выполняемых в мастерских и на специализированных участках, выполняемых на специализированных участках по производству электрожгутов и ЭРУ, всё с учетом кооперации серийного производства, а также сводную ведомость и маршрутную последовательность технологических процессов, выполняемых на лётно-испытательной станции (табл. 1).

Установлено, что потребность в модернизации нормативно-методической базы для формирования ДТМ обусловлена, в том числе, следующими обстоятельствами:

- имеющаяся нормативно-методическая документация отражает состояние технологии производства АТ, характерное для периода существования МАП СССР, она не адаптирована к условиям рыночной экономики и не учитывает основных тенденций развития авиационной промышленности на современном этапе и прогнозов на будущее;
- имеющиеся методики не могут быть использованы для технологического проектирования в



\* особо ответственные детали и сборочные единицы (ДСЕ) – ДСЕ, единичные отказы которых могут привести к аварийной или катастрофической ситуации

\*\* детали командной номенклатуры – детали и узлы, сложные в производстве и имеющие длительные циклы изготовления

\*\*\* директивные технологические направления – технологические направления, устанавливающие принципиальные решения основных задач технологической подготовки, технологии и организации серийного производства, обеспечивающие заданные ГТТ, программу и темпы выпуска Изделия, а также технико-экономические показатели (проектная трудоёмкость и др.) серийного производства

\*\*\*\* новый технологический процесс – ТП, содержащий новые прогрессивные, ранее в отрасли не применявшиеся методы изготовления, обеспечивающие изготовление ДСЕ с заданными свойствами

Рис. 8. Состав и содержание ДТМ

среде сквозного информационного обеспечения жизненного цикла АТ, характерной для современного этапа развития авиационной промышленности;

- использование не актуализированных нормативно-методических материалов на ранних стадиях создания АТ, когда принимаются концептуальные решения, приводит к значительным техническим, организационным и экономическим просчётам в проектах в целом.

Необходима модернизация существующих и создание новых методик для использования в

качестве документированных процедур на разных стадиях проектирования (разработка технического предложения, эскизное проектирование) и подготовки серийного производства новых образцов авиационной техники и её компонентов. Комплекс указанных методик по разработке ДТМ должен позволить оптимизировать конструкторско-технологические, организационные и экономические решения в процессе разработки технологического проекта создания новых образцов АТ.

Таблица 1

Наименование видов производств и технологий	Долевая трудоемкость, %
Заготовительно-штамповочное производство (ЗШП)	6,2...6,6
Кузнечно-штамповочное производство (КШП)	0,4...0,6
Литейное производство (ЛП)	0,4...0,6
Механосборочное производство (МСП)	17,5...21,5
Сварочное производство (СП)	1,9...2,3
Термическая обработка (ТО)	0,3...0,5
Электрохимическая обработка (ЭХО)	1,2...1,5
Производство деталей и узлов из полимерных композиционных материалов (ПКМ)	12,7...25,5
Производство деталей из пластмасс и резин (ПР)	1,0...3,0
Агрегатно-сборочное производство (АСП)	23,4...29,5
Окончательная сборка самолёта (ОСС)	20,5...28,6
Нанесение лакокрасочных покрытий (ЛКП)	1,2...1,5
Наземные и лётные испытания самолёта (ЛИС)	3,3...3,6
Прочее	0,5...1,5

Выполненный анализ потребностей в трансформации директивной технологии производства АТ выявил обобщенные задачи в области модернизации существующего информационного массива (для авиастроительной или другой конкретной отрасли). Беспрепятственно выполняется подобный анализ и формулируются обобщенные задачи в отношении других, не рассмотренных здесь, компонентов указанного информационного массива отечественного наукоемкого производства. При этом общими для всех решений этих обобщенных задач должны стать следующие подходы, которые проиллюстрируем на примере путей трансформации базовых принципов формирования ДТМ (рис. 9).

Как указывалось, традиционный комплект документов ДТМ формируется в традиционной "бумажной" форме (формат А, рис. 9, а). При этом имеются два основных задания: ДТМ необходимо создать и ДТМ следует освоить. Ранее были рассмотрены проблемы кадрового обеспечения работ высокотехнологического (наукоемкого) характера, соответствующие современному (и перспективному) состоянию отечественных наукоемких производств. Было предложено решение этих проблем, сущность которого сводилась к трансформации принципов технологической подготовки производства, заключающейся в изменении формы представления информации о производственных технологиях.

Промежуточным решением может стать создание расширенного комплекта ДТМ (формат Б, рис. 9, б). При таком подходе к трансформации ДТМ вся документация транслируется в цифровую форму (создается и бумажная версия ДТМ),

которая устраивается в виде интерактивных электронных технических руководств. Интерактивная навигация по информационному массиву, представленному в цифровом формате, позволяет существенно снизить требования в базовой квалификации специалистов-исполнителей и работников. Для эффективной работы с документацией, устроенной на таком принципе, вполне достаточно образовательного уровня "бакалавр" (уровень "сервисного" специалиста), поскольку интерактивный характер документов эффективно компенсирует отсутствие достаточной квалификации и практического опыта — интерактивные ссылки на нормативы, усиленные визуализацией технологий (анимации, видеоклипы и прочее), дополняют недостающие знания и низкий профессионализм работников. Более того, интерактивные директивные материалы эффективно выполняют обучающую функцию и постоянное пользование этим инструментом обеспечивает ускоренный рост квалификационного уровня работников путем постоянного самообучения.

Наиболее эффективным представляется решение создать полный комплект ДТМ (формат В, рис. 9, в). Этот подход к трансформации ДТМ позволяет существенно снизить уровень к базовой квалификации специалистов и работников. Полный комплект ДТМ кроме материалов расширенного комплекта ДТМ включает информационно-обучающие и тренинговые материалы, формирующие у работников целевые профессиональные навыки (и даже знания) непосредственно на предприятии. Причем объемы этих навыков (и знаний) могут ограничиваться лишь узкими рамками производ-



а



б



в

Рис. 9. Пути трансформации базовых принципов формирования ДТМ

ственных потребностей, что существенно сокращает период технологической адаптации работников. Недостатком такого подхода является формирование узконаправленной профессиональной эрудиции специалистов и работников. С другой стороны, этот недостаток корректно компенсируется за счет компактных "порций" целевых

"дообучений". Более того, указанный подход эффективно решает проблему, так называемой "текучести кадров". Целевое обучение новой квалификации, целевая доквалификация, целевая переквалификация обеспечивает возможность самого широкого маневра в области кадрового обеспечения наукоемких производств.

### Заключение

Динамичное развитие науки и наукоемких технологий ведёт к появлению "технологических прорывов". Научно-техническое развитие обеспечивает отечественной промышленности лидирующие позиции на мировом рынке наукоемкой продукции. Примером тому — самолеты "Антонов", одни из наиболее конкурентоспособных украинских Продуктов<sup>3</sup>.

Наиболее реальными средствами достижения задачи повышения конкурентоспособности Продукта являются две группы методов, формирующих эффективные и тесно взаимосвязанные технологические и управленческие решения.

Технология — это базис конкурентоспособности авиационной техники. Технологии во многом определяют:

- новые качества и показатели эксплуатационных характеристик самолетов;
- гарантию свойств Продукта в его серийном производстве;
- стоимость Продукта.

Решение проблемы трансформации базовых принципов технологической подготовки серийно-

го производства наукоемкой продукции непосредственно связано с ресурсным обеспечением для модернизации существующего информационного массива конструкторско-технологических решений (база знаний и база данных). Сложнее дело с формированием кадрового обеспечения этой трансформации. Одним из вариантов решения этой задачи может быть интеграция усилий в рамках корпоративной (расширенной) среды наукоемких производств (рис. 10).

Первым шагом в направлении трансформации названных принципов будет создание полномасштабного пилотного проекта. Ближе всех к трансформации находится самолетостроительная отрасль: здесь лучше других сохранился кадровый потенциал квалифицированных специалистов, сохранился хорошо структурированный информационный массив (однако здесь требуется глобальная актуализация нормативно-технической документации, модернизация производственно-технологических решений и т.д.).



Рис. 10. 3-х уровневая структура производителя наукоемкой продукции

<sup>3</sup> Продукт — совокупность собственно поставляемого самолета, комплекса услуг по его техобслуживанию и схемы финансирования, адекватной возможностям Покупателя и Производителя.

На этапе реализации самолетостроительных проектов уже сегодня стоит проблема кадрового обеспечения. Уже сформирована неотложная потребность в квалифицированных специалистах и работниках. Пришло время заниматься пилотным проектом по трансформации базовых принципов технологической подготовки серийного производства АТ. Который в последующем можно распространить на остальные отрасли, связанные с производством наукоемкой продукции.

#### Литература

1. *Кривов Г.А., Зворыкин К.О.* Приоритет – наукоемкая и высокотехнологичная продукция // Технологические системы, 2005. – № 3(29). – С. 7–13.
2. *Опыт* эксплуатации клеесварных соединений / Будаилов Н.Ф., Рязанцев В.И., Федосеев В.А. и др. // *Авиац. пром-сть*, 1982. – № 7. – С. 13–14.
3. *Шекунов Е.П.* Основы технологического членения конструкции самолета – М.: Машиностроение, 1968. – 166 с.: ил.
4. *Кривов Г.А.* Эффективно организованная электронная технологическая среда – основа компьютерного проекта самолета // В кн. Информационные технологии в наукоёмком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / Под общ. ред. А.Г. Братухина. – К.: Техніка, 2001. – С. 327–398.