

Министерство образования Украины  
Киевский институт инженеров гражданской авиации

На правах рукописи

Хайтнер Андреас

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЕНИЯ  
КАЧЕСТВОМ РЕМОНТА

специальность 05.22.14 - "Эксплуатация авиационной техники"

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Киев КИИГА 1992

ЛВ 26.374

Работа выполнена на кафедре Технической эксплуатации спец-автотранспорта и средств механизации аэропортов Киевского института инженеров гражданской авиации.

Научный руководитель:  
доктор технических наук, профессор Запорожец В.В.

Официальные оппоненты:  
доктор технических наук, профессор Комаров А.А.  
кандидат технических наук, доцент Левченко В.М.

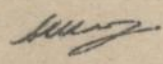
Ведущая организация:  
завод № 410 ГА

Защита состоится "29" января 1993 г. в 15<sup>00</sup> на заседании специализированного Совета № Д 072.04.01 в Киевском институте инженеров гражданской авиации по адресу: 252058, Киев-58, ГСП, проспект космонавта Комарова, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского института инженеров гражданской авиации.

Автореферат расослан "24" декабря 1992 г.

Ученый секретарь  
Специализированного Совета  
кандидат технических наук



А.Я.Шепель

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00825667 (Y)

ЛННБ ім. В. Стефаніка  
АН УРСР

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

### Актуальность работы

Ремонтный завод, помимо эксплуатационных функций и изготовления, является в цикле эксплуатации летательных аппаратов (ЛА) третьим звеном, выполняющим специфические функции восстановления надежности и ресурса авиационной техники (АТ). В любом случае все действия и решения подчиняются требованиям обеспечения высокой безопасности полетов. Этот аспект носит традиционные черты, но является до сегодняшнего дня основным принципом, которому подчинены остальные. Так же традиционным для ремонта авиатехники, особенно военной, является отнесение к второстепенным вопросам экономической эффективности эксплуатации, неразрывной частью которой является ремонт. Однако, с введением самолетов 3-го и 4-го поколений ситуация коренным образом изменилась. Уменьшилось число самолетов, цены на запчасти выросли скачкообразно, а бюджет на военную технику с окончанием холодной войны уменьшается. С вступлением ремонтных заводов на международный рынок, с конверсией они подвергаются конкуренции и позиция завода во многом зависит от экономических показателей технологического процесса. Таким образом вопросы экономики заняли решающее место и при ремонте военной авиационной техники. Безопасность полетов, как синоним надежности объекта и экономика процесса эксплуатации являются двумя сторонами одного и того же вопроса. Более того, в условиях рыночной экономики приобретение того или иного вида авиатехники прямо увязывается с указанным.

Основная задача ремонта сводится к обеспечению необходимого уровня надежности ЛА при минимальных затратах и высоком качестве. Сложность решения задачи заключалась в том, что на заводе Флютопвердг в Дрездене (как и на многих авиационных ремонтных заводах различных стран, в т.ч. СФР), как правило, была принята стратегия ремонта, предписанная изготовлением АТ. На базе этой стратегии непрерывно обострялось экономическое положение завода. Несмотря на ежегодную рационализацию процесса ремонта объема запчастей на складах достиг в 1969 г. стоимости годовой продукции завода и, в то же время, существовал острый дефицит в них. Затраты на материалы и трудоемкость ремонта постоянно увеличивались.

Опыт эксплуатации и ремонта АТ показал, что объединившая нас стратегия планово-предупредительной системы не только не обеспе-

чивала экономическую эффективность ремонта, но и не решала главную задачу, ради которой она предложена – обеспечение необходимого уровня надежности изделий. В связи с этим указанная стратегия нуждается в коренных изменениях, в т.ч. в авиакомпаниях, где эту стратегию используют и в настоящее время.

### Цель работы

Разработка эффективной стратегии ремонта авиационной техники, методов и средств обеспечения необходимого уровня ее надежности и высокой экономичности ремонтного производства.

Поставленная цель достигалась путем решения следующих основных задач:

- определения специфических условий на ремонтном заводе в Дрездене;
- определения связей между оптимизированной стратегией ремонта и системой обеспечения качества;
- анализа существующих систем управления качеством ремонта;
- анализа существующих стратегий ремонта;
- сбора и обработки данных о неисправностях и дефектах, а также затратах на их устранение;
- формирования концепции новой оптимизированной стратегии ремонта и новой системы обеспечения качества;
- требования новой стратегий ремонта на практике.

### Научная новизна

Разработан принципиальный подход к вопросам взаимосвязи экономики и надежности для ремонтного авиационного завода. Предложена компьютерная система управления качеством ремонта на базе статистического анализа и неразрушающего контроля. Установлен физико-статистический метод определения по критериям необходимости о уровня надежности.

### Практическая ценность

Создана и внедрена на заводе и в эксплуатационных организациях система непрерывного ремонта, существенно уменьшающая затраты на техническую эксплуатацию при сохранении требуемой надежности авиационной техники. Экономический эффект по состоянию на 1990 г. составил около 2 млн. марок.

### Реализация

Разработанная оптимизированная стратегия ремонта была внед-

рена в практику на ремонтном заводе Флюгцойгверфт в Дрездене и утверждена главным инженером ВВС Германии. Результаты диссертации получили распространение в ВВС Германии. Предложенная в диссертации система обеспечения качества способствовала получить ремонтному заводу в Дрездене после воссоединения с ФРГ название "авиатехническое предприятие", что является предпосылкой для ремонта АТ.

#### Апробация работы

Основные положения диссертации послужили основой для перехода ремонтного завода Флюгцойгверфт в Дрездене на оптимизированную стратегию ремонта. В настоящее время ряд элементов предложенной системы внедряется на ремонтном заводе компании "Лифтганза" (г.Гамбург). Результаты диссертации распространялись в ВВС ГДР и докладывались на конференциях ремонтных заводов ГДР, ЧССР, НРП, НРБ, БНР.

#### Публикации

Результаты диссертации, которые до объединения ГДР с ФРГ относились к разряду "для служебного пользования" отражены в научно-технических отчетах и руководящих документах по эксплуатации авиационной техники ВВС ГДР.

#### Объем работы

Диссертационная работа изложена на 149 страницах машинописного текста, содержит 55 рисунков и 33 таблиц. Она состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из наименований и приложения на 18 страницах.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель работы.

В первой главе рассматриваются специфические особенности ремонта авиационной техники на ремонтном заводе Флюгцейгерверк в Дрездене.

Рассмотрены основные факторы, определяющие специфику ремонтного завода: общие, технические, экономические.

Исходя из этого рассмотрения, произведен анализ их влияния на стратегию ремонта. Исследования показали:

- стратегия ремонта, которая носит плано-предупредительный характер, требует больших затрат на материалы и трудоемкость и не дает гарантии надежности работы АТ;
- дефекты в большинстве случаев можно ограничить определенными узлами и деталями в зависимости от влияния на безопасность полетов.

Исходя из этого анализа, рассматриваются пути оптимизации прогресса ремонта. Он заключается в разработке системы обеспечения качества и соответствующей ей оптимизированной стратегии ремонта. Основой является теория вероятностей, математическая статистика и методы технической диагностики и неразрушающего контроля.

Основополагающие работы в области прогнозирования надежности и долговечности АТ по данным об отказах и неисправностях выполнены Х.Б.Кордонским и его школой. Известны фундаментальные работы в области технической эксплуатации авиационной техники А.А.Комарова, Н.Н.Смирнова, Ж.С.Черненко, а также исследования в этой области В.В.Запорожца, Л.Л.Анпиловича, И.Ф.Образцова, А.С.Вольнира, А.А.Ицковича и др. За рубежом Х.Лиле, Д.Раш., Г.Вернер, И.Бендай и немецкое общество обеспечения качества и др. посвящали свои работы этой теме.

Компьютерные системы управления качеством (САК) являются в настоящее время решающим звеном повышения надежности изделий и их конкурентоспособности, разрабатываются и используются ведущими фирмами мира.

Во второй главе рассматриваются вопросы качества и методы обеспечения качества, существующие системы обеспечения качества. При всех анализах и исследованиях критерий практической ценности

и применимости играл важную роль, так как результаты диссертационной работы предусматривалось ввести в практику на ремонтном заводе Флюгцойгверфт в Дрездене, что и было выполнено.

В работах Х.Лилие и др. авторов немецкого общества обеспечения качества, подчеркивается значение качества изделия и вопросов обеспечения качества. Существуют различные аспекты в борьбе за качество: снижение затрат, конкурентоспособность, экологические вопросы, а также требование покупателей и партнеров.

Основные критерии качества рассматривались с факторами, влияющими на него. Выделялись 4 основных фактора: инновация техники, условия на рынке, конкурентоспособность, стоимость и цены. Так как борьба за качество требует создания конкретной технической системы обеспечения качества, рассматриваются общие тенденции в этой области. Сформулированы шесть таких тенденций. Общее распространение и признание получили системы, обладающие большим разнообразием и известные, в основном, в области производства изделий.

Дается обзор задач и требований к системам CAQ, показывается структура системы с подробной характеристикой ее основных частей. Сформулированы требования к системе CAQ для авиационного ремонтного производства.

Разработка системы CAQ началась в 60-х годах. Первые системы появились в 70-х годах. Базируясь на работах Т.Пфайфера и Д.Конне характеризуются 8 распространенных типов действующих систем CAQ. Рассматривается вопрос экспертных систем, которые имеют начало тоже в 60-х годах, их применение в системе CAQ. На основании работ Д.Шиферле проводятся практические примеры, которые частично содержатся в главе 2.

Особое внимание уделяется вопросам затрат на качество. Исследования А.Ханера и В.Штейнбаха установили, что в машиностроении ФРГ затраты на качество составляют от 3 до 10% общих затрат на производство. Доля дополнительных затрат из-за отклонений качества составляет 50%, 44% всех фирм не знают своих затрат на качество, 17% ведут статистику, 39% оценивают их приблизительно. Если учесть, что заводы автомобильной индустрии ФРГ в 1987 году понесли 4 млрд. марок потерь на затраты из-за отклонения качества, то видно огромный потенциал повышения эффективности путем управления качеством продукции.

В третьей главе дается анализ существующей системы обеспече-

ния качества на авиационном ремонтном заводе Флюгцойгверфт в Дрездене.

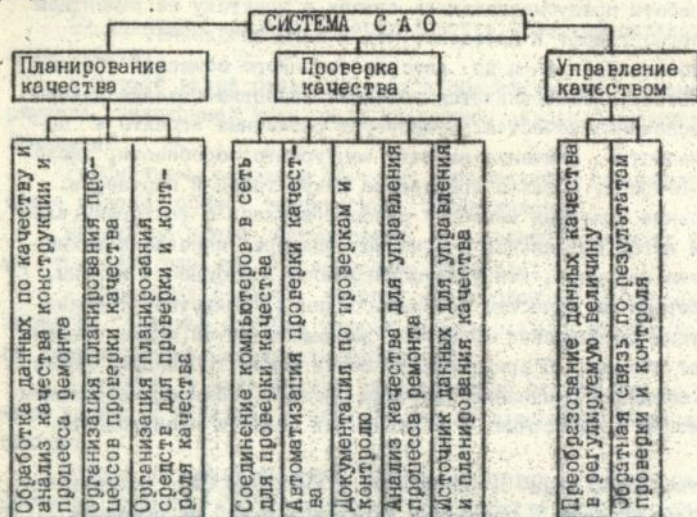


Рис.1. Структура трех составных частей обеспечения качества в системе САО

Этот анализ базируется на требованиях законодателя (законы, стандарты и т.д.) и на сравнении с общими требованиями к системе обеспечения качества и тенденциями за рубежом. Указываются главные действующие стандарты и переход индустрии к международным требованиям в виде стандарта 7509000. Рассматривается метод анализа, который можно принимать не только на ремонтном заводе Флюгцойгверфт в Дрездене (рис.2). Дается количественная оценка отдельных сторон вопросов качества при аудиторировании завода. Весомость отдельных компонентов следующая: сама система обеспечения качества - 30%, отношение руководства к вопросам качества - 10%, качество продуктов - 60%. Отсюда видно, что не только конечный результат (качество продукции) важен, но и гарантия, что качество не изменяется и является постоянной величиной, на которой важно построить свою фирменную стратегию.

Существующая заводская система обеспечения качества имеет 23 компонента, которые охватывают все этапы процесса производства. Кроме стандарта 7509000 действует еще 17 законов или указов.

В существующей системе определены меры, методы, средства и ответственность в области обеспечения качества. Анализы показали, что в заводской системе повторяется в общем структура, показанная на рис. I. Особое внимание при анализе уделено структуре системы и персонала, распределения ответственности, особенно ОТК и руководящего состава и их полномочия, вопросам квалификации, морально-го и практического стимулирования за качество. Рассматривается структура данных по качеству, их сбор и обработка, анализ качества.

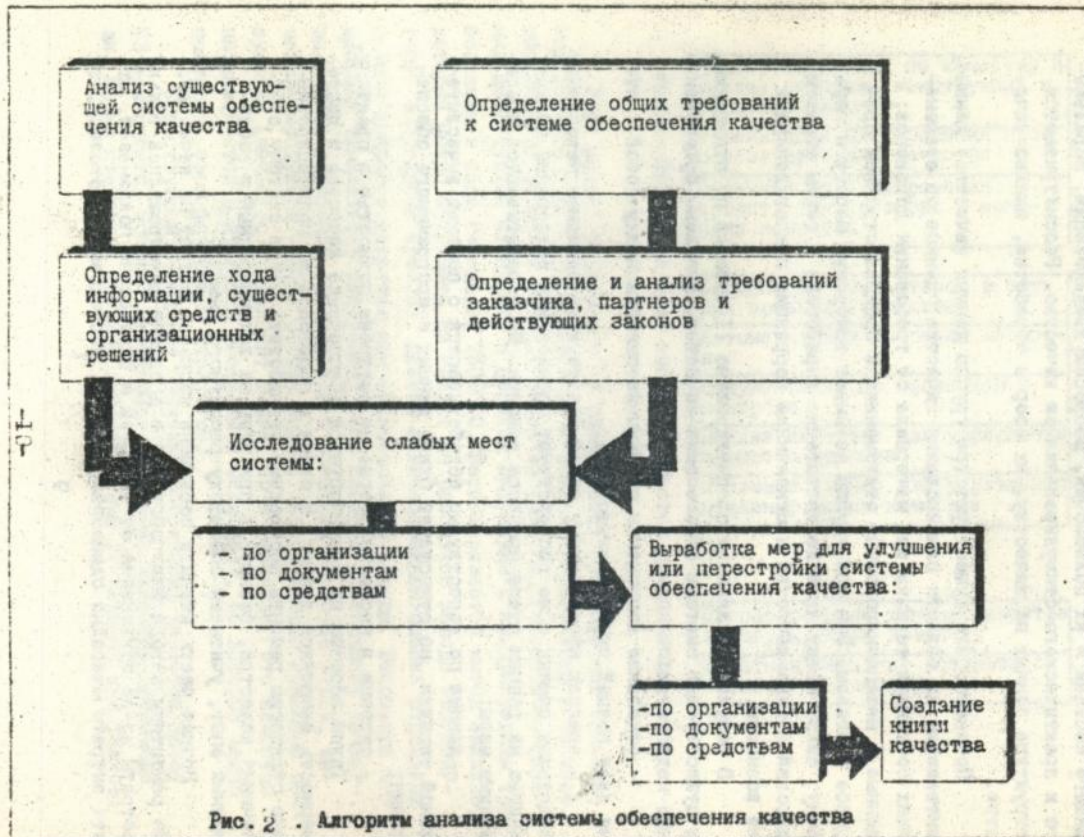
Показано, что существуют три группы данных качества: данные, вытекающие из области планирования качества; данные об отклонениях состояния техники или материала от требования договоров; данные о незапланированных отклонениях в производственном процессе и отказы. Эти три группы не имеют требуемую широту и глубину, связь между ними не достаточно выработана и таким образом, широкий анализ качества и мгновенная коррекция при отклонениях не возможны.

В результате анализа сформулировано II выводов по отношению к существующей системе обеспечения качества. Выявлены существенные недостатки:

- отдельные компоненты системы не связаны между собой, что не дает полной картины качества;
- анализы представляют собой только кумулятивное накопление отдельных данных и не способствуют определению отклонения от качества на раннем этапе процесса ремонта. Не вырабатываются оперативные меры;
- данные по качеству не обрабатываются с помощью вычислительной техники, не существует банка данных и программного обеспечения;
- система в настоящей форме не внедрена полностью в практику.

Таким образом не гарантируется обеспечение качества и достоверность имеющихся данных. В связи с переходом на модифицированную стратегию ремонта необходимо разработать новую систему обеспечения качества, базируясь при этом на международный и собственный опыт, учитывая специфику ремонтного завода.

Вторая часть анализа посвящена вопросам затрат на качество. На ремонтном заводе Флюгцойгверфт в Дрездене фиксировались только затраты из-за отклонения от качества и статистика показывает, что эти затраты ежегодно одинаковы. Однако, исследования показали, что



эта статистика не соответствует действительности и, что на ремонтном заводе подтверждаются данные А.Хенера и В.Штейнбаха. Этот факт показывает, что существующая система не может дать полную картину о качестве, данные не систематизируются и не составляют статистику, достаточную для управления процессом.

В четвертой главе приведены результаты анализа применяемой стратегии ремонта, экономических показателей ремонтного процесса, результатов дефектации и характерных дефектов, а также обзор по вопросам надежности ремонтируемой АТ.

В первую очередь необходимо фиксировать критерии, по которым проводится анализ. Существует множество критериев: экономические показатели, максимальный уровень надежности, время нахождения АТ в ремонте, военно-политические аспекты, стратегия фирмы и ее ситуация и др., как правило, в практике имеют одновременно несколько критериев. Беря во внимание конкретные условия работы Дрезденского завода, для установления критериев анализа сформулирован главный вопрос. Главным стал вопрос о том, с какими затратами можно обеспечить необходимый уровень надежности. Учитывая, что стратегия ремонта определена изготовителем техники и носит плано-предупредительный характер — это значит, что проводится весь комплекс профилактических работ в зависимости от отработки ресурсов, независимо от конкретного состояния техники.

Доказано, что 75% всех затрат носят профилактический характер и только 25% зависят от конкретного состояния техники. Это привело к тому, что на складах скапливается огромное количество материалов. Финансирование этих фондов уменьшает эффективность ремонтного процесса.

В результате анализа были сформулированы пять выводов и доказано, что обеспечение высокой эффективности процесса ремонта и необходимого уровня надежности в этих условиях невозможно. Выводы подтверждены результатами исследования экономических показателей процесса (стоимости основных материалов, общей себестоимости затрат в нормо-часах и прибыли) (рис.3 и 4).

Исследования проводились на двух различных изделиях. Изделие I — истребитель МиГ-23, изделие 2 — боевой вертолет Ми-24. Для сравнения статистических данных вычислялись показатели надежности+ вариационный размах; стандартное отклонение и коэффициент вариации, которые описывают функцию распределения. Доказано, что прибыль изменяется значительно и скачкообразно, поэтому трудоемкость

можно считать почти постоянной, а вот затраты и материалы изменяются значительно. Обработка этих данных показывает, что коэффициент вариаций составляет в затратах на материал 32,8% у изд.1 и 28,5% у изд.2. Чтобы найти причины этих существенных колебаний, анализировались затраты на материалы, которые в обязательном порядке изменяются в процессе ремонта. В среднем стоимость этих материалов составляет около 11,5% от стоимости всего материала, так что сильные колебания имеют другую природу. Прежде всего их можно объяснить несоблюдением организационных указаний и использованием целых комплектов или узлов, приборов и агрегатов из-за отсутствия отдельных деталей. Но так как порядок заказа и получения материала тоже вытекает из стратегии ремонта и абсолютно исключает гибкость в реагировании на конкретную ситуацию, то в этом можно видеть недостаток существующей стратегии ремонта.

На основе большого отбора материалов и деталей определены характерные дефекты на деталях и узлах, проведен анализ причин их возникновения.

Решались два вопроса:

- дают ли предписанные методы дефектации гарантии определения всех дефектов и получения высокой эффективности процесса?
- каким образом можно эти данные обработать статистическими методами и возможно ли уменьшить объем дефектации?

Использовались 103 наименования деталей изд.1, подвергавшиеся неразрушающему контролю. Из них 66% не имели дефектов и 32%, что составило 49 наименований, причем 10 наименований имели вероятность возникновения дефекта более 20%.

Аналогичная картина отмечена у изд.2, где проверялись 115 наименований, из них 79% не имели дефектов и только 7 имеют вероятность возникновения дефекта более 10%.

Определена также статистика дефектов по системам и компонентам самолета. Сделан вывод, что можно выявить определенные детали с высокой вероятностью возникновения дефекта и таким образом редуцировать объем дефектации.

Приведенные в разделе фотографии, фрактографии, показывают характерные дефекты на деталях. Ими являются изломы, трещины и коррозия. Определен "удельный вес" причин возникновения дефектов: нарушение технологии изготовления; недостатки конструкции; ошибки в процессе дефектации и монтажа на ремонтном заводе. Для ремонт-

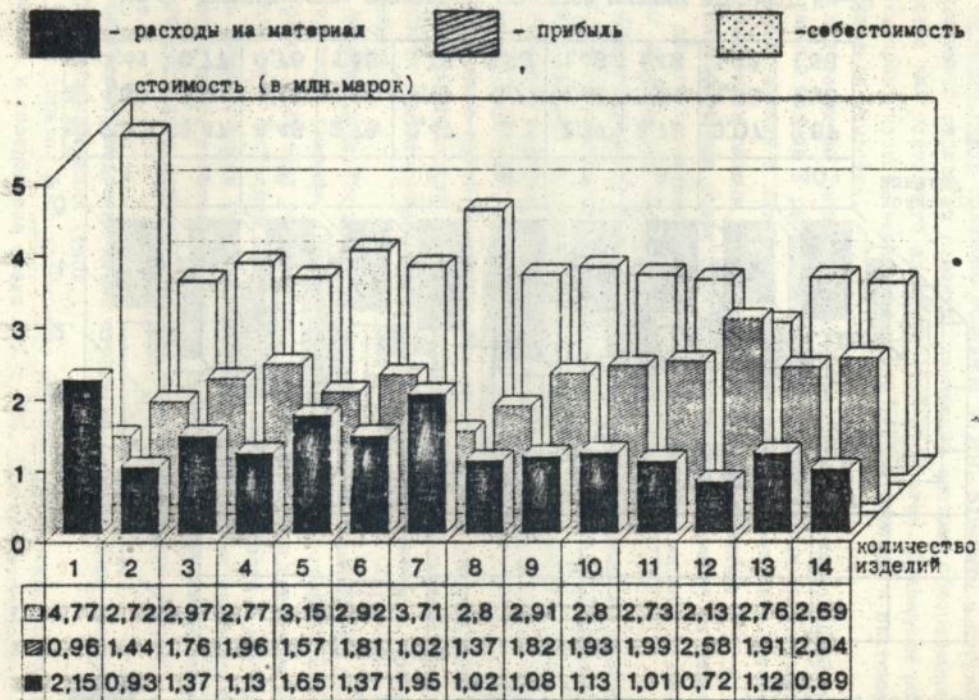


Рис.3. Экономические показатели процесса ремонта самолета МиГ-23

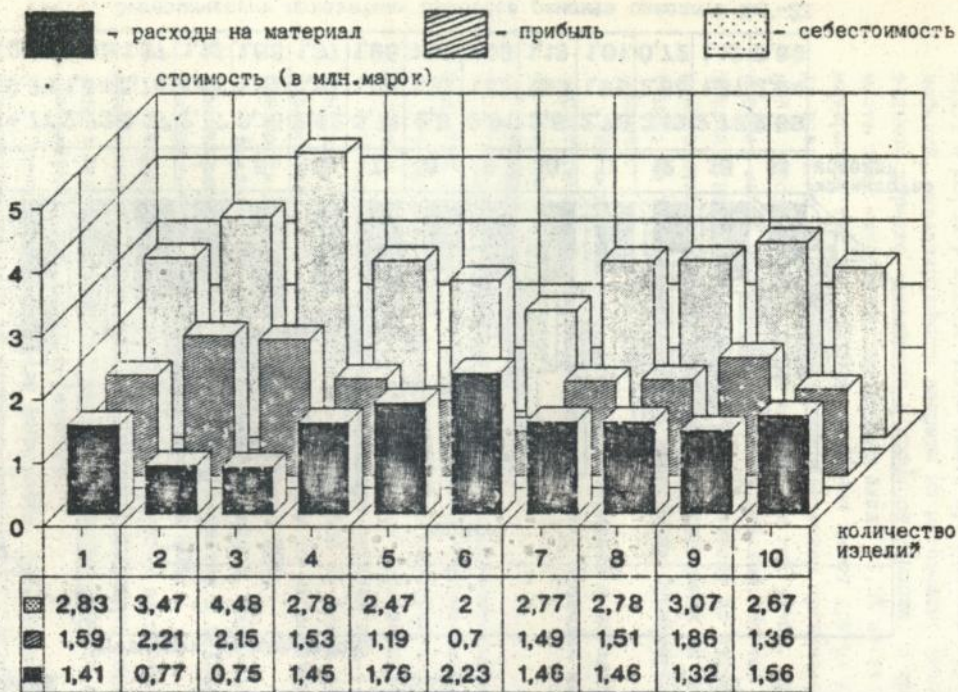


Рис.4. Экономические показатели процесса ремонта вертолета Ми-24

ного процесса только последняя группа представляет определенную проблему, так как здесь имеет место случайный процесс из-за субъективного фактора - человека. Но и эту группу можно ограничивать.

В пятой главе изложены основные черты, элементы и структуры предлагаемой стратегии ремонта, концепция системы обеспечения качества как составного элемента этой стратегии. Приведены результаты практического внедрения новой теории ремонта и системы обеспечения качества.

Под термином "новой стратегии ремонта" понимается дифференцированный подход к разным этапам ремонтного процесса и отремонтируемой техники с категоризированием узлов и деталей и применением элементов разных существующих концепций ремонта.

Разработанная новая стратегия ремонта базируется на направлении общего повышения уровня технологического процесса с внедрением комплексной системы обеспечения качества.

Новая стратегия ремонта ориентируется не только на необходимом уровне надежности ремонтируемой техники, но и на экономических критериях технологического процесса. Она также уходит от бывшей теории недопустимости дефектов и, перейдет к теории (допустимость дефектов) в определенных условиях.

Внедрение новой стратегии ремонта позволило создать стабильный технологический процесс, гарантирующий необходимый уровень надежности ремонтируемой техники и высокую экономичность процесса ремонта.

Анализ доказал незавершенность процесса ремонта по старой стратегии ремонта. Она значительным перевесом профилактических работ (75% всех трудовых затрат) и с направлением продукции на контроль не в состоянии обеспечить уровень надежности и гарантировать экономичность ремонта. Поэтому стояла задача изменить соотношение профилактических работ к работам, вытекающим из конкретного состояния деталей и узлов, которое составило 75%:25% затрат.

Благодаря внедрению новой стратегии ремонта были достигнуты значительные изменения (табл. I).

Таким образом было достигнуто снижение профилактических работ на 16% и соотношение стало 57% : 43%. Так как технологический процесс ремонта приращен к некоторым предпосылкам, в том числе и к контрольным приборам и оборудованию, этому вопросу

уделено большое внимание.

Был внедрен целый комплекс новых технологий контроля и проверки и таким образом достигнуты, с одной стороны—снижение затрат, а с другой стороны — повышение достоверности результатов дефектации. С внедрением нового оборудования, как например, прибора Н.2.83.5 фирмы Ферстера (ФРГ) для контроля вихревым током, расширились и возможности контроля, необходимые предпосылки для философии допустимости определенных дефектов.

Проводились обширные опыты с названным прибором, особенно по вопросам обнаружения дефекта без снятия лакокрасочного покрытия.

Экономический эффект от применения только этого прибора составляет примерно 10000 марок на один самолет, если за основу оценки брать только снижение нормо-часов, непосредственно необходимые для проведения дефектации и не считая затраты для снятия лака и покраски.

Для понимания подхода и сути новой стратегии ремонта с ее составной частью, системы обеспечения качества, важным является принципиальный подход к сбору и обработке данных. Сам процесс ремонта подлечит массе влияющих факторов, его можно считать случайным процессом. Поэтому новая стратегия ремонта базируется на применении теории вероятности, математической статистики.

Таблица I

Снижение доли профилактических работ с применением новой стратегии ремонта

Область работ	Снижение доли профилактических работ ( в % )
Ремонт агрегатов	26
Демонтаж, ремонт и монтаж планера	11
Работы в мастерских	18
Прочие работы	18

Выбрано направление управления процессом в целом, а не только некоторыми величинами и обеспечение необходимого уровня надежности путем повышения технологии ремонтного процесса, а не усиление контроля отдельных этапов.

На рис.5 показано, каким образом исходные данные собираются, как они обрабатываются и как дается прогноз дальнейшего развития показателя.

Таким образом удалось перейти к управлению технологического процесса и к обеспечению его стабильности.

Коэффициент вариационного размаха для  
самолета МиГ-23 до внедрения новой  
стратегии ремонта

Экономические показатели	$\omega$	$\Delta$	$K_{BP}$
Затраты на материал /млн.марок/	1,43	1,3	1,1
Технологические затраты /млн.марок/	2,46	2,4	1,1
Прибыль /млн.марок/	1,62	1,4	1,2

где  $\omega$  - вариационный размах

$\Delta$  - допуск на контролируемый параметр

$K_{BP}$  - точность технологического процесса

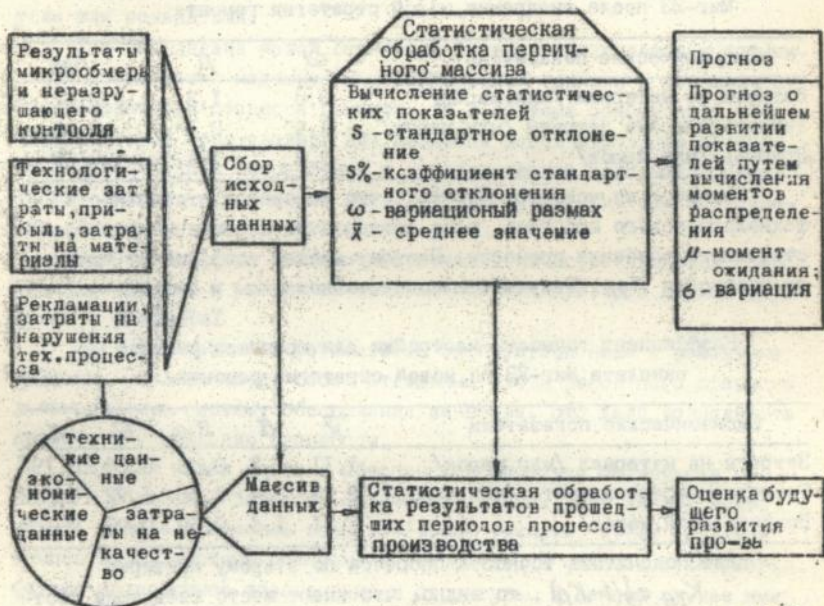


Рис. 5. Схематическое изображение сбора и обработки данных в новой системе обеспечения качества

Особо важное место занимали вопросы достижения стабильности технологического процесса и определения необходимого уровня надежности. Проведены обширные исследования и были определены конкретные величины для каждого элемента процесса ремонта и для каждой детали, базируясь на требованиях изготовителя, законодателя, стандартов и покупателя или заказчика. Таким образом удалось оценить технологический процесс внедрения двух величин показателей для начальной фазы внедрения новой стратегии ремонта, коэффициент вариационного размаха  $K_{BP}$  и коэффициент точности настройки  $K_{TH}$ .

В таблице 3 показано, как изменился коэффициент  $K_{BP}$  после внедрения и апробирования новой стратегии ремонта на примере ремонта самолета МиГ-23 (изд. I).

Таблица 3

Коэффициент вариационного размаха для самолета МиГ-23 после внедрения новой стратегии ремонта

Экономические показатели	$\omega$	$\Delta$	$K_{BP}$
Затраты на материал /млн.марок/	0,8	1,3	0,62
Технологические затраты /млн.марок/	1,4	2,4	0,58
Прибыль /млн.марок/	0,9	1,4	0,69

Несмотря на условие  $K_{BP} < 1$ , что говорит о стабильности технологического процесса, этот критерий не достаточен для всестороннего описания процесса. Поэтому введен коэффициент точности настройки  $K_{TH}$ . Результаты подсчета показаны в таблице 4.

Таблица 4

Коэффициент точности настройки для процесса ремонта самолета МиГ-23 по новой стратегии ремонта

Экономические показатели	$\bar{X}$	$\Delta$	$K_{BP}$	$T_M$	$K_{TH}$
Затраты на материал /млн.марок/	1,11	1,3	0,62	0,86	0,192
Технологические затраты /млн.марок/	2,24	2,4	0,58	1,72	0,217
Прибыль /млн.марок/	1,21	1,4	0,69	0,98	0,164

Если подсчитать точность процесса по второму критерию

$K_{TH} < \frac{1}{2}(1 - K_p)$ , то видно, что имеют место следующие соотношения:

- для затрат на материал  $0,182 < 0,19$
- для технологических затрат  $0,217 > 0,21$
- для прибыли  $0,164 > 0,155$

Это говорит о незначительном смещении функции распределения в ту или другую сторону по отношению к  $T_M$ . Несмотря на это, достигнутая точность процесса удовлетворяет ожидание и может быть улучшена в будущем.

В пятой главе описываются основные черты новой стратегии ремонта. Они заключаются в следующем:

1. Установленные изготовителем ресурсы остаются в силе.
2. Ремонт проводится по этим ресурсам.
3. Разделение процесса ремонта на традиционные элементы (предв.дефектация и т.д.)
4. Дифференцированный подход к каждому элементу процесса.
5. Категоризирование узлов и деталей для определения объема работ.
6. Определение необходимого уровня надежности для каждого усла или показателя.

Так как задача новой стратегии ремонта заключается в оптимизации соотношения надежности ремонтируемой техники и экономических показателей процесса ремонта, то и система обеспечения качества является предусловием для введения новой стратегии ремонта.

Определились оперативные и стратегические цели новой стратегии ремонта, разработана петля регулирования системы обеспечения качества, которая показана на рис.6.

Основной частью системы обеспечения качества является сбор исходных данных и уровня вычислительной техники. Эти данные заносятся в смету.

Все это позволило согласовать эксплуатационные и ремонтные вопросы, увязать между собой отдельные части ремонтного процесса в комплексную систему обеспечения качества. Это дало возможность перейти к управлению процессом.

Так как новая система обеспечения качества базируется на сборе и обработке большого количества данных, эту задачу можно решить только с помощью вычислительной техники, путем создания компьютерной системы обеспечения качества. В связи с этим разработано программное обеспечение и структура. В данном случае имеет место трехступенчатая система.

Таким образом удалось совместить теоретические соображения и материальную базу в действующую компьютерную систему.

Благодаря актуальности результатов диссертации возник большой интерес и в ВВС и на заводе. На этом основании принято реше-

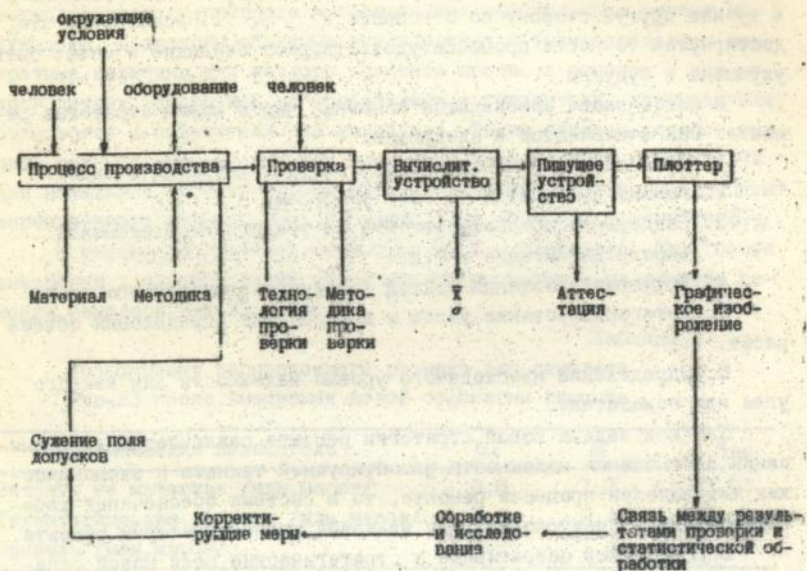


Рис.6. Цепля регулирования в системе обеспечения качества

ние апробировать предложенный путь и ввести в действие новую стратегию ремонта и систему обеспечения качества для процесса ремонта самолета МиГ-23.

Были созданы рабочие группы, которые по отдельным специальностям рассмотрели технологический процесс по предложенному пути.

В результате удалось достичь значительных успехов в снижении затрат и стабилизации технологического процесса (табл.5).

Специальные подсчеты суммарного объема, вытекающего из снижения затрат на ИО нормо-часов (приведены в приложении к диссертации) показывают, что общие затраты на ремонт одного самолета снижаются на 140000 марок. Применительно к программе ремонта на 1990 год, затраты снизились на 2,1 млн. марок, что прямым образом отразилось на прибыли завода.

Снижение расходов в нормо-часах	
Область ремонта	Снижение затрат, в н/ч
Ремонт агрегатов (электрооборудование и системы)	320
Разборка, дефектация, ремонт и сборка самолета	447
Мастерские	340
	<u>1107</u>

Таким образом, поставленная цель достигнута, на заводе Флюгцойгверфт имеется апробированная новая стратегия ремонта и система обеспечения качества и достигнута оптимизация соотношения надежности отремонтированной техники и экономических показателей процесса.

#### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Показано, что специфические особенности авиационной ремонтной базы ГДР в связи с изменением внешних условий требуют принципиального изменения стратегии ремонта и эксплуатации авиационной техники и определения новых подходов, основанных на технико-экономических показателях.

2. Показано, что при существующих условиях процесс ремонта самолетов, принятый на ремонтной базе ГДР неэкономичен, причиной чему являлись применявшаяся плано-предупредительная стратегия ремонта.

3. Показано, что новая стратегия ремонта должна соответствовать требованиям надежности ремонтируемой техники и экономичности процесса. Установлена неразрывная связь между новой стратегией ремонта и системой обеспечения качества, которая включает в себя элементы математической статистики, теории вероятностей и надежности и организуется с помощью вычислительной техники.

4. Путем комплексного анализа дефектов, отказов, неисправностей доказано, что переход к новой стратегии ремонта возможен и вероятность обнаружения дефектов и неисправностей по сравнению с применяемой плано-предупредительной стратегией выше.

5. Разработана структура компьютерной системы управления качеством ремонта, включающая внутреннюю и наружную сети. Разрабо-

тана технология управления качеством АТ при ремонте и эксплуатации.

6. Суммарный экономический эффект от внедрения результатов диссертационной работы при ремонте только одного типа самолета в 1990 год составил 2,1 млн. марок.

#### СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Запорожец В.В., Хайцнер А., Варухно В.В. Разработка новой стратегии ремонта с целью оптимизации соотношения между экономией процесса ремонта и уровнем надежности авиационной техники. В ст. "Новое в технологии ремонта воздушных судов на заводах гражданской авиации". - Киев, КИИГА, 1990, с.8-12.

2. Jahresbericht der Kontrollkommission des Ministeriums für Nationale Verteidigung der DDR und des Amtes für Standardisierung, Messwesen und Warenprüfung für 1988 und 1989.

(Nur für den Dienstgebrauch)

3. Vortrag vor den Hörern der Militärakademie der Luftstreitkräfte der DDR in Kamenz zum Thema "Fragen der Zuverlässigkeit und Ökonomie während der Nutzung und Reparatur von Militärflugzeugen" Kamenz 1989.

4. Vortrag vor dem Chefsingenieur der Luftstreitkräfte der DDR und Offizieren des Fliegeringenieurdienstes zum Thema "Neue Überholungsstrategie und Qualitätssicherung" Strausberg 1988.

5. Vortrag vor den Technischen Direktoren der Überholungsbetriebe für Flugzeuge der VRB, VRP, UVR, CSSR und DDR zum Thema "Neue Überholungsstrategie und Qualitätssicherung als Rationalisierungspotential" Dresden 1989.

6. Реферат "Диагностика деталей авиационной техники при ремонте методом идентификации неразрушающих испытаний". Кафедра русского языка КИИГА, Киев, 1987.

*Andreas*

---

Подписано в печать 30.II.92. Формат 60x84/16. Бумага типограф.  
Офсетная печать. Усл.печ.л.1,32. Уч.-изд.л.1,5. Тираж 100 экз.  
Заказ № 203-Г. Цена : Изд.№ 360/Ш.

---

Издательство КИИГА.

252058, Киев-58, проспект Космонавта Комарова, 1.

AB 26.374

**AB 26.374**