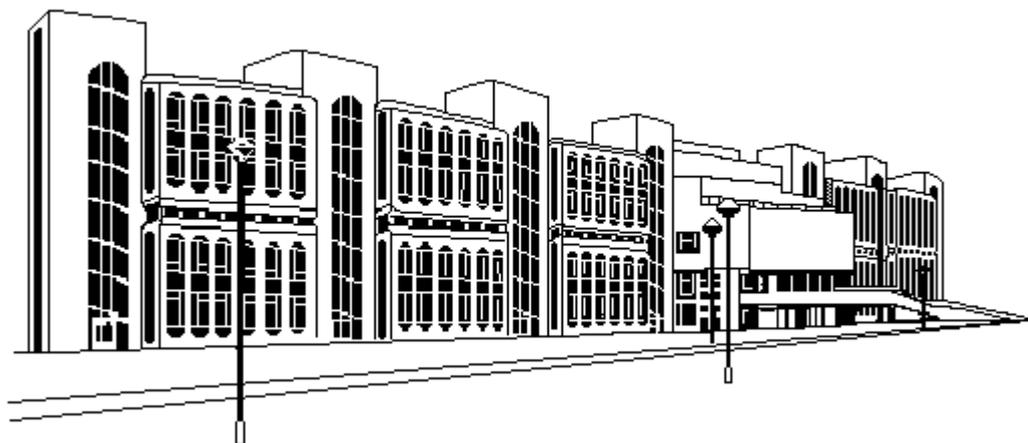


МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Ю.М. Чинючин

МЕТОДОЛОГИЯ
И СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ



Москва - 1999

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РФ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра технической эксплуатации летательных аппаратов и
авиадвигателей

Ю.М. Чинючин

МЕТОДОЛОГИЯ
И СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Часть 1

Рекомендуется УМО для
межвузовского использования в
качестве учебного пособия для
студентов-магистрантов
направления 552000

Москва - 1999

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «История, методология и современные научные проблемы эксплуатации авиационной и космической техники» является основной в цикле общепрофессиональных дисциплин учебного плана магистерской программы 552001 - «Анализ и синтез эксплуатационно-технических характеристик авиационной и космической техники» (третий уровень обучения).

Целью изучения данной дисциплины является: получение студентами магистратуры необходимых знаний о содержании современных проблем и основных задач развития системы технической эксплуатации ЛА и методологических основах их решения; приобретение практических навыков и умений в решении научно - практических задач совершенствования и повышения конструкторско-эксплуатационных свойств ЛА и эффективности их эксплуатации с применением современных математических методов и вычислительной техники.

В процессе изучения дисциплины студенты - магистранты приобретают следующий комплекс знаний и умений:

1. Необходимо знать: принципы государственного регулирования и управления в сфере технической эксплуатации ЛА; основные слагаемые инженерно - авиационного обеспечения полетов; задачи по поддержанию летной годности ЛА; факторы и предпосылки эксплуатации авиационной техники как науки; основные термины и определения в области ТЭ ЛА; содержание основных актуальных проблем и направлений научных исследований в области ТЭ ЛА; задачи повышения эксплуатационно-технических характеристик ЭТХ ЛА; задачи исследований по формированию комплексных программ ТОиР вновь создаваемых ЛА; концепцию и принципы построения новой системы НТД; свойства процессов эксплуатации ЛА; параметры и показатели процессов эксплуатации ЛА; методы их оценки, анализа и прогнозирования по данным эксплуатационных наблюдений.

2. Необходимо уметь: проектировать в соответствии с действующими нормативами организационные структуры АТБ и Организаций по ТО ЛА; разрабатывать планы-графики перспективного и оперативного использования и отхода на ТОиР парка ЛА авиапредприятия; применять действующую НТД и производственно-техническую документацию в процессе ТЭ ЛА; применять современные методы обоснования требований к ЭТХ на новые типы ЛА; проводить технико-экономическое обоснование и планирование выполнения НИР и принимаемых в процессе исследований научных и инженерных решений.

3. Необходимо иметь опыт: по оценке состояния отдельных проблем по научным результатам в области ТЭ ЛА; по обобщению конструктивно-эксплуатационных недостатков авиационной техники и предъявлению их разработчику; по обобщению и анализу опыта технической эксплуатации серийных типов ЛА; по решению задач оценок и анализа показателей эффективности процессов эксплуатации ЛА по данным эксплуатационных наблюдений.

4. Необходимо иметь представление: об основных направлениях развития ГА как транспортной отрасли на перспективу; о методах, средствах и основных результатах научных исследований в области эксплуатации ЛА.

Состояние проблемы обеспечения и повышения безопасности полетов во многом определяется эффективностью действующей системы сохранения и поддержания лётной годности ЛА, которая является первостепенной в сфере технической эксплуатации авиационной техники. Ее особая актуальность в современных условиях работы ГА обуславливается рядом важных обстоятельств. К их числу относятся:

- образование множества самостоятельных авиакомпаний и рассредоточение между ними действующего парка ЛА;
- изменение принципов, правил и форм государственного регулирования в авиационной отрасли;

- эксплуатация парка «стареющих» ЛА;
- необходимость обеспечения конкурентоспособности отечественных ЛА и повышения эффективности процессов их создания и эксплуатации.

Кроме того, при решении данной проблемы требуются новые подходы к дальнейшему развитию отечественной правовой, нормативной и методической базы в ГА России в части поддержания лётной годности эксплуатируемых ЛА. Необходимо более глубокое изучение с целью возможного использования основных положений и правил поддержания лётной годности ЛА, содержащихся в документах JCAO, FAA США и JAA ЕС.

ГЛАВА 1. ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ КАК НАУКА И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ

1.1. Предпосылки развития эксплуатации как науки

В жизненном цикле любой машины, начиная с её создания и кончая списанием после отработки назначенного ресурса, основная доля времени приходится на стадию эксплуатации. Для эксплуатации создаётся любая машина. В направлении обеспечения эффективной эксплуатации в конечном итоге и должна работать мысль учёных, конструкторов, технологов, производственников, создающих технику. Это очевидно, но на практике многие годы действовала иная схема. Специалисты-разработчики полагали, что главное - создать машину, а решение задач её эффективной эксплуатации, и в частности, технической эксплуатации произойдёт само собой. И если раньше применительно к простым в конструктивном отношении машинам с таким подходом ещё можно было мириться, то на современном этапе для всё усложняющихся типов и видов машин, и прежде всего для авиационной техники, он стал недопустимым.

Именно на этапах эксплуатации летательного аппарата (ЛА) реализуются функции, для которых он предназначен, проявляются заложенные в ЛА при создании потенциальные возможности, а также конструкторско-эксплуатационные свойства. Только в процессе эксплуатации ЛА возмещаются все те затраты, которые связаны с его созданием. Специалистам известно, что проблемы технической эксплуатации на протяжении долгого времени находились в разряде второстепенных. По сути, эти проблемы в полной мере не решаются на этапах создания и в настоящее время. Незаслуженно мало внимания им уделялось и уделяется и на этапах эксплуатации.

К сожалению, ещё и сегодня можно услышать вопрос, является ли эксплуатация авиационной техники наукой? Некоторые считают, что никакой особой науки здесь нет, что эксплуатация - это просто ремесло. Такая постановка вопроса ошибочна и даже вредна; она не способствует делу ускорения научно-технического прогресса.

Следует иметь в виду, что есть « практическая эксплуатация » и есть « эксплуатационная наука », которая развивается по тем же законам как и любая другая наука вообще. Необходимо различать эти два разных понятия.

Задачи практической эксплуатации

- обеспечить исправность и работоспособность объектов авиационной техники (АТ). Она основана на проверенных данных, на принципах « не навреди », « не проявляй излишней активности из одного лишь желания узнать истину ». Она работает в границах изученного, обоснованного, подтверждённого, дозволенного. Практическая эксплуатация консервативна и в каком-то смысле противоречива по отношению к тем принципам, которые развивают науку. И это правильно, так и должно быть, поскольку пассажир во всех случаях не должен быть объектом эксперимента. В практической эксплуатации всё должно быть регламентировано нормативно-техническими руководящими документами.

Эксплуатационная наука решает задачи за границами уже дозволенного: расширение норм лётной годности и границ ожидаемых условий эксплуатации, увеличение назначенных и

межремонтных ресурсов и сроков службы, расширение допусков на эксплуатационные повреждения, изменение структуры ремонтного цикла, режимов и технологических процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР) ЛА.

Таким образом, эксплуатация АТ - это наука, изучающая методологические, технологические и организационно-технические аспекты процессов подготовки к использованию, использования по назначению, ТО и ремонта, хранения, транспортирования АТ, эксплуатационно-ремонтные свойства АТ (безотказность, долговечность, живучесть, эксплуатационная и ремонтная технологичность, контролепригодность, сохраняемость и др.) и закономерности изменения технического состояния объектов АТ при эксплуатации.

Эксплуатация АТ включает в себя лётную эксплуатацию (технику пилотирования) и техническую эксплуатацию (эксплуатацию АТ в полёте -управление системами, подготовку к полёту, ТО, ремонт, хранение и транспортирование).

Объектами АТ являются ЛА, авиадвигатели, гидромеханические системы и агрегаты ЛА, радиоэлектронное оборудование, авиационные электросистемы и пилотажно-навигационные комплексы.

Какие основные признаки позволяют в полной мере признавать эксплуатацию как науку? Прежде всего эксплуатация АТ должна иметь научную основу, включающую: научную базу, научные проблемы, методы и средства решения научных проблем, конечные научные результаты исследований в изучаемой области, научно-материальную базу.

Научную базу составляет теория и конструирование ЛА и АД, аэродинамика и гидродинамика, аэромеханика, надёжность и долговечность АТ, организация и управление производством и другие науки. Завершённые многолетние исследования позволили пополнить научную базу такими элементами, как: теория процессов технической эксплуатации - ПТЭ (модели, аналитический аппарат); теория эксплуатационной технологичности и безотказности АТ (модели взаимосвязей, системы управления, аналитический аппарат, модели технико-экономической оценки); методология анализа, синтеза, оценки, оптимизации, управления и прогнозирования эффективности процессов и систем технической эксплуатации серийной и вновь создаваемой АТ. Научная база постоянно пополняется результатами обобщения практического отечественного и зарубежного опыта эксплуатации АТ.

Научные проблемы связаны с дальнейшим совершенствованием всех систем и процессов технической эксплуатации ЛА и совершенствованием конструкции объектов АТ. К числу первостепенных проблем, стоящих перед авиационными специалистами и учёными на современном этапе, относятся:

- создание системы поддержания лётной годности и системы госконтроля за поддержанием лётной годности ЛА;
- разработка концепции совершенствования нормативной базы поддержания лётной годности ЛА и повышения эффективности их эксплуатации;
- обоснование и внедрение оптимальных программ ТО и ремонта АТ, основанных на прогрессивных методах технической эксплуатации;
- обоснование эксплуатационно-технических характеристик вновь создаваемой АТ и научно-методическое сопровождение процессов их обеспечения.

Решение перечисленных и многих других научных проблем позволяет постоянно пополнять научную базу технической эксплуатации ЛА.

Методы и средства решения научных проблем вытекают из целей исследования и базируются на теории надёжности, вероятности и математической статистики, теории случайных процессов и восстановления, исследовании операций и системном анализе, теории математического программирования и экспериментирования, кибернетике, системотехнике и др. с использованием программных средств и вычислительной техники.

Конечные научные результаты - это, прежде всего: действующие научно-обоснованные организационные структуры инженерно-авиационной службы ГА (АТБ, АТК, АТЦ и др.) и ремонтных предприятий ГА; межотраслевые и отраслевые комплексы руководящих,

нормативно-правовых, нормативно-технических и методических документов, регламентирующих совместную деятельность авиапредприятий ГА и промышленности по обеспечению и поддержанию лётной годности ЛА, повышению уровня безопасности полётов и эффективности эксплуатации ЛА; разработанные и реализованные прогрессивные формы, методы, стратегии ТО и ремонта в организациях по ТОиР АТ; созданные и внедрённые автоматизированные системы управления производством, эффективностью ПТЭ, техническим и ресурсным состоянием АТ и т. д; действующие учебно-методические разработки для высших и средне-специальных учебных заведений и учебных авиационных центров, обеспечивающих первоначальную профессиональную подготовку, переподготовку, аттестацию (сертификацию) авиационных специалистов ГА.

Материальную базу составляют, прежде всего, НИИ ГА, которые совместно с родственными НИИ промышленности, ВВС и др. научно-исследовательскими организациями, а так же в тесном взаимодействии с соответствующими авиапредприятиями, КБ и предприятиями промышленности осуществляют основную научную деятельность по решению научных проблем эксплуатации гражданской авиационной техники. Важную роль в развитии эксплуатации играют научно-исследовательские секторы вузов ГА, где, как правило, высокий научный потенциал определяют ученые-преподаватели, активно участвующие в научных исследованиях.

Таким образом, большая армия учёных, экспериментаторов и теоретиков объединены различными координационными планами НИР в области эксплуатации АТ, для успешной работы которых выделяются значительные денежные средства.

1.2. Основные термины и определения в сфере эксплуатации

В методологическом плане важным условием при изучении проблем эксплуатации АТ является обеспечение терминологического единства всех объектов эксплуатации и требований, предъявляемых к ним. Приведем здесь некоторые из них, которые будут наиболее часто встречаться в последующих разделах учебного пособия.

В 1985 году был впервые введён в действие ГОСТ 25866-83 «Эксплуатация техники. Термины и определения». В соответствии с ним под «Эксплуатацией» понимается стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество. Эксплуатация изделия включает в себя в общем случае использование по назначению, техническое обслуживание, ремонт, транспортирование и хранение.

Под жизненным циклом изделия понимают совокупность разработки, изготовления, обращения, эксплуатации и утилизации изделия от начала исследования возможности его создания до окончания применения. Отличительной особенностью эксплуатации является использование или ожидание использования изделия по назначению.

Техническая эксплуатация - часть эксплуатации, включающая техническое обслуживание, ремонт, транспортирование и хранение изделия.

Система эксплуатации - совокупность изделий, средств эксплуатации, исполнителей и устанавливающей правила их взаимодействия документации, необходимых и достаточных для выполнения задач эксплуатации. Средства эксплуатации включают в себя - здания, сооружения, средства технологического оснащения, запасные части и эксплуатационные материалы, необходимые для эксплуатации изделия. Составной частью системы эксплуатации является система технического обслуживания и ремонта техники.

Согласно ГОСТ 18322-78 система ТО и ремонта - это совокупность взаимосвязанных средств, документации ТО и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему. Под объектом ТО и ремонта понимается изделие, обладающее потребностью в определённых операциях ТО (ремонта) и приспособленностью к выполнению этих операций.

Технологическое обслуживание - комплекс операций по подготовке изделия к

использованию по назначению, транспортированию и хранению и приведению его в исходное состояние после этих процессов, потребность в которых не определяется надёжностью изделия.

Под стратегией ТО (ремонта), согласно ГОСТ 24212-80, понимается система правил управления техническим состоянием изделия в процессе ТО (ремонта).

Программа ТО и ремонта (ГОСТ 28056-89) - документ, устанавливающий стратегии, количественные характеристики видов ТО и ремонта, порядок их корректировки на протяжении срока службы с начала эксплуатации до списания изделия. Под видом ТО (ремонта) понимается ТО (ремонт), выделяемые по какому-либо отличительному признаку (этап и условия эксплуатации, этапность выполнения и т. д.). Метод ТО (ремонта) по ГОСТ 18322-78 - это совокупность технологических и организационных правил выполнения операций ТО (ремонта).

Режим ТО (ремонта) согласно ГОСТ 24212-80 - это условия выполнения ТО (ремонта), включающие перечень и периодичность выполнения операций, и при необходимости, значения эксплуатационных характеристик применяемых средств.

Под эффективностью системы ТО и ремонта авиационной техники (ГОСТ 24212-80) понимается свойство системы выполнять функции по поддержанию и восстановлению исправности или работоспособности изделий авиационной техники с определёнными затратами времени, труда и материальных средств.

1.3. Основные направления развития эксплуатации и характеристика задач

В настоящее время развёрнут комплекс работ по созданию и оснащению Аэрофлота новыми самолетами и вертолётами, которые по своим лётно-техническим и эксплуатационным характеристикам должны обеспечивать более высокий, в сравнении с существующим, уровень безопасности, регулярности и интенсивности полетов, экономию авиатоплива, снижение расходов на ТОиР и себестоимость авиаперевозок. Особое место в данном комплексе работ занимают задачи повышения эффективности технической эксплуатации ЛА. Эти задачи на современном этапе развития гражданской авиации требуют поиска новых решений, новых более эффективных направлений исследований и практической деятельности.

Научно-технический прогресс в области технической эксплуатации ЛА предполагает системное решение ряда взаимосвязанных проблем. Эти проблемы по степени важности и последовательности выполнения можно объединить в следующие группы:

- 1) разработка теоретических и научных основ технической эксплуатации;
- 2) оптимизация содержания и объемов ТОиР ЛА в процессе эксплуатации;
- 3) перестройка организации и управления процессами технической эксплуатации ЛА.

Такая последовательность расположения групп проблем выбрана неслучайно. Как показывает опыт, радикальные сдвиги в области технической эксплуатации в настоящее время зависят, прежде всего, от успехов в разработке современной теории. Она должна стать тем «паровозом», который потянет за собой в нужном направлении всю цепочку прикладных исследований.

С использованием современной теории технической эксплуатации станет, в частности, возможным выполнить анализ процессов технической эксплуатации различных видов и классов ЛА, выбрать для них оптимальные стратегии ТОиР, создать недостающие ныне (и так необходимые для работы) межведомственные нормативно-методические технические документы.

Применение этих документов на практике позволит ликвидировать тот большой пробел, который существует в научно-методическом обеспечении разработок по технической эксплуатации, подлежащих обязательному выполнению именно на этапах проектирования и постройки ЛА. Недоработка на этих этапах оказывается уже невозможной на этапах

эксплуатации.

Нельзя не признать, что, несмотря на наличие огромного фактического материала, большого числа выполненных научных исследований, стройной современной теории технической эксплуатации ЛА разных классов и назначения пока не создано. Попытки объединить усилия специалистов для выполнения комплексных научных исследований крупных проблем технической эксплуатации наталкивались на ведомственные барьеры и не давали ожидаемых результатов. Недостаточен пока объём выполняемых работ по стандартизации в области эксплуатации техники.

При формировании содержания и объёмов ТОиР современного ЛА должны учитываться те новые принципы конструирования авиационной техники, которые успешно реализуются в последние годы в целях повышения безопасности и регулярности полётов, упрощения и удешевления ТОиР. К таким принципам можно отнести: обеспечение безопасной повреждаемости конструкций, обеспечение высоких значений показателей долговечности и живучести, применение встроенных и бортовых автоматизированных систем диагностирования функциональных систем и изделий, обеспечение высокой степени резервирования изделий и функциональных систем, обеспечение требуемого уровня эксплуатационной технологичности и контролепригодности создаваемых конструкций.

Содержание и объёмы ТОиР современного ЛА необходимо определять не тогда, когда он уже окончательно изготовлен, и не по прототипу, как это зачастую делается. Данная задача должна решаться конструкторами ещё на этапах проектирования и начала постройки ЛА одновременно с решением задач обеспечения его конструктивно-эксплуатационных свойств. Именно на данных этапах должна формироваться программа ТОиР на длительный период эксплуатации ЛА, которая служит основой при разработке эксплуатационно-технической документации.

Задача разработки программ ТОиР является сравнительно новой для нашей промышленности и сложной для реализации из-за отсутствия опыта. Однако эта задача порождена потребностями эксплуатации. Успех её решения во многом зависит от того, как скоро будет разработано методическое обеспечение по формированию программ и созданы необходимые информационные ресурсы.

В конечном итоге вопрос ставится так, чтобы одновременно с новым типом ЛА заказчику передавалась и программа его ТОиР на длительный период эксплуатации. В соответствии с данной программой заказчик обязан осуществлять своевременную подготовку потребной производственно-технической базы для эффективной технической эксплуатации ЛА.

Обеспечение потребного уровня конструктивно-эксплуатационных свойств ЛА, наличие к началу их эксплуатации прогрессивных программ ТОиР и соответствующей им эксплуатационно-технической документации позволяет реализовать на практике принципиально новую технологию обслуживания и ремонта, основанную на стратегии «по состоянию».

Это позволяет ввести в практику гибкие программы ТОиР, для большинства агрегатов и комплектующих изделий упразднить межремонтные ресурсы, для ряда типов ЛА отказаться от проведения весьма трудоёмких капитальных ремонтов. В результате можно получить без ущерба для безопасности и регулярности полётов существенное (до 30 %) сокращение расходов на ТОиР, повысить показатели технического использования и исправности ЛА.

Научно-технический прогресс в области технической эксплуатации ЛА предполагает также радикальные изменения в развитии производственной и материально-технической базы эксплуатационных и ремонтных предприятий, форм организации и управления процессами ТОиР.

Производственная база предприятий гражданской авиации, занятых ТОиР авиационной техники, и её материально-техническое оснащение не соответствуют техническому уровню эксплуатируемых ЛА. Это снижает эффективность их использования. Для изменения существующего положения требуется строительство новых и реконструкция действующих ангаров, широкое внедрение в практику ТОиР современных средств технической

диагностики и неразрушающего контроля, средств механизации и автоматизации производственных процессов. Данные задачи должны решаться с учетом проводимой работы по специализации и кооперированию производства, интеграции имеющейся производственной базы АТБ и ремонтных заводов.

В последнее время введены в действие отраслевые научно-технические программы по разработке и производству средств механизации и сокращения ручного труда. В целях технического перевооружения производственных процессов, внедрения современных средств механизации и автоматизации, создания благоприятных условий для работы и повышения производительности труда в предприятиях отрасли проводится аттестация продукции по категориям качества, организован пересмотр технических условий на серийную наземную технику.

В гражданской авиации принята концепция новой системы организации ТОиР магистральных самолетов, которая предусматривает:

- отказ от капитальных ремонтов этих самолётов и упразднение применительно к ним понятий «ресурс до 1-го ремонта», «межремонтный ресурс»;
- проведение необходимых ремонтно-восстановительных работ на планере «по состоянию» на протяжении всего периода эксплуатации самолёта с совмещением таких работ с периодическими формами ТО;
- разработку единого технологического процесса ТОиР;
- интеграцию информационной и производственной базы, трудовых и материальных ресурсов эксплуатации и ремонта, организации и управления производством.

Реализация данной концепции требует создания предприятий нового типа - Центров (объединений) по эксплуатации и ремонту. Создание таких Центров (объединений) позволит наиболее полно использовать имеющуюся ангарную базу, производственные площади и оборудование, сократить простои ЛА на ТОиР, снизить затраты на приобретение средств контроля и диагностики и на материально-техническое обеспечение.

На повестке дня задача разработки концепции новой системы организации технической эксплуатации и ремонта ЛА местных воздушных линий и ПАНХ. В силу специфических условий эксплуатация ЛА данного класса система их ТОиР будет иметь заметные отличия. Характерными её чертами станут специализация и кооперирование производства, применение поточных методов ремонта ЛА с круглосуточным циклом работы, использование современных технологических процессов, интеграция производственной базы АТБ и заводов ГА.

Новые концепции технической эксплуатации ЛА требуют решения задачи дальнейшего перспективного развития организационно-технологических структур АТБ и заводов. Должны быть выделены и обозначены промежуточные этапы развития структур и определён их облик на дальнюю перспективу. В перспективных структурах предприятий, занятых технической эксплуатацией ЛА, отчетливо выделяются контуры взаимосвязанных блоков: блока управления надёжностью и техническим состоянием авиационной техники, возглавляемого начальником производства. При этом блок управления надёжностью и техническим состоянием будет занимать главенствующее место в основном технологическом процессе ТОиР ЛА. Его подразделения будут производить всестороннюю проверку лётной годности ЛА, давать оценку технического состояния и надёжности функциональных систем и формировать задания для подразделений производственного блока на выполнение необходимых ремонтно-восстановительных работ.

Особенно остро стоит вопрос совершенствования информационного обеспечения процессов управления эффективностью ПТЭ и техническим состоянием ЛТ. Уже в настоящее время производственно-диспетчерские отделы предприятий своевременно не справляются с переработкой всё возрастающих информационных потоков. С внедрением же обслуживания и ремонта «по состоянию» потоки информации ещё более возрастают. Повышаются требования к оперативности её обработки и анализа с целью обеспечения своевременности принятия решений. Потоки информации о техническом состоянии систем

и изделий авиационной техники, о её надёжности и исправности, трудоёмкости и стоимости технического обслуживания требуют соответствующего упорядочения по уровням организационной структуры предприятия (бригада, смена, цех, предприятие). При этом для каждого из этих уровней надо определить, с использованием какой информации и какие конкретные вопросы анализа и оценки технического состояния тех или иных систем и изделий ЛА решаются с целью установления их пригодности к дальнейшей эксплуатации.

Предполагается, что для хранения, обработки и анализа этой обширной информации в авиапредприятиях всё в больших масштабах будут использоваться ЭВМ, а также другие технические средства регистрации, обработки и поиска информации. Это позволит создать в недалёком будущем автоматизированные информационно-управляющие системы с единой базой данных и программным обеспечением. Создание таких систем, бесспорно, является одним из важных условий широкого применения ТООР «по состоянию». Однако не следует полагать, что информационно-управляющие системы решат все проблемы совершенствования процесса технической эксплуатации ЛА.

Главным звеном, двигающим всё дело перестройки и ускорения научно-технического прогресса, остаются заказчик и предприятия промышленности, выпускающие продукцию; их заинтересованность в повышении качества и эффективности использования ЛА.

Исходя из интересов дела, работу по повышению эффективности технической эксплуатации ЛА и авиационных двигателей целесообразно проводить в рамках межведомственных объединений на основе целевых программ, предусматривающих широкое применение в эксплуатации прогрессивных технологий и форм организации ТООР. С помощью такого подхода только и можно, на наш взгляд, добиться радикальных изменений как в обеспечении конструктивно-эксплуатационных свойств создаваемых авиационных конструкций, так и в технологии и организации процесса их технической эксплуатации.

ГЛАВА 2. ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

2.1. Обоснование и обеспечение технических требований по надёжности создаваемой авиационной техники

К числу основных эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ) ЛА, подлежащих прежде всего обеспечению и контролю на всех этапах их создания и эксплуатации, относятся характеристики надёжности (безотказности, долговечности, живучести, эксплуатационной и ремонтной технологичности, модульности, контролепригодности). Обеспечение указанных ЭТХ в процессе создания ЛА на основе современных принципов конструирования создает необходимые предпосылки для достижения наилучших результатов по сохранению летной годности и повышению эффективности использования ЛА в процессе их последующей эксплуатации. Таким образом, повышение ЭТХ отечественных типов ЛА является комплексной межотраслевой проблемой. Успешное её решение определяется совершенством научно-технической базы авиационной промышленности и гражданской авиации, развитием организационно-технических и экономических взаимоотношений в новых условиях хозяйствования, а также полнотой и качеством новой законодательной, нормативно-правовой и нормативно-технической базы.

Новые ЛЛ, создаваемые для ГА, по своим ЭТХ должны обеспечивать более высокий, в сравнении с существующим, уровень безопасности, регулярности вылетов, экономию авиатоплива, снижение расходов на ТООР и себестоимости авиаперевозок.

Сложные условия и характер задач ТЭ диктуют особые требования к ЛА в части их ЭТХ, каждая из которых оказывает существенное влияние на показатели эффективности ПТЭ ЛА. Вместе с тем, все они взаимосвязаны, а факторы, определяющие каждую из них, противоречивы. Для достижения заданных значений показателей эффективности ПТЭ

ухудшение одной из ЭТХ должно компенсироваться обязательным улучшением других характеристик.

Эти обстоятельства обуславливают многообразие возможных подходов к решению задач обоснования (нормирования) значений ЭТХ ЛА.

По мере усложнения АТ, увеличение назначенных ресурсов и сроков службы все большее значение приобретает проблема обеспечения надёжности ЛА в целом, его функциональных систем и отдельных агрегатов. Поскольку в создании ЛА участвуют многие организации, а эксплуатация его длится несколько десятков лет, возникает необходимость комплексного решения проблемы обеспечения надёжности на всех этапах создания и эксплуатации ЛА. Впервые подобная программа была разработана для самолёта ИЛ-86. Кроме последовательности этапов и содержания работ, она определяет ответственных исполнителей, сроки, конечные результаты и формы отчётности, рис.2.1.

Обеспечение надёжности ЛА реализуется на этапах проектирования, производства, испытаний и эксплуатации. Каждый из этих этапов подразделён на более мелкие, что позволяет более подробно проанализировать методы обеспечения надёжности (рассмотрены в [V уч-к]). На каждом из этапов выполнение комплексной программы обеспечения надёжности осуществляется контроль и доказательство заданных требований, что является обратной связью в течение всего периода создания и эксплуатации ЛА.

В соответствии с действующей нормативной документацией установлены комплексные показатели надёжности, которые используются для оценки эффективности программы обеспечения надёжности на каждом из этапов жизненного цикла ЛА.

1. Коэффициент готовности K_r - вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени :

$$K_r = T_r / (T_r + T_b),$$

где T_r - годовой налёт; T_b - суммарное время восстановления после отказов в течение года

При известном числе отказов $n_{отк}$ за время T_r :

$$K_r = T_0 / (T_0 + t_b),$$

где T_0 - наработка на отказ; t_b - среднее время восстановления после отказа.

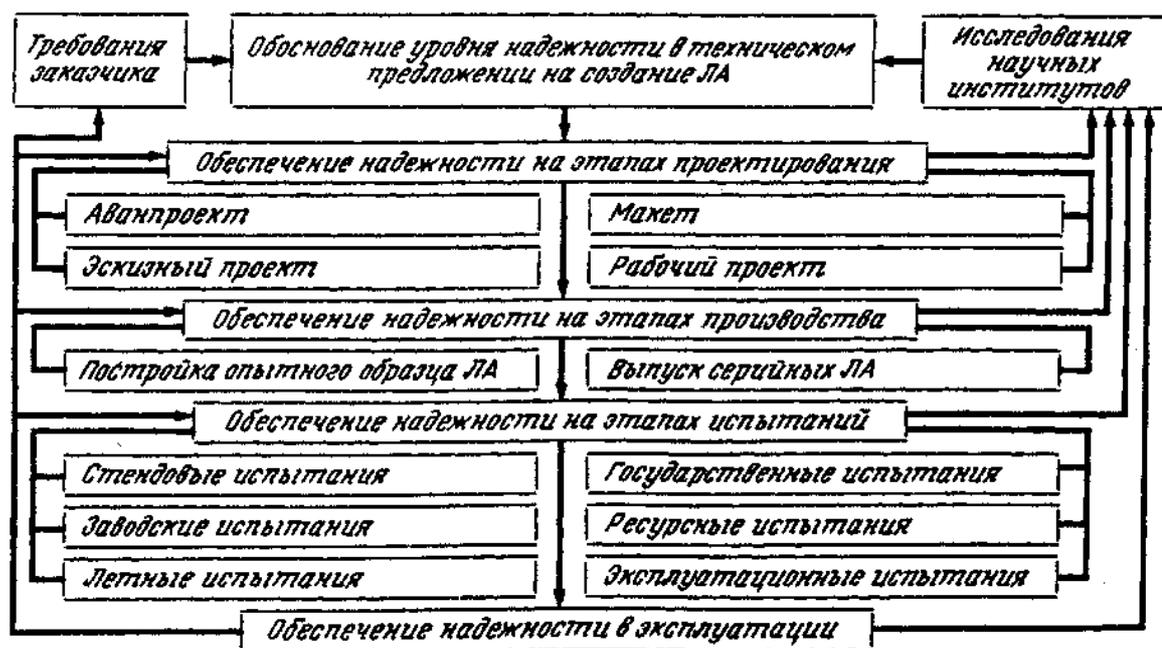


Рис .2.1. Основные этапы работ по обеспечению требований надёжности

2. Коэффициент оперативной готовности $K_{ог}$ используется для оценки вероятности того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени:

$$K_{ог} = K_r P(t),$$

где $P(t)$ - вероятность безотказной работы после устранения отказа (после восстановления),

3. Коэффициент технического использования $K_{ти}$ определяется отношением:

$$K_{ти} = T_r / (T_r + T_n),$$

где T_n - простои на $T_{оиР}$.

4. Коэффициент сохранения эффективности работ на $T_{оиР}$:

$$K_{эф} = K_{ти} - P_{эф}(t),$$

где $P_{эф}(t)$ вероятность безотказной работы после выполнения комплекса $T_{оиР}$.

2.2. Современные методы обеспечения надёжности и живучести конструкций

При создании ЛА конструкторы используют два основных принципа решения проблемы повышения надёжности и эффективности технической эксплуатации ЛА: безопасного ресурса и безопасной повреждаемости.

Принцип безопасного ресурса предусматривает установление для создаваемой конструкции такого ресурса до ремонта, в течение которого в ней не появятся опасные повреждения.

Ресурс до ремонта устанавливается обычно расчётом или экспериментом по аналогии с ранее известными и испытанными конструкциями. По истечению установленного ресурса изделие заменяется независимо от того, имеет оно опасные повреждения или нет.

Принцип безопасной повреждаемости характеризуется тем, что создаваемая конструкция допускает появление отдельных повреждений, в том числе и опасных, без ущерба для безопасности и регулярности полётов ЛА до очередной формы периодического ТО.

Принцип безопасного ресурса, занимавший в течение многих лет при конструировании ЛА ведущее место, отходит на второй план, уступая главенствующее место принципу безопасной повреждаемости конструкций. Основная задача конструкторов - найти и осуществить на практике такие конструктивно-технологические решения отдельных элементов, узлов и силовой конструкции в целом, которые даже при наличии повреждений обеспечиваю! возможность безопасного выполнения одного или нескольких полётов до запланированного наперёд момента устранения этих повреждений. Свойство конструкции, заключающееся в возможности продолжения эксплуатации в течение некоторого времени с не устранённым повреждением или отказом элемента (живучесть), может быть использовано для планирования выполнения обслуживания или ремонта в удобное время, рис.2.2.

Примеры исполнения конструкции ЛА повышенной живучести приведены в [V??].

Надёжность механических систем (конструкций) должна поддерживаться в эксплуатации путём выполнения соответствующих контрольных операций. Выполняемые осмотры при техническом обслуживании и тщательная дефектация ЛА в ремонте должны позволять своевременно выявлять дефекты и не допускать возникновения опасных отказов. В качестве приемлемого уровня живучести считается появление первых усталостных повреждений не ранее половины отработки ресурса и их «медленное» развитие со скоростью, обеспечивающей обнаружение их при выборочном контроле и контроле опасных зон.

Учитывая вероятностную природу процесса усталости металлов, живучесть конструкции можно характеризовать следующими параметрами:

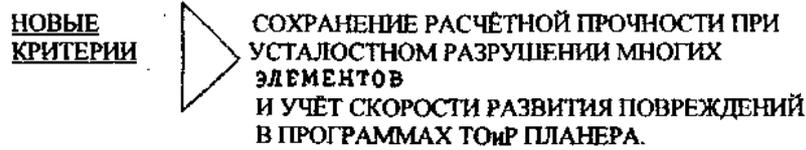
- случайной величиной наработки до возникновения трещины t_0 ;
- случайной величиной скорости распространения трещины V ;

- временем наработки конструкции $t_{доп}$ в лётных часах от начала появления трещины до её развития до предельно допустимого значения.

Основной характеристикой (критерием) качества контроля технического состояния конструкции планера является вероятность обнаружения повреждений - Q_k .

Величина Q_k зависит от многих факторов:

- 1) условия проведения контроля (днём, ночью, в ангаре, на открытом воздухе и т. п.);
- 2) опыт и квалификация исполнителей;
- 3) качество контрольно-поверочного оборудования;
- 4) доступность зоны и объекта контроля;
- 5) геометрия и материал объекта контроля.



ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ОТБОРА ВАЖНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ УЗЛОВ:

- ПОСЛЕДСТВИЯ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ;
- ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ОСМОТРА;
- УСЛОВИЯ НАГРУЖЕНИЯ;
- ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВРЕЖДЕНИЯ В НЕСКОЛЬКИХ МЕСТАХ;
- КОНСТРУКЦИОННАЯ ИЗБЫТОЧНОСТЬ;
- ВОЗМОЖНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОРРОЗИИ.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ ТОиР:

- ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ДОПУСТИМОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИ СОХРАНЕНИИ СПОСОБНОСТИ УЗЛА НЕСТИ ТРЕБУЕМУЮ НАГРУЗКУ;
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ, КОТОРОЕ МОЖНО ОБНАРУЖИТЬ ПРЕДЛАГАЕМЫМИ МЕТОДАМИ КОНТРОЛЯ;
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ПОЛЁТОВ ДО МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО РАЗМЕРА ТРЕЩИНЫ.

Рис2.2 Современная концепция безопасной повреждаемости

На примере периодической формы технического обслуживания на рис.2.3 представлена зависимость вероятности обнаружения трещины от её длины l при условии логарифмически нормального распределения повреждения E ,

При визуальном методе контроля:

$$Q_{\hat{E}}^{\hat{E}C}(l) = \hat{O} \frac{\ln l - 1.9}{0.927}$$

где - Φ функция нормированного распределения Гаусса.

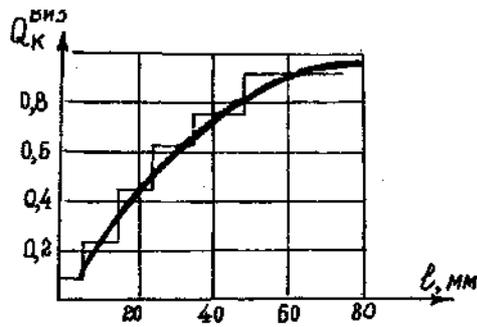


Рис.2.3. Зависимость $Q_{\dot{E}}^{\text{виз}}$ при периодическом ТО ЛА от длины трещины l

В общем виде при использовании любых методов неразрушающего контроля (ультразвуком, вихретоковым, магнитном, порошковым, люминесцентном, рентгеновском)

$$Q_k^{\text{виз}}(l) = \Phi\left(\frac{l - a}{\sigma}\right),$$

данное выражение принимает вид:

где a - среднее значение распределения длины трещины;

σ - среднее квадратическое отклонение.

Значение размеров и вероятности обнаружения повреждения элемента конструкции, которое может быть обнаружено в процессе ТО, является основой для реализации той или иной стратегии обслуживания планера (по ресурсу, по состоянию). Известно, что чем меньше размеры повреждения, которое может быть обнаружено с достаточной достоверностью, тем выше вероятность его обнаружения в заданный период и тем больше интервалы между проведением ТО могут быть приняты. Таким образом, в настоящее время основным признаком, характеризующим техническое состояние планера, является отсутствие или наличие повреждения. Для его обнаружения контроль в основном проводится при ТО с использованием неразрушающих методов.

Ещё в период проведения натуральных ресурсных и эксплуатационных испытаний фиксируются момент обнаружения повреждения t_0 и минимальная величина обнаруживаемого повреждения l_0 . Максимально допустимая величина повреждения l_{cp} определяется из условия обеспечения прочности при $2/3$ максимальной нагрузки. Период развития повреждения от l_p до l_{kp} зависит от скорости развития повреждения V , которая может быть определена из опыта по уравнению:

$$V = \frac{\Delta l}{\Delta t} = A \cdot \Delta K^m.$$

где A, m - параметры модельного образца. Характеристика действующих напряжений:

$$\Delta K = 2\sigma_a = \sqrt{l/2F_0}$$

где σ_a - амплитуда действующих напряжений;

F_0 - коэффициент, учитывающий ширину образца.

Знание скорости распространения повреждения позволяет принять решение об установлении для данного элемента конструкции фиксированного ресурса либо, оценив живучесть конструкции, о возможности его обслуживания по состоянию. Отсюда следует, что для конструкции, созданной по принципу обеспечения фиксированного ресурса, образование трещины любой длины означает отказ. Для конструкции, созданной по принципу безопасного повреждения, отказом будет считаться достижение трещиной критической величины l_{kp} . Поэтому подход к формированию программы ТОиР планера и

назначению периодичности осмотров для этих двух типов конструкций будет различным. Такая программа должна обеспечивать заданные уровни по безопасности полётов, эффективности использования ЛА при минимальных затратах на ТО и ремонт.

2.3. Формализованная модель управления эксплуатационной технологичностью летательных аппаратов

Обеспечение и повышение требуемого уровня эксплуатационной технологичности (ЭТ) летательных аппаратов (ЛА) достигается прежде всего за счёт совершенства системы управления ЭТ. Управлять ЭТ - это значит тем или иным способом влиять на значения характеристик ЭТ ЛА на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ). Во всех случаях и вариантах управления ЭТ в конечном счёте должно достигаться улучшение ЭТ, при этом, чем выше её показатели, тем выше может быть обеспечена эффективность эксплуатации ЛА

Процесс управления ЭТ реализуется от момента формирования технического задания до момента списания ЛА и заключается в том, что характеристики (показатели) ЭТ:

1) обосновываются и задаются Разработчику при подготовке технических требований на создание ЛА;

2) рассчитываются априорно и закладываются при проектировании в конструкцию ЛА;

3) обеспечиваются при изготовлении ЛА;

4) рассчитываются апостериорно при испытаниях и поддерживаются на требуемом уровне в процессе эксплуатации ЛА;

5) повышаются путем проведения на этапах эксплуатации комплекса целевых доработок ЛА;

Для реализации управления ЭТ должны быть известны входные данные (управляющие воздействия - УВ) и выходные значения показателей ЭТ, которые необходимо получить в результате функционирования системы управления ЭТ ЛА.

В качестве исходных УВ y_i принимаются параметры эффективности процесса технической эксплуатации (ПТЭ). Множество УВ y_i представляется как:

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}.$$

Управляемыми характеристиками принимаем показатели ЭТ, каждый из которых в общем случае обозначим x , а их входные и выходные значения - $x_{вх}$ и $x_{вых}$ соответственно. Упорядоченные множества указанных характеристик представляются в виде:

$$X_{вх} = \{x_{вх 1}, x_{вх 2}, \dots, x_{вх n}\};$$

$$X_{вых} = \{x_{вых 1}, x_{вых 2}, \dots, x_{вых n}\},$$

где n - количество входов и выходов системы управления ЭТ. На выходе система управления, реагируя на УВ V , должна обеспечивать достижение требуемых (нормативных) значений показателей ЭТ:

$$X_n = \{x_n 1, x_n 2, \dots, x_n v\}.$$

Таким образом, цель системы управления ЭТ - обеспечить условие:

$$X_{вых} = X_k.$$

Однако на практике, как правило, удаётся получать значения $X_{вых}$, лишь приближающиеся к величине X_n . Повышение точности управления характеристиками ЭТ связано со снижением величины рассогласования:

$$X_{\text{вых}} = | X_{\text{вых}} - X_{\text{н}} | \rightarrow 0.$$

Замкнутая структурная схема управления ЭТ, охватывающая стадии создания и эксплуатации ЛА, представлена в общем виде на рис.2.4.

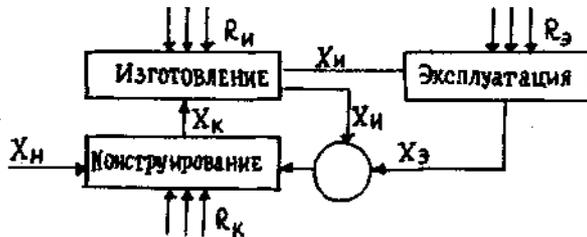


Рис.2.4. Общая схема управления ЭТ

Схема управления ЭТ позволяет принять следующие условия:

для конструктора - $X_{\text{вх}} = X_{\text{н}}$ и $X_{\text{вых}} = X_{\text{к}}$;

для изготовителя - $X_{\text{вх}} = X_{\text{к}}$ и $X_{\text{вых}} = X_{\text{и}}$;

для эксплуатанта - $X_{\text{вх}} = X_{\text{и}}$ и $X_{\text{вых}} = X_{\text{э}}$.

На каждом этапе ЖЦ ЛА на систему управления ЭТ оказывают существенное влияние внешние факторы ($K_{\text{к}}$, $N_{\text{и}}$, $K_{\text{э}}$), которые искажают выходные характеристики.

В связи с этим характеристики ЭТ, в частности, на этапах эксплуатации $X_{\text{э}} = \{x_{\text{э}1}, x_{\text{э}2}, \dots, x_{\text{э}n}\}$ отличаются от значений $X_{\text{н}}$, т. е. $\Delta X = | X_{\text{э}} - X_{\text{н}} | \rightarrow 0$. Для достижения равенства $\Delta X = 0$ проводятся доработки эксплуатируемых изделий авиационной техники.

Идеальной принимается система управления ЭТ при условии, когда $X_{\text{э}} = X_{\text{н}}$.

Однако следует иметь в виду, что процесс управления ЭТ носит случайный характер. Многие условия и режимы управления являются непредвиденными. Поэтому связь между входными и выходными данными при управлении ЭТ имеет также вероятностный характер.

Для каждого звена системы управления ЭТ выходной параметр имеет вид:

$$X_{\text{вых}} = X_{\text{н}} * R.$$

Данное обстоятельство имеет особое значение при проведении оценки ЭТ самолётов на стадии эксплуатации в условиях воздействия широкого спектра случайных внешних факторов.

Эффективность системы управления ЭТ, помимо точности управления, характеризуется также стоимостными критериями и параметром быстродействия.

Всякое отклонение $X_{\text{вых}}$ от $X_{\text{н}}$ вызывает потери в качестве управления, которые описываются в общем виде функцией потерь:

$$F_{\text{п}} = | R(X_{\text{вых}}, X_{\text{н}}) |.$$

Система управления ЭТ и её отдельные звенья являются инерционными, поскольку на решение задач на каждом из участков системы затрачивается календарное время t . При последовательном выполнении N операторов управления A вероятность правильного функционирования системы в целом определяется выражением:

$$P_A(t_a) = \prod P_{A_i}(t_{ai}).$$

Для учета фактора времени при оценке эффективности затрат на повышение ЭТ ЛА рекомендуется использовать понятие среднегодового авансированного фонда на реализацию управляющих воздействий Φ_a и периода оборота 4_0 авансированных средств.

Величина Φ_a зависит от объёма средств, а также этапа разработки и внедрения мероприятия и определяется по формуле:

$$\Phi_a = (\sum K_i t_i) / n,$$

где n - количество лет разработки и реализации управляющего воздействия (мероприятия);
 K_i - капитальные вложения в i -м году;
 t_p - период отвлечения средств. Период оборота t_0 в годах определяется по формуле:

Где t_i - период разработки и внедрения мероприятия; K - затраты на мероприятие.

Главной целью управления ЭТ ЛА является обеспечение уровня его конструктивно-эксплуатационного совершенства, в полной мере обеспечивающего достижение наивысшего уровня эффективности эксплуатации ЛА данного класса за счёт снижения затрат времени, труда и средств на техническое обслуживание и ремонт, повышения интенсивности использования и регулярности полётов, повышения качества технического обслуживания и ремонта ЛА, уровня надёжности и безопасности полетов.

В последние 15...20 лет наблюдается расширение работ, производимых в области ЭТ ЛА. Разработан и введён в действие комплекс нормативно-технических материалов, обновлены государственные и межотраслевые стандарты в области системы ТО и ремонта авиационной техники, её надёжности и ЭТ, проведены научные теоретические и экспериментальные исследования ЭТ, накоплен значительный опыт по анализу, оценке, обоснованию нормативов и прогнозированию ЭТ ЛА.

Проблема ЭТ связана с тем, что она возникла на стыке двух наук: конструирования и эксплуатации ЛА, при этом известно, что теория ЭТ, в отличие от теории надёжности (безотказности), развита недостаточно, и прежде всего по причинам ограниченного финансирования НИР по проблемам ЭТ и недооценкой зарубежной теории и практики создания технической эксплуатации ЛА.

Тем не менее, по результатам проведённых в последние годы исследований в области ЭТ ЛА учёные и специалисты ГА и авиационной промышленности располагают нормативно-техническими и методическими материалами по вопросам:

- объективной оценки достигнутого уровня ЭТ с учётом внешних эксплуатационных факторов;
- обоснования и управления единичными свойствами ЭТ на этапах создания ЛА по различным технико-экономическим критериям;
- комплексного ведения работ по обеспечению и повышению ЭТ на всех этапах жизненного цикла ЛА;
- оценки технико-экономической оценки ЭТ с учётом факторов, определяющих уровень эффективности ПТЭ парка ЛА конкретных типов.

ГЛАВА 3. ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ АВИАЦИИ И СОХРАНЕНИЕ ЛЁТНОЙ ГОДНОСТИ

3.1. Общие положения

Государственной Думой и Советом Федерации принят Федеральный Закон РФ «О Государственном регулировании развития авиации» (декабрь 1997г.). В этой связи установлены следующие основные понятия, применяемые в данной области деятельности ГА:

- государственное регулирование развития авиации - система экономического и правового регулирования развития авиации и авиационной деятельности, государственной поддержки и защиты российских разработчиков, производителей, эксплуатантов и собственников авиационной техники;

- авиация - государственная авиация, гражданская авиация, экспериментальная авиация, авиационная промышленность, авиационная инфраструктура и единая система организации воздушного движения;
- авиационная деятельность - организационная, производственная, научная и иная деятельность физических и юридических лиц, направленная на поддержку и развитие авиации, удовлетворение нужд экономики и населения в воздушных перевозках, авиационных работах и услугах, в том числе на создание и использование аэродромной сети и аэропортов, и решение других задач;
- авиационная промышленность - отрасль промышленности, в которой осуществляется разработка, производство, испытания, ремонт и утилизация авиационной техники;
- авиационная инфраструктура - аэродрома аэропорты, объекты единой системы организации воздушного движения, центры и пункты управления полётами летательных аппаратов, пункты приема, хранения и обработки информации в области авиационной деятельности, объекты хранения авиационной техники, центры и оборудование для подготовки летного состава, другие используемые при осуществлении авиационной деятельности сооружения и техника;
- авиационная организация, включая авиационное предприятие - юридическое лицо независимо от организационно-правовой формы и формы собственности, основной целью деятельности которого являются разработка, производство, испытания, эксплуатация, ремонт и (или) утилизация авиационной техники, авиационная техника - летательные аппараты, их бортовое оборудование и агрегаты, двигатели, авиационное вооружение, авиационные средства спасания, тренажеры, наземные средства управления воздушным движением, навигации, посадки и связи, а также средства наземного обслуживания летательных аппаратов;
- авиационная техника двойного назначения - авиационная техника, которая используется как в целях обеспечения потребностей граждан и экономики, так и в интересах обороны и безопасности Российской Федерации;
- летательные аппараты - самолёты, вертолёты, авиационные, авиационно-космические ракеты, аэростаты, дирижабли, планеры, автожиры, дельтапланы и другие летательные аппараты. Летательные аппараты могут быть военными, гражданскими и экспериментальными.

Основными целями госрегулирувания развития авиации являются:

- содействие экономическому развитию Российской Федерации;
- укрепление обороны и обеспечение безопасности Российской Федерации;
- развитие и расширение международного сотрудничества Российской Федерации в интересах дальнейшей интеграции Российской Федерации в систему мировых хозяйственных связей;
- поддержка и развитие научно-технического потенциала авиации;
- удовлетворение нужд физических и юридических лиц в воздушных перевозках, авиационных работах и услугах и защита их прав на безопасные, качественные и экономичные воздушные перевозки и авиационные работы и услуги;
- совершенствование и модернизация авиационной техники и обеспечение её конкурентоспособности;
- обеспечение строительства аэродромов и аэропортов, отвечающих международным стандартам;
- создание рынка авиационных работ и услуг;
- создание системы лизинга российской гражданской авиационной техники как основы обновления парка летательных аппаратов, создание выгодных экономических условий российским и иностранным юридическим лицам, а также физическим лицам для вложения средств в приобретение указанной авиационной техники;
- создание новых рабочих мест.

Основными принципами развития авиации являются:

- приоритет развития экономики, укрепления обороны и обеспечения безопасности Российской Федерации;
- программно-целевой подход к развитию государственной, гражданской и экспериментальной авиации, разработке, созданию и производству авиационной техники; государственный контроль за развитием авиации в соответствии законодательством Российской Федерации,
- равноправное и взаимовыгодное международное сотрудничество Российской Федерации в области развития авиации.

В сфере эксплуатации авиационной техники Федеральный закон предусматривает следующие положения:

- эксплуатация авиационной техники осуществляется при условии государственной регистрации такой техники и прав на неё в установленном порядке;
- авиационная техника, снятая с эксплуатации, подлежит утилизации и может быть образовательным, научным учреждением, учреждением культуры и организациям в порядке, установленном Правительства Российской Федерации.

Сертификация и лицензирование в области развития авиации:

- юридические лица осуществляют разработку, производство и испытание авиационной техники, в том числе авиационной техники двойного назначения, при наличии соответствующих лицензий, сертификатов и при условии выполнения требований сохранять государственную, служебную коммерческую тайны в соответствии с законами и иными нормативные правовыми актами Российской Федерации;
- обеспечение надёжности эксплуатируемой авиационной техники возлагает на её разработчиков, производителей и эксплуатантов. Обеспечение безопасности при разработке, производстве, испытаниях эксплуатации, ремонте и утилизации авиационной техники:
- контроль за обеспечением безопасности при разработке, производств испытаниях, эксплуатации, ремонте и утилизации авиационной техники возлагается на специально уполномоченные федеральные орган исполнительной власти;
- безопасность при проведении испытаний и эксплуатации авиационной техники обеспечивается её разработчиками, эксплуатантами соответствующими службами аэродромов и аэропортов.

3.2. Принципы государственного управления и регулирования в сфере технической эксплуатации

Главной целью системы регулирования в области технической эксплуатации с учётом новых экономических условий является достижение наилучших результатов в сфере сохранения требуемых уровней летной годности и эффективности использования парка ЛА на основе реализации единой на территории РФ законодательной, нормативно-технической и нормативно-правовой базы.

Достижение данной цели способствует успешному решению проблемы более высокого иерархического уровня - обеспечению безопасности полетов.

Государственное регулирование, как система, представляет собой ряд взаимосвязанных звеньев, главными из которых являются: нормативно-техническая документация (НТД), система её изменений, контроль за использованием НТД комплекс управляющих воздействий.

Основными принципами системы государственного регулирования в области технической эксплуатации ЛА являются:

- строгая законодательная и нормативно-техническая регламентация деятельности всех эксплуатантов, связанных с задачами сохранения летной годности ЛА при их эксплуатации;
- создание необходимых условий для решения задач сохранения летной годности ЛА

- при эксплуатации и повышения эффективности их использования;
- действенный надзор и контроль за выполнением требований НТД в части сохранения летной годности ЛА;
- невмешательство в хозяйственную деятельность эксплуатантов;
- приоритет экономическим методам воздействия на эксплуатантов в сфере сохранения лётной годности ЛА;
- использование в решении задач сохранения летной годности ЛА и повышения эффективности их использования достижений науки, техники, передового отечественного и зарубежного опыта.

3.3. Концепция сохранения лётной годности летательных аппаратов

Проблема сохранения лётной годности ЛА в процессе длительной эксплуатации находится в последние годы в центре внимания международных авиационных организаций и государственных органов. В 80-е годы возникла проблема поддержания лётной годности «стареющих» самолетов, созданных по принципу безопасного повреждения.

Физическая сущность проблемы заключается в том, что основой летной годности конструкции является способность противостоять усталостным, коррозионным и механическим повреждениям. На этапах проектирования и изготовления лётная годности ЛА обеспечивается созданием безопасно повреждаемой конструкции либо установлением безопасного ресурса. Если с момента образования трещины прочностные характеристики конструкции приближаются к критическим, то во избежание катастрофических последствий вводятся ограничения ресурса. Для конструкций, проявляющих стойкость к разрушению, вводится система осмотров для обнаружения трещин до достижения ими критических размеров.

В разработанных в соответствии с Приложениями 6 и 8 Конвенции о международной гражданской авиации, Руководствах ИКАО по лётной годности авиационной техники (Дос. 905!, Дос. 8335, Дос. 9388, Дос. 9389) появились разделы по поддержанию летной годности. Дальнейшее развитие этих работ привело к появлению отдельного «Руководства по сохранению летной годности» (Дос. 9642), изданного ИКАО в 1995 г. В этих документах наблюдается тенденция перехода от термина «Поддержание летной годности» к термину «Сохранение лётной годности». При этом под сохранением летной годности в Дос. 9642 понимаются все мероприятия, которые гарантируют, что в любой момент своего срока службы ЛА соответствуют действующим требованиям к лётной годности и их состояние обеспечивает безопасную эксплуатацию.

Особую актуальность проблема сохранения летной годности ЛА приобретает в современных условиях работы воздушного транспорта России, которые характеризуются образованием большого числа негосударственных авиакомпаний, часть из которых не имеет своей производственно-технической базы; значительным удельным весом ЛА, имеющих большую наработку или срок службы; отсутствием бюджетного финансирования работ по сохранению лётной годности и практически отсутствием инвестиций на обновление парка ЛА.

К особенностям современных условий следует отнести также наличие двух систем сертификации: системы сертификации авиационной техники и объектов гражданской авиации (ССАТ и ОГА) с Руководящим органом в лице Межгосударственного авиационного комитета (МАК) и системы сертификации на воздушном транспорте (ССВТ) с Руководящим органом в лице Федеральной авиационной службы России (ФАС).

Следует отметить, что, в отличие от этого, в США действует единая система Федеральных авиационных правил (FAR) в рамках Федеральной авиационной администрации (FAA). Аналогичная система авиационных правил (JAA) создана в рамках Объединённой авиационной администрации (JAA) Европейского Союза.

Состав документов, терминология и правила сертификации, принятые в авиационных правилах МАК в рамках ССАТ и ОГА, в основном гармонизированы с Документами ИКАО, Авиационными правилами FAR и JAR, чего нельзя сказать о нормативных документах в рамках ССВТ.

Разобщённость систем ССАТ и ОГА ,и ССВТ и отсутствие единой методологии их создания привели к тому, что в них не нашёл системного решения комплекс задач обеспечения и сохранения летной годности ЛА. Только в разделе 6 Авиационных правил (часть 21) рассматриваются права и обязанности Держателя Сертификата типа (Разработчика) и Эксплуатанта по сохранению летной годности ЛА.

Вопросы сохранения летной годности ЛА рассматриваются и в других нормативных документах: наставлениях, стандартах, положениях, которые, однако, не образуют единую систему. Вместе с тем отсутствуют нормативные документы, обеспечивающие решение задач сохранения лётной годности в прямой постановке, как того требуют документы ИКАО.

В связи с этим возникает необходимость в обосновании концепции сохранения лётной годности ЛА, отражающей основные цели, принципы, факторы, задачи и методы управления процессами сохранения лётной годности ЛА.

Факторы, обеспечивающие сохранение лётной годности авиационной техники могут быть объединены в следующие группы: качество авиационной техники, программа технического обслуживания и ремонта, сертификация и предлагаемая вновь программа сохранения летной годности (рис.3.1).

В соответствии с системным подходом основные задачи обеспечения и сохранения лётной годности могут - быть условно сгруппированы в два комплекса задач, реализуемых на разных этапах жизненного цикла ЛА (рис.3.2).

Методы управления сохранением летной годности в методологическом плане могут базироваться на фундаментальных результатах системного анализа, теории надёжности, статистического контроля качества и основ теории технической эксплуатации авиационной техники.

Схема управления процессами обеспечения и , сохранения лётной годности ЛА включает два контура: контур обеспечения летной годности К1 и контур сохранения лётной годности К2 (рис.3.3).

Анализ современного состояния проблемы сохранения летной годности ЛА позволил обосновать основные положения «Концепции сохранения лётной годности ЛА в современных условиях работы отрасли» и определить первоочередные этапы дальнейших исследований:

- обоснование требований к программе сохранения летной годности ЛА;
- формирование нормативно-технической базы сохранения лётной годности ЛА;
- обоснование процедур контроля за сохранением лётной годности ЛА.

В методологическом плане при обосновании требований к программе сохранения летной годности могут быть использованы программно-целевые методы планирования и управления.

В правовом отношении при формировании нормативно-технической базы сохранения лётной годности следует учитывать международный опыт и роль государственного регулирования в обеспечении безопасности полётов, устранить наметившуюся разобщённость создаваемых систем сертификации, обеспечив преемственность с положительно оцениваемым отечественным опытом развития гражданской авиации.

В формальном смысле для обоснования процедур контроля норм летной годности ЛА должны быть привлечены вероятностно-статистические модели развития повреждений и оценки нормируемых показателей. При этом возможно применение модифицированных методов статистического контроля надёжности и качества по альтернативному и количественному признакам, байесовских методов оценивания. Важное место занимают задачи принятия решений в условиях неопределённости, оценки достоверности контроля и риска принятия ошибочных решений с привлечением методов теории статистических решений и последовательного анализа.

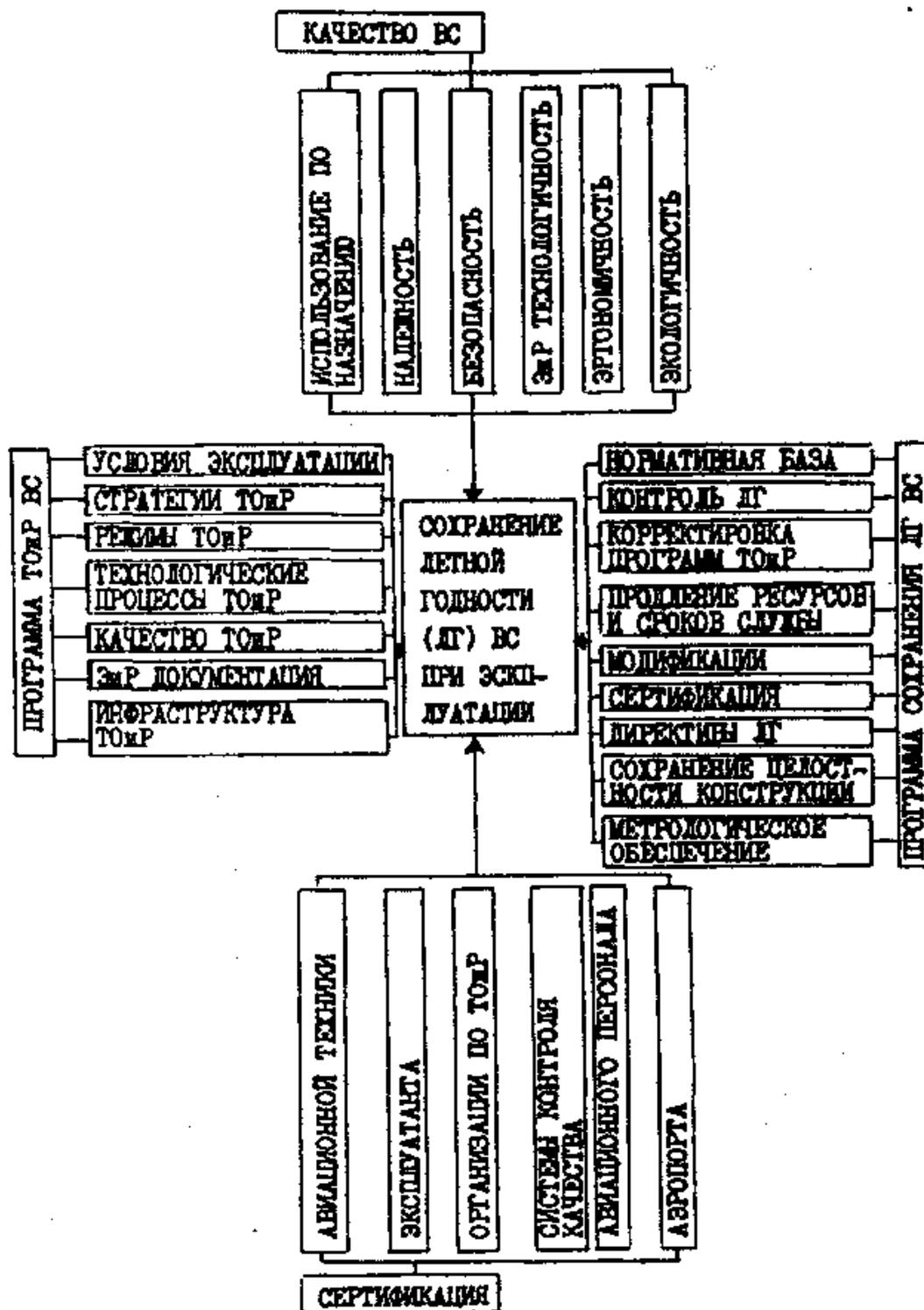


Рис .3.1. Факторы сохранения летной годности

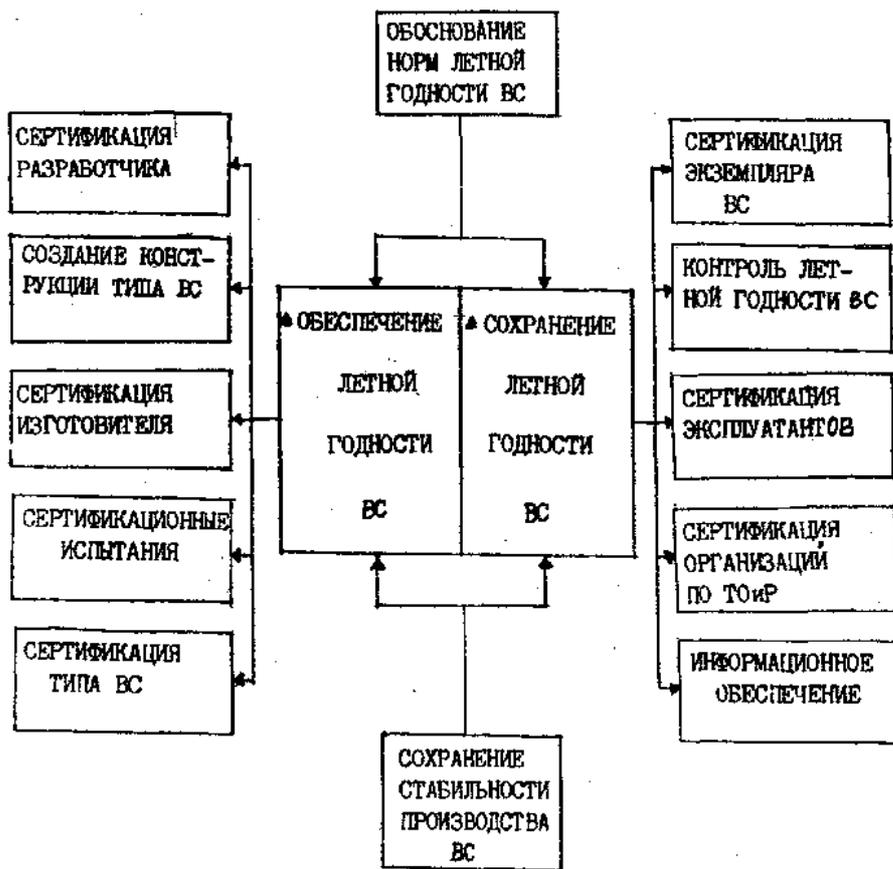


Рис 3.2. Основные задачи обеспечения и сохранения летной годности .

Система поддержания летной годности создаваемых типов ЛА должна строиться на основе новых подходов, базирующихся на научной основе и мировой практике. Система должна обладать всеми особенностями, присущими сложным полиэргатическим системам: целенаправленностью, управляемостью, сбалансированностью, многовариантностью проработок, динамичностью, взаимосвязью элементов и иерархической структурой.

Построение такой системы является задачей системотехники и системного анализа. При разработке системы поддержания лётной годности должны учитываться те новые тенденции, которые прослеживаются в последние годы в практике создания и эксплуатации авиационной техники, а именно:

- обеспечение высокой степени живучести конструкции, функциональных групп и систем современных ЛА;
- усиление требований в отношении обеспечения эксплуатационно-технических характеристик современных ЛА;
- широкое использование при создании современных ЛА принципа «безопасной повреждаемости» конструкции в отличие от принципа «безопасного срока службы»;
- отказ от проведения традиционных капитальных ремонтов ЛА, созданных по принципу «безопасной повреждаемости»;
- ориентация на широкое применение стратегий ТО и ремонта изделий функциональных систем по техническому состоянию;
- введение в практику работы КБ создание и предъявление вместе с новым типом ЛА «программы ТОиР» в соответствии с требованиями MSG-3

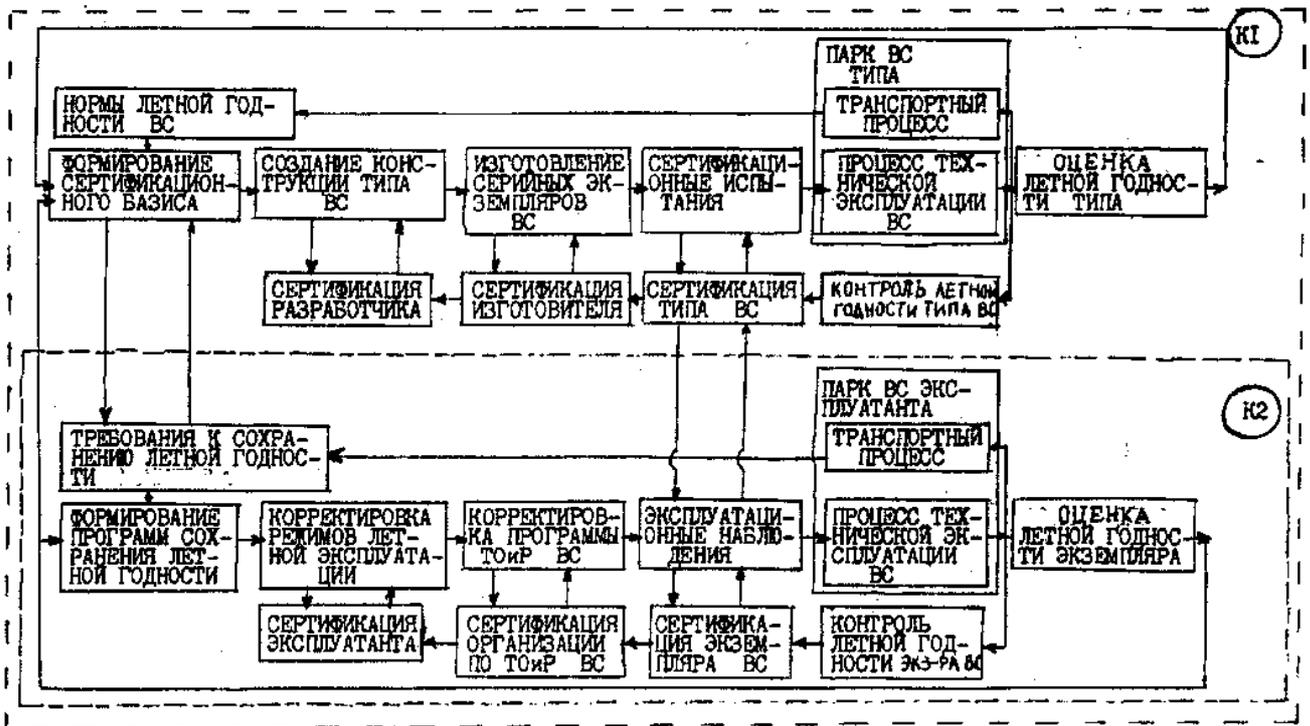


Рис 3.2. Управление процессами обеспечения и сохранения летной годности ВС

ГЛАВА 4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1. Характеристика действующей нормативно-технической документации

Эффективная работа воздушного транспорта как важной подсистемы народного хозяйства в новых хозяйственных условиях возможна на основе объективной, доступной, точной информации, используя которую руководители, менеджеры, инженеры способны своевременно принимать обоснованные решения в рамках действующих законодательных актов и требований нормативно-технических документов (НТД). Это в незначительной мере относится и к сфере технической эксплуатации гражданской авиационной техники.

С образованием Федеральной авиационной службы России создались объективные условия для формирования и проведения единой технической политики и системы государственного регулирования в сфере сложных процессов технической эксплуатации гражданской авиационной техники на основе реализации новой системы НТД и применения правовых и экономических методов воздействия. При этом механизм государственного регулирования не должен воспроизводить старую командную систему, а свободно эволюционировать в сторону сокращения хозяйственных функций.

Анализ показал, что существуют значительные резервы повышения безопасности полётов и эффективности использования ЛА и что реализация этих резервов в значительной мере зависит от решения двух взаимосвязанных задач:

- создание новой системы НТД;
- создание эффективной системы государственного регулирования в сфере технической эксплуатации ЛА.

Действовавшая в рамках б. МГА система документации по технической эксплуатации ЛА соответствовала по своей структуре и содержанию полномасштабной централизованной

системе организации, планирования и управления производством в гражданской авиации.

Проведённый анализ действующих групп документации ИАС ГА (рис. 4.1) позволяет сделать заключение о том, что существующая структура документов не отвечает современным требованиям и новым хозяйственным условиям деятельности эксплуатантов.

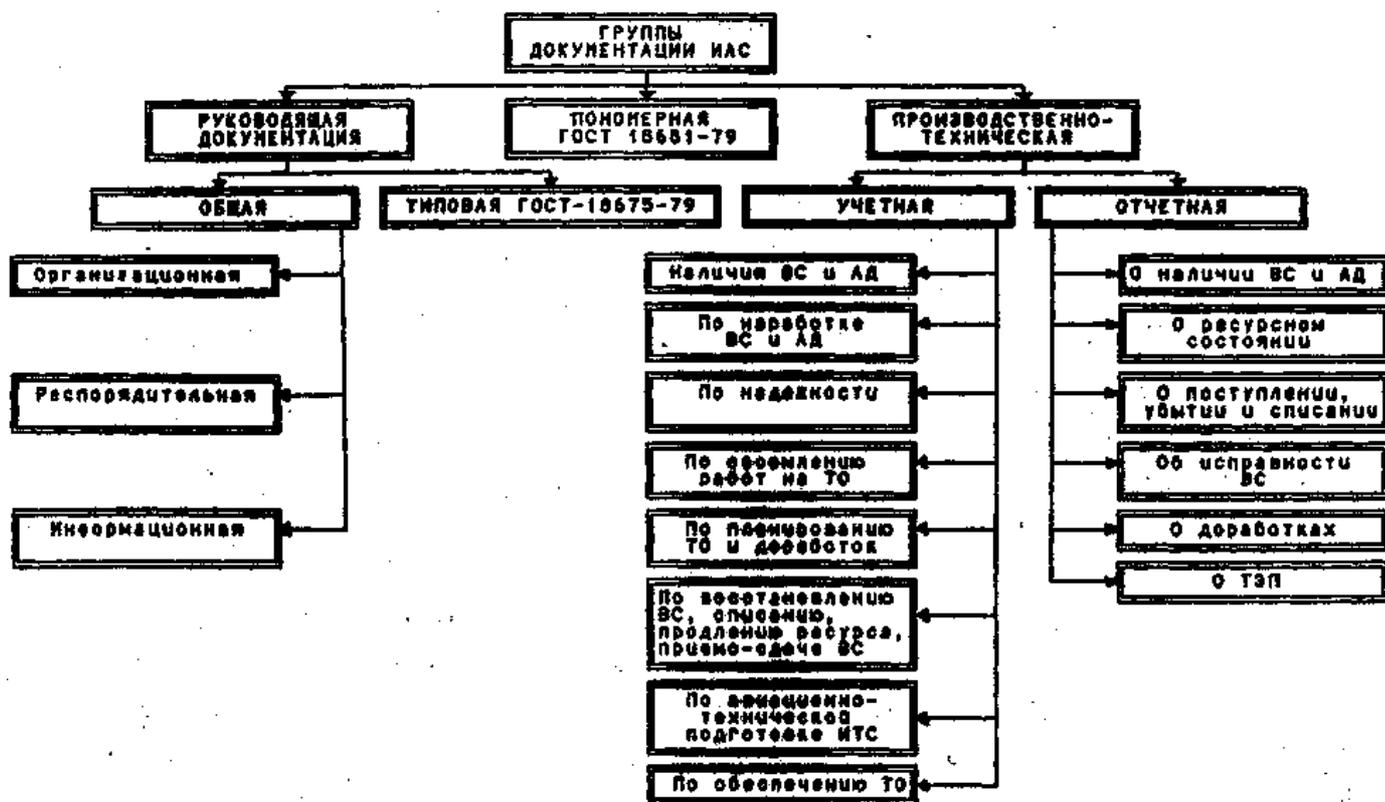


Рис 4.1 Структурная схема основных групп документации ИАС ГА

К числу основных недостатков действующей НТД относятся:

- многочисленность НТД (наставления, руководства, инструкции, положения, ГОСТы, ОСТы, МУ, МР, приказы, указания, циркуляры и т.п.);
- НТД не классифицирована;
 - по назначению;
 - по характеру;
 - по области применения;
 - по организационным уровням;
- НТД не объединена в единую систему;
- НТД не связана с НТЭРАТ, которое само имеет серьезные недостатки;
- поиск и корректировка НТД затруднены;
- значительное число НТД либо устарело, либо неполно, либо потеряло свой статус;
- отсутствуют новые документы по сохранению ЛГ, отвечающие современным условиям;
- самостоятельные авиакомпании в условиях отказа от административных методов управления и рыночной экономики руководствуются рядом НТД по своему усмотрению, а это опасно, когда связано с сохранением ЛГ;
- НТД содержит ряд требований по хозяйственной деятельности, которые в

- новых условиях потеряли силу;
- НТД не разделена в соответствии с принципом обязательности и рекомендательности;
 - НТД не гармонизирована с зарубежными системами НТД;
- НТД не соответствует новым принципам и функциям государственного управления и регулирования деятельностью ВТ.

4.2. Концепция построения новой системы нормативно-технической документации

Перед авиационными специалистами и учёными ГА стоит задача принципиальной переработки действующей нормативной базы в сфере технической эксплуатации ЛА и создания новой системы нормативно-технической документации, отвечающей, с одной стороны, новым задачам УПАГ в рамках ФАС, с другой, - учитывающей накопленный опыт в разработке нормативно-технической и организационно-распорядительной документации.

Основные функции технической эксплуатации четко разделяются на две группы. Первая группа функций связана с решением задач сохранения лётной годности ЛА в процессе эксплуатации; вторая - с обеспечением эффективности использования парка ЛА. Первая группа функций относится к сфере обеспечения безопасности полётов; вторая - к сфере производственно-хозяйственной деятельности эксплуатантов.

До настоящего времени эти функции четко не были разграничены, не разграничена в соответствии с этими функциями и действующая документация.

С таким положением можно было мириться до начала монополизации Аэрофлота и перехода на рыночную экономику, когда действовала административная система управления по всем без исключения направлениям технической эксплуатации, начиная от безотказности авиационной техники и кончая экономикой её эксплуатации. В настоящее время это положение должно быть в корне изменено как противоречащее духу принятых в РФ законов и нормативно-правовых актов.

При определении состава и содержания НТД следует в первую очередь учитывать факторы, обеспечивающие сохранение лётной годности ЛА в процессе их эксплуатации (рис.4.2).

И хотя группа НТД, направленная на обеспечение эффективности использования ЛА, носит для эксплуатантов рекомендательный характер, она вследствие её особой важности и значимости, включается в состав НТД по технической эксплуатации ЛА.



Рис.4.2. Факторы, обеспечивающие сохранение лётной годности ЛА при эксплуатации.

Однако на состав и содержание НТД оказывают также влияние и такие факторы, которые определяют эффективность использования ЛА (рис.4.3).



Рис.4.3. Факторы, определяющие эффективность использования ЛА

Разделить строго всю совокупность факторов, определяющих лётную годность ЛА при эксплуатации и эффективность их использования, на две группы не представляется возможным. Ряд факторов имеют двойное действие, т.е. воздействуют как на сохранение лётной годности ЛА, так и на эффективность их использования. Поэтому при построении системы НТД такие факторы должны учитываться в каждой из групп в соответствии с содержанием оказываемого ими воздействия. Однако предпочтение должно отдаваться решению задач . сохранения лётной годности ЛА.

На основе проведенного анализа действующей НТД по технической эксплуатации авиационной техники, изучение зарубежной практики построения системы аналогичных документов рекомендуется, применительно к новым условиям хозяйствования, принять следующую структурную схему построения системы НТД (табл. 4.1).

Назначение	Часть 1 НТД по сохранению лётной годности	Часть 2 НТД по обеспечению эффективности
Ранг документов	Обязательные для эксплуатантов	Рекомендательные для эксплуатантов
Вид документов и их уровень	Нормативная документация (ФАЛ) 1-й уровень	
	Методические документы 2-й уровень	
	Технические документы 3-й уровень	

Таблица 4.1. Укрупнённая схема НТД по технической эксплуатации ЛА

Предлагается иметь три вида НТД:

1. Нормативные документы - Федеральные авиационные нормы правила (НТД 1-го уровня);
2. Методические документы (НТД 2-го уровня);
3. Технические документы (НТД 3-го уровня).

НТД каждого из видов (уровней) реализуются по отдельным группам, которые выбираются по результатам анализа факторов, определяющих: сохранение лётной годности (для части 1 НТД) и эффективность использования ЛА (для части 2 НТД).

Каждая из групп включает определённый набор документов по любому из трёх уровней НТД.

Каждый документ должен иметь свой номер. Например, «ФАП-2. Магистральные ЛА», «МД-2. Магистральные ЛА», «ТД-2, Магистральные ЛА».

Все последующие изменения документов, в какой бы форме они не проходили (приказы, решения, указания и т.д.), должны осуществляться строго в привязке к их номерам.

Процесс создания новой системы НТД в соответствии с принятой концепцией разработки нормативной базы в области технической эксплуатации ЛА является процессом длительным, требующим значительных усилий ведущих специалистов в течение ряда лет.

В этой связи на первоначальном этапе деятельности специалистов ИАС ГА должна осуществляться согласно требованиям действующего НТЭРАТ ГА-93 и введённого в действие в рамках УПЛГ комплекса нормативных эксплуатационно-технических документов.

По мере подготовки и апробации отдельных нормативных документов последние подлежат введению в действие с одновременным упразднением соответствующих глав НТЭРАТ ГА и других руководящих документов по данной группе вопросов.

Таким образом последовательная разработка НТД по всем основным группам позволит в конечном счете упразднить НТЭРАТ ГА в целом и временно действующий комплекс остальных руководящих документов.

Вся последующая деятельность, связанная с развитием и совершенствованием

нормативной базы, должна строиться строго в соответствии со структурными элементами и установленными требованиями и принципами, определяющими общую концепцию функционирования комплекса НТД в рамках системы государственного регулирования.

4.3. Гармонизация Российской нормативной базы с зарубежными аналогами

Необходимость гармонизации стандартов, регламентирующих техническое обслуживание ЛА в Российской Федерации с аналогичными в Европейском Союзе (ЕС), вызвана не только необходимостью подчиняться требованиям Международной организации гражданской авиации (ИКАО), но и получившей в России широкое распространение эксплуатацией ЛА европейского и американского производства, систематическим изменением условий использования воздушных трасс в Западной Европе, внедрением единых требований обеспечения лётной годности ЛА европейского и российского производства. Стандарты ИКАО устанавливают минимальную планку требований исходя из условий поддержания определённых количественных показателей безопасности полетов. Разумное повышение требований к технической эксплуатации (ТЭ) приводит к повышению безопасности полетов и конкурентоспособности авиакомпаний.

Гармонизация стандартов в России ведётся на основе взаимодействия с JAA, так как система авиационных правил JAA. (JAR) на сегодняшний день является самой технически передовой и воплощает в себе все лучшее, что было выработано в странах Европы и США за последние годы, но с учётом интересов своих авиакомпаний на международном рынке воздушных перевозок.

Необходимость гармонизации с Европейскими авиационными стандартами вытекает из следующих соображений:

- Россия является крупнейшей европейской авиационной державой (около 300 авиакомпаний, 8000 ЛА);
- большинство международных рейсов российскими ЛА осуществляется преимущественно в европейские страны;
- возможность признания JAA российской системы технической эксплуатации достаточно эффективной для поддержания безопасности полётов на необходимом уровне.

Гармонизация стандартов ведётся на основе взаимодействия между представительствами в международных организациях по ГА, непосредственных связей между администрациями РФ и Объединённой Европы, регулирующими деятельность ГА по вопросам технической эксплуатации авиационной техники, обмена опыта между ведущими предприятиями по вопросам ТОиР. Надо отметить, что особого внимания заслуживает согласование информационного обеспечения ТЭ: отработка нормативных правовых актов, регулирующих деятельность по ТОиР; сертификация организаций по техническому обслуживанию АТ, а также вопросов типизации эксплуатационно-технической документации, регламентирующей программы ТЭ ЛА; унификации отчётно-статистической информации и применения международных стандартов.

В настоящее время в России ведётся интенсивная работа по созданию необходимой правовой базы для гармонизации стандартов:

- введены Воздушный и Гражданский кодексы;
- приняты Законы о сертификации, стандартизации и метрологии, о государственной политике в области развития авиации;
- учреждена Система сертификации на воздушном транспорте (ССВТ).

Воздушный кодекс предусматривает введение 33 подзаконных документов, из которых 12 непосредственно касаются вопросов ТЭ авиационной техники.

Часть из этих документов уже введена в действие, но часть ещё разрабатывается., в том числе и Федеральные авиационные правила «Организации по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники» ФАП-145 (на основе FAR/JAR-145).

Решение задач гармонизации стандартов имеет ряд трудностей, от преодоления которых зависит общий успех. К ним относятся;

- недостаточное развитие в РФ правовой базы, обеспечивающей взаимодействие между государственными службами, частными предприятиями и общественными организациями, связанными с ТЭ авиационной техники;
- действующие американские правила FAR в сфере эксплуатации и сохранения лётной годности ЛА в определённой части представляют собой старые документы со сложным наложением поправок и наличием противоречивых требований;
- тенденция гармонизации FAR-145 и JAR.-145 пока оставляет в стороне работу в этом направлении, проводимую в России;
- различие условий технической эксплуатации ЛА в России от условий в Европейском Союзе (протяженность коммуникаций, климат);
- отличие в состоянии и степени ремонтпригодности, контролепригодности основного парка ЛА России от основного парка Европейского Союза;
- внедрение требований в области авиации в отношении нового оборудования ЛА, средств наземного контроля и диагностирования, эксплуатационно- технической документации и подготовки инженерно-технического персонала;
- различие в традициях лингвистического оформления нормативно-технической документации в РФ и Объединённой Европе.

Путь гармонизации с JAA многоступенчатый, предусматривающий выполнение следующих операций:

- завершение разработки основных ФАП с учётом практики и опыта использования аналогичных документов в ЕС и США;
- разработка предложений ФАС России для FAA и JAA по дополнениям FAR и JAR, учитывающим особенности ТОиР иностранной авиатехники в России;
- выявление авиакомпаний РФ, заинтересованных в сертификации по JAR, проведение их технической, методической подготовки и сертификации;
- участие в разработке международных единых правил, признанных как в ЕС, так и в России;
- заключение соглашения о сотрудничестве, в котором будет обозначено, какие процедуры по технической эксплуатации в ГА России применяются JAA полностью, а какие требуют дополнительного согласования JAA- Канада).

ФАС России ведёт целенаправленную работу по согласованной разработке основных документов нормативно-технического обеспечения ТЭ ЛА с учетом рекомендаций ИКАО. Опыт технической эксплуатации ЛА на огромной территории России с ее уникальными климатическими условиями приносит определённую пользу и для существующих органов Объединённой Европы, если учесть всё большее использование воздушного пространства России авиакомпаниями ЕС.

ГЛАВА 5. ПОСТРОЕНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

5.1. Предпосылки возникновения проблемы

Программа ТО и ремонта является неотъемлемой составной частью системы ТО и ремонта ЛА. Она представляет собой документ, устанавливающий выбранные стратегии, количественные и качественные характеристики режимов ТО и ремонта, допустимые при эксплуатации уровни повреждений, средства диагностирования и контроля, а также порядок их

корректировки в процессе эксплуатации.

В интересах обеспечения безопасности полётов и эффективности использования самолетного парка авиастроительные фирмы и эксплуатационные предприятия неустанно работают в направлении дальнейшего совершенствования эксплуатационно-технических характеристик изделий авиационной техники, программы их ТОиР.

Проведённые исследования и зарубежный опыт убедительно показывают, что с внедрением новых, более современных программ ТОиР самолётов, основанных на прогрессивных стратегиях, повышается надёжность их работы и регулярность полётов при одновременном существенном сокращении расходов на обслуживание и ремонт.

Разработка программы ТОиР в соответствии с требованиями заказчика в конструкторских бюро начинается на ранних этапах конструирования самолета одновременно с разработкой программ обеспечения надёжности и эксплуатационной технологичности конструкции самолёта.

Совершенство любой программы обслуживания и ремонта определяется тем, насколько полно она обеспечивает взаимодействие между объективно существующим процессом изменения технического состояния объекта и процессом его эксплуатации, характеризуемым последовательной во времени сменой различных состояний. Доказано, что более тесную связь между состояниями объекта и состояниями процесса его эксплуатации обеспечивают программы ТОиР по состоянию.

Главная особенность этих программ заключается в том, что требуемые состояния процесса эксплуатации изделий и объёмы работ по обслуживанию и ремонту здесь назначаются не в соответствии с наработкой изделия, а в соответствии с возникающими у них техническими состояниями. Успешная разработка таких программ зависит от согласованных действий всех организаций и предприятий, создающих, эксплуатирующих и ремонтирующих авиационную технику на всех этапах её создания, испытаний, эксплуатации и ремонта.

Основные этапы развития методов и принципов формирования программ ТОиР характеризуются следующим.

В 1968 году одновременно с созданием первого поколения широкофюзеляжных самолётов типа В-747 и необходимостью разработки для них более эффективных программ ТОиР, учитывающих новые принципы обеспечения надёжности функциональных систем, планера и двигателя, был разработан документ MSG-1 (Maintenance Streering group). В этом документе впервые были рассмотрены логические схемы и процедуры принятия решений по выбору методов обслуживания и ремонта отдельно для элементов, функциональных систем, планера и двигателя. Предполагалось, что работа по формированию программы будет составной частью общей работы по созданию основной конструкции самолета

В последующие годы при реализации программ ТОиР, построенных в соответствии с MSG-1, было признано целесообразным провести усовершенствование документа путём введения ряда дополнений в методику принятия логических решений. Появилась потребность создать один документ, приемлемый не только для самолёта В-747, но и для всех видов создаваемых самолетов типа ДС-10, Л-1011, а также для СПС «Конкорд». Этот доработанный документ получил новое название MSG-2 и был выпущен в 1970 году.

Содержащиеся в MSG-2 принципы и методы позволяют разрабатывать программу ТОиР, удовлетворяющую заказчиков, разработчиков и органы, ответственные за сертификацию. При этом определено, 411 целью программы является поддержание заложенных при проектировании уровней надёжности элементов и самолёта в целом с минимальными затратами. На базе этой первоначальной программы заказчики имеют право разрабатывать свои варианты программы, учитывающие накопленный опыт и особенности эксплуатации.

Новые принципы обеспечения надёжности основаны на широком использовании конструкций, обладающих свойством «безопасного разрушения». Так, конструкция основных функциональных систем предусматривает многократное резервирование элементов. Конструкция планера обладает повышенной живучестью, обеспечивающей такую скорость распространения трещин силовых элементов, при которой за период между смежными формами обслуживания и ремонта не происходит ослабления конструкции узлов и частей ниже установленных пределов.

Для подтверждения правильности выбора методов и режимов обслуживания и ремонта внутренних элементов конструкции планера применяется выборочный контроль. Перечень объектов, подвергаемых выборочному контролю, начальная наработка и периодичность проведения такого контроля определяются специальной программой. При выборочном контроле техническое состояние элементов конструкции планера определяется как с использованием визуального осмотра, так и неразрушающих методов контроля.

Для каждого из элементов самолёта программа определяет методы и режимы обслуживания и ремонта. Объём внеплановых работ формируется как следствие устранения дефектов, выявленных при проведении плановых обслуживания; выполнения работ по донесениям экипажей об отказах и повреждениях; выполнения работ для элементов функциональных систем, обслуживание и ремонт которых производится с контролем уровня надёжности.

Реализация программ, разработанных в соответствии с MSG-2, позволила значительно повысить эффективность процесса технической эксплуатации самолётов. Например, один из важнейших показателей эффективности процесса технической эксплуатации - удельная трудоёмкость ТОиР самолётов типа В-747, ДС-10 и Л-1011 в начальный период эксплуатации составляла не более 10-12 чел.-ч/ч налёта.

В связи с созданием нового поколения пассажирских самолётов типа В-757, В-767, А-310, ВАе-146 и других Ассоциацией воздушного транспорта США (АТА) совместно с представителями ФАА США, САА Англии, американских и зарубежных авиакомпаний и фирм-изготовителей в 1980 году был разработан «Документ для планирования программы техобслуживания», именуемый MSG-3. В этом документе освещены общие принципы и методика построения программы ТОиР вновь создаваемых самолётов. MSG-3 является дальнейшим развитием принципов построения программ обслуживания и ремонта, изложенных ранее в документах MSG-1 и MSG-2. В то же время MSG-3 содержит много новых методических рекомендаций и критериев оценки особенно применительно к построению программы обслуживания и ремонта планера.

Необходимость разработки MSG-3 продиктована динамичной природой авиационной технологии и технологии материалов, а также рядом новых обстоятельств. К таким обстоятельствам, в частности, относятся появление новых норм усталости конструкции планера (например, в таком виде, как они представлены в FAR. 25-571); необходимость обязательного подтверждения контролепригодности конструкции планера при его сертификации в связи с введением понятия «допустимости повреждений» вместо «безопасности при отказе», потребность увеличения назначенных ресурсов свыше 60 тыс. лётных часов.

Выявлена необходимость более чётко представить в MSG-3 схему поэтапного анализа и принятия логических решений, дать ясное отличие между экономикой и безопасностью, отдельно рассмотреть дополнительную программу осмотра конструкции самолётов, имеющих большой налёт с начала эксплуатации.

Рабочая часть MSG-3 выделена в два независимых раздела: методику анализа самолётных систем и силовой установки; методику анализа элементов конструкции планера. В каждом разделе содержится свой пояснительный материал и логическая схема поэтапного анализа и принятия решений, которые позволяют выбрать вид ТОиР, исходя из степени влияния конкретного отказа на безопасность и экономику.

В MSG-3 концепция последовательных отказов используется для оценки функциональных отказов самолетных систем и силовой установки, а концепция множественного отказа рассматривается применительно к элементам конструкции планера. Дается чёткое деление видов ТОиР на те, выполнение которых желательно по экономическим соображениям, и те, которые необходимо выполнять для обеспечения безопасности полётов.

Применительно к функциональным системам и двигателю анализ возможных отказов, влияющих на безопасность полётов, проводится по всей логической схеме в расчете на то, что будет выбран наиболее эффективный вид обслуживания и ремонта. Если этого сделать не удастся, рекомендуется в обязательном порядке выполнить доработку агрегата. Ниже, в качестве

примера, приводится типовая логическая схема анализа возможных функциональных систем и двигателя, оказывающих очевидное влияние на безопасность полётов, рис. 5.1.

Процесс анализа конструкции планера построен с таким расчётом, чтобы содержание программы учитывало последствия функционального отказа элемента конструкции, подверженность конструкции повреждению и степень сложности обнаружения такого повреждения. После учета всех этих факторов начинается этап оценки эффективности нескольких уровней осмотра (контроля) и периодичности их выполнения с последующим сравнением полученных результатов. Анализ позволяет выбрать наиболее эффективные виды работ, из которых и формируется программа ТОиР планера.

Уровни осмотра (контроля) подразделяются на следующие: внешний беглый осмотр планера перед вылетом, визуальный внешний осмотр, внутренний осмотр определённых зон и участков, детальный осмотр, специальный контроль с применением методов и средств неразрушающего контроля. Выбор того или иного уровня осмотра (контроля) определяется следующими факторами: важностью данного элемента конструкции; его доступностью; максимально допустимым (критическим) размером повреждения; скоростью роста повреждения; количеством самолётов парка и их налётом; начальным налётом, при котором обнаруживается повреждение; периодичностью проведения обслуживания и ремонта.

При анализе конструкции планера рассматриваются три основные причины возникновения повреждения: усталость конструкции, воздействие окружающей среды и случайные повреждения посторонними предметами. В MSG-3 уделяется оценка усталостных повреждений. В приложении к документу приводится система классификации допустимой повреждаемости элементов конструкции планера, а также метод расчёта и оценки этих допустимых повреждений с точки зрения вероятности их обнаружения на уровнях отдельного элемента конструкции, самолёта и всего парка.

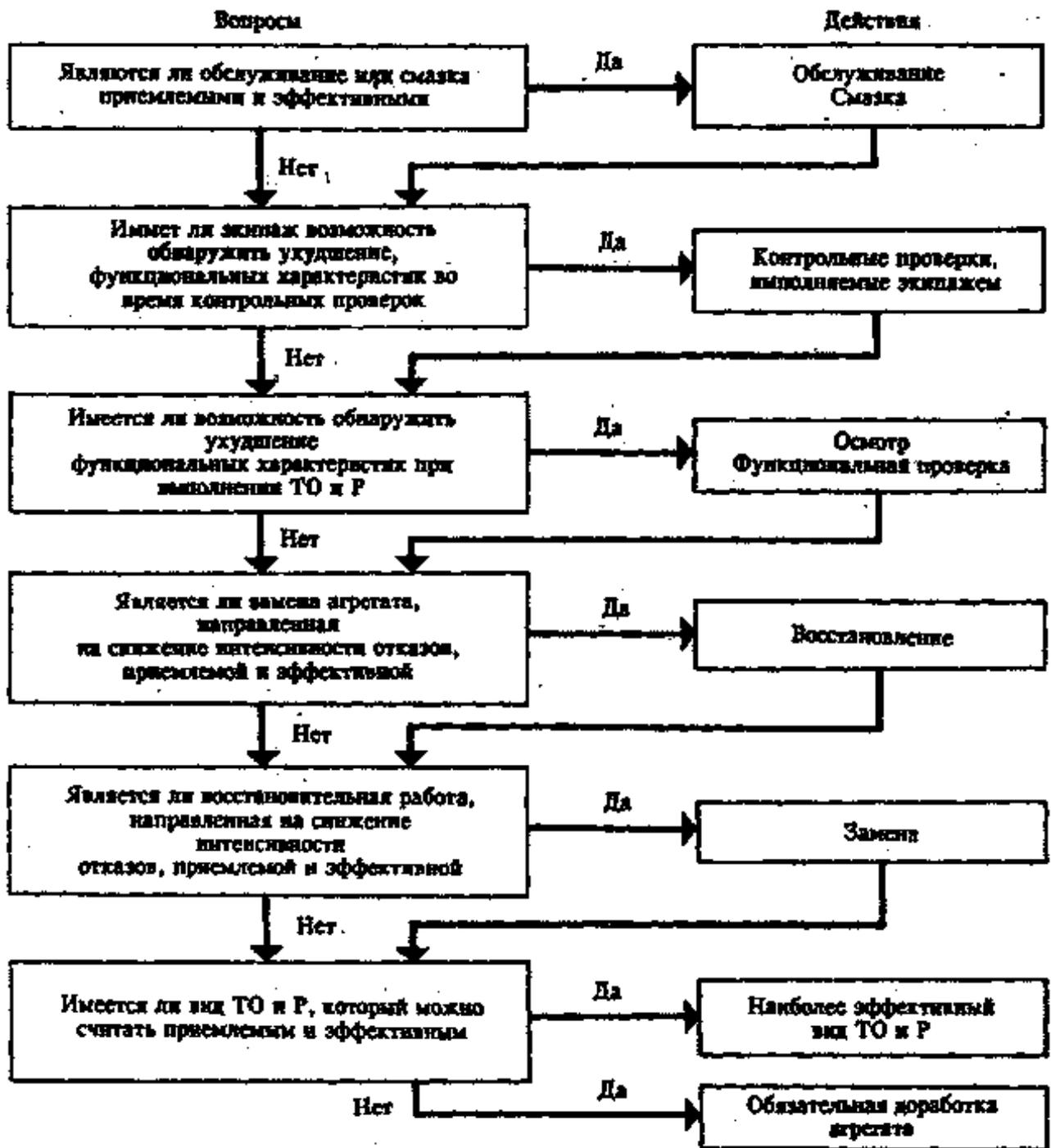


Рис.5.1. Типовая логическая схема анализа возможных отказов изделий

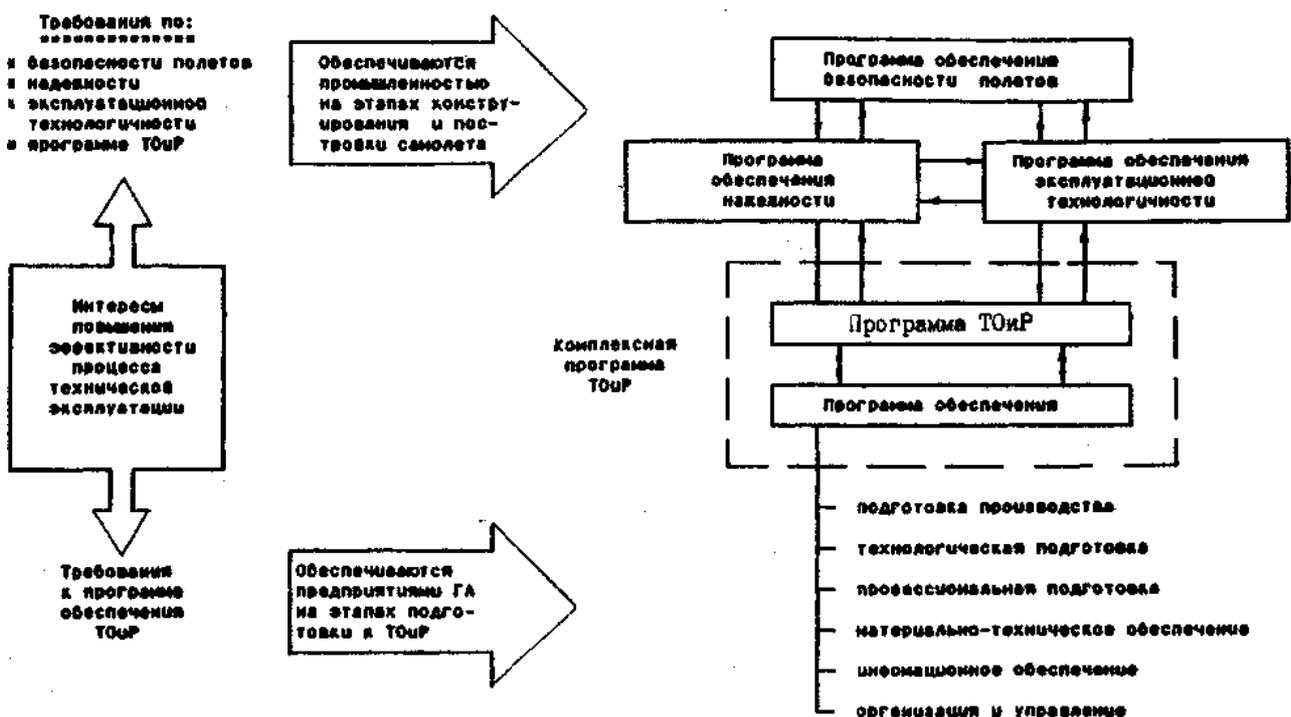
5.2. Принципы построения комплексной программы технического обслуживания и ремонта

Программа ТОиР ЛА в целом представляет собой совокупность подпрограмм ТОиР планера, двигателя, функциональных систем. Наряду с программой ТОиР разрабатывается программа организационно-технического обеспечения ТОиР. Объединяясь, эти две программы образуют так называемую комплексную программу ТОиР ЛА. Комплексный характер программы определяется прежде всего рациональным сочетанием различных стратегий обслуживания и ремонта элементов функциональных систем (по наработке, с контролем параметров и уровня надёжности), а также включением широкого круга вопросов организационно-технического обеспечения разработки и внедрения программы применительно к этапам создания, эксплуатации и ремонта ЛА.

Механизм формирования комплексной программы ТОиР приведён на рис.5.2. Исходя из необходимости обеспечения заданных значений показателей эффективности процесса технической эксплуатации ЛА в отношении надёжности, регулярности полётов, эффективности использования и экономичности заказчик на стадии разработки технического задания на проектирование нового типа ЛА формирует требования к надёжности, эксплуатационной технологичности и комплексной программе ТОиР. Эти требования обеспечиваются промышленностью на этапах конструирования и постройки ЛА, а требования к программе обеспечения ТОиР - предприятиями гражданской авиации на этапах подготовки к освоению эксплуатации нового типа ЛА.

Разработка программы ТОиР ЛА в соответствии с требованиями заказчика начинается в конструкторских бюро на ранних этапах проектирования ЛА одновременно с конструированием планера и функциональных систем. Работа над программой ТОиР производится одновременно с разработкой и обеспечением программ надёжности и эксплуатационной технологичности ЛА. Взаимодействие указанных программ на стадии создания ЛА обеспечивает получение заданного уровня эффективности процесса технической эксплуатации за счёт рационального сочетания конструктивно-технологических решений, направленных на повышение безотказности и эксплуатационной технологичности, с разработкой

РИС. 5.2. Механизм формирования программы ТоиР самолета



прогрессивных стратегий и режимов ТОиР планера, двигателя и всех функциональных систем и изделий ЛА.

Программа ТОиР разрабатывается в соответствии с общими требованиями (ГОСТ 28056-89) для конкретного типа ЛА и является исходным нормативным документом для формирования и совершенствования системы ТОиР и эксплуатационной, и ремонтной документации. Структура комплексной программы ТОиР состоит из разделов, рис.5.3.

В общих положениях программы содержатся основание для разработки, цель и назначение программы, этапы и сроки разработки и корректировки. Заданные условия эксплуатации и ограничения, принятые при разработке программ, включают: условия применения ЛА с учётом сезонной потребности и соответствующие им значения средней продолжительности рейса; числа посадок, годового и суточного налета; условия внешней среды при выполнении ТОиР; допустимые значения показателей безотказности и регулярности полётов, надёжности авиационной техники, установленные в техническом задании и нормативных документах на этапах проектирования, испытаний и эксплуатации.

Характеристики ЛА как объекта ТОиР содержат основные сведения о конструктивно-компоновочных особенностях (доступность, легкосъёмность, взаимозаменяемость, контролепригодность), схемах размещения зарядно-заправочных устройств и об основных эксплуатационных люках, эксплуатационных разъёмах основных агрегатов планера, о ресурсах и сроках службы ЛА и приспособленности конструкции функциональных систем и изделий к прогрессивным стратегиям и методам ТОиР.

План ТОиР занимает центральное место в программе. Он устанавливает основные принципы построения и организации, стратегии и режимы обслуживания и ремонта. План составляется для объектов, подлежащих ТОиР в процессе эксплуатации, и включает следующие материалы:

- типовую структуру (номенклатуру и периодичность видов) ТОиР в течение всего срока службы для характерных условий эксплуатации;
 - стратегии и количественные характеристики ТОиР изделий;
 - назначенный ресурс, срок службы, среднюю периодичность неплановых замен, периодичность, трудоёмкость и продолжительность выполнения основных работ, нормы расхода запасных частей и материалов (для всех изделий);
 - ресурс до первого ремонта и межремонтный ресурс (для изделий, ТОиР которых выполняется по наработке);
 - параметры, определяющие техническое состояние объекта и значения этих параметров, значения упреждающих допусков, перечень средств и методов контроля (для изделий, обслуживаемых по состоянию с контролем параметров);
- сведения о работах, подлежащих выполнению при хранении, и специальных видах ТОиР (сезонное, после особых случаев полёта и посадки и др.);
- типовые технологические графики технического обслуживания ЛА;
 - рекомендации по применению новых методов восстановления деталей при ТОиР.

В разделе программы по реализации и средствам ТОиР излагаются основные требования и рекомендации к организационно-техническому обеспечению. В их числе: требования к оснащённости стоянок, лабораторий, цехов, в том числе перечни средств наземного обслуживания общего и специального применения, контрольно-проверочной аппаратуры, средств диагностирования и неразрушающего контроля, требования к инженерно-техническому составу (перечень специальностей и специализаций, численность и квалификация исполнителей), рекомендации по освоению новых технологий, использованию методов организации ТОиР (разовый, поэтапный, блочный, агрегатно-узловой, стендовый и т. д.), требования к информационному обеспечению ТОиР (состав и объём информации, частота и форма представления).

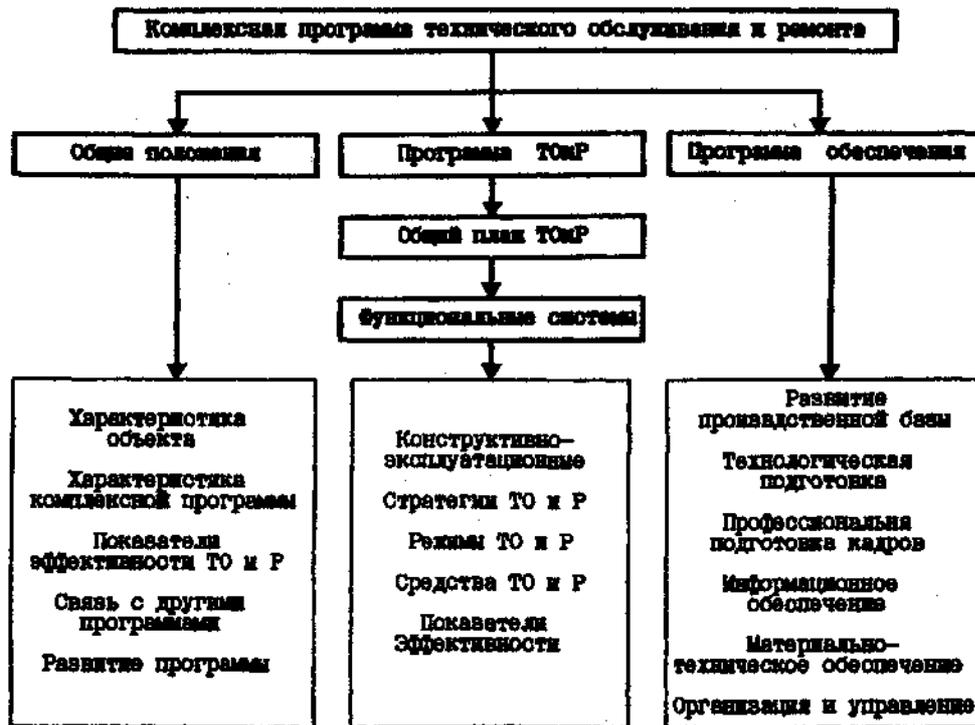


Рис. §.3. Структура комплексной программы ТО и Р самолета

В программе приводятся значения показателей: удельные суммарные стоимость, трудоёмкость и продолжительность ТОиР; среднее время и вероятность восстановления; средняя продолжительность транзитного обслуживания; средние продолжительность и трудоёмкость каждого вида ТОиР; стоимость запасных частей и материалов на 100 ч налёта.

К программе ТОиР прилагаются материалы по обоснованию её отдельных разделов, в том числе перечень доказательной документации, перечень нормативно-технических документов, используемых при разработке программы, минимальный состав исправного оборудования и агрегатов, необходимых для отправки ЛА в рейс, перечень повреждений, при которых ЛА подлежит восстановлению в условиях АРЗ, перечень мероприятий по совершенствованию системы ТОиР, план исследования технического состояния ЛА,

Программа организационно-технического обеспечения разрабатывается предприятиями гражданской авиации применительно к конкретным условиям ТОиР. Она включает такие основные разделы, как : общий план обеспечения ТОиР, развитие производственной базы и технологической подготовки производства, профессиональная подготовка инженерно-технического состава, информационное обеспечение, организация и управление процессами ТОиР, материально-техническое обеспечение производства. Содержание перечисленных разделов программы обеспечения во многом определяется уровнем эксплуатационно-технических характеристик создаваемого ЛА и содержанием программы его ТОиР, предлагаемой разработчиком.

5.3. Формирование гибких программ технического обслуживания и ремонта на этапах эксплуатации ЛА

Руководящими документами по технической и ремонтной документации предусматривается разработка программы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) ЛА для ожидаемых условий эксплуатации с учетом их изменений с начала эксплуатации до списания ЛА. При этом под ожидаемыми условиями эксплуатации понимается совокупность факторов, признанных допустимыми при технической эксплуатации ЛА данного типа с учётом их планируемого изменения с начала эксплуатации до списания ЛА. Последующая корректировка программы ТОиР призвана обеспечить её соответствие фактическим свойствам ЛА, как объекта ТОиР и совокупности свойств системы ТОиР в течение всего периода эксплуатации.

Реализация этих требований на практике приводит к созданию программы ТОиР, включающей единый план ТОиР для всего парка ЛА данного типа. Применение такой программы в эксплуатационных авиапредприятиях (ЭАП), имеющих более благоприятные условия эксплуатации, чем предельно-допустимые, приводит к экономическим потерям, связанным с выполнением завышенного объема работ по ТОиР ЛА.

Повышение эффективности программ ТОиР ЛА требует приведение в соответствие (адаптации) программ к условиям эксплуатации конкретных ЭАП. Решение этой проблемы связано с переходом от статических (жестких) к динамическим (гибким) формам управления процессами ТОиР ЛА. Возрастает роль текущей (апостериорной) информации об изменении условий эксплуатации и техническом состоянии парка ЛА ЭАП в системе управления технологическими процессами. Оснащение эксплуатационных предприятий персональными ЭВМ создает необходимые условия для автоматизации управления и использования в производственной деятельности современных методов моделирования и оптимизации процессов технической эксплуатации (ПТЭ). Появляются возможности для индивидуализации программ ТОиР в зависимости от численности парка ЛА, его технического состояния, конструктивно-эксплуатационных свойств ЛА и уровня развития производственной базы ЭАП, рис.5.4.

Использование этих возможностей позволит адаптировать базовую программу, создаваемую разработчиком самолета для ожидаемых условий эксплуатации, к условиям эксплуатации конкретного ЭАП, превратив её в гибкую программу ТОиР ЛА.

Базовую программу можно разделить на общую (сертифицируемую) и дифференцируемую (несертифицируемую) часть. Общая часть включает минимальный перечень работ по ТОиР ЛА, характерных для всего парка ЛА и предназначенных для поддержания летной годности ЛА. Дифференцируемая часть содержит переменную часть работ, характерных для широкого спектра условий эксплуатации. Формирование гибкой программы ТОиР ЛА базируется на принципах системного анализа: целенаправленности, комплексности, многовариантности и гибкости.

Целенаправленность обеспечивается определением главной цели формирования гибкой программы ТОиР ЛА и ее дифференциации в виде иерархической системы целей в том числе по циклам ТОиР (парк ЛА предприятия ГА, ЛА, планер, двигатель и функциональная система). Главной целью формирования гибкой программы ТОиР является поддержание и восстановление исправности и работоспособности ЛА, его функциональных систем для обеспечения безопасности и регулярности полетов, интенсивности использования при минимальных трудовых и материальных затратах на ТОиР. Для оценки эффективности гибкой программы ТОиР используется система показателей, включая общие, частные, относительные и комплексные показатели (табл.5.1).

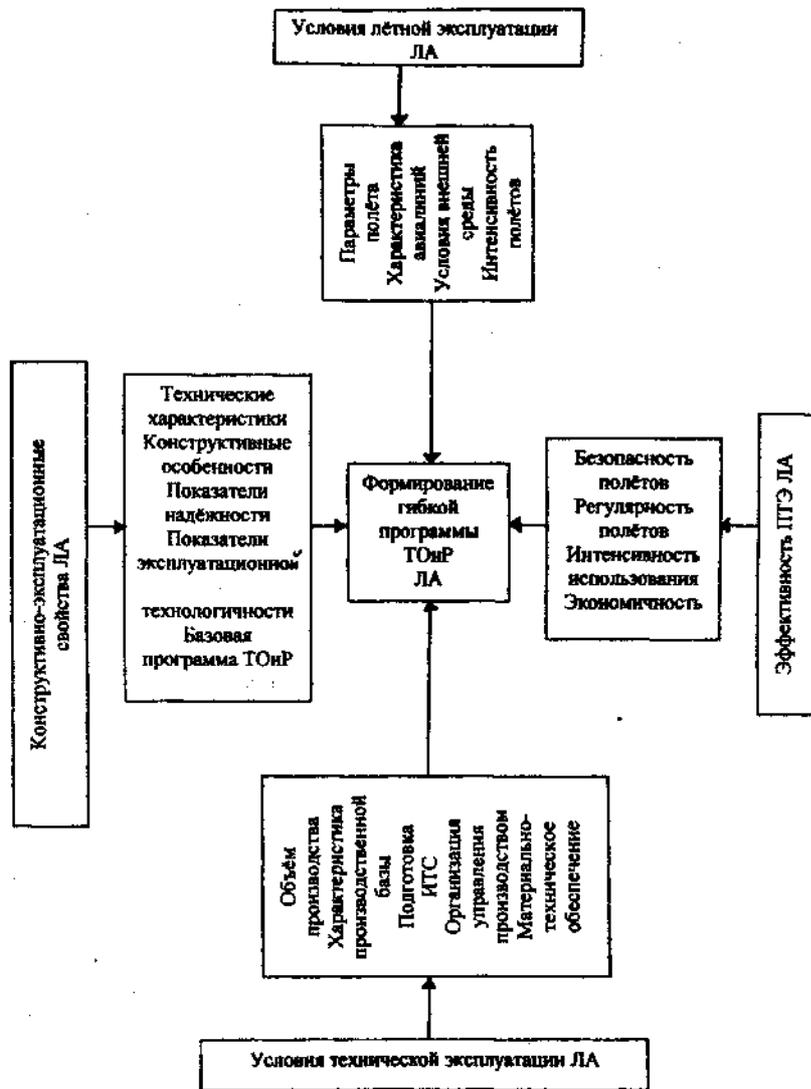


Рис.5.4. Факторы, влияющие на эффективность гибкой программы ТОиР ЛА

Комплексность заключается в определении рационального сочетания стратегий и режимов ТОиР планера, двигателя и функциональных систем, обеспечивающих достижение заданных целей в условиях эксплуатации конкретного ЭАП. При формировании гибкой программы обеспечивается сбалансированность множества подпрограмм по ресурсам (временным, трудовым, материальным, финансовым).

Многовариантность оценки программы осуществляется путём формирования альтернативных вариантов, соответствующих конструктивно-эксплуатационным свойствам ЛА и условиям их эксплуатации, рис. 5.5.

Гибкость программы ТОиР ЛА представляет собой свойство программы, характеризующееся способностью ее адаптации к изменению конструктивно-эксплуатационных свойств ЛА, условий лётной и технической эксплуатации. Гибкость программы ТОиР ЛА обеспечивается созданием адаптивного механизма корректировки программы на основе выработки управляющих воздействий, отражающих изменение конструктивно-эксплуатационных свойств ЛА, условий лётной и технической эксплуатации парка ЛА (отдельного ЛА) в конкретном ЭАП. Формирование гибкой программы ТОиР ЛА представляет собой многоуровневый процесс принятия решений по выбору стратегий и режимов ТОиР для парка ЛА ЭАП, конкретного ЛА, планера, двигателя, функциональной системы. В процессе формирования гибких программ ТОиР ЛА решаются задачи анализа и прогнозирования эффективности, формирования программ ТОиР планера, функциональной системы ЛА и разработки информационных технологиями рис. 5.6.

При формировании гибкой программы ТОиР ЛА используются методы системного анализа, теории эффективности, теории статистических решений, теории надёжности, статистического контроля качества и имитационного моделирования, рис.. 5.7.

Показатели эффективности гибкой программы ТОиР самолета

Наименование показателей	Обозначение показателей		
	Обобщенные	Частные	Относительные
1. Безопасность АТ и безопасность полетов			
Количество неисправностей, выявленных в полете на 1000 ч полета	$K_{1000П}$	$K_{1000П/Я}$	$\bar{K}_{1000П}$
Количество неисправностей, приведших к инциденту на 1000 ч полета	$K_{1000ИП}$	$K_{1000ИП/Я}$	$\bar{K}_{1000ИП}$
Вероятность возникновения ситуации усложнения условий полета при отказах АТ	$Q_{УУП}$	$Q_{УУП/Я}$	$\bar{Q}_{УУП}$
Вероятность возникновения сложной ситуации при отказах АТ	$Q_{СС}$	$Q_{СС/Я}$	$\bar{Q}_{СС}$
Вероятность возникновения аварийной ситуации при отказах АТ	$Q_{АС}$	$Q_{АС/Я}$	$\bar{Q}_{АС}$
Вероятность возникновения катастрофической ситуации при отказах АТ	$Q_{КС}$	$Q_{КС/Я}$	$\bar{Q}_{КС}$
2. Регулярность отправления самолетов в рейсы			
Коэффициент нарушения регулярности отправления самолета в рейсы по техническим причинам (на 100 вылетов)	P_{100}	$P_{100/Я}$	\bar{P}_{100}
Средняя продолжительность задержки отправления в рейсы по техническим причинам	$t_З$	$t_{З/Я}$	$\bar{t}_З$
3. Использование самолетов во времени			
Коэффициент использования самолетов	$K_{И}$		$\bar{K}_{И}$
Коэффициент возможного использования самолетов	$K_{ВИ}$		$\bar{K}_{ВИ}$
Коэффициент требуемой исправности самолетов	$K_{Тр.испр}$		$\bar{K}_{Тр.испр}$
Удельные простои самолетов по техническим причинам, ч/ч полета	$K_{П}$		$\bar{K}_{П}$
4. Экономичность эксплуатации			
Удельные трудовые затраты на ТОиР, чел.-ч/ч полета	$C_{УЛ}$	$C_{УЛ/Я}$	$\bar{C}_{УЛ/Я}$
Удельные материальные затраты на ТОиР, руб/ч полета	$C_{УЛ м}$	$C_{УЛ м/Я}$	$\bar{C}_{УЛ}$
Себестоимость ТОиР, руб/ч полета	$C_{УЛ}$	$C_{УЛ/Я}$	$\bar{C}_{УЛ}$
Удельные затраты на ТОиР с учетом потерь от отказов АТ, задержек отправления и простоев на ТОиР	$S_{УЛ}$	$S_{УЛ/Я}$	$\bar{S}_{УЛ}$

Рис 5.5. Задачи формирования программы ТОиР самолетов

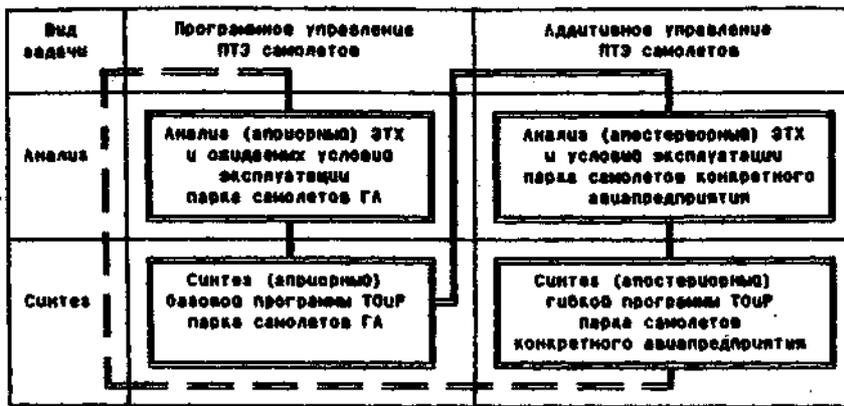


Рис. 5.6. .Связь гибкой и базовой программы ТОиР самолета

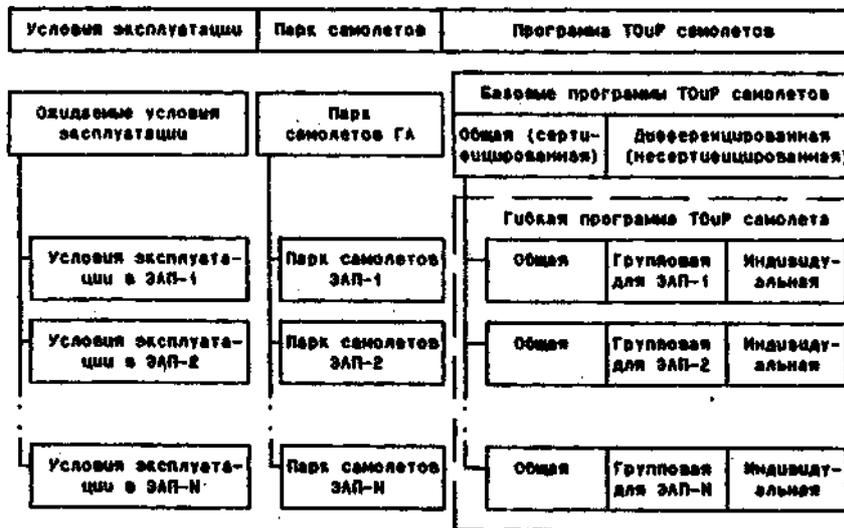
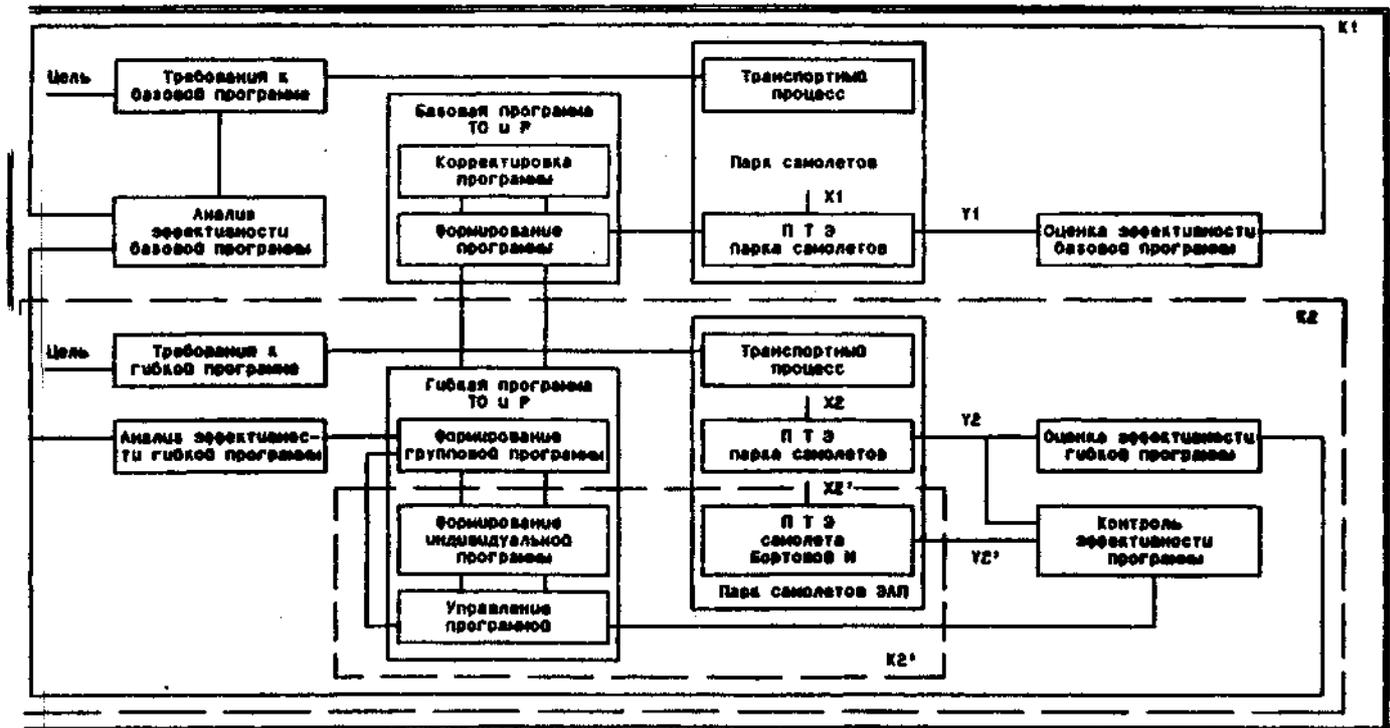


Рис 5.7. Общая схема формирования гибкой программы ТОиР самолета



К1 - контур формирования базовой программы;

К2 - контур формирования гибкой программы;

- формирование индивидуальной программы; X1 - ожидаемые условия эксплуатации; X2.X2¹- реальные условия эксплуатации парка самолетов ЭАП и одного самолета соответственно

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. и др. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: Учебник,- М.: Транспорт. 1990.- 423с.
2. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А., Чинючин Ю.М., Белых Ю.Н. Инженерно-авиационное обеспечение полетов: Уч.пособие.- М.: МИИГА, 1988.- 68с.
3. Чинючин Ю.М. Эксплуатационная документация по ТЭЛА: Уч.пособие.- М.: МИИГА, 1989.-44с.
4. Смирнов Н.Н., ИцковичА.А. Техническая эксплуатация самолетов за рубежом: Уч.пособие.-М.: МИИГА, 1992.- 110с.
5. Смирнов Н.Н. Научные основы построения системы ТО и ремонта самолетов ГА: Уч.пособие.- М.: МГТУ ГА, 1994.-107с.
6. Смирнов Н.Н. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов: Уч.пособие.- М.: Транспорт, 1994.- 256с.
7. Смирнов Н.Н., Ицковичвич А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию - М.: Транспорт, 1987- 272с.
8. Авдуевский В.С. Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 томах. Ред.совет В.С.Авдуевский и др. - М.:Малпшостроение, 1986.
9. Ицкович А.А. Обоснование программ технического обслуживания и ремонта машин - М. :Знание, 1982.- 76с.
- 10.Ицкович А.А. Оптимизация программы технического обслуживания и ремонта машин - М.: Знание, 1987-64с. П.Емелин К,М. Отработка систем технического обслуживания и ремонта летательных аппаратов-М.Машиностроение, 1995.- 128с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	
Глава 1. Эксплуатация авиационной техники как наука и основные 5	
1.1. Предпосылки развития эксплуатации как науки.....	5
1.2. Освоенные термины и определения в сфере эксплуатации .	8
1.3. Основные направления развития эксплуатации и характеристика задач. .	9
I Глава 2. Повышение эксплуатационно-технических характеристик летательных аппаратов.....	15
2.1. Обоснование и обеспечение технических требований по надежности создаваемой авиационной техники	15
2.2. Современные методы обеспечения надежности и живучести конструкций	18
2.3. Формализованная модель управления эксплуатационной технологичностью летательных аппаратов	22
Глава 3. Государственное регулирование развития авиации и сохранение летной годности	27
3.1. Общие положения	27
3.2. Принципы государственного управления и регулирования в сфере технической эксплуатации	29
3.3..... Концепция сохранения летной годности летательных аппаратов	30
Глава 4. Совершенствование нормативной базы в сфере технической эксплуатации.....	37
4.1. Характеристика действующей нормативно-технической документации.....	37
4.2. Концепция построения новой системы нормативно-технической документации.....	39

I

4.3. Гармонизация Российской нормативной базы с зарубежными аналогами43
Глава 5, Построение и внедрение программ технического обслуживания и ремонта авиационной техники	46
5.1. Предпосылки возникновения проблемы	46
5.2. Принципы построения комплексной программы технического обслуживания и ремонта.....	51
5.3. Формирование гибких программ технического обслуживания и ремонта на этапах эксплуатации ЛА.	56
Литература.....	62