ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

КАФЕДРАТЭЛА и АД

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема: Анализ и оценка эффективности процесса технической эксплуатации В-747

Студент: Великжанин В.И _____

(Ф.И.О.) (Подпись)

Руководитель: _____ _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.) (Подпись)

Зав. кафедрой _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.) (Подпись)

МОСКВА 2015

Аннотация.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дат

Инв. № подп

					ВКР. Анализ и оценка эффективности процесса технической эксплуатации В-747		
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Великажанин В.И				Лит	Лист	Листов
Пров.		Далецкий С.В						
Т. контр.							
Н. контр.							
Утв.							

Оглавление

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дат
Инв. № подл

ВВЕДЕНИЕ

По мере развития гражданской авиации проблемаэффективности процессов технической эксплуатации самолетов Boingпри условии одновременного уменьшения затрат (время и трудоёмкость выполнения работ, денежные и материальные ресурсы) на обеспечение и проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту ЛА в процессе технической эксплуатации становится всё более актуальной. Оптимальное сочетание этих условий стало возможным с освоением новой авиационной техники современных программ её технической эксплуатации.

В 2005 году немецкая авиакомпания «Lufthansa» и российская авиакомпания «Трансаэро» подписали соглашение о техническом обслуживании самолётовBOEING-747-200/300, которые были приобретены российской стороной по договору лизинга. Договор предусматривал выполнение полного объема регламентных работ на самолёте BOEING-747-200/300 представителями немецкой стороны, с последующим переходом «Трансаэро» на самостоятельное обслуживание данной авиационной техники. Как сами самолёты, так и двигатели, установленные на них, были полностью интегрированы в действующую в “Lufthansa” систему текущего контроля технического состояния, материально-технического снабжения и инженерного обслуживания.

Анализ эксплуатации самолётного парка BOEING-747-200/300 в России позволяет оценить надёжность и эффективность использования данных типов летательных аппаратов. Накопленный опыт эксплуатации и технического обслуживания, а так же обучение инженерно-технического персонала позволили в короткий срок почти полностью отказаться от услуг специалистов авиакомпании “Lufthansa”, на оплату которых затрачивалось довольно большие средства из бюджета авиакомпании «Трансаэро». В короткий срок была создана своя служба по оперативному техническому обслуживанию самолётов BOEING 747-200/300.

Выполняются работы по оперативному ТО такие как:

- работы по встрече самолёта;
- работы по обеспечению вылета;
- регламентные работы по ОТО (T-check; Z-check; S-check);
- поиск и устранение неисправностей.

В настоящее время тяжелые формы ТО выполняются сторонними компаниями по договору: в Германии «LufthansaTechnik» , в Израиле «IAI», В Китае «Ameco» , в Сингапуре. Ведутся работы по строительству ангаров для выполнения тяжелых форм своими силами.

Выбор темы моего дипломного проекта связан с тем, что самолёты В-747 ранее в России не эксплуатировались и, соответственно, не был накоплен необходимый опыт по их эксплуатации. Вся документация по регламентным работам, разработанная специалистами «LufthansaTechnik», по моему мнению, была не совсем адаптирована к условиям эксплуатации данного типа ВС в Российской Федерации. Поэтому цель данного дипломного проекта – тщательно проанализировав статистику отказов и неисправностей на самолетах В-747-300 а/к «Трансаэро», разработать и предложить необходимые изменения и дополнения в программу технического обслуживания и ремонта данного типа самолета, что позволит существенно облегчить дальнейшую их эксплуатацию в России. Также я уверен, что внесенные изменения позволят существенно уменьшить экономические затраты «Трансаэро» на содержание иностранной авиационный техники, и более конкретно на содержание ВС типа В-747-300.

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОЛЕТА BOEING 747-200/300

1.1Техническая эксплуатация самолета B-747 200/300

Фирма «Boeing» была основана в Америке в 1917 году. Основные заводы фирмы по сборке самолетов расположены в городе Сиэтл. Там же располагается летно-испытательный и учебно-тренировочный центры.

Планом мероприятий по эксплуатации воздушных судов типа B-747-200/300/400, на воздушных международных линиях, предусмотрен комплекс необходимых мер по обеспечению успешного освоения принципов его эксплуатации.Самолет Boeing 747-400 (Боинг-747-400) является самой популярной моделью семейства пассажирских авиалайнеров Боинг-747, составляющими основу дальнемагистрального флота многих авиакомпаний мира. эксплуатирущийся в авиакомпаниях с 1989 г.В отличие от ранних моделей семейства, на самолете Boeing 747-400 установлены новые двигатели, бортовое электронное оборудование, дополнительные хвостовые баки. Также Боинг-747-400 отличаются вертикальными законцовками на крыльях (winglets).Boeing 747-400 выпускается с 1989 г. по настоящее время. Кроме базовой существует еще несколько модификаций лайнера: 747-400D (увеличенная пассажировместимость), 747-400M (грузопассажирский), 747-400F и 747-400SF (грузовые). В 2002 г. на авиалинии вышел Boeing 747-400ER - последняя версия самолета с увеличенной дальностью полета.

1.2 Общие принципы формирования ЭТХ B-747 в авиакомпаниях.

Основой формирования ЭТХ зарубежных самолетов являются программы ТОиР, некоторые процедуры формирования и совершенствования которых рассмотрим ниже. При этом полагается, что реализация программы ТОиР обеспечивает и реализацию ЭТХ самолета, заявленных его разработчиком и поставщиком.

Для зарубежных типов вертолетов ГА процедура в целом аналогична, однако в связи с отсутствием данных далее рассматриваются процессы формирования ЭТХ только для самолетов ГА зарубежного типа.

Эксплуатант самолета должен подтвердить свои возможности (технические и материальные) по эксплуатации самолета данного типа в соответствии с программой ТОиР и установленными правилами соответствующим сертификатом качества. Например, эксплуатант США подтверждает соответствие требованиям национальных правил (FAR-121 и связанных с ним дополнительных норм и правил 43, 145, 65 и др.).

Формирование рациональной программы ТОиР имеет своей целью поддержание в эксплуатации необходимого уровня летной годности и эксплуатационно-технических характеристик (безопасности, надежности, эксплуатационной технологичности и контролепригодности) самолета при минимальных затратах на ТОиР.

Общий надзор за обеспечением ЭТХ, эксплуатацией, ТОиР осуществляется за рубежом в рамках Национальных Авиационных Администраций (САА), имеющих, как правило, две основные службы (комитета):

-сертификации самолетов и КИ;

-эксплуатационных документов, надзора за эксплуатацией, ТОиР.

На этапах создания самолета специалисты обеих служб участвуют в оценке и контроле ЭТХ через систему постоянных подразделений (директоратов по классам авиатехники, групп и офисов) и временных комитетов. Вопросами ЭТХ создаваемых самолетов в большей мере занимается подразделение второй службы. Именно специалисты этой группы участвуют в работе временных комитетов, создаваемых для анализа и обеспечения летных и эксплуатационно-технических характеристик самолета. Таких комитетов (советов) создается обычно три:

- Flight Standards Board (FSB) - комитет по выработке требований к подготовке и квалификации членов экипажа ВС;

- Flight Operations Evaluation Board (FOEB) - комитет по подготовке минимального перечня оборудования, отказ которого может быть разрешен при эксплуатации самолета в определенных условиях в течение установленного периода времени;

- Maintenance Review Board (MRB) - комитет по надзору за разработкой программы ТОиР.

Два последних комитета FOEB и MRB полностью ориентированы на анализ и оценку ЭТХ. При этом основной объем работ по обеспечению ЭТХ традиционно связывается с разработкой программы ТОиР в соответствии с рекомендациями документа MSG-3, (Maintenance program development document), разработанного смешанной группой специалистов во главе с американской ассоциацией воздушного транспорта (АТА) и принятого всеми авиакомпаниями и поставщиками АТ в мире.

Указанный комитет MRB создается из представителей САА, авиакомпаний-заказчиков и изготовителя (поставщика) самолета, туда входят и представители поставщиков двигателей и, в отдельных случаях, основных комплектующих изделий (КИ).

Состав MRB, формируемого под председательством САА (JAA), невелик. Он предназначен в основном для согласования готовых материалов и утверждения минимальных требований к характеристикам ТОиР и другим ЭТХ, включаемых в отчет MRJB по типу самолета. Основная работа по подготовке отчета MRB и формирование полной программы ТОиР проводится рабочим органом при MRB - координационным комитетом по типу самолета (Industry Steering Committee ISC или просто SC). Этот комитет создается под эгидой авиакомпаний- заказчиков самолета при со председательстве представителей авиакомпаний и фирмы-поставщика. Представители САА (JAA) участвуют в качестве наблюдателей (рис. 7.1).

В рамках ISC, финансируемого авиакомпаниями и авиастроительными фирмами, создается ряд специализированных рабочих групп (РГ) по системам, планеру, оборудованию и силовым установкам, специалисты которых и

проводят анализ ЭТХ по методологии MSG-3 в целях формирования эффективной программы ТОиР. В качестве примера на рис. 7.2 приведена общая схема структуры ISC по самолетам Boeing 757/767.

В табл. 7.1 приведено типовое распределение задач анализа ЭТХ при формировании программы ТОиР, которое свидетельствует о комплексном характере лих работ и практике обеспечения долговечности и безотказности изделий и самолет в целом в той мере, в какой это необходимо для его эффективной эксплуатации.

Общий объем, процедуры и организация работ могут быть прослежены на рис. 7.1-7.6:

-сначала РГ подготавливают исходные данные и проводят по MSG-3 анализ ЭТХ систем и агрегатов с выбором состава и периодичности работ, включаемых в план ТОиР самолета;

- затем происходит согласование предлагаемой программы ТОиР с CAA (JAA) и формирование объема требовании, необходимых для сертификации самолета и включаемых в отчет MRB, утверждаемый CAA (JAA);

- далее на основе отчета MRB и согласованной программы I Он! изготовитель самолета готовит документ по планированию ТОиР (MPD) и раздел руководства по эксплуатации «Ограничения летной годности», который утверждается CAA (JAA) и является основным документом, ограничивающим ресурсы и сроки службы (в основном до замены) КИ и агрегатов планера, исходя из их отказ безопасности и влияния на летную годность.

При формировании программ MPD на основе анализа оценки отказобезопасности систем отказы, приводящие к аварийной или катастрофической ситуации самолета, рассматриваются в качестве возможных сертификационных требований к ТОиР данного типа самолета (CMR), на основе которых все работы ТОиР, сформированные по MSG-3, делятся на две группы:

- обязательные работы, режимы выполнения которых (объем и периодичность) не могут быть изменены эксплуатантом без согласования с органом по

сертификации данного типа ВС (АСО). Эти работы обозначаются звездочкой «*»;

- работы, которые могут быть изменены, отменены или изменены интервалы их выполнения (по методикам эксплуатантов, одобренных САА) и после предварительного одобрения этих изменений САА внесены изменения в ЭТД данного эксплуатанта. Эти работы обозначаются двумя звездочками «**».

В качестве примера рассмотрим процедуры разработки и сертификации программ ТОиР в авиакомпании «British Airways».

Подход авиакомпании «British Airways» (ВА) к формированию и сертификации программ ТОиР эксплуатируемых самолетов в целом отвечает изложенным выше принципам. Следует отметить, однако, некоторые технологические и процедурные особенности.

На рис. 7.7 приведена общая схема организации работ по формированию и сертификации программ ТОиР самолетов в авиакомпании ВА Кроме участия представителей компании в отработке Отчета MRB она предусматривает дополнительный анализ документа фирмы «Boeing» по планированию ТОиР (MPD) и его адаптацию к условиям эксплуатации самолета в ВА.

Из документа MPD вновь поступающего самолета исключаются все ссылки на элементы, двигатели и т.п., не установленные на конкретной модели самолета данного типа, приобретенного ВА. Дополнительно включаются работы оперативного ТО, сформированные в формы в соответствии с принятыми условиями эксплуатации и одобренные САА. Отработанный таким образом документ - Aircraftmanufacturesystems (AMS) составляет план ТОиР самолета данного типа в авиакомпании ВА и подлежит одобрению САА, после чего начинается эксплуатации данного типа самолета в ВА.

В процессе эксплуатации AMS подлежит постоянной оценке и корректировке. Такая работа проводится в рамках Программы управления ТОиР самолета (MCP - MaintenanceControlProgram). Сбор информации в эксплуатации проводится в двух аспектах с выпуском двух типов отчетов:

REACT - отчет по самолету в целом, базирующийся на записях в бортжурнале (TechnicalLog) и информации о задержках рейсов (TechnicalDelays);

CPR - отчет о характеристиках комплектующих изделий (компонентов), базирующийся на информации о заменах и доработках КИ, то есть, REACT включает всю информацию об отказах и повреждениях самолета, аCPR - только информацию по демонтированным с борта компонентам.

Эта информация обрабатывается техническими службами BA с подготовкой предложений по изменению, при необходимости, плана (AMS) ТОиР самолета. Эти данные передаются также фирме-поставщику (например, «Boeing») и другим поставщикам КИ для обобщения по типу самолета. В свою очередь, от этих фирм поступает информация об опыте эксплуатации всего парка самолетов данною типа.

Все предложения инженерных отделов BA обобщаются специальным Комитетом по управлению технической эксплуатацией самолета (ATCC - AircraftTechnicalControlCommittee), который рассматривает их и принимает решение о подготовке и представлению CAA официального изменения AMS.

В случае одобрения предлагаемого изменения CAA оно включается в план ТОиР, в противном случае оно вновь рассматривается техническими службами BA и ATCC.

Основным направлением совершенствования AMS является увеличение периодичности отдельных работ по ТОиР и форм ТО в целом.

В авиакомпании BA существует специальный стандарт (процедурное руководство) по порядку увеличения периодичности выполнения форм ТОиР в авиакомпании. В соответствии с ним необходимость увеличения периодичности ТОиР обуславливается задачами оптимизации программ ТОиР в плане снижения удельных затрат на ТОиР на основе опыта эксплуатации в BA и информации от поставщика самолета.

Практическую организацию работ по конкретному типу самолета производит уполномоченный инженер, но качеству совместно с назначенным специалистом планового отдела, работу которых контролирует соответствующий менеджер.

Указанные специалисты проводят всю подготовительную работ) по сбору материалов и обоснованию изменения периодичности каждой из работ по ТОиР, входящих в рассматриваемую форму ТОиР.

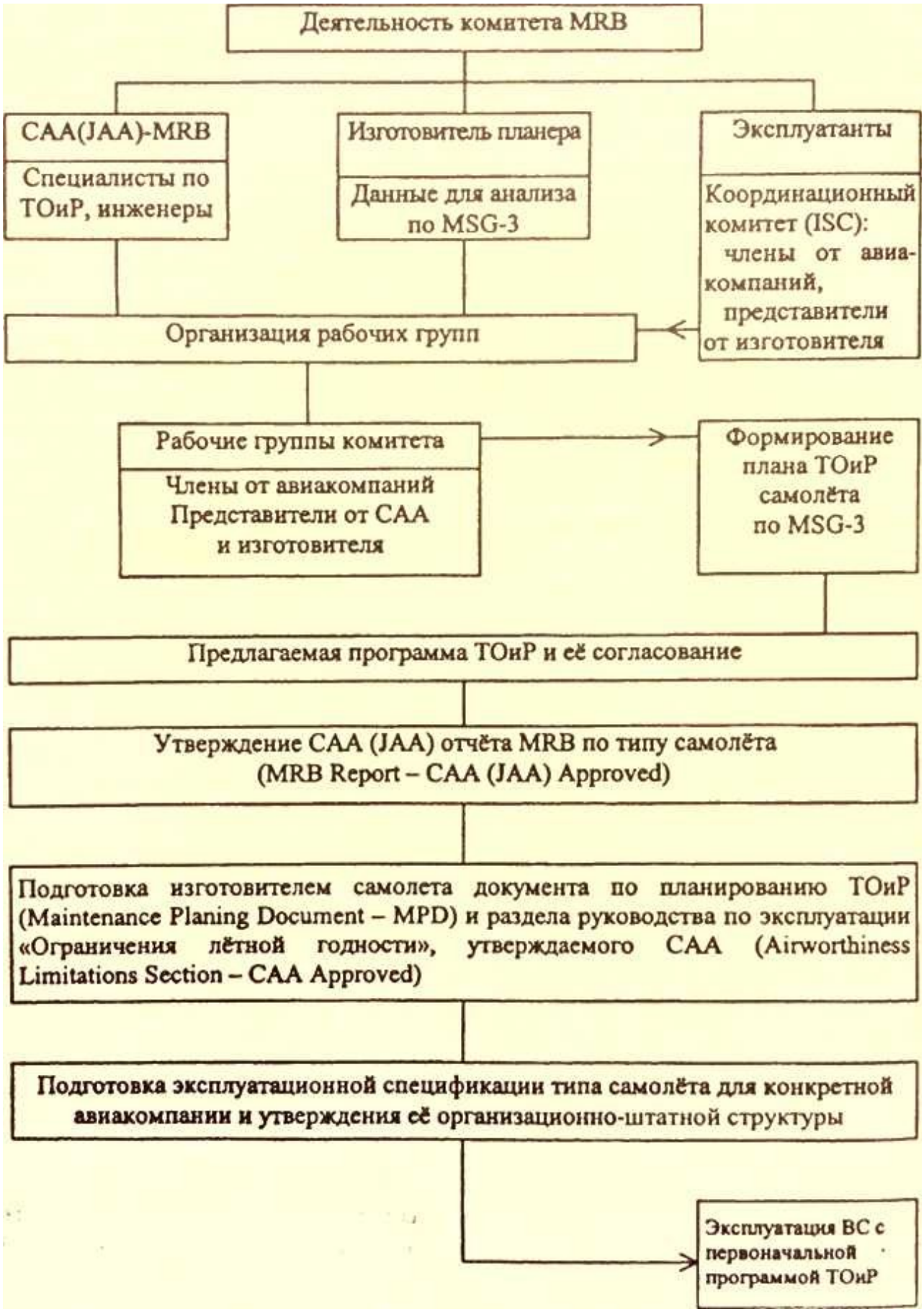


Рис.7.1 Организация деятельности комитетов MRBи ISC

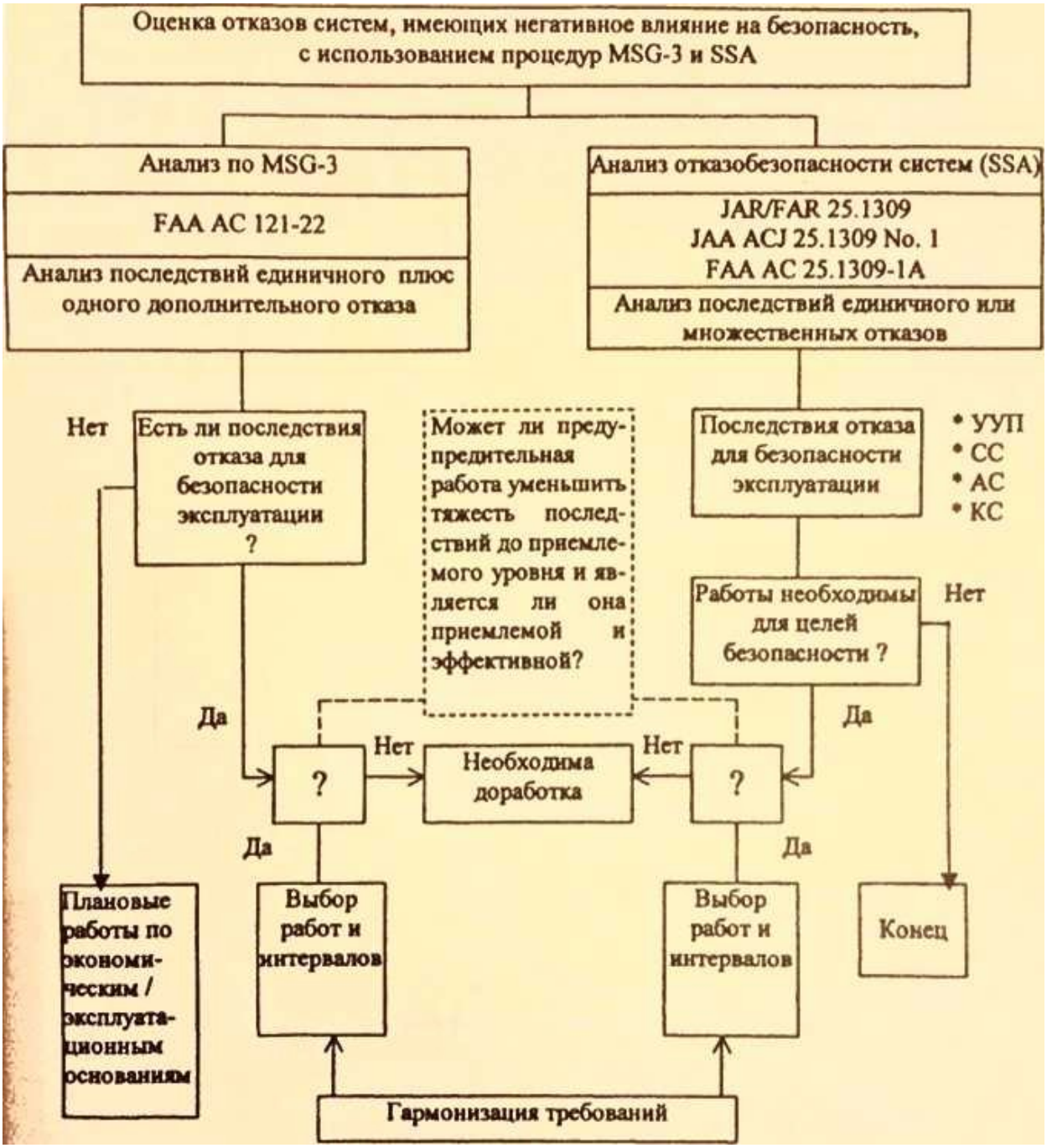


Рис. 7.6 Взаимосвязь анализа по MSG-3 и анализ отказобезопасности систем.

1.3.ОСОБЕННОСТИ САМОЛЕТА BOEING 747-300, КАК ОБЪЕКТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

1.3.1. Технические характеристики самолета

В данном разделе приведены основные характеристики самолета, его конструкции и некоторых функциональных систем.

Самолет B-747/300 был спроектирован как, дальнемагистральный, с дальностью полета 12700 км. Первый полет самолет Боинг-747 совершил в 1968 году. С тех пор выпущено десятки модификаций данного самолета. Существуют как пассажирские, грузовые, так и грузопассажирские (конвертируемые) самолеты. По желанию потребителя поставляется с двигателями тремя разных производителей: Дженерал Электрик (CF-6), Пратт Уитни (JT9), Роллс Ройс (RB211).

Первый коммерческий рейс на самолете Боинг-747 компании Трансаэро был выполнен 11 июля 2005 года. "Трансаэро" является первым и единственным в России, СНГ и Восточной Европе эксплуатантом пассажирских воздушных судов Boeing 747. Именно воздушным судам Boeing 747 принадлежит весьма важная роль в развитии маршрутной сети и увеличении объемов перевозок авиакомпании, завоевании ею доминирующего положения на рынках целого ряда регионов мира. Авиакомпания «Трансаэро» в настоящее время эксплуатирует 6 самолетов B-747/200, 4 самолета B-747/300 и три B-747/400. К 2011 году компания планирует заменить все самолеты B747/200 на самолеты типа B747/400. Самолеты оборудованы четырьмя силовыми установками CF6-50E2 (B-747/200) фирмы GeneralElectric. Максимальная тяга двигателей по 23600 кг. Тяговооруженность самолета достаточна для продолжения полета с тремя двигателями на всех фазах полета. Причем самолет B-747 сертифицирован на продолжение взлета и выполнения запланированного полета при отказе одного двигателя. Технические характеристики самолета B-747/300 отличаются незначительно и в основном отличие в более современной авионике.

Таблица № 1.3.1

Характеристики самолета

Характеристика	*Значение*
Длина, м	70,6
Размах крыла, м	59,6
Грузоподъемность, т	105
Максимальная взлетная масса, кг	374850
Крейсерская скорость, км/ч	895
Максимальная высота полета, м	12500
Дальность полета, км	12700
Кол-во самолетов	4

По данным фирмы “BOEING” из соотношения важнейших статей прямых эксплуатационных расходов (ПЭР) следует, что за 15-летний период изменилась доля каждого из слагаемых ПЭР. Доля расходов на проведение ТОиР самолета сократилась с 22 % до 18% от ПЭР. Главным образом это достигнуто за счет усилий по повышению надежности и эксплуатационной технологичности конструкций ЛА, внедрении новых технологий, формирования эффективных программ ТОиР, объединение авиакомпаний в пулы (KSSU, ATLAS и др.), где каждая из них специализируется на выполнении определенных видов сложных и трудоемких работ по ТОиР. Полученные положительные результаты совместной работы фирм и авиакомпаний позволяет планировать дальнейшее снижение расходов на ТОиР самолетов. Долю данных расходов для новых самолетов планируется довести до 10...13% от ПЭР.

1.3.2. Понятие базового регламента ТО самолета

Основным документом, описывающим базовый регламент самолетов “BOEING”, является документ MSD - MAINTEANCE SHEDULEDOCUMENT. Этот документ обеспечивает основное расписание заданий по техническому обслуживанию и их частоте по системам, двигателю и конструкции для самолета”. Цель этого документа - позволить операторам развить свою первоначальную программу ТО объекта по одобрению регулирующих властей. Для "Трансаэро" в настоящее время это - жизненно необходимо. Создав свою собственную программу, в соответствии с климатическими условиями, особенностями материально - технического снабжения, авиакомпания может добиться наиболее полной эффективности ПТЭ и существенно повысить безопасность полетов.

Общее описание программы

Регламент в MSD разделён на программы, предусматривающие выполнение работ по:

- зонам;
- системам и двигателям;
- конструкции (структуре).
- программа «лидер флота»

«Зонная»программа выполняет общие визуальные проверки установленных систем и конструкций по зонам самолета, включая проверки с земли. Эта программа получила развитие вместе с другими программами, позволяет избегать дублирования заданий и гармонизирует интервалы.

Программа “ системы и двигатель” предусматривает специальные задания от уровня каждого MSD рассматривать следствия и причины дефектов. MSD не имеют регламента, а описаны в приложении этого документа.

«Структурная» программа определяет поэтапность проверки по каждой функциональной системе, оценивая степень усталости конструкции, случайные повреждения и повреждения в результате воздействия окружающей среды.

Интервалы проверок.

T-check (pre-flight) выполняется перед каждым вылетом самолета.

Z- (daily) check выполняется один раз каждые 24 часа.

S- (service) check выполняется один раз в 7 дней (168 часов)

1A-check выполняется каждые 600 лётных часов.

2A-check выполняется каждые 1200 лётных часов.

3A-check выполняется каждые 1800 лётных часов.

4A-check выполняется каждые 2400 лётных часов.

5A-check выполняется каждые 3000 лётных часов.

6A-check выполняется каждые 3600 лётных часов.

C -check выполняется каждые 5500 лётных часов или 18 месяцев.

2C -check выполняется каждые 36 месяцев.

3C -check выполняется каждые 54 месяца.

4C -check выполняется каждые 72 месяца.

…….

10C -check выполняется каждые 55000 летных часов или 15 лет.

1D –check выполняется каждые 6 лет.

2D –check выполняется каждые 12 лет.

Следует отметить, что каждый последующий check включает в себя предыдущий.

Исходя из всего выше сказанного, мы видим, что в дополнение к основным интервалам используются такие параметры, как часы налёта, полётное и календарное время, что позволяет более плотно охватывать все виды необходимых регламентных работ на самолёте B-747-300. Из выше сказанного можно сделать вывод, что для обнаружения структурных

изменений связанных с воздействием окружающей среды больше всего подходит контроль по промежуткам времени, в то время как для обнаружения неисправностей функциональных систем подходит контроль по полётным циклам. Также следует отметить, что модели проверок специфичны для шасси и органов управления и для некоторых зональных проверок.

Заведенный порядок проверок, случающихся чаще, чем “A” - check может быть увеличен оператором и его местными властями.

Общие правила, применяемые для всех программ “BOEING”

1) Руководство операторов несут ответственность за выполнение технического обслуживания, в соответствии с требуемыми документами.

2) Программы каждого оператора должны поддерживать полную надежность систем, двигателей и остального оборудования. Осуществление исследовательского анализа и надзора за требованиями по соблюдению этих программ возложено на местные власти.

3) Интервалы проверок могут быть изменены в соответствии с практикой и правилами властей, регулирующих деятельность оператора.

4) Каждый оператор должен быть осведомлен о различных технологиях проверок, пример: ультразвук, вихревые токи, радиоизотопы и другие методы, использующиеся в методах неразрушающего контроля. Использование таких технологий может

быть развито, обеспечив тем самым, ценное приложение к предписанным специфичным визуальным проверкам.

5) Вопросы, связанные с ресурсами, решаются в соответствии со ссылкой по ресурсу, приведенных на данных тип самолета или в сертификате на конкретный тип.

6) Требования сертификации Т.О. исходят из оценки безопасности систем, а проверка конструкции, состоящей из оценки структурных повреждений.

7) В документе MRB термины “test”, “check”, “inspection” подразумевают необходимую квалификацию для выполнения задания.

8) Ответственностью каждого оператора по регулированию его программы технического обслуживания происходит в соответствии с национальными требованиями.

1.3.3. Описание программ технического обслуживания

Зональная программа

Как уже было описано ранее, в этой программе описывается частота общих визуальных проверок каждой зоны самолета, включающая в себя проверку функциональных систем и двигателей, а также проверку конструкции на общее безопасное состояние. Время проверок определяется допуском: положения поверхностей, снятие облицовки, соответствующих лючков. Состояние зон проверяется на столько, на сколько это видно при открытии соответствующего лючка.

Пример задания инспекторской проверки

1) Видимые части конструкции осмотреть на предмет неправильных режимов работы и повреждений, таких как трение, коррозия, течь, трещины.

2) Правильность крепления и безопасную установку (агрегатов, проводки, каналов, трубок роликов, подшипников).

Примечание: Для проводки тросов управления может быть необходима работа органов управления для того, чтобы получить доступ к скрытым местам.

Правила программы:

1) Проверки выполняются на каждом самолете, за исключением обозначенных как ZONAL SAMPLING;

2) Для ZONAL SAMPLING применимо выборочное исследование:

- Группа операторов может после одобрения соответствующих регулирующих властей комбинировать свой орган с целью выполнения требований ZONAL SAMPLING;

- Стандартный размер 1/5 предоставляемой доли каждого оператора или группы операторов, флот которых может быть проведен в соответствующее время;

- Все самолеты, принадлежащие операторам или группе операторов в возрасте 2 года, когда самый старый самолет оператора или группы операторов достиг времени проверки, то он будет включен во флот для ZONAL SAMPLING;

- Для группы операторов должен быть отобран, по крайней мере, один самолет; если результаты этих проверок показывают на ухудшение состояния, должны быть приняты соответствующие меры - разовые проверки

Примечания правил

1) В случае коррозии или пролива жидкости должна быть установлена необходимая изоляция.

2) Снятие сидений и облицовки салона производится, если необходимо получить доступ для визуальной проверки устройства.

3) Интервалы будут регулироваться операторами, принимая во внимание их опыт эксплуатации и условия окружающей среды.

4) Задания необходимы, если самолет работает в грузовой конфигурации или конфигурация менялась.

Программа «Система и двигатели»

Эта программа обеспечивает основное расписание заданий по техническому обслуживанию и их частоту выполнения работ по всем системам, включая двигатели и ВСУ.

Что касается оценки процедур результатов заданий, известно следующее:

1) Требования MSG по безопасности определяют родственные задания, где комбинируются скрытые функциональные дефекты и один дополнительный дефект, имеющий неблагоприятное влияние на безопасность;

2) Некоторые задания, данные в этой части считаются заданиями экипажа и поэтому исключаются из расписаний на техническое обслуживание в соответствии с общими правилами;

3) Задания на техническое обслуживание в ангаре не упоминается в главах ВСУ и двигатели. Эксплуатант должен воспользоваться случаем (по какой нибудь форме ТО) для снятия двигателей (по ресурсу), частей и агрегатов, оборудование доступа для выполнения осмотров. Базовое расписание для этих заданий не установлено;

4) Ограничение ресурса агрегатов, согласно общих правил, управляется изготовителем;

5) Расписание заданий на техническое обслуживание следует из MSG, анализируется и передается затем в зональную программу, описанную главами АТА и этими разделами. Эти общие визуальные проверки обозначаются литером “Z” в интервальной колонке.

Примечания программы:

1) Интервал определяется в соответствии с рекомендациями производителя.

2) Интервалы могут корректироваться эксплуатаном, так как продавец прописывает только временные границы, а не конкретные сроки.

Структурная программа

Эта программа обеспечивает основное расписание заданий и их частоту их выполнения для структуры самолета.

В структуру программы входит:

1) Требования к проверкам для данной модели самолёта.

2) Принимается во внимание полный комплекс проверок на усталость.

3) Снабжает вычисленными интервалами по усталости, вместо выбранных интервалов.

4) Обеспечивает метод регулирования инспекторских требований с рассматриваемым средним временем налёта для каждого самолета.

Как было отмечено выше, программа учитывает накопления целого ряда повреждений, к примеру, рассмотрим усталостные повреждения. Для начинающихся усталостных повреждений и последующее их увеличение, происходит за один полет, однако, полетное время, это изменяющийся фактор, поэтому единицей измерения для ресурса проверок и повторения выбираются летные циклы (инспекторские проверки и интервалы на данном типе представлены только в летных циклах).

Для повреждений вызванных воздействием окружающей среды, таких как коррозия, т.е. главным образом зависящих от возраста самолета, интервалы проверок

В случае случайных повреждений, таких как попадание птиц и повреждения самолета на земле используются обычные интервалы, и конструкция обслуживается по состоянию.

Программа лидер флота

Эта программа разбивается на программу лидера флота оператора (OFLP) и программу лидера флота производителя (IFLP). Она применяется тогда, когда все самолеты оператора или группы операторов находятся в пределах 4000 летних циклов или 6400 часов полета и более. Самолет, который будет отобран для этой программы, должен иметь суммарное наивысшее число усталостных повреждений и выработанный ресурс.

Интервалы проверок регулируются формулой:

AF = (AFT - 1,6)•FR

AF = 1,6/AFT

где AF - регулирующий фактор;

FR - класс усталости;

AFT = среднее полетное время/средние полетные циклы.

Наибольшее внимание в MSG-3 уделяется анализу усталостных повреждений, в частности применяется метод расчета и оценки допустимых уровней повреждений с точки зрения вероятности их обнаружения на уровнях отдельного элемента конструкции самолета и всего парка. Анализ позволяет выбрать наиболее эффективные виды работ, из которых и формируется программа ТОиР планера самолета.

Из изложенного следует, что разработчики и заказчики авиационной техники крупнейших зарубежных фирм и авиакомпаний объединенными усилиями развивают и совершенствуют методы построения программ обслуживания и ремонта самолетов. Практика конструирования и эксплуатации самолетов последних поколений показывает, что в решении этих вопросов, благодаря постоянному вниманию к ним со стороны группы технического обслуживания (MSG) за последние годы достигнуты значительные успехи.

Долговечность и надежность конструкций ЛА и их систем, значение основных показателей безотказной работы изделий и агрегатов нельзя с достаточной степенью точности определить при проведении стендовых, заводских, государственных и эксплуатационных испытаниях ЛА и их оборудования. Для оценки указанных свойств необходим опыт длительной эксплуатации ЛА на авиапредприятиях при различных климатических условиях, интенсивности эксплуатации, квалификации летного и инженерно-технического персонала и т.д. Поэтому определение количественных и качественных характеристик базируется на статистических показателях, которые рассчитываются на основе обработки информации об отказах и неисправностях, выявленных в процессе эксплуатации и технического обслуживания ЛА. В нашем случае будут использованы показатели на парк из четырех самолетов B-747/300, эксплуатируемых в а/к Трансаэро на период 2008 г.

Для упрощения сбора и обработки информации, функциональные системы имеют свой определенный код по главам АТА, см. табл.1.3.3.

Особую важность в повышении безопасности полетов имеет глубина анализа причин авиационных происшествий, достоверность их определения и оперативность управления факторами, определяющими безопасность полетов.

Таблица №1.3.3

Разбиение функциональных систем по главам

№ главы	Наименование системы	№ главы	Наименование системы
21	Кондиционирование	49	ВСУ
22	Автопилот	52	Двери
23	Связь	53	Фюзеляж
24	Электропитание	54	Пилоны
25	Быт. оборудование	55	Стабилизатор
26	Противопожарная система	56	Окна
27	Управление	57	Крыло
28	Топливная система	71	Силовая установка
29	Гидравлическая система	72	Двигатель
30	Противообледенительная система	73	Топливная система двигателя
31	Система регистрации параметров	74	Зажигание
32	Шасси	75	Пневматическая система двигателя
33	Освещение	76	Управление двигателем
34	Навигация	77	Контрольно-измерительная аппаратура
35	Кислородная система	78	Сопло
36	Пневматическая система	97	Маслосистема
38	Вода и туалеты	80	Старт

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дат

Инв. № подл

1.4.1 Показатели эффективности ПТЭ самолетов

Процесс технической эксплуатации (ПТЭ) самолетов, представляет собой последовательное во времени смену состояний эксплуатации в соответствии с принятой стратегией.

Под эффективностью ПТЭ понимается совокупность свойств, характеризующих качество функционирования участвующих в ПТЭ самолетов, наземного комплекса по подготовке и обслуживанию самолетов, инженерно-технического и летного состава.

Количественно уровень эффективности ПТЭ оценивается совокупностью показателей, к числу которых относятся: показатели безопасности, регулярности, интенсивности и экономичности полетов.

Показатели эффективности ПТЭ представлены в таблице № 1.4.1

Таблица № 1.4.1

ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПТЭ

САМОЛЁТА BOEING 747-300

Критерий эффективности ПТЭ	**Обозначение Ед. измерен.**	**Наименование**	**Определение**
Регулярность вылетов	**$P_{100тп}$ %**	Коэффициент регулярности вылетов	Отношение количества вылетов, выполненных без задержки по техническим причинам, к общему количеству вылетов за рассматриваемый период
Использование ЛА	**$K_и$ %**	Коэффициент использования ЛА по назначению	Отношение налёта парка самолётов к календарному фонду времени их эксплуатации за рассматриваемый период эксплуатации

	$К_{ир}$ **%**	Коэффициент использования ЛА в рейсах	Отношение налёта парка самолётов и их простоев в состояниях, связанных с обеспечением полётов, к календарному фонду времени эксплуатации за рассматриваемый период
	$К_{вир}$ **%**	Коэффициент возможного использования ЛА в рейсах	Отношение налёта парка самолётов, их простоев в состояниях, связанных с обеспечением полётов, и простоев в исправном состоянии к календарному времени эксплуатации за рассматриваемый период
Исправность парка	**$К_{п}$** **ч/ч нал**	Удельные суммарные простои на ТОиР	Отношение суммарных простоев на ТОиР к налёту парка ЛА за рассматриваемый период эксплуатации суммарных
	$К_{испр}$ **%**	Коэффициент исправности	Отношение фонда времени ЛА в исправном состоянии, включая полёты, к общему календарному времени за рассматриваемый период
Экономичность ТОиР	**$К_{т}$** **чел. ч/час. нал.**	Удельная суммарная трудоёмкость ТОиР	Отношение суммарной трудоемкости ТОиР к налёту парка ЛА за рассматриваемый период эксплуатации.

1.4.2. Формирование исходных данных для определения показателей эффективности ТЭ

1. Приписной парк –N = 4.
2. Суммарный годовой налёт - $T_г^{сумм}$ = 14000.
3. Период эксплуатации, в годах – $T_{кал}$ =1 год.
4. Средняя длительность беспосадочного полёта – $Д_{бп}$ =5 часов.

Изобразим на рисунке 1.4.2. граф состояний и переходов ПТЭ.

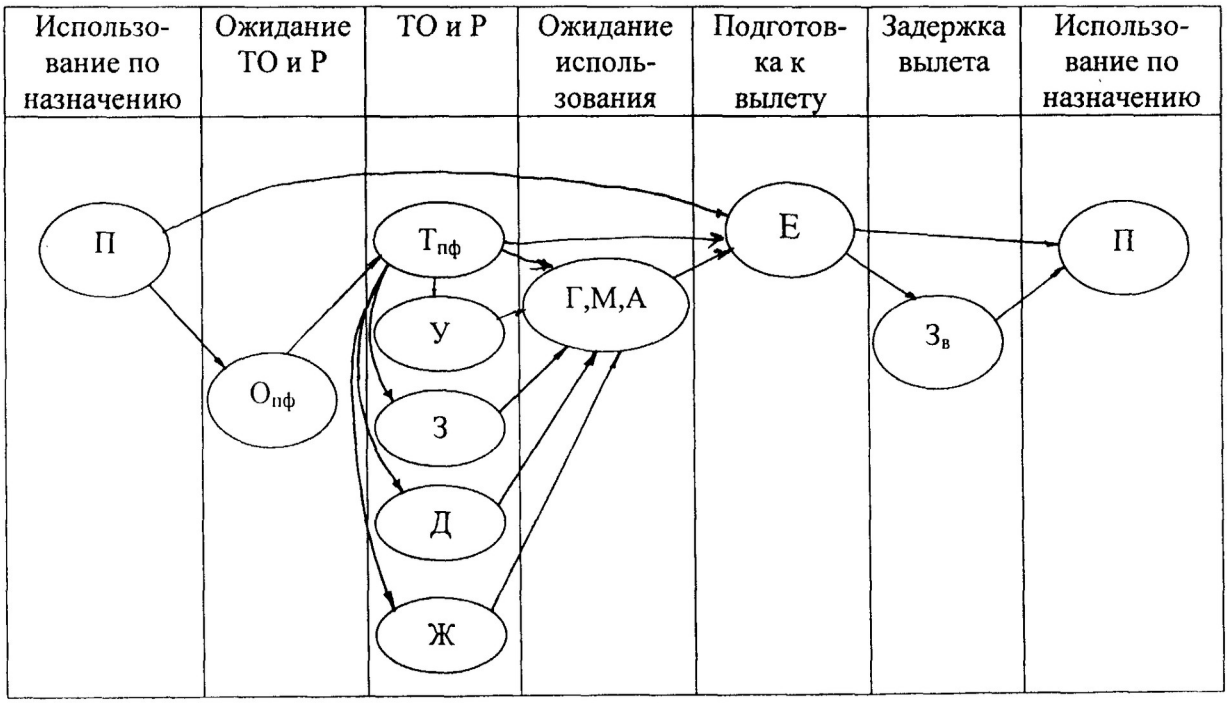


Рисунок 1.4.2.Граф состояний и переходов ПТЭ

Количество попаданий в состояния процесса эксплуатации определяются по формулам, представленным в таблице № 1.4.2.

Таблица №1.4.2

Формулы для определения количества попаданий в состояния процесса эксплуатации.

Наименование состояния	**Индекс состояния**	**Формула для определения**
1. Полет	П	$n_{пол} = \frac{T_г * N}{Д_{бп}} * T_{кал}$
2. Подготовка к полету	Е	$n_E = 1{,}1 n_{пол}$
3. Неиспользуемое время (Г – в резерве) (М – по метеоусловиям) (А –исправное не использование)	Г, М, А	$n_{ГМА} = 0{,}25 n_{пол}$
4. Периодическое техническое обслуживание	$Т_{пф}$	$n_{пф} = n_A + n_B + n_C$
5. Ожидание пер. форм	$О_п$	$n_{опф} = n_{пф}$

6. Устранение неисправностей	У	$n_{у} = 0{,}005 n_{пол}$
7. Отсутствие запчастей	З	$n_{зч} = 0{,}15 n_{пф}$
8. Доработки	Д	$n_{Д} = 0{,}1 n_{пф}$
9. Рекламации промышленности	Ж	$n_{Ж} = 0{,}003 n_{пф}$
10. Задержки вылетов	$З_{в}$	$n_{зв} = 0{,}05 n_{пол}$

Для дальнейшего расчёта эффективности ПТЭ нужно составить таблицу №1.4.2.1, куда входят необходимые данные для вычислений.

Значения исходных данных по таблице № 1.4.2.1:

t_i– время пребывания в состоянии (общее), вычисляется, как n_i*t (каждого состояния);

τ_i– трудозатраты (общее), вычисляется, как n_i*τ (каждого состояния):

Для определения трудозатрат при подготовке к рейсу используем данные из JobCard;

Pre-Flight check- 4,2 чел./час.

Daily+ Pre-Flight check- 11,2 чел./час.

Service+ Pre-Flight check- 18,2 чел./час.

Трудоемкость при выполнении периодических форм зависит во многом от количества выполняемых дополнительных работ (отложенные дефекты категорий D и N и т.д.).

Например, продолжительность для 1A –check составляет 200-300 часов и увеличивается со следующим check, и для 6A –check около 500-600 часов. Продолжительность C-check от 20 дней и выше.

Таблица № 1.4.2.1

Исходные данные для расчета эффективности ПТЭ

Состояния	**Значения исходных данных**		
	Количество попаданий в состояние n_i	**Время пребывания t_i ,часах**	**Трудозатраты τ_i чел/час**
1. П	2800	14000	---
2.Е	3080	9240	26180
3.Г, М, А	700	3557	---
4.$Т_{пф}$	48	4688	43129
5.$О_п$	48	1355	---
6.У	14	1362	2446
7.З	7	112	---
8.Д	8	18	1640

9.Ж	1	16	---
10.$З_в$	152	692	---

1.4.3. Определение показателей эффективности ПТЭ

1.) Определяем значение промежуточных данных.

а) Относительная частота попадания в состояние ПТЭ.

$\pi_i=n_i / \Sigma n_i$

б) Относительное время пребывания в состояниях

$\pi_i\mu_i$

с) Относительная трудоемкость в состояниях.

$\pi_i\tau_i$

Значения: μ_i–время пребывания в состоянии (отдельном)

τ_i – трудозатраты в каждом процессе

Значения μ_iи τ_iданы в нормативных документах к самолёту В-747-300.

Расчетные данные заносим в таблицу № 1.4.3

Таблица № 1.4.3

Показатели состояния самолётов

Состояния	π_i	μ_i	τ_i	$\pi_i\mu_i$	$\pi_i\tau_i$
П	0,414	5		2,07	
Е	0,456	3	9	1,368	4,104
Г, М, А	0,106	5,08		0,539	
$Т_{пф}$	0,007	97,67	1230	0,684	8,61
$О_п$	0,007	28,23		0,198	
У	0,002	97,29	21,6	0,196	0,043
З	0,001	16		0,016	

Д	0,0012	2,25	160	0,0027	0,192
Ж	0,00015	16		0,0024	
$З_в$	0,0225	13,31		0,299	

2.) определяем показатели эффективности.

- Коэффициент безотказности

$$K_{1000} = \frac{n_{отк}}{T_{нал}} * 1000 = \frac{216}{14000} * 1000 = 15{,}4$$

- Коэффициент регулярности вылетов

$$P_{100mn} = (1 - \frac{n_{зв}}{n_n}) * 100\% = 0{,}95$$

- Коэффициент использования ЛА по назначению

$$K_u = \frac{\pi_n \mu_n}{\sum_{i=1}^{N} \pi_i \mu_i} = \frac{2.07}{5.3751} = 0{,}39$$

- Коэффициент использования ЛА в рейсах

$$K_{ир} = \frac{\pi_n \mu_n + \sum \pi_j \mu_j}{\sum_{i=1}^{N} \pi_j \mu_j} = \frac{2.565}{5.3751} = 0.48$$

- Коэффициент возможного использования ЛА в рейсах

$$K_{вир} = \frac{\pi_n \mu_n + \sum \pi_j \mu_j}{\sum_{i=1}^{N} \pi_i \mu_i} = \frac{3.3231}{5.3751} = 0.62$$

- Удельные суммарные простои на ТОиР

$$K_n = \frac{\sum \pi_j \mu_j}{\pi_n \mu_n} = \frac{2.5521}{2.07} = 1.23 час / час.нал$$

- Коэффициент исправности

$$K_{испр} = \frac{\sum_{i\exists}^{N} \pi_n \mu_n + \sum \pi_j \mu_j}{\sum_{i\exists}^{N} \pi_i \mu_i} = \frac{3.977}{5.3751} = 0.74$$

- Удельные суммарная трудоёмкость ТОиР

$$K_m = \frac{\sum \pi_i \tau_i}{\pi_n \mu_n} = 5{,}86 чел.час / час.нал$$

Сведём полученные показатели в таблицу №.1.4.3.1.

Таблица № 1.4.3.1

Значения показателей эффективности ТЭ

K_{1000}	$P_{100тп}$	$K_и$	$K_{ир}$	$K_{вир}$	$K_п$	$K_{испр}$	$K_т$
15,4	0,95	0,39	0,48	0,62	1,23	0,74	5,86

По итогам работы за 2008 год можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшие простои самолетов за рассматриваемый период наблюдались по причинам (в состояниях): ожидания рейса (суммарное неиспользуемое время) и отсутствия запчастей.

2. Наибольшая трудоемкость технического обслуживания наблюдалась при выполнении периодических форм технического обслуживания и при выполнении работ по обеспечению рейсов (обеспечение встречи, стоянки, вылета,);

3. Наибольшие затраты средств - при выполнении работ по обеспечению рейсов и при выполнении периодических форм технического обслуживания;

4. Доминирующим состоянием по всем трем степеням влияния можно выделить состояние Е (обеспечение рейсов).

1.5. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ТО САМОЛЕТА B-747/300

1.5.1. Система планирования ТО самолета

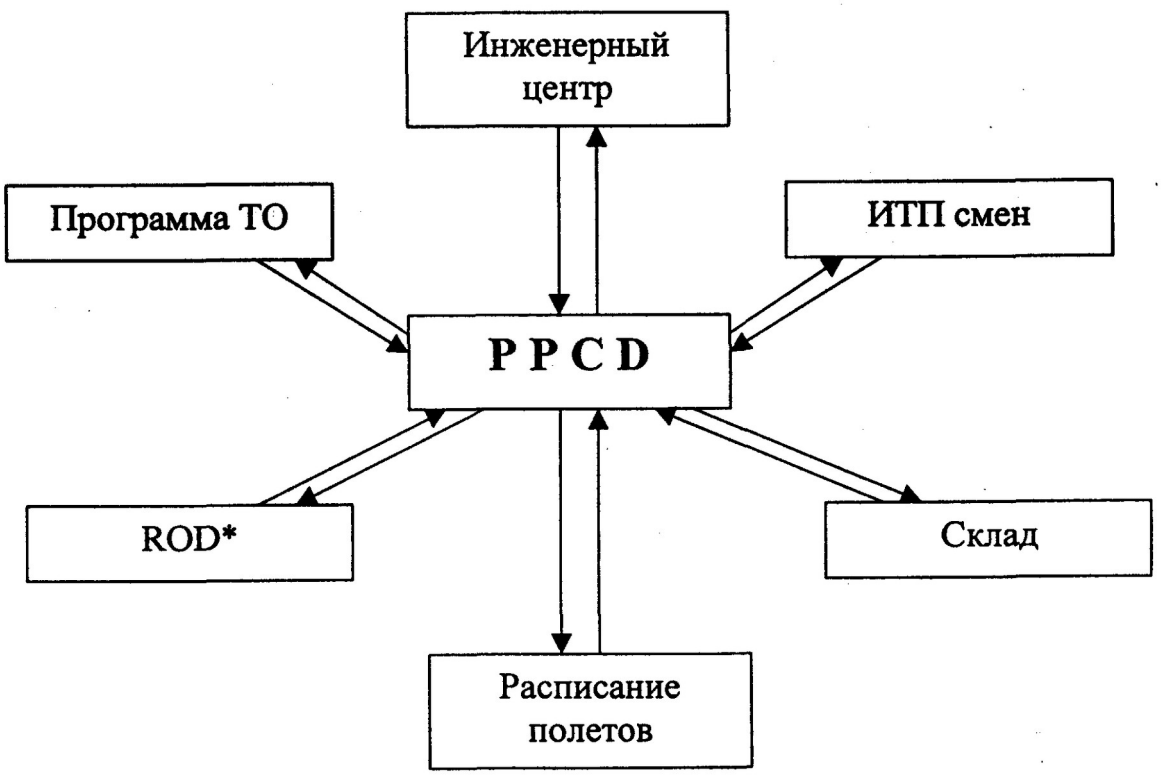
Организацией планирования ТО самолета занимается специальный отдел АТЦ, называемый PPCD (ProductPlanningandControlDepartment) – отдел управления и планирования производства (аналог в России – ПДО).

PPCD, руководствуясь базовыми документами: регламентом (MSDocument), документом планирования ТО, документом, указывающим ресурсы на работу и хранение агрегатов, создает расписаниеТО самолетов иностранного производства.

PPCD получает данные из программы ТО о приближающейся форме работ и согласно расписанию полетов составляет карту работ для каждого самолета. Затем эти карты передаются инженерно техническому персоналу (ИТП) смены, под роспись, для выполнения. После выполнения карты передаются обратно в PPCD и вводятся в программуТО. В случае выработки ресурса и необходимости замены какого-либо агрегата (эти данные тоже берутся из программы ТО) PPCD передает эту информацию в инженерный центр. Инженерный центр подготавливает программу мероприятий по замене агрегата и передает обратно вPPCD. PPCD уточняет наличие данного агрегатана складе и, исходя из расписания полетов, вкладывает задание в

мероприятий по замене агрегата и передает обратно вPPCD. PPCD уточняет наличие данного агрегатана складе и, исходя из расписания полетов, вкладывает задание в карту работ и передает для выполнения ИТП смены.

Схема взаимодействия и организация планирования ТО службой PPCD показана на рисунке 1.5.1



- Примечание: ROD - программа ведения статистики

  фирмы: «Lufthansa»

Рисунок 1.5.1 Схема взаимодействия и организация планирования ТО

1.6.СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОТКАЗОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙПЛАНЕРА, СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

1.6.1. Сбор и обработка статистических данных полученных за время (1 год) эксплуатации парка самолетов

За указанный период времени суммарный налет всего парка самолетов B-747/300 составил 14000 часов, что составило 2800 летных Цикла (взлет/посадка). По статистике за это время на данном типе АТ произошло 675 отказов. Распределение отказов по самолету и двигателю, по аэронавигационному оборудованию и радиоэлектронному оборудованию и прочие показаны на диаграмме.

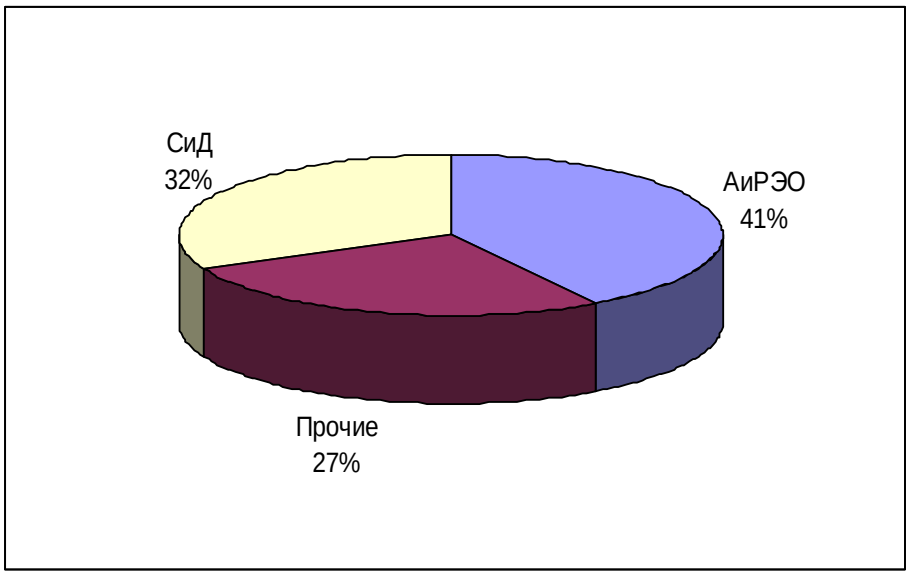


Рис № 1.6.1.1 Диаграмма распределения отказов

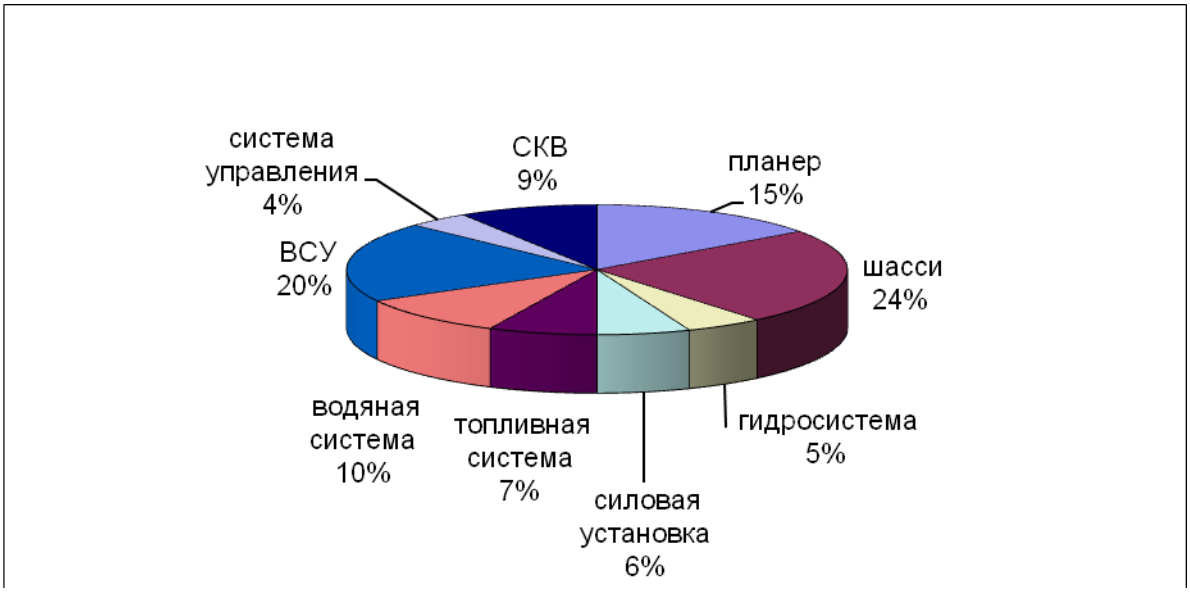
Далее будем рассматривать только те отказы, которые относятся к самолету и двигателю. Для более удобного рассмотрения статистики отказов и неисправностей и дальнейшей ее обработки составим Таблицу № 1.6.1

Таблица № 1.6.1

Распределение отказов по системам.

Системы	Номер самолета				ВСЕГО
	BGU	BGY	BGX	BGY	
Планер	12	9	4	7	32
Шасси	13	11	9	19	52
Гидросистема	2	4	3	2	11
Силовая установка	2	5	4	2	13
Топливная система	4	5	3	3	15
Водяная система	4	7	4	7	22
ВСУ	7	13	14	9	43
Система управления	1	3	2	3	9
СКВ	3	7	4	5	19
ВСЕГО	48	64	47	57	216

На основании таблиц строим диаграмму распределения отказов и неисправностей по системам.



Рис№ 1.6.1.2 Диаграмма распределения отказов и неисправностей по системам.

Из приведенной диаграммы видно, что наиболее часто отказывают на данном типе ВС следующие системы:

- шасси (24%)
- ВСУ (20%)
- планер (15%)
- водяная система (10%)

Проанализируем причины этих отказов.

Шасси

Основным отказом данной системы является износ и повреждение колес при взлете и посадке, а также при рулении. Особенность данного типа самолета в том, что при повороте передних колес на угол более 20 градусов, начинают поворачиваться в противоположном направлении основные фюзеляжные стойки шасси, для повышения маневренности при рулении. Основная причина повреждений в плохом состоянии ВПП и перрона в аэропортах. Также в осенне-зимний период при больших отрицательных температурах возникает течь гидравлической жидкости из амортизаторов стоек шасси. Обусловлено это замерзанием зеркала цилиндров стоек и покрытием их изморозью, что вызывает повышенный абразивный износ

уплотнителей при работе амортизатора, что вызывает необходимость досрочной замены данных уплотнителей.

ВСУ

Основным отказом ВСУ является “не запуск”. Причиной является выход из строя различных элементов систем ВСУ. Это происходит из-за большой наработки ВСУ на земле для создания положительной температуры в салоне самолета и предотвращения замерзания водяной системы, снабжения электропитанием самолета на земле.

Планер

Основным отказом планера являются повреждения его на земле. В основном конструкция планера повреждается при пробеге и рулении из-за плохого качества ВПП и перрона в аэропортах (камни, летящие из-под колес, грязь, кусочки льда). Но также велика вероятность повреждения конструкции планера спецтранспортом на местах стоянок (в частности погрузчиками из-за плохой подготовки операторов данных машин и отсутствия у них навыков работы с иностранной техникой). Также бывают единичные случаи попадания молний и птиц во время полета, что влечет за собой выполнения незапланированных Lightningstrikecheck и Birdstrikecheck и как вследствие, незапланированную задержку самолета.

Водяная система

Одним из основных отказов данной системы являются довольно частые течи воды на кухнях и в туалетах. Это происходит из-за того, что в зимнее время при сливе воды с самолета (во время его ночной стоянки в базовом аэропорту) очень трудно слить всю воду из трубок около кранов и под раковиной туалетов, где вода остается, замерзает, что и вызывает разрыв трубок.

Вторым наиболее частым отказом водяной системы является постоянная поломка индикаторов указания уровня жидкости в водяном баке. Это происходит из-за того, что качество воды, которой заправляют самолеты в аэропортах, является достаточно низким. Это вызывает отложение известнякового налета и приводит к залеганию поплавка в нижнем положении. Таким образом, датчик показывает, что бак пустой.

Также частички известнякового налета, попадая в краны в туалетах и на кухне, вызывают их заклинивание, что приводит к течи воды из них.

1.6.2.Анализ авиационных происшествий и инцидентов, зарегистрированных за время (1 год) эксплуатации самолетов В-747-300 в авиакомпании "Трансаэро"

В авиакомпании *"Трансаэро"* статистику авиационных происшествий и инцидентов (АП и И) на каждом типе самолетов ведет Отдел технического контроля (ОТК). ОТК ежемесячно выпускает бюллетени качества, которые доводятся до личного состава на ежедневных разборах. Для более удобного рассмотрения количества АП и И по месяцам за календарный год сведем статистические данные таблицу № 1.6.2

Таблица №1.6.2

Статистика АП и И

Названия	Количество авиапросшествий и инцидентов по месяцам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Авиапроис-шествия				1								
Инциденты		1			1			1				
Повреждения на земле		2			1		2					2
Брак в работе		1		1		2		2	1			

Проведем небольшой анализ Таблицы № 1.6.2. За один год на всем парке В-747-300, эксплуатирующихся в «Трансаэро» произошло одно авиа происшествие: во время выполнения рейса «Хургада-Москва» на самолете VP-BGX во время полета произошло разрушение 16 секции переднего щитка крыла. Данное повреждение было обнаружено во время послеполетного осмотра.

Для расследования данного АП была создана комиссия, которая выяснила, что причиной отрыва щитка послужил усталостный износ одного из двух креплений щитка к механизму выпуска. Результатами этого авиа происшествия стали огромные материальные потери «Трансаэро» и недельный простой самолета VP-BGX (расследование комиссии, устранение неисправности). Инцидентов было - 3. Основной причиной являлись неполадки в электронных системах самолетов и неполадки в радионавигационном оборудовании (отказ УКВ-радиостанций, INS, и т.п.).

Повреждений ЛА на земле было зафиксировано - 7. И все спецтранспортом, обслуживающим самолет на стоянках. Каждый такой случай тщательно расследуется компетентной комиссией. И как было выяснено, основная вина за повреждения материальной части лежит на операторах спецмашин. И, лишь однажды, обнаружена вина инженерно-технического персонала, во время выполнения работ на двигателе №4, при открытых капотах, была произведена наземная отработка выпуска и уборки передней механизации. В результате был поврежден капот двигателя и сам щиток механизации.

Брак в работе зафиксирован 7 раз (составлялись брак листы). Причины брака совершенно разные:

1. Не слит отстой топлива перед вылетом.
2. Не обнаружение повреждений ЛА по прилету.
3. Решение о необходимости или не ненужности замены агрегата (колеса, тормоз и т.д.), что повлекло за собой задержку вылета или другие последствия.
4. Неправильное или несвоевременное оформление технической документации.

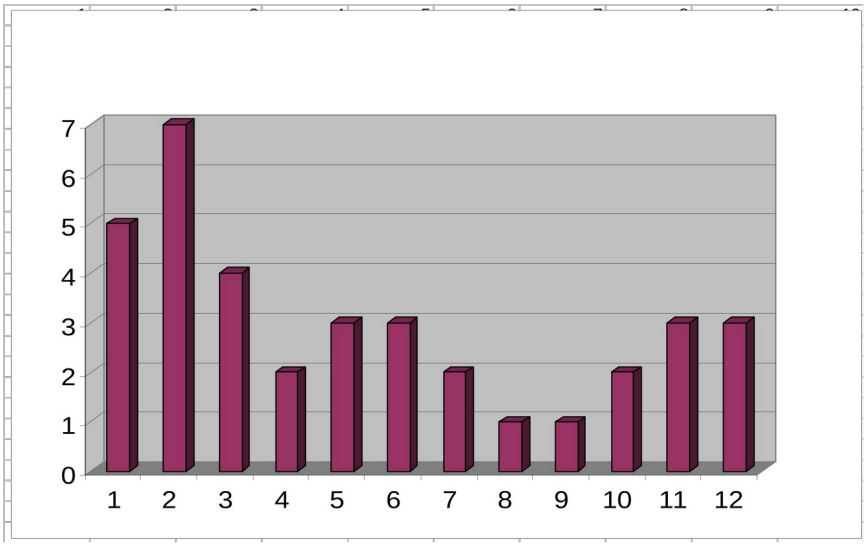
ОТК осуществляет всесторонний контрольза работой инженерно-технического персонала смен оперативногоТО и занимается профилактической работой по уменьшению количества брака, обращая особое внимание технического персонала на наиболее ответственные виды работ.

1.6.3. Анализ задержек вылетов по техническим причинам, зарегистрированным за время (1 год) эксплуатации самолетов B-747-300 в авиакомпании «Трансаэро»

(Оперативное ТО)

Задержки вылетов по техническим причинам являются очень важной проблемой, так как это наиболее часто встречающиеся недостатки в работе оперативного цеха. Задержки рейсов приводят к ощутимым материальным потерям авиакомпании и к потере доверия потенциальных клиентов.

Для дальнейшего и более подробного рассмотрения этой проблемы приведем график распределения задержек вылетов по месяцам.



Рис№ 1.6.3 Распределения задержек вылетов по месяцам.

Далее попытаемся проанализировать, почему происходят задержки по техническим причинам и можно ли уменьшить ихколичество.

Количество задержек увеличивается в зимние месяцы. Наиболее частые причины:

- замерзание водяной системы
- отказ ВСУ
- замерзание замков дверей грузовых отсеков
- несвоевременное прибытие аэродромного оборудования
- плохое качество перрона
- отсутствие необходимого инструмента и запасных частей

Что же можно сделать, чтобы уменьшить количество задержек по техническим причинам?

Исходя из тех обстоятельств, которые являются основными причинами задержек, необходимо принимать следующие меры:

1.Более широкое применение аэродромных средств питания самолета электрической энергией, и использование передвижных установок для кондиционирования и обогрева салона, для уменьшения наработки ВСУ.

2.Ужесточение контроля над качеством чистоты поверхности перрона и ВПП.

3.Улучшение радиофикации инженерно-технического персонала.

4.Более четкая работа взаимодействующих служб подразделений с ИТП.

5.Улучшение снабжения инструментом и запасными частями.

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИВ-747-300

2.1. ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ЗАГРУЖЕННОСТИ АВИАТЕХНИКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ТОиР

Работы по предполетному обслуживанию являются завершающим этапом ОТО перед использованием самолета по назначению, т.е. перед его летной эксплуатацией. Для В-747-300 предусмотрено, в этом случаи, выполнение формы “T-check”. Данную работу выполняют два авиатехника: один по СиД, второй по АиРЭО. Инженер смены, непосредственно подчиняясь начальнику смены, руководит работой авиатехников, проверяет записи в бортовых журналах, организует устранение неисправностей, оформляет документацию.

В линейных аэропортах на выполнение подготовки ВС типа В-747-300 «с оборота» на оперативной стоянке отводится около 3 часов. За это время авиатехники должны выполнить работы предусмотренные картой-нарядом по форме “T-check”, а также выполнить заправку самолета топливом, водой, спецжидкостями, устранить замечания, оформить документацию. Кроме того, в обязанности авиатехника входит руководство подгоном и отгоном спецтехники в зоне обслуживания.

За последнее время сроки стоянки неоднократно уменьшались, но никогда не проводился анализ загруженности авиатехника. Произведем этот анализ

сейчас. Время отдельных операций получено путем хронометрирования их непосредственно при выполнении. Максимальное время заправки получено по формуле (2.1):

$$T_{запр} = \frac{m_{max} - m_{ост}}{Q}, \qquad (2.1)$$

где: m_{max}= 120000 кг – максимальная заправка, (на существующих маршрутах)

$m_{ост} \approx$ 15000 кг – остаток топлива после посадки,

Q = 2000 кг/мин. – производительность заправки.

$$T_{запр} = \frac{120000 - 15000}{2000} = 52{,}2 мин.$$

С учетом оформления документов на топливо, время заправки составит: $T_{запр}$= 1 час.

Построим масштабно-линейный технологический график подготовки самолета к полету, которого придерживается авиатехник в своей работе.

№	Наименование работ	Продолжительность работы в минутах	трудоемкость
		25 50 75 100 125 150 175 180	чел/мин
1	Установка колодок	5	5
2	Установка АПА.	8	8
3	Откр. гр. люков	15	15
4	Осмотр самолета.	30	30
5	Ознакомление с борт. док	12	12
6	Устранение замечаний	50	50
7	Оформление документов	10	10
8	Слив отстоя топлива.	10	10
9	Брифинг с экипажем.	10	10
10	Закрытие дверей, люков.	15	15
11	Уборка колодок.	5	5
12	Буксировка, запуск.	10	10
Общее время подготовки к полету = 180 минут.			180

Произведем анализ данного графика работ:

1. В перечень работ включены только операции, предусмотренные технологической картой;
2. График представляет собой «критический путь» т.е. не имеет «резервов времени», поэтому сбой при выполнении любой из операций приводит к нарушению всего процесса технического обслуживания самолета;
3. В перечне работ не предусмотрено устранение отказов, неисправностей, дефектов обнаруженных в последнем полете и во время выполнения технического обслуживания, что приводит к:
   - Устранению дефектов в спешном режиме, что сказывается на качестве анализа и выполнения работ;
   - Выпуску самолета в полет с дефектом или отказом, если он входит в список “MEL” (перечень неисправностей, при которых можно выполнять полеты). Это увеличивает нагрузку на экипаж и увеличивает объем работ, выполняемых на базовой станции.
4. Авиатехнику приходится выполнять операции низкой квалификации, такие как: контроль процесса заправки топливом, заправка водой;
5. Время выполнения наиболее ответственных операций, таких как смотровые работы, работа с документами мало и ограниченно необходимостью перехода к последующей операции;
6. Такие работы как: заправка водой, заправка топливом могут начинаться с задержкой из-за несвоевременного подхода средств заправки вследствие загруженности аэропорта.

Исходя из выше сказанного, можно сделать выводы: чтобы повысить качество технического обслуживания необходимо в технологическом графике подготовки самолета к полету увеличить время выполнения смотровых работ, изыскать время на устранение несложных дефектов. Это можно сделать, если освободить авиатехника по СиД от таких работ как заправка самолета топливом и водой, что применяется в большинстве зарубежных авиакомпаниях. Рассмотрим этот опыт.

Заправка самолета топливом

В большинстве зарубежных аэропортов процесс заправка самолета топливом происходит следующим образом:

- Диспетчер обслуживания на перроне (ДОП) дает команду на подъезд топливозаправщика в зону обслуживания самолета и началу процесса заправки. Также он сообщает оператору топливозаправщика о количестве заправляемого топлива.
- Оператор производит установку топливозаправщика согласно разметке, подготавливает его к работе (устанавливает колодки, заземление, подсоединяет шланг, проверяет работоспособность установки, берет пробу керосина и проводит экспресс анализ на отсутствие воды).
- Оператор топливозаправщика самостоятельно управляет кранами заправки, контролирует процесс заправка и уровень топлива в баках.
- В случаи замечаний, оператор останавливает заправку и сообщает об этом авиатехнику.
- По окончании заправки оператор топливозаправщика закрывает краны заправки, отсоединяет шланг, убирает заземление, выписывает требование на топливо.
- Требование на топливо оператор передает авиатехнику и предъявляет результаты экспресс анализа на отсутствие воды.

Таким образом, авиатехник не участвует в процессе заправки топливом, а только контролирует конечный результат.

Заправка самолета водой

Заправку самолета водой осуществляет оператор заправочной машины, согласно технологическому графику подготовки самолета к полету. Для этого:

- Оператор заправочной машины самостоятельно осуществляет въезд в зону обслуживания, согласно разметке.
- Подготавливает заправочную машину к работе (устанавливает колодки, подсоединяет заправочный шланг).
- Оператор заправочной машины самостоятельно открывает заправочный кран и производит заправку самолета водой.
- В случаи замечаний, оператор останавливает заправку и сообщает об этом авиатехнику.
- После окончания заправки, оператор закрывает кран заправки, отсоединяет шланг, докладывает о заправке диспетчеру обслуживания на перроне и выезжает из зоны обслуживания.

Таким образом, авиатехник не участвует в процессе заправки самолета водой.

Дляприменения этого опыта в условиях авиакомпании «Трансаэро» необходимо разработать программу подготовки персонала ТЗК и КНОП к самостоятельной заправке самолета топливом и водой. Представим эту программу в виде таблиц 2.2.1 и 2.2.2

Таблица 2.2.1

Программа подготовки персонала ТЗК к самостоятельной заправке самолета В-747-300 топливом.		
Мероприятия	Время	Ответственный за проведение
Теоретическое обучение: - Изучение руководящих документов. - Изучение особенности конструкции ТС	2 часа 2 часа 2 часа	Инженер ТЗК. Инженер оперативного цеха АТБ. Инженер ОТК.

самолета В-747-300. - Изучение технологии заправки. - Техника безопасности при выполнении заправки.	2 часа	Инженер по технике безопасности.
Практическое обучение	2 часа	Техник-бригадир по СиД.
Сдача зачетов	2 часа	Комиссия под руководством главного инженера.

Таблица 2.2.2

Программа подготовки персонала КНОП к самостоятельной заправке самолета В-747-300 водой.		
Мероприятия	Время	Ответственный за проведение
Теоретическое обучение: - Изучение руководящих документов. - Изучение особенности конструкции водяной системы самолета В-747-300. - Изучение технологии заправки. - Техника безопасности при выполнении заправки.	2 часа 2 часа 2 часа 2 часа	Инженер ТЗК Инженер оперативного цеха АТБ. Инженер ОТК. Инженер по технике безопасности.
Практическое обучение	2 часа	Техник-бригадир по СиД.
Сдача зачетов	2 часа	Комиссия под руководством главного инженера.

По итогам сдачи зачетов издается приказ о допуске персонала ТЗК и КНОП к самостоятельной заправке самолета топливом и водой с выдачей

удостоверения. Также необходимо внести дополнения в должностные инструкции оператора топливозаправочной станции и оператора машины по заправке водой.

Дополнения к должностной инструкции оператора топливозаправочной станции

- Оператор топливозаправочной станции допускается к самостоятельной заправке самолета В-747-300 топливом после прохождения обучения, сдачи зачета, получения соответствующего удостоверения.
- Оператор топливозаправочной станции, после подготовки заправочной установки к работе, осуществляет управление кранами заправки топливной системы ВС.
- Оператор топливозаправочной станции обязан слить отстой топлива с емкости топливозаправщика и произвести экспресс анализ на наличие воды.
- Оператор топливозаправочной станции обязан осуществлять контроль над процессом заправки, количеством топлива в баках, указанной диспетчером обслуживания на перроне (ДОП) перед началом заправки.
- Оператор топливозаправочной станции обязан прекратить заправку при обнаружении неисправностей и доложить об этом авиатехнику по СиД.
- После окончания заправки оператор топливозаправочной станции докладывает авиатехнику по СиД и передает ему требование на топливо и результаты экспресс анализа на наличие воды.

Дополнения к должностной инструкции оператора машины по заправке водой

- Оператор машины по заправке водой допускается к самостоятельной заправке самолета В-747-300 водой после прохождения обучения, сдачи зачета, получения соответствующего удостоверения.

- Оператор машины по заправке водой, после подготовки заправочной установки к работе, осуществляет управление краном заправки водяной системы ВС.
- Оператор машины по заправке водой обязан осуществлять контроль над процессом заправки.
- Оператор машины по заправке водой обязан прекратить заправку при обнаружении неисправностей и доложить об этом авиатехнику по СиД.
- После окончания заправки оператор машины по заправке водой докладывает об этом диспетчеру обслуживания на перроне (ДОП).

В свою очередь необходима корректировка и дополнение должностной инструкции авиатехника по СиД.

Дополнения к должностной инструкции авиатехника по СиД

- Авиатехник по СиД обязан проконтролировать количества топлива после заправки самолета, результаты экспресс анализа на наличие воды, правильность заполнения требования на топливо.
- В случаи обнаружения замечаний во время заправки самолета топливом или водой авиатехник по СиД обязан принять меры к их устранению.

В результате внесенных предложений, в технологическом графике подготовки самолета к полету, которого придерживается авиатехник в своей работе, появляется время (67минут) которое можно использовать на дополнительный осмотр самолета и устранение отказов, неисправностей, дефектов, замечаний обнаруженных в последнем полете и во время выполнения технического обслуживания. Технологический график подготовки самолета к полету авиатехником по СиД представляется в следующем виде.

№	Наименование работ	Продолжительность работы в минутах								трудоемкость
		25	50	75	100	125	150	175	180	чел/мин
1	Установка колодок	5								5
2	Установка АПА.	8								8
3	Откр. гр. люков	15								15
4	Осмотр самолета.			30						30
5	Ознакомление с борт. док			12						12
6	Устранение замечаний					50				50
7	Оформление документов						10			10
8	Слив отстоя топлива.							10		10
9	Брифинг с экипажем.								10	10
10	Закрытие дверей, люков.								15	15
11	Уборка колодок.								5	5
12	Буксировка, запуск.								10	10
Общее время подготовки к полету = 180 минут.										180

Измененные пункты технологического графика выделены синим цветом. Увеличилось время на производство осмотра самолета по маршруту с 20 до 30 минут, увеличилось время на ознакомление с бортовой документацией с 5 до 12 минут, появился новый пункт – «устранение замечаний» на выполнение которого отводится 50 минут. В результате внесенных предложений и изменении технологического графика повышается качество технического обслуживания, а соответственно безопасность полетов и регулярность.

2.2. АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ТО САМОЛЕТОВ В-747-300 НА ОСНОВЕ ПРОГРАММЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИТП ПРИ УСТРАНЕНИИ ОТКАЗОВ

В нынешних экономических условиях такое понятие как исправность самолета все больше переходит из категории чисто технической, влияющей в основном на безопасность полетов, в категорию экономическую, так как в настоящее время на одно из первых мест в деятельности авиакомпаний выходит такой показатель, как регулярность полетов и налет часов. Одной из составляющих, влияющих на регулярность полетов и увеличение налета часов на конкретный самолет, является простой самолета для поиска и устранения отказов и неисправностей. Следовательно, необходимо в минимальные сроки и максимально эффективно находить и устранять отказы и неисправности.

Поиск и устранение неисправностей, как элемент производственного процесса ТОиР, проводится с целью восстановления исправности ВС. По мере усложнения систем самолетов, их комплексирования, т. е. объединения в единые, взаимосвязанные комплексы, усложняется и процесс поиска

неисправностей. Организация поиска неисправностей требует постоянного совершенствования и может идти по двум направлениям:

1. Автоматизация поиска неисправностей с использованием автоматизированных систем «глобального» контроля оборудования, которыми оборудованы новые типы самолетов;
2. Разработка и использование рациональных методов неавтоматического выявления неисправностей, т.е. ручной поиск для старых типов самолетов.

2.2.1. Технология поиска отказов и неисправностей

Большие потоки информации о техническом состоянии систем и изделий АТ о ее надежности и исправности, трудоемкости и стоимости ТО требует соответствующего упорядочения по уровням организационной структуры предприятия, будь то бригада, смена, предприятие.

В целях совершенствования организации технического обслуживания ремонта иностранных самолетов необходимо создание программы взаимодействий инженерно-технического персонала, при устранении отказов.

Основное назначение этой программы – это улучшение качества технического обслуживания и уменьшения времени на поиск и устранение отказа, а как следствие своевременная подготовка самолета к вылету и повышение регулярности полетов. Четкое распределение обязанностей помогает задействовать, в рамках данной программ, весь инженерно-технический персонал и добиться главной цели данной программы – уменьшение времени простоев на поиски и устранения отказов и неисправностей при поддержании необходимого уровня безопасности полетов.

Для успешного претворения этой программы в жизнь, инженерно-техническому персоналу цеха оперативного обслуживания иностранной техники необходимо знать, и умело пользоваться такими документами, как:

1. Руководство по техническому обслуживанию данного типа авиационной техники.

2. Руководство по поиску дефектов на обслуживаемом типе авиационной техники.
3. Схемы функциональных систем обслуживаемого самолета.
4. Компьютерная система «ROD».

Остановимся более подробно на том, как работает предлагаемая программа. При появлении дефекта инженерно-техническому персоналу смены необходимо произвести следующие действия:

1. Ознакомиться с записью в TLB (журнал, куда летчики записывают все дефекты, случившиеся в полете).

2. Получить устную информацию от экипажа:

- о внешнем проявлении неисправности в полете;
- о режимах полета;
- при необходимости, совместно с экипажем дополнить соответствующую запись в TLB и установить статус отказа.

Необходимо установить есть ли описание дефекта в TSM (руководство по поиску отказов и неисправностей). Если описания нет, то необходимо провести анализ отказа с использованием технической литературы (например,AMM), с привлечением специалистов ОТК.

После проведения всех вышеизложенных мероприятий инженерно-техническому персоналу смены необходимо разработать мероприятия по устранению отказа. Этой задачей занимаются те техники и инженеры, которым бригадир техников и начальник смены, исходя из их допусков на ту или иную работу, а также их личного опыта, поручили устранение данной неисправности. После разработки, указанными лицами, необходимых мероприятий (если они пришли к выводу, что для устранения данной неисправности необходима немедленная замена тех или иных агрегатов) необходимо ознакомится в AMM (руководство по технической эксплуатации) с технологией замены выбранного агрегата. После ознакомления с технической документацией, проверяется наличие необходимого агрегата и расходных материалов на складе. При его наличии на складе выполняется замена неисправного агрегата на новый.

Старый, неисправный, агрегат сдается на склад, после чего отправляется для ремонта на завод изготовитель.

Если после замены агрегата дефект был устранен, то по окончании работ заполняется соответствующая документация (CCO, ROBTAG). Если дефект устранен не был, то необходимо дальнейшее методичное выполнение рекомендаций указанных в руководстве по поиску неисправностей и поэтапная замена агрегатов до полного устранения дефекта. Также хочется обратить внимание инженерно-технического персонала, проводившего работы по устранению неисправности, на правильность и аккуратность заполнения технической документации. Аккуратное ведение технической документации необходимо для получения объективной и полноценной статистики по отказам и неисправностям, что позволит выработать необходимые меры по предотвращению тех отказов и неисправностей, которые могут быть заранее выявлены благодаря своевременной обработке статистики.

Окончание работ по устранению дефекта служит введение в систему “ROD” (система учета отказов и неисправностей фирмы “Lufthansa”) всей необходимой информации по проделанной работе.

2.2.2. Технология оформления отложенных работ

- если по какой-либо причине (отсутствие запчастей, инструмента и т.д.) работа, запланированная в MJSS, не может быть выполнена, инженер, ответственный за самолет не расписывается и не закрывает карту-наряд (JOB CARD), заполняет “List of noncompleteted item” с указанием № самолета, № карты-наряда, причины невыполнения. Своевременно информирует инженера PPCD;

- инженер PPCD анализирует возможность переноса работы, исходя из запаса летных часов, сроков выполнения данной работы и т.д.. Если требуемого запаса времени для устранения всех препятствий для выполнения откладываемой работы нет, своевременно, не позже чем за три дня до окончания срока выполнения, оформляет Concession request (запрос на устранение) и передает

его для согласования в ОТК, после чего посылает его Властям Летной Годности страны регистрации самолета для одобрения. После принятия решения о переносе работы, ставит личный штамп в MJSS в графе “исполнитель” против данной работы.

2.2.3. Технология прохождения информации о запасе запасных частей, отсутствующих на складе и необходимых для устранения дефекта

- участок технического обслуживания в случае отсутствия на складе запасных частей, не входящих в перечень первоочередные запасные части, необходимых для устранения дефекта, заполняет бланк “Заявки на отсутствующие материалы”, в которой указывается глава АТА, название, S/N; P/N (серийный, партийный номер) запчасти и количество. Заполненная заявка передается в ПДО (PPCD);

-ПДО фиксирует заявку в журнале заказов и передает ее на участок материально-технического снабжения (УМТС);

- УМТС проверят отсутствие на настоящий момент данной детали на складе, принимает заказ к исполнению (при наличии детали на складе, УМТС информирует ПДО). По поступлению запасных частей на склад УМТС информирует об этом ПДО. ПДО фиксирует информацию о выполнении заказа, вводит информацию в систему ROD в виде комментария, по соглашению с участком ТО планирует работу по устранению дефекта с записью в суточное задание для ИТП и лист “MaintenanceJob Summary Sheet” карты-наряда;

- в случае невыполнения запланированной работы, участок ТО делает запись в карту-наряд о причинах ее невыполнения (для последующего планирования этой работы в ПДО);

- заявка с отметкой “AOG” (Aircraft on ground) утверждается только техническим директором, его заместителем, начальником производства (в их отсутствие ведущим инженером или начальником смены);

- ПДО закрывает выполненную работу с отметкой в журнале заказов.

Схема взаимодействия служб показана на рисунке 2.2.1

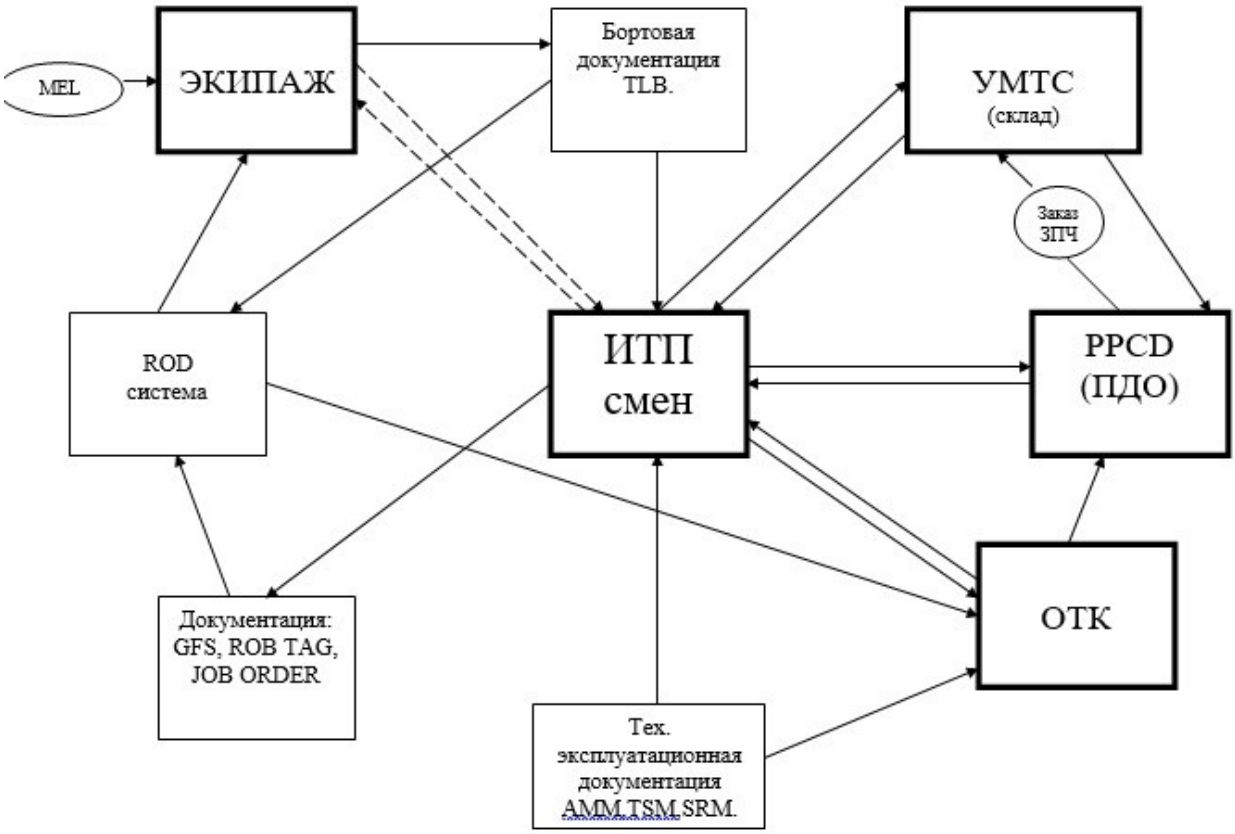


Рис. 2.2.1. Схема взаимодействия служб при устранении неисправностей

2.3. КОРРЕКТИРОВКА АЛГОРИТМА ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТИ ПРИ «НЕЗАПУСКЕ» ВСУ

Как было отмечено в аналитической части, часто отказывающей системой является вспомогательная силовая установка (20% от всех отказов). Чаще всего приходится сталкиваться с проблемой не запуска ВСУ.

«Не запуск» ВСУ является дефектом, который наиболее сильно влияет на количество задержек по техническим причинам. Это обусловлено тем, что:

- дефект проявляется непосредственно перед вылетом
- алгоритм поиска неисправности сложен
- время поиска и устранение неисправности большое
-

2.3.1. Краткое описание ВСУ

На самолете В-747-300 установлено ВСУ модели – AlliedSignalGTCP 660-4. ВСУ расположена в хвостовой негерметичной части фюзеляжа и предназначена для:

- питания бортовой сети самолета электроэнергией переменного тока на земле, для нужд самолета и для грузового оборудования.
- воздушного запуска двигателей
- подачи сжатого воздуха в систему кондиционирования на земле.
- подачи сжатого воздуха на воздушноприводные гидронасосы, для создания давления в гидросистемах.

Данная ВСУ представляет собой газотурбинный двигатель с четырехступенчатым осевым компрессором и двухступенчатой осевой турбиной. На ВСУ установлены: 2 генератора переменного тока, топливный насос регулятор(FCU), регулятор отбора воздуха, маслобак, маслонасос, стартер и другие агрегаты, обеспечивающие нормальную работу двигателя. Двигатель работает на керосине, поступающем к нему из второго основного бака через специальный перекрывной (пожарный) кран. Масло MobilJet-II

заправляется в маслосистему ВСУ в количестве 15 литров. Запуск осуществляется с помощью электростартера от аккумуляторной батареи.

2.3.2. Требования, предъявляемые к алгоритму поиска неисправности

1. Алгоритм поиска неисправности должен относится к классу безусловных алгоритмов. Безусловным алгоритмом поиска неисправности называется алгоритм, в котором после каждой проверки следует указание о способе устранения причины неисправности, если получен отрицательный результат проверки.
2. Число проверок, входящих в алгоритм поиска неисправности, не должно превышать 10-12(большее число проверок делает схему алгоритма трудно представляемой).
3. Стандартизированное описание алгоритма поиска неисправности должно отвечать следующим требованиям:
    - Каждая элементарная проверка должна иметь лишь два результата: соответствует проверяемое изделие нормам ТУ или не соответствует.
    - Результатом каждой элементарной проверки, за исключением последней, должно быть или определение метода устранения неисправности, или указание на проведение следующей проверки.
    - Все проверки должны быть элементарными.
    - Каждая проверка используется один раз.

2.3.3. Описание и анализ стандартного алгоритма поиска неисправности при дефекте – «не запуск» ВСУ

Наиболее часто данный дефект сопровождается следующими признаками: стартер вращает ротор ВСУ, температура газов за турбиной не растет. В этом случаи в АММ (руководство по технической эксплуатации) для Б-747 имеется алгоритм устранения неисправности. Данный алгоритм представим на. рисунке

2.3.3.1 Устранение неисправности сводится к последовательной замене возможно отказавших агрегатов.

Анализируя причины и статистику отказов агрегатов приведших к «не запуску» ВСУ составим таблицу 2.3.3.1 , где укажем количество отказавших агрегатов за год и вероятность отказа.

За рассматриваемый период наработка ВСУ на всем парке самолетов составила 2500 часов.

Таблица 2.3.3.1

Статистика отказов функциональных элементов ВСУ

Наименование функционального элемента	Количество отказов за год	Вероятность отказа
Свечи зажигания	5	0,116
Система подачи топлива к ВСУ	2	0,046
Фильтроэлементы	6	0,140
Насос регулятор	9	0,209
Камера сгорания	13	0,302
Выключатель предельных оборотов	3	0,070
Датчик выключения по min давлению масла	4	0,093
Масляный насос	1	0,023

Из таблицы видно, что самым часто отказываемым агрегатом является камера сгорания (30%) следом идут: насос регулятор (21%), фильтроэлементы (14%), свечи зажигания (12%),датчик выключения по min давлению масла и (9%), выключатель предельных оборотов (7%), система подачи топлива в ВСУ (5%), масляный насос (2%)



РИС 2.3.3.1 АЛГОРИТМ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТИ СТАНДАРТНЫЙ

2.3.4. Оптимизация алгоритма поиска неисправности при дефекте «не запуск» ВСУ

Оптимизацию данного алгоритма поиска неисправности будем производить по критерию «минимум среднего времени поиска и устранения неисправности». Оптимизация алгоритма по данному критерию достигается в том случае, когда последовательность проведения проверок и замен будет построена по возрастанию абсолютной величины показателя: $C_j=t_j/q_j$,

где t_j – продолжительность j-ой проверки и замены j-го функционального элемента.

q_j – относительная вероятность отказа j-го ФС, которая вычисляется по формуле (2.2):

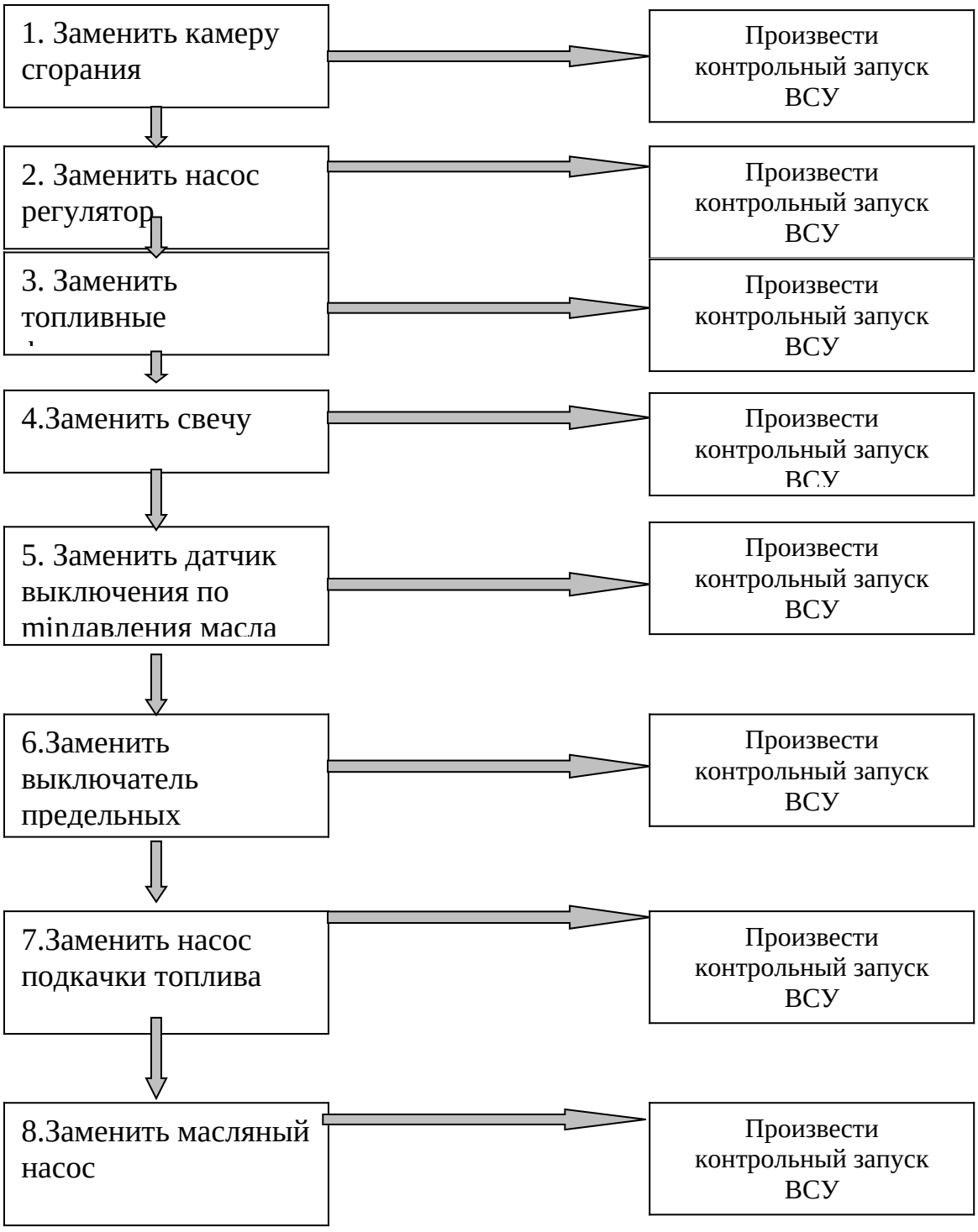
$$q_j = \frac{K_{1000}^{j}}{\sum_{j=1}^{m} K_{1000}^{j}}, \qquad (2.2)$$

где: K_{1000}^{j} - показатель безотказности j-го функционального элемента.

m – число функциональных элементов ФС.

Для построения оптимизированного алгоритма необходимо построить ранжированный ряд элементарных проверок по возрастанию абсолютной величины показателя C_j. Результаты вычислений оформим в виде таблицы 2.3.4.1

В соответствии с полученными рангами проверок составим оптимизированный алгоритм поиска неисправности «не запуск» ВСУ (рис. 2.3.4.1).



Рассчитаем среднее время поиска и устранения неисправности для стандартного и оптимизированного алгоритма по формуле (2.3):

$$T_{ср} = \sum_{j=1}^{m-1} t_j \times \sum q_j, \quad q_j \in A_j, \qquad (2.3)$$

где: t_j - продолжительность j-ой элементарной проверки и замены ФЭ,

q_j– относительная вероятность отказа j-го ФЭ,

A_j – субмножество тех. состояний j-ой элементарной проверки.

I. Для стандартного алгоритма:

$T_{ср}^{ст}$=t8*(q8)+t7*(q7+q8)+t6*(q6+q7+q8)+t5*(q5+q6+q7+q8)+t4*(q4+q5+q6+q7+q8)+t3*(q3+q4+q5+q6+q7+q8)+t2*(q2+q3+q4+q5+q6+q7+q8)+t1=45*0,023+ +35*(0,093+0,023)+35*(0,070+0,093+0,023)+45*(0,302+0,070+0,093+0,023)+ +60*(0,209+0,302+0,070+0,093+0,023)+25*(0,140+0,209+0,302+0,070+0,093+ +0,023)+40*(0,046+0,140+0,209+0,302+0,070+0,093+0,023)+20=**152 минуты.**

II. Дляоптимизированногоалгоритма:

$T_{ср}^{опт}$=t8*(q8)+t2*(q2+q8)+t6*(q6+q2+q8)+t7*(q7+q6+q2+q8)+t1*(q1+q7+q6+ +q2+q8)+t3*(q3+q1+q7+q6+q2+q8)+t4*(q4+q3+q1+q7+q6+q2+q8)+t5= =40*(0,023)+40*(0,046+0,023)+35*(0,070+0,046+0,023)+35*(0,093+0,070+ +0,046+0,023)+20*(0,116+0,093+0,070+0,046+0,023)+25*(0,140+0,116+0,093+ +0,070+0,046+0,023)+60*(0,209+0,140+0,116+0,093+0,070+0,046+0,023)= = **123 минуты.**

Таким образом, среднее время поиска неисправности при использовании оптимизированного алгоритма уменьшается на **29 минут**.

2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

В настоящее время обслуживаниесамолетов импортного производства в авиакомпании «Трансаэро» происходит в соответствии с нормативными документами «LufthansaTechnik». Согласно этим документам, обслуживание камеры сгорания ВСУ производится по C-check выполняемый каждые 18

месяцев. Таким образом, обслуживание производится по календарным срокам, но в связи с большой эксплуатацией ВСУ на земле возникает необходимость перехода обслуживания по наработке.

Определение оптимальной периодичности обслуживания камеры сгорания будем производить с учетом трудоемкости технического обслуживания. Данный метод применяется для изделий, отказы которых не влияют на безопасность полетов. Срок проведения ТО определяется из условия достижения максимального значения функции $П(t_{пр})$.

$$П(t_{пр}) = \left[\frac{P(t_{пр})}{T_{ТО}(t_{пр})} \right]_{\max}, \qquad (2.5)$$

где: $P(t_{пр})$ – вероятность безотказной работы изделия за наработку $t_{пр}$ в период между смежными формами ТО;

$T_{то}(t_{пр})$ – трудоемкость выполнения периодического ТО и устранения отказов, чел.-ч.

Для изделий, не влияющих на безопасность полетов, при стационарном потоке отказов, когда $\omega(t) = \omega^*_{ср} = const$, справедливо:

$$P(t_{пр}) = e^{-\omega^*_{ср} \times t_{пр}}. \qquad (2.6)$$

Рассматривая $T_{то}=T_{В}+T_{ПР}$, где $T_{В}$ – трудоемкость устранения отказа (восстановления); $T_{ПР}$ – трудоемкость периодического ТО, можно записать:

$$П(t_{пр}) = \frac{e^{-\omega^*_{ср} \times t_{пр}}}{T_{В}(t_{пр}) + T_{ПР}(t_{пр})} \quad . \qquad (2.7)$$

Здесь: $T_{В}(t_{пр}) = \omega^*_{ср} \times t_{пр} \times T_{В_{ср}}$, (2.8)

где $T_{В_{ср}}$ - средние трудозатраты на восстановление, чел.- ч.

$$T_{пр}(t_{пр}) = \frac{T_{рес}}{t_{пр}} \times T_{пр.ср} \quad , \qquad (2.9)$$

где $T_{пр.ср}$ - средние трудозатраты на периодическое ТО, чел.-ч.

Исходные данные

$T_{В_{ср}}$ - средние трудозатраты на восстановление –10 чел.-ч.

$T_{пр.ср}$ - средние трудозатраты на периодическое ТО – 6 чел.-ч.

$T_{рес}$ - назначенный ресурс КС – 8000 часов.

N - объем наблюдений – 4.

Наработка до неисправности: 852, 993, 1187, 1359, 1469, 1658, 1685, 1854, 1957, 2067, 2125, 2361, 2480

Плотность потока отказов определяется по формуле (2.10):

$$\omega_i^* = \frac{\Delta n_i}{N \times \Delta t}, \qquad (2.10)$$

где: Δt - интервал наработки;

Δn_i - количество отказов, попавших в каждый интервал времени.

Для определения $\omega_{ср}^*$ составим таблицу 2.5.1

Таблица 2.5.1

Определение ω_i^*

t	700-1000	1000-1300	1300-1600	1600-1900	1900-2200	2200-2500
Δt	300	300	300	300	300	300
N_i	4	4	4	4	4	4
Δn_i	2	1	2	3	3	2
ω_i^*	0.00166	0.00083	0.00166	0.0025	0.0025	0,00166

Построим гистограмму $\omega_i^* = f(t)$(рисунок 2.5.1)

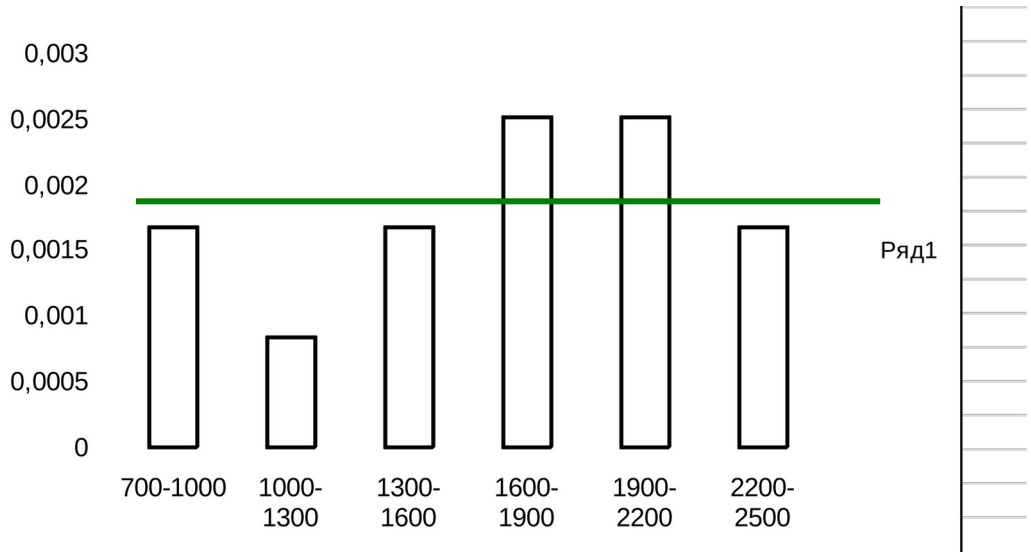


Рис 2.5.1 определение ω_{cp}^*

Таким образом: ω_{cp}^* = **0,001801 .** (показана зеленой линией)

Оптимальная периодичность технического обслуживания изделия рассчитывается путем последовательной подстановки различных значений tпр и определении $\left\lfloor \Pi(t_{np}) \right\rfloor_{\max}$.

Для удобства расчета составим таблицу 2.5.2.

Таблица 2.5.2

Расчет оптимальной периодичности ТО камеры сгорания с учетом трудоемкости

$t_{пр}$	$P(t_{пр})$	$T_в(t_{пр})$	$T_{пр}(t_{пр})$	$T_{то}(t_{пр})$	$П(t_{пр})$
100	0,835187	1,801	480	481,801	0,001733
200	0,697537	3,602	240	243,602	0,002863
300	0,582574	5,403	160	165,403	0,003522
400	0,486558	7,204	120	127,204	0,003825
500	0,406366	9,005	96	105,005	0,003869
600	0,339392	10,806	80	90,806	0,003738
700	0,283456	12,607	68,57147	81,17847	0,003492
800	0,236738	14,408	60	74,408	0,003182
900	0,197721	16,209	53,33333	69,54233	0,002843
1000	0,165134	18,01	48	66,01	0,002501
1100	0,137918	19,811	43,63636	63,44736	0,002174
1200	0,115187	21,612	40	61,612	0,001869
1300	0,096203	23,413	36,92308	60,33608	0,001594
1400	0,080347	25,214	34,28571	59,49971	0,001350
1500	0,067105	27,015	32	59,015	0,001137
1600	0,056045	28,816	30	58,816	0,000951
1700	0,046808	30,617	28,23529	58,85229	0,000795

1800	0,039094	32,418	26,66667	59,08467	0,000662
1900	0,032650	34,219	25,26316	59,48216	0,000549
2000	0,027269	36,02	24	60,02	0,000454

Изобразим графически зависимость $П(t_{пр})$ для определения ее максимального значения(рисунок 2.5.2).

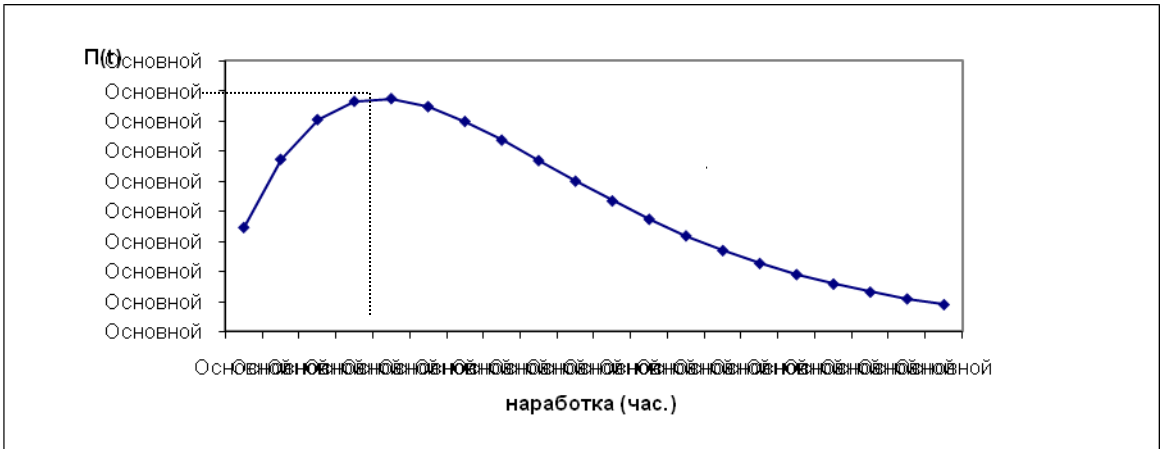


Рис 2.5.2 Определение оптимальной периодичности ТО камеры сгорания с учетом трудоемкости

По графику видно, что $\left|П(t_{пр})\right|_{\max}$ =0,003869 и этот максимум приходится на 500 часов наработки ВСУ.

ВЫВОДЫ: необходимо рекомендовать изменение проведения технического обслуживания камеры сгорания ВСУ с календарных сроков на обслуживание по наработке с периодичностью 600 часов. Это вызвано тем, что оптимальную периодичность в 500 часов экономически нецелесообразно. При выполнении работы с периодичностью в 600 часов сохраняется достаточная вероятность безотказной работы. Данную работу возможно выполнять в условиях цеха периодического обслуживания во время A-check самолета.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дат

Инв. № подл

ВЫВОД

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дат

Инв. № подл

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ачеркан Н.С. Справочник машиностроителя. М.: Высшая школа,1976г.
2. Буриченко Л.А. Охрана труда гражданской авиации. М.: Транспорт, 1985г.
3. Василенко А.В., Шахворостов В.П. Методические указания по охране труда в дипломных проектах для студентов специальности 1610. М.: МИИГА, 1984.
4. Герасимова Е.Д., Полякова И.Ф. Пособие по проведению комплекса лабораторных работ по дисциплине эксплуатационная надежность и режимы технического обслуживания ЛА и АД. М.: МГТУГА , 1999 г.

5. Герасимова Е.Д., Полякова И.Ф. Пособие по выполнению практических работ по дисциплине эксплуатационная надежность и режимы технического обслуживания ЛА и АД. М.: МГТУГА , 1999 г.

6. Епиков В.Г. Защита окружающей среды при авиатранспортных процессах. М.: Транспорт, 1986г .

7. Зубков Б.В. Безопасность полетов. М.: Транспорт, 1983 г.

8. Зубков Б.В., Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Единые методические указания по дипломному проектированию. М.: МГТУГА , 1997 г.

9. Зубков Б.В.. Рыбалкин В.В. Методические указания по выполнению дипломного проектирования. МУ.: МГТУГА , 1989 г.

10. Иванов В.П. , Сидоренко И.В. Методические указания по выполнению дипломного проектирования по дисциплине конструкция и прочность авиадвигателей. М.: МГТУГА , 1989 г.

11. Чинючин Ю.М. Методические указания по Выполнению курсового проекта по дисциплине: Технологические процессы технического обслуживания ЛА и АД. М.: МГТУГА , 1995 г.

12. AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL B-747-300. Руководство по техническому обслуживанию самолета B-747-300.

13. MaintenanceSheduleDocumentB-747-300. Регламент технического обслуживания самолета B-747/300.

14. TrainingmanualB-747-300, ATA 49. Руководство по изучению самолета B-747-300, глава 49.

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОЛЕТА BOEING 747-200/300

1.1Техническая эксплуатация самолета B-747 200/300

1.2 Общие принципы формирования ЭТХ В-747 в авиакомпаниях.

1.3.ОСОБЕННОСТИ САМОЛЕТА BOEING 747-300, КАК ОБЪЕКТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

1.3.1. Технические характеристики самолета

1.3.2. Понятие базового регламента ТО самолета

1.3.3. Описание программ технического обслуживания

1.4.ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОЛЕТА В-747/300

1.4.1 Показатели эффективности ПТЭ самолетов

1.4.2. Формирование исходных данных для определения показателей эффективности ТЭ

1.4.3. Определение показателей эффективности ПТЭ

1.5. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ТО САМОЛЕТА В-747/300

1.5.1. Система планирования ТО самолета

1.6.СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОТКАЗОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙПЛАНЕРА, СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

1.6.1. Сбор и обработка статистических данных полученных за время (1 год) эксплуатации парка самолетов

1.6.2.Анализ авиационных происшествий и инцидентов, зарегистрированных за время (1 год) эксплуатации самолетов В-747-300 в авиакомпании "Трансаэро"

1.6.3. Анализ задержек вылетов по техническим причинам, зарегистрированным за время (1 год) эксплуатации самолетов В-747-300 в авиакомпании «Трансаэро»

(Оперативное ТО)

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИВ-747-300

2.1. ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ЗАГРУЖЕННОСТИ АВИАТЕХНИКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ТОиР
2.2. АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ТО САМОЛЕТОВ В-747-300 НА ОСНОВЕ ПРОГРАММЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИТП ПРИ УСТРАНЕНИИ ОТКАЗОВ
2.2.1. Технология поиска отказов и неисправностей
2.2.2. Технология оформления отложенных работ
2.2.3. Технология прохождения информации о запасе запасных частей, отсутствующих на складе и необходимых для устранения дефекта
2.3. КОРРЕКТИРОВКА АЛГОРИТМА ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТИ ПРИ «НЕЗАПУСКЕ» ВСУ
2.3.1. Краткое описание ВСУ
2.3.2. Требования, предъявляемые к алгоритму поиска неисправности
2.3.3. Описание и анализ стандартного алгоритма поиска неисправности при дефекте – «не запуск» ВСУ
2.3.4. Оптимизация алгоритма поиска неисправности при дефекте «не запуск» ВСУ
2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ
ВЫВОД
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дат
Инв. № подл