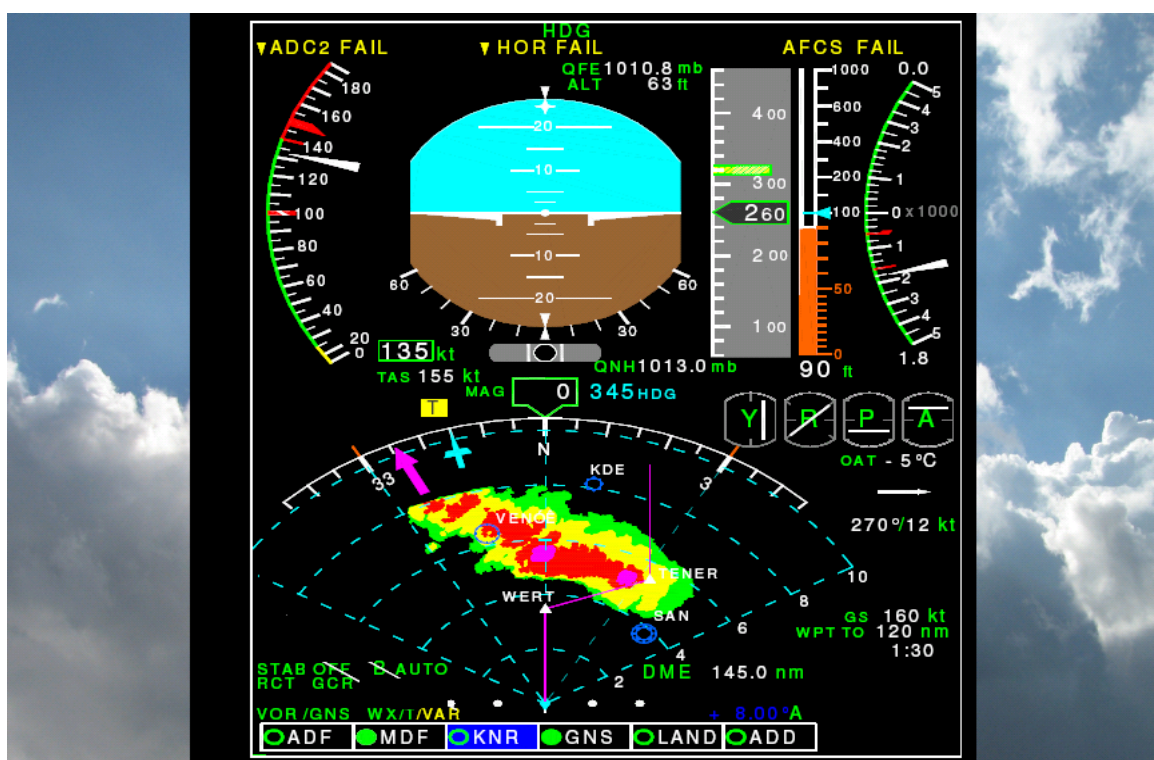


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

*В. Н. ПИСАРЕНКО*

## ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ И ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ



Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)» в качестве электронного учебного пособия для студентов, обучающихся по программе высшего образования по направлению подготовки бакалавров 162500.62 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2014

УДК 6(075)  
ББК 39.56я7  
ПЗ41

Рецензенты: д-р техн. наук, доц. М. А. К о в а л е в;  
д-р техн. наук, проф. Г. И. Л е о н о в и ч

*Писаренко В.Н.*

**П 341** Основы технической эксплуатации авиационных электрических систем и пилотажно-навигационных комплексов [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / В.Н. Писаренко. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2014. - 109 с.

**ISBN 978-5-7883-0999-6**

Учебное пособие содержит систематическое изложение учебной дисциплины «Основы технической эксплуатации авиационных электрических систем и пилотажно-навигационных комплексов», соответствующей учебной программе федерального компонента БЗ.Б6 подготовки бакалавров по направлению 162500.62 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов, изучаемой в 8-м семестре.

Учебное пособие разработано на кафедре эксплуатации авиационной техники.

УДК 6(075)  
ББК 39.56я7

**ISBN 978-5-7883-0999-6**

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
Принятые обозначения .....	7
Глава 1. Виды и системы технической эксплуатации АЭСиПНК .....	9
1.1. АЭСиПНК как объекты технической эксплуатации .....	9
1.2. Условия эксплуатации АЭСиПНК .....	11
1.3. Износ элементов конструкции АЭСиПНК .....	16
1.4. Конструктивные недостатки и производственные дефекты .....	18
1.5. Нарушение правил эксплуатации .....	19
1.6. Виды технического состояния АЭСиПНК .....	20
1.7. Техническое обслуживание АЭСиПНК .....	21
1.8. Ремонт АЭСиПНК .....	29
1.9. Системы и методы технической эксплуатации АЭСиПНК .....	31
1.10. Программа технической эксплуатации АЭСиПНК .....	34
1.11. Стратегии технической эксплуатации АЭСиПНК .....	36
1.12. Техническая эксплуатация АЭСиПНК по наработке .....	39
1.13. Техническая эксплуатация АЭСиПНК до отказа .....	43
1.14. Техническая эксплуатация АЭСиПНК до предотказного состояния .....	45
1.15. Производственные и технологические процессы технической эксплуатации .....	51
1.16. Директивы летной годности, доработка и модификация авиационной техники .....	52
1.17. Продление летной годности, ресурсов ВС и комплектующих изделий .....	54
1.18. Рекламационно-претензионная работа .....	56
1.19. Аутентичность компонентов авиационной техники .....	58
1.20. Перспективы развития ТЭ АЭСиПНК .....	60
Глава 2. Подготовка АЭСиПНК к техническому обслуживанию .....	64
2.1. Учет наработки .....	64
2.2. Формирование задания и карты-наряда на техническое обслуживание .....	65
2.3. Снятие и расшифровка носителей полетной информации .....	66
2.4. Определение технического состояния АЭСиПНК .....	67
2.5. Диагностирование АЭСиПНК .....	69
Глава 3. Выполнение технического обслуживания АЭСиПНК .....	71
3.1. Требования к специалисту по ТОиР ВС .....	71
3.2. Внешний осмотр КИ АЭСиПНК .....	74
3.3. Снятие и установка КИ АЭСиПНК на ВС .....	75
3.4. Проверка КИ АЭСиПНК в лабораториях АиРЭО .....	76
3.5. Проверка работоспособности АЭСиПНК на ВС .....	77
3.6. Поиск неисправностей .....	78
3.7. Восстановление работоспособности АЭСиПНК .....	82
Глава 4. Эксплуатационно-техническая документация .....	83
4.1. Назначение эксплуатационно-технической документации .....	83
4.2. Общая руководящая и нормативная документация .....	84
4.3. Пономерная документация .....	88
4.4. Типовая документация .....	90
4.5. Судовая документация .....	93
4.6. Производственно-техническая документация .....	96
4.7. Документация по учету авиационной техники и ее технического состояния .....	101
4.8. Отчетная документация .....	103
4.9. Организационная и информационно-распорядительная документация .....	104
при обслуживании АТ .....	104
4.10. Необходимая документация .....	106
Библиографический список .....	107

## Введение



Более ста лет назад были созданы первые летательные аппараты и разработаны системы их эксплуатации и обслуживания. Первое в истории страны «Наставление по инженерно-авиационной службе в гражданской авиации СССР» (НИАС ГА-50) было введено в действие 21 августа 1950 года, которое положило начало созданию инженерно-авиационной службы ГА [31]. В НИАС ГА на основе опыта технической эксплуатации воздушных судов гражданской авиации и военно-воздушных сил был системно сформирован свод отраслевых правил, определяющих требуемый уровень поддержания летной годности гражданских воздушных судов. С введением в действие НИАС ГА процесс технического обслуживания и ремонта гражданских воздушных судов стал носить строго регламентированный характер, завершилось создание единой инженерно-авиационной службы отрасли от центрального аппарата гражданской авиации, его территориальных управлений до эксплуатационных предприятий. Действие НИАС ГА и регулярное переиздание данного свода правил сыграли большую положительную роль в освоении новой реактивной авиатехники, в выполнении отраслью большого объема работ по перевозке пассажиров, почты и грузов, применении авиации в народном хозяйстве, обеспечении безопасности и регулярности полетов, в создании современной системы поддержания летной годности гражданских воздушных судов.

В последующие годы Министерство транспорта РФ, в рамках которого сформирован Департамент государственной политики деятельности в области ГА, проводило формирование нормативно-правовой базы деятельности авиации [10].

Приказом ДВТ Минтранса РФ от 20 июня 1994 г. № ДВ-58 было утверждено «Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в гражданской авиации России» (НТЭРАТ ГА-93) [9], которое было разработано Государственным научно-исследовательским институтом гражданской авиации и Департаментом воздушного транспорта Минтранса России, введено в действие с 1 января 1995 года и действует по настоящее время. В НТЭРАТ ГА-93 учтен накопленный опыт поддержания летной годности воздушных судов; современное состояние, структурные, организационные и иные особенности эксплуатантов, организаций и учреждений воздушного транспорта. НТЭРАТ ГА-93 является официальным документом государственного органа управления воздушным транспортом, определяющим нормативные основы деятельности в области технической эксплуатации, технического обслуживания и ремонта авиационной техники, используемой в гражданских структурах транспорта России.

В период с 1997г. и по настоящее время Министерство транспорта России проводит работу по упорядочиванию документации по ТОиР АТ ГА и приведению ее к требованиям нормативных документов Федеральной авиационной администрации США (FAR-43, FAR-145); государств Европы (JAR-145); государств – учредителей МАК (АП-21); рекомендациям ИКАО (Дос. 8335 – Руководство по процедурам эксплуатационной сертификации и инспектирования, Дос. 9389 – Руководство по организации работ в области летной годности); требованию международных стандартов ИСО серии 9000 и других документов [10].

Первым и главным документом явился Воздушный кодекс Российской Федерации, принятый в 1997 году, который установил правовые основы использования воздушного пространства Российской Федерации и деятельности в области авиации.

Приказом ФАС России от 30.12.97г. №287 утвержден «Порядок сертификации организаций по техническому обслуживанию авиационной техники», который определил процедуры сертификации эксплуатантов ВТ РФ в части, связанной с обеспечением технического обслуживания и ремонта авиационной техники.

Приказом ФАС России от 19.02.1999г. №41 утверждены федеральные авиационные правила «Организации по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники» (ФАП-145), которые регламентировали требования к Организации по ТОиР АТ гражданской авиации Российской Федерации, определили сферы ее деятельности и необходимую документацию по ТОиР АТ и поддержанию летной годности ВС.

Приказом Минтранса России от 4.02.2003г. №11 утверждены «Сертификационные требования к эксплуатантам гражданской авиации», которые установили сертификационные требования к эксплуатантам коммерческой гражданской авиации и процедуры сертификации заявителя, продления срока действия сертификата эксплуатанта и внесения изменений в условия эксплуатации.

Приказом Минтранса РФ от 16.05.2003г. №132 в рамках ФАП «Экземпляр воздушного судна» утверждены требования и процедуры сертификации экземпляра воздушного судна.

Приказом Минтранса РФ от 12.09.2008г. №147 "Требования к членам экипажа воздушных судов, специалистам по техническому обслуживанию воздушных судов и сотрудникам по обеспечению полетов (полетным диспетчерам) гражданской авиации", в рамках ФАП-147 утверждены требования к летным и техническим специалистам ГА, согласно которым обладатель свидетельства специалиста по техническому обслуживанию воздушных судов должен демонстрировать умение читать с приемлемым уровнем понимания на языке, на котором изложена эксплуатационная и иная документация, определяющая порядок технического обслуживания и ремонта [37].

Приказом Минтранса РФ от 31.07.2009г. №128 «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации РФ» в рамках ФАП-128 утверждены требования к авиационному и радиоэлектронному оборудованию, которым должны быть оснащены ВС [38].

За прошедшие годы многими учеными России, ближнего и дальнего зарубежья были разработаны теоретические основы технической эксплуатации авиационной техники. Большой вклад в развитие научных основ технической эксплуатации авиационных электрических систем и пилотажно-навигационных комплексов внесли ученые России: Смирнов Н.Н., Воробьев В.Г., Зыль В.П., Кузнецов С.В., Анненков Н.П., Пельпор Д.Ф., Владимиров Н.И., Черненко Ж.С., Ицкович А.А., Константинов В.Д., Денисов В.Г., Куликов Г.А., Пальчих М.И., Иванов П.А., Давыдов П.С., Игнатов В.А., Чинючин Ю.М., Акимова Н.

А., Полякова И.Ф., Александров В. Г., Выржиковский Б. В., Галенко В. Г., Ивлев С. П., Майоров А. В., Мырцымов В. В., Пашестюк А. М., Соломонов П. А., Янковский Ф. Г., Барзилович Е.Ю., Савенков М.В., Козарук В.В., Новиков В. С., Скрипц А.В., Савченко Н.М., Румянцев Е.А., Осовский В.П., Протопопов В.А., Котеленец Н. Ф., Сентюрин Н. И., Криницин В.В., Татур Ю.Г., Самодаев В.Е., Розина Н.М., Шапкин В.С., Далецкий С.В., Деркач О.Я., Петров А.Н., Агаджанов П.А., Кузнецов А.А., Маркович Е.Д., Маньшин Г.Г., Трайнев В.А., Коптев А.Н., Прилепский В.А. и др., а также известные зарубежные ученые: Askren W.B., Anderson R.T., August J., Babb A.H., Brauer D.C., Campbell W.B., Clark C.E., Christensen J.M., Cox D.R., Dhillon B.S., Fazar W., Foster J., Glass R.L, Greene J.H., Hagen E.W., Hartmann E., Hear H.F., Horowitz B.M., Howard J.M., Higgins L.R., Johnstone J.J., Jordan J.K., Kelly A., Kemperman J.H., Knapp D.J., Kumar U.D., Latino, C.J., Levy P., Malcolm D.G., Martin J.C., Meister D., Mobley R.K., Negoita C.V., Neri L., Niebel B.W., Nowlan F.S., Picknell J., Potter N.R., Rigby L.V., Roseboom J.H., Rosenheim D.E., Russell P.D., Sauer D., Shannon R. E., Shooman M.L., Singh C., Smith A.M., Smith W.L., Smith D.J., Steel K.A., Takacs L., Tripp E.G., Viner, Ward K.G., Westerkamp T.A., Woodson W.E. и др.

Наряду с совершенствованием нормативных и организационно-распорядительных документов, теории технической эксплуатации происходит развитие и совершенствование авиационной техники, стратегий, методов, процедур, средств технической эксплуатации АТ, авиационных электрических систем и пилотажно-навигационных комплексов.

Новые экономические отношения в России, изменение принципов, правил и форм государственного регулирования и управления в авиационной сфере обусловили существенное изменение требований в части нормативного обеспечения и контроля эксплуатационно-технических характеристик ВС (характеристик летной годности) при их создании, испытаниях и эксплуатации.

В настоящее время Организации по технической эксплуатации авиационной техники располагают необходимой нормативной и эксплуатационно-технической документацией, многофункциональными наземными техническими комплексами, квалифицированными кадрами авиационных специалистов, которые своим профессионализмом и самоотверженным трудом вносят достойный вклад в отечественную гражданскую авиацию и продолжают обеспечивать бесперебойное функционирование отрасли.

ИАС – это прежде всего люди, беззаветно преданные авиации, выбравшие своей судьбой работу тяжелую, работу во всех уголках нашей страны, работу, связанную с технической эксплуатацией воздушных судов.

На основе обобщения материалов исследований, выполненных в различных научно-исследовательских организациях, университетах и эксплуатационных предприятиях гражданской авиации России и за рубежом, в настоящем учебном пособии системно изложены теоретические основы и современные методы технической эксплуатации авиационных электрических систем и пилотажно-навигационных комплексов.

## Принятые обозначения



АТ – авиационная техника

АД – авиационный двигатель

АРЗ – авиаремонтный завод

АТБ – авиационно-техническая база

АЗС – автомат защиты сети

АиРЭО – авиационное и радиоэлектронное оборудование

АЭСиПНК – авиационные электрические системы и пилотажно-навигационные

комплексы

ВС – воздушное (-ые) судно (суда)

ГА – гражданская авиация

ГТД – газотурбинные двигатели

ИАС – инженерно-авиационная служба

ИТП – инженерно-технический персонал

КИ – комплектующие изделия

ОТК – отдел технического контроля

РО – регламент обслуживания

РФ – Российская Федерация

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт

ФАВТ – Федеральное агентство воздушного транспорта

ФАП-145 – Федеральные авиационные правила Российской Федерации

ЭД – эксплуатационная документация

AD (Airworthiness Directive) – Директива летной годности

AML (Aircraft Maintenance License) – Лицензия на техническое обслуживание

АММ (Aircraft Maintenance Manual) – Инструкция по техническому обслуживанию ВС

АМО (Approved Maintenance Organization) – Сертифицированная организация по

обслуживанию

АОМ (Aircraft Operation Manual) – Инструкция по эксплуатации ВС

АТА (Air Transport Association) – Ассоциация воздушного транспорта

САА (Civil Aviation Authority) – Курирующая организация гражданской авиации

САТ (Commercial Air Transport) – Коммерческий авиатранспорт

СРС (Certificate Release to Service) – Сертификат готовности к эксплуатации

EASA (European Aviation Safety Agency) – Европейское агентство по авиационной безопасности

ECAC (European Civil Aviation Conference) – Европейская конференция гражданской авиации

FAA (Federal Aviation Administration of United States) – Федеральная авиационная администрация США

FAR-145 (Federal Aviation Administration U.S.A.) – Федеральные авиационные требования США

GM (Guidance Material) – Указательные материалы

ICAO (International Civil Aviation Organization) – Международная организация гражданской авиации

JAA (Joint Aviation Authority) – Объединенное авиационное правление

JAR (Joint Aviation Requirement) – Объединенное авиационное требование

MOE (Maintenance Organization Exposure) – Программа технического обслуживания

MOM (Maintenance Organization Manual) – Инструкция по организации технического обслуживания

QCM (Quality Control Manual) – Инструкция по контролю качества

RSM (Repair Station Manual) – Инструкция по ремонту

SB (Service Bulletin) – Бюллетень обслуживания

SL (Service Letter) – Заявка на обслуживание

TC (Type Certificate) – Сертификат типа

Part-145 – Часть 145 Федеральных авиационных требований США



## Глава 1. Виды и системы технической эксплуатации АЭСиПНК



### 1.1. АЭСиПНК как объекты технической эксплуатации

Авиационные электрические системы и пилотажно-навигационные комплексы (АЭСиПНК) представляют собой объекты сложной конструкции, различные по форме, размерам и назначению, состоящие из большого количества механических и электронных узлов и деталей. В процессе летной эксплуатации на комплектующие изделия АЭСиПНК воздействуют статические и динамические нагрузки, различные температуры, влажность окружающей среды, приводящие к изменению параметров АЭСиПНК, а также к износу трущихся поверхностей, естественному старению, нарушению работоспособности и изменению нормативных технических параметров. Кроме этих причин возможен отказ работоспособности КИ АЭСиПНК по конструктивным и производственным причинам, заложенным при проектировании и изготовлении, а также возможным нарушениям условий эксплуатации, приводящим к повреждению изделий.

АЭСиПНК – это составная часть АТ, являющаяся вместе с планером и двигателями компонентами ВС [33]. «Воздушные суда, подлежащие государственной регистрации, относятся к недвижимым вещам». (Стандарт принят и введен в действие постановлением Правления Российского общества оценщиков 11 сентября 1996 года, протокол № 16, г. Москва). ВС ГА относятся к классу так называемых восстанавливаемых технических устройств. Уже на этапе их создания предполагается, что поддержание летной годности, заданного уровня надежности и обеспечение работоспособного состояния при эксплуатации будет достигаться вследствие проведения комплекса мероприятий по ТЭ.

Объектом ТЭ являются АТ и ее компоненты, обладающие потребностью в определенных операциях технического обслуживания и приспособленностью к выполнению этих операций. К АЭСиПНК применяются все требования, предъявляемые в целом к АТ, в том числе и необходимость ТЭ для поддержания авиационной техники в исправном состоянии.

ТЭ АТ представляет собой систему инженерно-технических и организационных мероприятий, обеспечивающих поддержание летной годности АТ, надежность, сохранность и эффективное использование ВС при рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов [31]. ТЭ включает обслуживание и ремонт АТ и его организационное обеспечение, управление оборудованием на земле, а также научно-исследовательские работы по совершенствованию этих процессов. В основу ТЭ АТ положена совокупность критериев надежности, прочности, контролепригодности, эксплуатационной технологичности, ремонтнопригодности, безопасности и регулярности полетов.

Важной составной частью системы ТЭ АТ является система технического обслуживания и ремонта (ТОиР АТ), показанная на рис. 1.1. Она представляет собой совокупность взаимодействующих объектов и средств ТОиР, инженерно-технического персонала, эксплуатационно-технической документации и соответствующей программы ТОиР АТ.



Рис. 1.1. Структура системы технического обслуживания и ремонта

Основными необходимыми причинами выполнения ТЭ АЭСиПНК являются: условия эксплуатации и факторы, влияющие на работоспособность АЭСиПНК; износ элементов конструкции; изменение параметров АЭСиПНК; конструктивные недостатки и производственные дефекты; нарушения правил технической эксплуатации и ошибки пилотов при летной эксплуатации; необходимость выполнения операций по обеспечению безотказной работы АЭСиПНК (очистка от загрязнений, смазка, регулировка, замена отработавших ресурс или изношенных компонентов, дозаправка кислородной системы, перезарядка и взвешивание баллонов, замена пиропатронов противопожарной системы, выполнение работ по снятию носителей информации для расшифровки полетной информации, замена пленок и магнитных лент самописцев регистрации режимов полета и т.д.).

Целью системы ТОиР АЭСиПНК является управление техническим состоянием АЭСиПНК, схема управления которым показана на рис. 1.2, в течение их срока службы или ресурса до списания, позволяющее обеспечить: заданный уровень готовности изделий к использованию по назначению и их работоспособность в процессе эксплуатации, минимальные затраты времени, труда и средств на выполнение технического обслуживания и ремонта изделий.

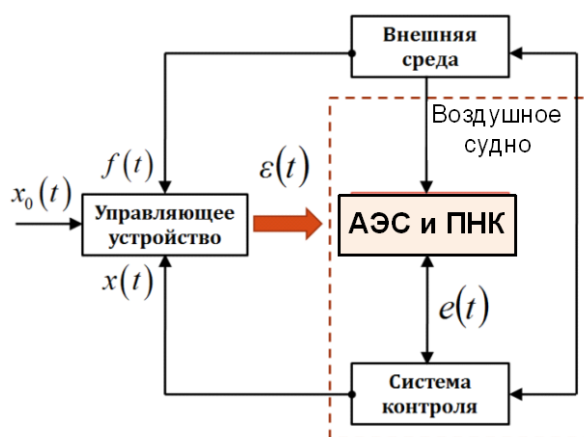


Рис. 1.2. Схема управления состоянием АЭСиПНК на ВС

Таким образом, ТО АЭСиПНК является составной частью технической эксплуатации и включает организацию и выполнение работ, определяемых регламентом технического обслуживания соответствующего типа АТ, а также работы по замене авиадвигателей, агрегатов и комплектующих изделий АТ, по переоборудованию ВС, доработкам АТ по

бюллетеням, по подготовке ВС, двигателей и комплектующих изделий АТ к сдаче в ремонт (получению их из ремонта), по устранению неисправностей и текущему ремонту АТ и комплектующих изделий, устранению выявленных в полете и в процессе обслуживания отказов и неисправностей, выполнению разовых осмотров [12].

Своевременное и качественное выполнение ТО направлено на обеспечение безотказной эксплуатации ВС в межпрофилактические периоды путем предупреждения появления отказов и опасных повреждений компонентов ВС, поддержания их технических характеристик в пределах установленных допусков и обеспечения приемлемого уровня безопасности полетов.

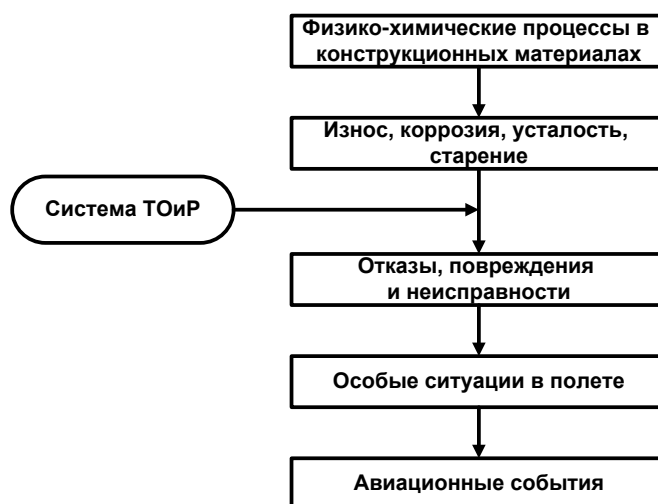


Рис. 1.3. Роль системы ТОиР в обеспечении безопасности полетов

Место системы ТОиР в объективно существующем процессе развития отказов и неисправностей компонентов ВС и их функциональных систем, возможных последствиях повреждений, происходящих в результате воздействия групп конструктивных и эксплуатационных факторов, схематично представлено на рис. 1.3.

### Требования директивы FAA

Инструкции по поддержанию летной годности должны готовиться держателем Сертификата типа ВС и рассылаться все известным владельцам/операторам ВС. Организации и персонал, занятые поддержанием летной годности самолета и его компонентов, включая их техническое обслуживание, должны соответствовать положениям Part-M и, где необходимо, положениям Part-145 и Part-66. Владельцы ВС отвечают за продление летной годности: в том числе по выполнению обслуживания, устранению дефектов, выполнению программ техобслуживания и директив летной годности AD.

## 1.2. Условия эксплуатации АЭСиПНК

АЭСиПНК на современном ВС эксплуатируется в различных климатических условиях, характеризующихся климатом той или иной зоны земного шара.

Существует следующая классификация основных климатических зон: заполярная, умеренная, пустынь и степей, тропиков и субтропиков [12].

**Заполярная зона** вблизи ледовых покрытий (так называемая заполярная сухая подзона) характеризуется прежде всего максимальной отрицательной температурой атмосферного

воздуха, достигающей до  $-63^{\circ}\text{C}$  с порывами ветра до 70 м/с, а **полярная зона** вблизи открытых водоемов (так называемая влажная заполярная подзона) – максимальной влажностью атмосферного воздуха, достигающей до 88%, максимальной отрицательной температурой воздуха до  $-50^{\circ}\text{C}$  и максимальной положительной температурой до  $+35^{\circ}\text{C}$ . По схожим условиям к заполярной зоне следует отнести и район Антарктиды, в которой самая низкая отрицательная температура атмосферного воздуха была зарегистрирована к настоящему времени около  $-90^{\circ}\text{C}$ .

**Зона пустынь и степей** (Средняя Азия, Ближний Восток, некоторые районы Африки) характеризуется прежде всего высокой положительной температурой атмосферного воздуха, достигающей до  $+55^{\circ}\text{C}$ , максимальной влажностью в зимний период, достигающей до 100%, и перепадом суточной температуры до  $50^{\circ}\text{C}$ , т. е. отличается от других зон резко континентальным климатом. Для этой зоны характерны также прогрев атмосферы до высоты 3000м, подъем песка и пыли с лесовых грунтов в атмосферу до высоты 6000м и прогрев почвы до  $+80^{\circ}\text{C}$ .

**Зона тропиков и субтропиков** (экваториальные области земного шара) характеризуется несколько умеренными по сравнению с зоной пустынь и степей параметрами атмосферы и очень сильными ветрами, достигающими при ураганах и тайфунах скорости 50м/с, относительно высокой влажностью круглый год ( $75\div 90\%$ ) и ливневыми дождями.

В связи с тем, что современный летательный аппарат должен эксплуатироваться в различных климатических зонах, ожидаемые условия эксплуатации должны включать в себя:

- состояние внешней воздушной среды (давление, плотность, температура и влажность воздуха);
- активные воздействия внешней среды (обледенение, ливневые дожди, соляной туман, град, запыленность воздуха, наличие птиц);
- характеристику покрытия взлетно-посадочной полосы (бетонное или грунтовое);
- состояние ВПП (снег, лед, слякоть, вода).

Условия эксплуатации АЭСиПНК зависят от ряда факторов и существенно влияют на их работу. Поэтому при эксплуатации должны учитываться условия, в которых АЭСиПНК работает на самолете.

**Температура воздуха.** Состояние атмосферы даже на одной и той же высоте не является постоянным. Оно зависит от времени года и широты места, времени суток и различных метеорологических явлений. В Сибири, например, зимой температура воздуха у Земли падает до  $-60^{\circ}\text{C}$ , а летом поднимается до  $+30^{\circ}\text{C}$ , т. е. изменяется на  $90^{\circ}$ . Это изменение является самым большим изменением температуры на Земле. В средних широтах температура также меняется в значительном диапазоне от  $+35^{\circ}\text{C}$  до  $-35^{\circ}\text{C}$ , т. е. на  $70^{\circ}\text{C}$ , а в ряде областей, например, в Средней Азии, температура доходит до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Температура воздуха, окружающего оборудование и аппаратуру на самолете, может изменяться от  $+50^{\circ}\text{C}$  до  $-60^{\circ}\text{C}$ , а вблизи нагретых частей двигателя превышать  $+100^{\circ}\text{C}$ .

С поднятием на высоту температура воздуха уменьшается, так например, на высоте 11000м температура стандартной атмосферы составляет  $-56,5^{\circ}\text{C}$ .

На заводах комплектующие изделия собирают и регулируют при нормальной температуре порядка  $+20^{\circ}\text{C}$ . Так как температура, при которой эксплуатируются изделия, отличается от нормальной, то в показаниях указателей АЭСиПНК возникают погрешности,

вызываемые влиянием температуры на различные параметры конструкции (размеры деталей механизма, жесткость пружин, электрическое сопротивление проводников, магнитное сопротивление магнитопроводов и др.)

Для уменьшения температурных погрешностей приборов АЭСиПНК применяют различные типы компенсаторов, а в некоторых случаях приборы обогревают электрическим током, поэтому при эксплуатации необходимо поддерживать работоспособность электрообогревательных элементов АЭСиПНК, а в случаях отказов АТ необходимо осуществлять проверки оборудования, моделируя охлаждение и подогрев КИ.

**Влажность воздуха.** Влажность воздуха изменяется в широких пределах. В нижних слоях атмосферы в воздухе всегда имеются водяные пары. Степень насыщенности воздуха водяными парами характеризуется относительной влажностью

$$R = \frac{q}{Q} 100, \quad (1.1)$$

где  $R$  – относительная влажность в %;  $q$  – абсолютная влажность, т. е. количество пара в ньютонах в  $1 \text{ м}^3$  воздуха;  $Q$  – количество насыщающих паров при данной температуре в  $\text{н/м}^3$ .

Количество водяных паров в воздухе может увеличиваться только до тех пор, пока воздух не окажется ими насыщенным, что соответствует  $R = 100\%$ . Предел насыщения зависит от температуры – чем ниже температура, тем ниже содержание в воздухе водяных паров. При охлаждении влажного воздуха может наступить момент, когда воздух окажется насыщенным водяными парами. Дальнейшее понижение температуры вызовет конденсацию пара, т. е. переход излишков пара в капли воды.

Высокая относительная влажность воздуха, в особенности конденсация влаги, осложняет работу авиационных электрических систем и ПНК. Влажность воздуха способствует ускоренной коррозии деталей, особенно стальных. Для предохранения деталей от коррозии применяются гальванические, химические и лакокрасочные покрытия.

Конденсация влаги в трубопроводах и капиллярах может вызвать ошибки в показаниях и даже привести к поломке приборов. При замерзании влаги на подвижных деталях прибор также становится неработоспособным.

При конструировании АЭСиПНК предусматривают специальные уплотнения, обеспечивающие брызгонепроницаемость или герметичность корпуса. Электрические приборы и системы в эксплуатации необходимо хорошо защищать от попадания влаги на токоведущие элементы для предотвращения утечки электрического тока, особенно при их транспортировании на самолет. При определенных температурных условиях влажность воздуха вызывает обледенение лобовых частей самолета, обдуваемых встречным потоком воздуха. Для предохранения от обледенения элементы авиационных приборов, устанавливаемых непосредственно на обшивке самолета (например, приемник воздушного давления указателя скорости), обогреваются электрическим током. В эксплуатации важно поддерживать исправную работу противообледенительных систем и своевременно устанавливать заглушки на приемники полного и статического давления.

**Плотность воздуха.** Плотность воздуха резко убывает с повышением высоты.

Если у поверхности Земли плотность воздуха равна  $1,225 \text{ кг/м}^3$ , то на высоте  $11000 \text{ м}$  она составляет  $3,65 \cdot 10^{-1} \text{ кг/м}^3$ .

Давление воздуха у Земли изменяется в значительных пределах: в средних широтах давление обычно бывает от  $730$  до  $780 \text{ мм рт. ст.}$  Соответственно этому меняется и плотность

воздуха. Давление воздуха с повышением высоты снижается, так как при этом уменьшается столб воздуха, расположенный над данным уровнем. Вес этого столба определяет величину атмосферного давления. Если принять давление воздуха у поверхности Земли за единицу, то давление воздуха на высоте 16км составляет 0,1 давления у поверхности Земли. Давление воздуха на высоте 11000м составляет 170,2мм рт. ст.

На большой высоте воздух сильно разрежен, поэтому с подъемом самолета на высоту снижается надежность некоторых приборов вследствие ухудшения отвода тепла от электрических узлов, испарения смазки из шарикоподшипников и т. п.

Кроме того, в условиях разреженного воздуха между деталями с различным электрическим потенциалом может возникнуть ионизация, в результате которой произойдет пробой или свечение (корона).

Для нормальной работы АЭСиПНК на высотах применяют герметизацию. Помимо устранения влияния высоты, герметизация предохраняет оборудование от попадания внутрь влаги, пыли и т. п. Для обеспечения высотной работы некоторых изделий АиРЭО применяется наддув воздухом от двигателей или от гермокабины самолета.

Поэтому при эксплуатации АЭСиПНК необходимо удалять загрязнение КИ и обеспечивать хорошую изоляцию электрических цепей и деталей, находящихся под напряжением, не нарушать герметизацию оборудования и поддерживать исправность системы наддува.

**Механические воздействия.** В полете бортовое оборудование подвергается воздействию кратковременных и длительных перегрузок, связанных с выполнением эволюции самолета. Величину действующей перегрузки принято оценивать в относительных единицах, показывающих, во сколько раз ускорение, вызвавшее перегрузку, больше ускорения силы тяжести. Допустимые перегрузки на гражданских пассажирских самолетах доходят до 2g. При наличии в механизме приборов ПНК неуравновешенных частей в результате наклонов самолета относительно плоскости горизонта и при возникновении перегрузок могут появиться ошибки в показаниях приборов. Эти ошибки устраняют тщательной балансировкой механизмов приборов при изготовлении и ремонте. Работа двигателя вызывает вибрацию всех частей летательного аппарата, которая вредно действует на авиационные приборы, искажая их показания и сокращая срок службы.

Инженер-эксплуатационник должен хорошо знать характер вибрации в различных местах летательного аппарата и обеспечивать контроль прочности деталей оборудования и приборов и выявление возможности отказов из-за влияния вибрации на работу авиационного оборудования. Исследованиями вибраций на ВС установлено, что амплитуда и частоты вибраций имеют различные значения в диапазоне от нескольких герц до 2000Гц, а иногда выше. Если графически изобразить зависимость перемещения вибрирующей точки от времени, то в общем случае получится периодическая кривая. Такую кривую можно разложить на ряд синусоид. Частоту обычно выражают в герцах, т. е. числом колебаний в 1с.

Вибрация разрушительно действует на приборы. Поэтому каждый тип прибора необходимо проверять на устойчивость показаний при вибрации во всей полосе частот, наблюдающихся на летательном аппарате. Авиационные приборы необходимо в отдельных случаях проверять на вибрационную устойчивость (виброустойчивость) и вибрационную прочность (вибропрочность). Виброустойчивость и вибропрочность приборов зависят не только от частоты, но и от амплитуды вибрации. Интенсивность вибрации характеризуется величиной вибрационной перегрузки.

Вибрационной перегрузкой называется отношение максимального ускорения, возникающего при вибрации, к ускорению силы тяжести. Величина вибрационной перегрузки зависит от частоты и амплитуды вибрации и для синусоидальной вибрации определяется по формуле

$$i = \frac{4\pi^2 f^2 a}{g}, \quad (1.2)$$

где  $f$  – частота вибрации в Гц;  $a$  – амплитуда вибрации в м;  $g$  – ускорение силы тяжести;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Авиационное оборудование, устанавливаемое на амортизированных платформах, выдерживает вибрационные перегрузки до 1,5g; приборы, устанавливаемые непосредственно на фюзеляже самолета, выдерживают перегрузки до 4g и, наконец, приборы, монтируемые на раме двигателя или непосредственно на двигателе, рассчитаны на перегрузки до 10g. При взлетах и посадках самолета оборудование АЭСиПНК подвергаются ударам и тряске со значительной перегрузкой, что также вредно отражается на точности показаний и прочности приборов. Виброустойчивость приборов обеспечивается тщательной балансировкой механизма, соответствующим натяжением пружин (волосков), а также выбором собственной частоты упругих колебаний узлов механизма прибора выше полосы частот вибрации самолета. Для уменьшения колебания подвижных частей иногда применяют специальные демпферы – устройства для гашения колебаний. Вибропрочность датчиков и приборов достигается применением прочных и твердых материалов, термической обработкой и правильным выбором сечений деталей.

Наиболее распространенным способом уменьшения влияния вибрации на работу оборудования и систем является амортизация. Приборы, установленные на приборной доске, защищены амортизацией всей доски; для ряда приборов применяют индивидуальную амортизацию. Иногда оборудование вместо непосредственной установки на фюзеляже монтируют на специальной амортизированной плите.

При эксплуатации важно поддерживать исправность амортизаторов и то состояние оборудования, в котором оно было до установки на самолет.

**Другие факторы, влияющие на работу АЭСиПНК.** Кроме перечисленных основных факторов, на работу АЭСиПНК влияют и другие факторы. На некоторые датчики или на отдельные блоки может попадать атмосферная влага в виде дождя или снега. Такие агрегаты изготавливают брызгонепроницаемыми и подвергают на заводе испытаниям на брызгонепроницаемость. При взлете и посадке ВС на аэродромах в пустынной местности поднимается много пыли, особенно в сухую жаркую погоду. При попадании пыли и влаги внутрь датчиков полного и статического давлений и далее в авиационные приборы могут засориться и датчики, и сами анероидно-мембранные приборы, что может привести к отказу приборов ПНК. Для предохранения от пыли и влаги корпуса приборов снабжаются уплотнительными прокладками, проложенными под стеклом и крышками.

Не допускается при разборке приборов повреждать уплотнительные прокладки и нарушать герметизацию оборудования и приборов.

На работу АЭСиПНК могут влиять сетевые радиопомехи, распространяющиеся по проводам питания от радиоустройств, имеющихся на самолете, или от других электрических устройств. Поэтому часто в цепях питания электрических систем устанавливают электрические фильтры, защищающие оборудование от помех, идущих с других устройств.

Эти фильтры также защищают электрическую сеть самолета от помех, которые могут возникнуть в самом оборудовании. При эксплуатации необходимо обеспечивать исправность сетевых фильтров, стекателей статического электричества, метелок заземления шасси самолета, а также поддерживать в исправном состоянии шины металлизации – заземления оборудования с корпусом самолета.

При эксплуатации АЭСиПНК в условиях низких температур инструкцией по технической эксплуатации предусмотрены следующие мероприятия по поддержанию летной годности АЭСиПНК:

- для улучшения работы АЭСиПНК при температуре окружающей среды ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  производится их подогрев воздухом от аэродромного подогревателя в течение не менее 30 мин. Горячий воздух, имеющий температуру  $70\div 80^{\circ}\text{C}$ , направляется в зоны: кабины экипажа, технических отсеков с оборудованием АЭСиПНК, маслобака двигателя, коробки двигательных агрегатов, генератора газотурбинного двигателя, топливомасляных радиаторов;

- при стоянке самолета более 12 часов и температуре наружного воздуха ниже  $-25^{\circ}\text{C}$  с борта ВС снимаются аккумуляторы для хранения в теплом отапливаемом помещении;

- если при температуре наружного воздуха  $+5^{\circ}\text{C}$  и ниже выпадают осадки в виде морозящего дождя или мокрого снега, то возникает опасность обледенения концевых выключателей шасси и антенн. Обледенение устраняется прогревом горячим воздухом от моторных подогревателей.

Для предотвращения закупорки анероидно-мембранных приборов заглушки на приемники АМП устанавливаются сразу же после посадки самолета, а работоспособность АМП проверяется с помощью установки КПУ-3 перед каждым вылетом самолета из базового аэропорта.

### 1.3. Износ элементов конструкции АЭСиПНК

В процессе эксплуатации КИ АЭСиПНК находятся под воздействием различных нагрузок, вибрации, пыли, различных газов, высоких температур и атмосферных условий (давление и влажность воздуха). Все эти факторы вызывают естественный износ деталей и агрегатов, заключающийся в постепенном изменении их размеров, формы, качества поверхности и прочностных свойств [39]. Эти изменения ведут к снижению надежности и в конечном счете к выходу из строя деталей и КИ АЭСиПНК.

Существуют различные виды естественного износа: контактный, окислительный, абразивный, эрозионный, тепловой, деформационный, коррозионный и усталостный.

**Контактный износ.** Конструкции КИ АЭСиПНК включают большое количество неподвижных и подвижных сочленений. В этих сочленениях участвуют контактирующие детали, а именно: валы (болты, стержни, поршни и т.п.) и отверстия (втулки, подшипники, цилиндры и т.п.). Усилия, действующие при работе на элементы сочленений, измеряются десятками тонн. При некоторых режимах полета в конструкциях КИ АЭСиПНК возникают вибрации и знакопеременные нагрузки. Под воздействием усилий и вибраций поверхностный слой металла разрушается. Частицы поверхностного слоя выкрашиваются и отделяются в виде продуктов износа – металлической пыли.



**Окислительный износ.** Под воздействием кислорода воздуха и различных химических элементов и соединений, находящихся в маслах, в газах и воде, тем или иным путем попадающих в нагруженное сочленение, на рабочих поверхностях появляются тонкие оксидные пленки с пониженным сопротивлением износу. В результате развивается окислительный износ, сопутствующий контактному износу и усиливающий его.

**Абразивный износ.** Под воздействием твердых частиц пыли, проникающих в подвижные сочленения, и продуктов износа, частично остающихся в нем, на рабочих поверхностях может развиваться абразивный износ. Этот износ выражается в рисках и задирах на рабочих поверхностях трущихся деталей сочленения. В рисках и задирах задерживаются абразивные (царапающие) твердые частицы и таким образом абразивный износ нарастает. Этот вид износа имеет место на шейках валов, осей и поршней, на втулках, подшипниках, цилиндрах и т.п.

Особое место занимает абразивный износ датчиков АЭСиПНК, установленных на внешних поверхностях обшивки самолета, на которых ударами твердых частиц, увлекаемых воздушным потоком, образуются царапины и забоины.

**Эрозионный износ.** Поверхности, находящиеся под воздействием скоростных потоков жидкостей и горячих газов, подвержены эрозионному износу. В этом случае на рабочей поверхности изделий появляются густо расположенные “лунки”. Такому износу подвержены, например, датчики давлений и температур, датчики расходомеров топлива и т.п.

**Тепловой износ.** На трущихся поверхностях авиационных генераторов и преобразователей систем электропитания ВС при значительных удельных давлениях и плохой смазке развиваются высокие температуры, вызывающие тепловой износ поверхностей. При высоких температурах структура поверхностных слоев металлов трущихся деталей изменяется. В результате первоначальное соотношение твердостей поверхностей сочленения уменьшается, а вместе с этим увеличивается износ деталей. Признаком начала теплового износа являются цвета побежалости на рабочих поверхностях, которые наиболее часто возникают при перегреве приемников воздушного давления.

В некоторых случаях в местах особо высоких контактных напряжений температура в поверхностных слоях деталей сочленения настолько повышается, что возникает мгновенное местное сваривание частиц металлов соединенных деталей (вал, подшипник). При дальнейшем взаимном перемещении деталей приварившиеся частицы металла вырываются из поверхности менее прочного металла, оставляя на ней задиры. Те же частицы металла остаются приваренными к поверхности более прочного металла, делая ее грубо шероховатой, вызывающей в дальнейшем интенсивный абразивный износ рабочих поверхностей контактирующих деталей.

**Деформационный износ.** Он характеризуется тем, что в условиях значительных статических, динамических и тепловых напряжений металл пластически деформируется (наклеп, смятие, вытяжка) и теряет прочность. Так, например, стяжные болты вытягиваются под влиянием длительного действия усилий затяжки; спиральные пружины, находясь длительное время в сжатом или растянутом состоянии, теряют упругость; вытягиваются и ослабевают заклепки. При деформационном износе в его аварийной стадии происходит разрыв детали по сечению, в котором металл перешел за предел пластичности.

**Коррозионный износ.** В результате взаимодействий металла с внешней средой поверхности деталей АЭСиПНК, подверженные систематическому воздействию атмосферных условий (влаги, смена температур воздуха и т.п.) или контактирующие с горячими газами, гидравлическими смесями и жидким топливом, постепенно корродируют. Коррозия развивается на внешних поверхностях КИ АЭСиПНК, а также на внутренних поверхностях датчиков гидравлической и топливной систем. Коррозионный налет на металле постепенно утолщается. Это может привести к постепенному изменению размеров изделий и к нарушению эксплуатационных параметров.

**Усталостный износ.** Разновидностью естественного износа является развитие усталостных явлений в металле конструкций КИ АЭСиПНК, возникающих под воздействием знакопеременных напряжений в процессе работы. Эти явления развиваются в местах концентрации напряжений: вокруг отверстий, в местах резких изменений сечений детали, у краев глубоких рисок, вокруг задиров, забоин и коррозии на поверхностях. Усталостный износ металла проявляется в сетке мелких трещин на поверхности детали. Эти трещины, концентрируя напряжения на своих концах, развиваются в длину и глубину, значительно ослабляя пораженную ими деталь и вызывая, в конце концов, ее разрушение и отказ работоспособности.

#### **1.4. Конструктивные недостатки и производственные дефекты**

##### **Конструктивные недостатки**

АЭСиПНК передаются в эксплуатацию после заводских, государственных и эксплуатационных испытаний. Эти испытания краткосрочны и в них участвует ограниченное число опытных образцов. Во время испытаний АЭСиПНК тщательно обслуживаются высококвалифицированными специалистами. Поэтому в процессе испытаний не удается выявить все недостатки конструкции. Лишь в процессе массовой эксплуатации ВС появляется возможность выявить все слабые места конструкции КИ АЭСиПНК АТ. В разнообразных условиях работы при эксплуатации ВС специалистами выявляются те или иные конструктивные недостатки, которые могут привести к выходу КИ АЭСиПНК из строя. В результате в эксплуатационных предприятиях приходится не только выполнять техническое обслуживание, но и решать вопросы выполнения работ по доработке конструкций АЭСиПНК, замене устаревших компонентов АЭСиПНК на более совершенные и установке дополнительного оборудования при изменении требований нормативных документов по эксплуатации АТ [33].

##### **Производственные дефекты**

Начало эксплуатации новых типов АЭСиПНК совпадает обычно с запуском их в серийное производство. Технологические процессы на серийных заводах отличны от опытных заводов. Здесь иные способы заготовки деталей, ускоренные процессы механической и термической обработки. Все эти изменения могут на первых порах вызвать производственные дефекты, не наблюдавшиеся на опытных образцах. Дефектные детали могут появиться в результате и нарушения технологической дисциплины, и недостаточно строгого контроля качества на заводах [39].

Характерными производственными дефектами механических деталей КИ АЭСиПНК являются несоответствие структуры металла в результате неправильной технологии

штамповки, сварки или термообработки; остаточные напряжения в сварных конструкциях в результате нарушения режима сварки; поверхностные трещины в результате неправильных режимов шлифования; отслоения гальванопокрытий в результате неверной заточки и заправки шлифовальных кругов и т.д.

Характерными производственными дефектами электронных деталей являются нарушения технологических процессов изготовления электронных компонентов изделий АЭСиПНК.

Сокращение количества производственных дефектов обеспечивается ростом технической культуры на заводах и повышением квалификации рабочих и инженерно-технических работников и строгим соблюдением технологической дисциплины на производстве.

### **1.5. Нарушение правил эксплуатации**

Исправность АЭСиПНК в значительной степени обуславливается строгим соблюдением руководств по летной и технической эксплуатации [39].

Например, приложение значительной нагрузки от руки человека к выключателям, переключателям, регулировочным потенциометрам может привести к их деформации и поломке.

В результате неполно проведенных осмотров и подготовок АЭСиПНК к полетам могут остаться незамеченными дефекты, влекущие за собой отказы изделий АТ.

Невыполнение технологических указаний при замене агрегатов АЭСиПНК приводит к возникновению неисправностей. Так, например, достаточно не зашплинтовать или не законтрить гайки крепления или штепсельный разъем электрического соединителя, чтобы под влиянием вибраций в полете они самопроизвольно отвернулись, ослабло крепление КИ и произошло нарушение контакта в электрических цепях, обрыв или замыкание электрической проводки, приводящее к возникновению неисправности АЭСиПНК.

Небрежный или невнимательный осмотр КИ АЭСиПНК или их загрязнение, механическое повреждение при техническом обслуживании приводят к пропуску дефектов в АЭСиПНК, внесению неисправностей в КИ и ведет к досрочному выходу из строя КИ в процессе летной эксплуатации.

Нарушения руководств по летной эксплуатации приводят к грубым посадкам и перегрузкам элементов конструкции КИ АЭСиПНК. В результате ускоряются развитие усталостных явлений и выход конструктивных элементов АЭСиПНК из строя.

Нарушение условий хранения и транспортирования КИ при технической эксплуатации ВС: неустановка заглушек на штепсельные разъемы, перевозка изделий в открытых кузовах автомобилей, переноска агрегатов за кабели приводит к деформации и повреждению штырьков разъемов, загрязнению КИ, попаданию на внутренние поверхности влаги и снега, обрыву электропроводки кабелей, приводит к электрическим пробоям компонентов КИ и возникновению дефектов.

Несвоевременная установка заглушек на приемники анероидно-мембранных приборов приводит к попаданию влаги в ПВД, закупорке ПВД посторонними предметами и мухами и отказу указателей скорости на ВС.

Несвоевременное снятие аккумуляторов с ВС при низких температурах приводит к снижению емкости аккумуляторов, их разрядке и выводу аккумуляторов из строя.

## 1.6. Виды технического состояния АЭСиПНК

Техническое состояние АЭСиПНК – это совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств АЭСиПНК, характеризуемая признаками, установленными соответствующей эксплуатационной документацией [4, 21].

Различают пять основных видов технического состояния комплектующих изделий АЭСиПНК:

- исправное;
- неисправное;
- работоспособное;
- неработоспособное;
- предельное.

Переход КИ АЭСиПНК из одного состояния в другое происходит вследствие событий: повреждений или отказов.

Появление и развитие каждого события обусловлены внутренними процессами, происходящими в элементах и деталях КИ, характером нагрузений и воздействием внешних условий. Раскрытие физических причин и прогнозирование закономерностей развития событий является одной из важнейших и сложных задач теории и практики технической эксплуатации [5, 6, 7].

Нормальным состоянием КИ АЭСиПНК является исправное состояние, при котором изделие соответствует всем требованиям нормативно-технической документации. В этом случае АЭСиПНК полностью выполняет заданные функции и удовлетворяет всем требованиям заказчика. Исправное состояние является наиболее продолжительным в жизненном цикле КИ АЭСиПНК и нормальным с позиции эксплуатации.

Состояние КИ АЭСиПНК, при котором КИ не соответствуют хотя бы одному из требований нормативно-технической документации, называется неисправным состоянием или неисправностью (вмятины и царапины на корпусе блока).

Переход КИ из исправного состояния в неисправное состояние происходит вследствие повреждения и заключается в нарушении состояния КИ при сохранении работоспособности. Работоспособное КИ в отличие от исправного должно удовлетворять лишь тем требованиям нормативно-технической документации, выполнение которых обеспечивает нормальное применение КИ по назначению.

Работоспособность – состояние летательного аппарата и (или) его частей, при котором они способны выполнять заданные функции, сохраняя значения параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией [35].

Понятие исправность шире понятия работоспособность, так как исправное КИ, как правило, работоспособно. Работоспособное КИ может быть и неисправным, однако при этом возможные повреждения не влияют на его функционирование, например, царапины на корпусе, повреждения элементов вспомогательных устройств, повышенные зазоры и люфты вращающихся пар и т.п.

Предельное – состояние КИ АЭСиПНК при полной выработке ресурса, при том КИ могут находиться в работоспособном состоянии, но продолжать эксплуатацию на ВС они не могут и должны быть отремонтированы.

## 1.7. Техническое обслуживание АЭСиПНК

Техническое обслуживание АЭСиПНК – это комплекс работ по поддержанию летной годности авиационной техники, имеющих целью подготовку АЭСиПНК к полетам, поддержание исправности, работоспособности и правильности функционирования при использовании АТ по назначению, при хранении и транспортировании [31].

Виды и формы ТО АЭСиПНК, их содержание и регламентация определяются эксплуатационной документацией для конкретного типа авиационной техники.

На отечественных ВС техническое обслуживание подразделяется на оперативное ТО и периодическое ТО.

**Оперативное ТО** представляет собой систему подготовительных работ, осмотров и проверок технического состояния АТ, обеспечивающих исправность, готовность и использование ВС в интервалах между формами его периодического технического обслуживания. Оперативное ТО состоит из работ по встрече и обеспечению стоянки, непосредственного технического обслуживания по виду одной из форм и работ по обеспечению вылета. Состав видов оперативного ТО, их содержание, порядок назначения и выполнения определяются ЭД для ВС конкретного типа. При оперативном ТО выполняют плановые, задаваемые регламентом обслуживания перечни работ, и дополнительные работы, не предусмотренные регламентом (замена изделий, разовые осмотры и другие). Работы по оперативному ТО организуют в соответствии с планами подготовки и обеспечения полетов и проводят в рамках комплексного технологического графика подготовки ВС к полету [9].

Оперативное ТО всех систем АиРЭО разрешается выполнять с оформлением карты-наряда одному специалисту АиРЭО, прошедшему подготовку по соответствующим смежным специальностям и системам и допущенному в установленном порядке к выполнению конкретных работ. При этом к устранению сложных неисправностей привлекают специалистов с базовой (по конкретной системе) подготовкой.

Специалист по ТО АЭСиПНК, ответственный за обслуживание АЭСиПНК, осуществляет подготовку к ТО и его выполнение в следующем порядке:

- участвует во встрече ВС на месте стоянки вместе с ответственным специалистом по обслуживанию ВС, производит подключение к судну аэродромного источника энергоснабжения;

- выполняет первоочередные работы по встрече ВС, которые заключаются в установке заглушек на приемники анероидно-мембранных приборов;

- получает информацию от бортинженера (бортмеханика, пилота) о работе систем АиРЭО в полете;

- знакомится с записями в бортовом журнале об отказах и неисправностях, выявленных в полете, и докладывает инженеру смены по АиРЭО о неисправностях, требующих устранения;

- производит первичный внешний осмотр (определяет техническое состояние) АиРЭО ВС в объеме, предусмотренном РО и документами авиапредприятия, и в соответствии с предстоящим его использованием проверяет в кабине экипажа и, если это нужно, устанавливает выключатели и АЗС электроснабжения в положение, предусмотренное ЭД;

- выполняет установленный объем по осмотру и обслуживанию АЭСиПНК на ВС в соответствии с предписаниями эксплуатационной документации и производственного задания

(включая дополнительные задания). Уменьшать объем работ по осмотру и обслуживанию, изменять технологию их выполнения, установленные ЭД, запрещается.

Данные о неисправностях, выявленных в полете и при осмотре ВС на земле (в том числе и по данным средств объективного контроля), записывают в карту-наряд (наряд на дефектацию) специалисты, их обнаружившие, и руководитель ТО (сведения о неисправностях по записям экипажа в бортовом журнале).

В процессе обслуживания самолета инженер смены по АиРЭО контролирует качество выполняемых работ по ТО АЭСиПНК, обеспечивает обслуживание ВС в установленные расписанием сроки, лично участвует в выяснении причин и устранении сложных неисправностей. Выборочный контроль обслуживания ВС осуществляют инженеры ОТК и руководящий состав АТБ. Работы по устранению выявленных неисправностей выполняют авиатехники под руководством инженера смены по АиРЭО или другого вышестоящего руководителя.

Документом, подтверждающим выполнение оперативного технического обслуживания, является карта-наряд, в которой расписываются все исполнители и контролирующие. Окончательное заключение в карте-наряде о том, что самолет подготовлен к полету и разрешен вылет, дает начальник (инженер) смены. Ответственный за обслуживание делает также запись в бортовом журнале о проведенном техническом обслуживании (вид обслуживания, дата и номер карты-наряда). Осмотр и принятие самолета экипажем от АТБ для выполнения полета подтверждаются подписью бортинженера (бортмеханика, пилота) в бортовом журнале и карте-наряде на оперативное техническое обслуживание. Устранение неисправностей оформляется в указанных документах подписями исполнителей работ и контролирующих.

После выполнения всех работ по оперативному обслуживанию оформленные карты-наряды передаются в ПДО АТБ и хранятся там не менее 6 мес.

Формы оперативного ТО определяются налетом часов и календарными сроками при отсутствии налета ВС.

Оперативное обслуживание ВС в аэропортах, являющихся базовыми, конечными, запасными и промежуточными, а также на временных аэродромах организуют и проводят в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на конкретный тип ВС.

Работы по обеспечению вылета (объем, последовательность, действия при задержке вылета) исполнители и контролирующие проводят, руководствуясь соответствующей ЭД, включая РО и документы авиапредприятия. Работы по обеспечению вылета в части АЭСиПНК заключаются в снятии заглушек с приемников полного и статического давления, передачи их экипажу и отсоединении аэродромного источника питания после запуска вспомогательной силовой установки, а также проверки работоспособности АМП при первоначальном вылете ВС из базового аэропорта. Кроме работ по обеспечению вылета, предусмотренных регламентом, на ВС выполняют (при необходимости) дозарядку кислородной системы.

Окончательное заключение о подготовленности ВС к полету и разрешении вылета дает, подписывая карту-наряд, непосредственный руководитель его подготовки - специалист ИАС, имеющий соответствующий допуск. Предварительно специалист, дающий разрешение на вылет, обязан проверить наличие в карте-наряде подписей о выполнении и контроле произведенного ТО и работ по обеспечению вылета.

Специалист, ответственный за выполнение работ по обеспечению вылета, обязан принимать (и отвечает за это) оперативные меры по устранению неисправностей, обнаруженных экипажем при предполетном осмотре и проверке работоспособности систем и оборудования.

После выполнения комплекса работ ТО, необходимых для подготовки ВС к полету, судно считается готовым к полету, если оно осмотрено и принято экипажем, что подтверждается подписью бортинженера (бортмеханика, пилота) в бортовом журнале и карте-наряде на оперативное техническое обслуживание.

Вылет ВС с неустранимыми неисправностями запрещается, кроме случаев, предусмотренных РЛЭ. Разрешение на вылет ВС с неисправностью или повреждением, указанным в РЛЭ, дает руководитель, ответственный за ТО судна. О характере неисправности он обязан записать в бортовом журнале и карте-наряде на оперативное ТО и сообщить об этом командиру воздушного судна.

Оперативное ТО АЭСиПНК выполняется непосредственно после полета ВС, на стоянках и перед вылетом ВС в соответствии с регламентом ТО по установленным им формам. Формы оперативного ТО обозначаются, как правило, буквой и индексом А, Б, В; А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub> и т. д. Например, оперативное ТО Ту-154М приводится по формам: А<sub>1</sub> (транзитная), А<sub>2</sub> (базовая), Б. В новом регламенте для оперативного ТО Ил-86 предусматриваются также три формы ТО: А<sub>Т</sub> (транзитная), А<sub>Б</sub> (базовая), Б.

Форма А<sub>1</sub> выполняется: после каждой посадки для обеспечения предстоящего вылета, если не требуется более сложной формы; после очередной заправки в процессе выполнения учебно-тренировочных полетов; повторно перед полетом самолета в случае его задержки на 12ч и более.

Форма А<sub>2</sub> выполняется: после посадки и перед полетом самолета в конечном или базовом аэропорте при планируемой стоянке в течение 5ч и более; перед полетом ВС, прошедшего периодическое техническое обслуживание (ПТО); после контрольно-испытательных полетов.

Форма Б выполняется в базовом (как правило) аэропорту не реже 1 раза в 7 сут.

Каждая форма оперативного ТО включает работы по встрече, обеспечению стоянки, осмотру и обслуживанию, обеспечению вылета. Выполнение работ по осмотру и обслуживанию обеспечивает готовность самолета к полету в течение 12ч.

Каждому типу ВС присущи свои работы по ОТО, определяемые его конструкцией, компоновкой схемы и оборудования, их эксплуатационными показателями и особенностями. Современное ВС насыщено системами АЭСиПНК, причем на новых типах ВС устанавливаются системы, проведение регламентных работ на которых не требует сложной КПА и КИА, так как многие типы АЭСиПНК имеют средства встроенного контроля, что существенно упрощает наземную проверку их исправности и функционирования.

Объем работ по осмотру и обслуживанию устанавливается регламентами, определяющими режим ТО. Под режимом понимают условия выполнения ТО, включающие перечень и периодичность операций и при необходимости значения эксплуатационных характеристик применяемых средств. Работы по обслуживанию выполняются в соответствии с заданным режимом.

Основное производственное подразделение АТБ, выполняющее ОТО – цех оперативного обслуживания, задача персонала которого состоит в своевременном и качественном ТО приписных и транзитных ВС. В цехе из подготовленного ИТС формируют смены, а в сменах

– производственные бригады и группы. Бригады специализируются на обслуживании ВС определенного типа, группы – на обслуживании систем ВС, АиРЭО. Для проведения ОТО аэропорты и цехи оперативного обслуживания обеспечиваются необходимым оборудованием, с помощью которого производятся диагностирование, контроль состояния АТ, а также необходимыми комплектами запасных элементов, узлов и блоков.

Выполнение регламентных работ по оперативным формам ТО осуществляется в следующем порядке: инженер смены или авиатехник-бригадир после остановки двигателей и выполнения работ по обеспечению стоянки знакомится с состоянием техники по информации экипажа и записям в бортовом журнале. Затем он лично производит осмотр ВС в том порядке, который предусматривается регламентом ТО и в соответствии с предстоящим его применением. После выполнения установленного объема работ совместно с бригадиром по АиРЭО и другими бригадирами и исполнителями оформляется карта-наряд и подтверждается подписями готовность ВС к вылету.

Карта-наряд является учетным юридическим документом, подтверждающим выполнение работ по ТО АТ, используется цеховым диспетчером или ПДО АТБ для учета произведенных работ и регистрируется в специальном журнале. Зарегистрированная и полностью оформленная карта-наряд подтверждает исправность ВС и возможность его выпуска в полет. Если в процессе ТО производились дополнительные работы по замене агрегатов, выполнялись доработки, то их записывают в графу дополнительных работ карты-наряда. В РФ действуют три формы карт-нарядов. На оперативное ТО принята форма № 1. На основании оформленной карты-наряда техник по учету ПДО заносит в формуляр самолета запись о выполнении регламентных работ. Карты-наряды на ОТО для базового ВС хранятся в ПДО и подлежат ликвидации только после выхода ВС из очередного ремонта.

Регламентные работы на АЭСиПНК производятся одновременно с работами на планере и двигателях. При выполнении оперативного ТО необходимо соблюдать меры по безопасности жизнедеятельности и защите окружающей среды. При опробовании двигателей обслуживающий персонал должен находиться вне круга радиусом 10м от воздухозаборника и не ближе 50м от обреза реактивного сопла в зоне струи отработавших газов. Во время проведения работ по проверке систем управления ВС и механизации крыла между исполнителями должна поддерживаться постоянная связь по СПУ. При проверке функционирования РЛС с включением передатчиков у ВС должна выставляться хорошо видимая сигнализация (например, «РЛС включена»), предупреждающая ИТС о наличии СВЧ излучения.

**Периодическое ТО** выполняют через установленные ЭД значения наработки ВС (налета, числа циклов, посадок) или интервалы времени (календарные сроки службы) в соответствии с заданным перечнем работ и их периодичностью). Работы по периодическому ТО сведены в формы. Периодичность и объем работ каждой формы устанавливаются регламентом ТО, а технология выполнения операций, применяемые средства контроля, инструмент, приспособления и материалы – технологическими указаниями. На отечественных ВС при периодическом ТО, как правило, выполняются формы 1, 2, 3, дополнительные работы по подготовке АТ к работе в осенне-зимний и весенне-летний периоды года, а также смена двигателей [9].

Отсчет наработки и календарного срока ведут с начала эксплуатации или от последнего ремонта ВС. Сроки поступления ВС на периодическое обслуживание устанавливают по планам их использования и корректируют по фактической наработке судов.



Выполнение работы (операций) подтверждаются подписями исполнителя и контролирующего в соответствующих разделах карты-наряда, пооперационной ведомости, наряда на дефектацию, в других производственно-технических документах, прилагаемых к производственному заданию. Исполнители работ несут персональную ответственность за качество работы.

Техническое обслуживание АЭСиПНК осуществляется одновременно с обслуживанием планера и двигателей специалистами специализированных бригад по АиРЭО, входящих в состав цеха периодического обслуживания, и специалистами цеха лабораторной проверки и ремонта АиРЭО.

Работы по периодическому ТО состоят из смотровых работ, работ по дефектации систем АЭСиПНК, работ по удалению загрязнения с КИ АЭСиПНК и приборных досок, демонтажных работ (для обслуживания и проверки КИ АЭСиПНК на соответствие норм технических параметров в лабораториях АиРЭО), установки КИ взамен снятых, проверки работоспособности АЭСиПНК и устранения замечаний экипажа и неисправностей, выявленных в процессе ТО.

Конкретное периодическое ТО считается законченным, когда на ВС выполнен соответствующий перечень работ РО, предписанный производственным заданием, и выполнены дополнительные работы, устранены все выявленные неисправности, а выполнение работ и заключение об исправности ВС подтверждено в карте-наряде и приложениях к ней подписями непосредственных исполнителей, руководителей работ и лиц, ответственных за контроль качества.

Уменьшать установленный ЭД объем работ по осмотру и обслуживанию, изменять технологию их выполнения запрещается. Ответственность за организацию и проведение контроля состояния АТ и качества ее технического обслуживания возлагается на инженеров ОТК, инженеров смен, авиатехников-бригадиров. Они несут наряду с исполнителями персональную ответственность за качество произведенной работы.

Согласно регламенту периодические формы ТО состоят из работ: 1) предварительных, 2) по осмотру и обслуживанию, 3) заключительных. Предварительные и заключительные работы являются общими для всех форм ТО. ТО назначается по наработке (в летных часах, посадках) или по календарным срокам в зависимости от условий эксплуатации ВС.

При ТО по наработке выполняется 13 последовательных форм. Очередная форма следует через (300 + 30)ч после предыдущей. Отсчет форм ведется с момента начала эксплуатации или после выполнения последнего ремонта. Полный цикл ТО из 13 форм охватывает весь межремонтный период эксплуатации – 4000л. ч. (2000 посадок).

Периодическое техническое обслуживание планера, силовых установок ВС и АиРЭО в соответствии с действующими регламентами назначается в зависимости от налета часов с начала эксплуатации ВС, а после ремонта – с момента выхода ВС из ремонта. Базовый период проведения периодического ТО составляет обычно 300ч (минимальный период), остальные периоды кратны базовому – 600, 900, 1200, 1800 и т. д. Периодичность ТО определяется потребностями планера и двигателей.

Периодическое ТО может проводиться и по календарным срокам, если за соответствующий календарный период ВС не налетало 50% ч, необходимых для выполнения периодического ТО. Отсчет календарных периодов в эксплуатации ВС ведется от базовых сроков, кратных соответственно 4, 12 и 24 месяцам.

Для Ту-154М, например, периодическое ТО осуществляется по трем формам: Ф-1 – через каждые  $(300 \pm 30)$  ч налета; Ф-2 – через каждые  $(900 + 30)$  ч налета; Ф-3 – через каждые  $(1800 + 30)$  ч налета. Таким образом, последовательность проведения ПТО такова: Ф-1, Ф-1, Ф-2, Ф-1, Ф-1, Ф-3, Ф-1 и т. д.

Для обслуживания ВС по календарным срокам назначаются следующие формы периодического ТО: Ф-1К через  $4\text{мес} \pm 15$  дней; Ф-2К через  $(12 \pm 1)$  мес; Ф-3К через  $(24 \pm 1)$  мес. При этом необходимо иметь в виду, что ТО по календарным срокам не исключает выполнение очередных периодических форм по налету часов или количеству выполненных посадок.

Регламентами предусматриваются ТО ВС при хранении, сезонное и специальное ТО. При хранении объем ТО зависит от сроков хранения и включает работы: по подготовке самолета к хранению, периодически выполняемые через каждые 10 и 30 дней хранения и по подготовке самолета к полетам после хранения. Сезонное ТО проводится в период подготовки ВС к эксплуатации в осенне-зимних и весенне-летних условиях. Специальные виды ТО (предусмотрены в случае попадания ВС в экстремальные условия, например, полета с превышением эксплуатационных перегрузок; грубой посадки; посадки до ВПП или выкатывания на грунт за пределы ВПП; посадки с массой больше максимальной посадочной; попадания ВС в град, пыльную бурю или в поле сильного атмосферного электрического разряда. При специальном ТО ВС должно быть тщательно осмотрено и проверено (дополнительно к очередной форме ТО).

Периодическое техническое обслуживание АЭСИПНК включает [12]: смотровые работы по определению состояния КИ и их крепления; стандартные работы по демонтажу и съему с ВС отдельных КИ АЭСИПНК; передачу их в цех (участок) лабораторной проверки для ТО и проверки на соответствие НТП; регламентные работы по проверке КИ АЭСИПНК на соответствие НТП в лабораториях АиРЭО; приемку из цеха (участка) лабораторной проверки и установку на ВС; проверку функционирования АЭСИПНК на ВС со всех рабочих мест членов экипажа.

Объемы работ по периодическому ТО на различных типах ВС отличаются по содержанию в первую очередь для различных типов АЭСИПНК, установленных на ВС. Однако имеется много общих, по существу стандартных операций, выполняемых при периодическом ТО АЭСИПНК на различных типах ВС.

К особым видам ТО авиационной техники относятся: сезонное обслуживание, специальное обслуживание, обслуживание при хранении и обслуживание при попадании ВС в экстремальные метеоусловия.

Сезонное ТО авиационной техники является частью работ, выполняемых при подготовке авиапредприятия к работам в осенне-зимнем и весенне-летнем периодах, если это предусмотрено ЭД. Конкретные указания о сезонной подготовке АТ приводятся в соответствующих разделах ЭД конкретных типов ВС и изделий авиационной техники.

Специальное ТО проводят на ВС после полета в особо сложных условиях (перечень соответствующих случаев указывается в РО), а также на судах, подвергшихся воздействию штормового ветра со снегом или пылью на земле, при попадании самолета в пыльную бурю или грозу и при выявлении перегрузок, полученных ВС в полете или при посадке и в других случаях, состав которых определяется РО для ВС конкретного типа.

**К специальным видам обслуживания** относятся разовые, инспекторские и контрольные осмотры (проверки) АТ, выполняемые в сроки и в объемах, устанавливаемых

ЭД, указаниями ФАВТ «Росавиация», документами авиапредприятия - владельца АТ, разработчиков и поставщиков авиационной техники [9, 31].

**Работы по обеспечению хранения** выполняются при перерывах в полетах свыше срока, установленного РО. Порядок организации и выполнения работ, необходимых при хранении, определяется авиапредприятием. Объемы работ на ВС и изделиях при переводе их на хранение, при снятии с хранения, сроки хранения – устанавливаются ЭД.

При хранении ВС на нем выполняются работы, предусмотренные РО, включая удаление снега, льда, пыли, просушивание, проветривание кабин, салонов и отсеков, заземление, зачехление, швартовку, консервацию авиационных двигателей, установку переносных средств пожаротушения. Объем работ по проверке работоспособности систем определяется в конкретных случаях с учетом состояния и комплектности ВС (наличие повреждений, демонтированных изделий и т.п.). Сокращение объема работ, обусловленное состоянием ВС, документируется в техническом акте, прилагаемом к карте-наряду на производство работ по хранению. При подготовке ВС к полетам после хранения его расконсервируют, устанавливают временно снятые изделия, проверяют работоспособность и правильность функционирования систем, выполняют другие работы, предусмотренные регламентом ТО.

В экстремальных метеоусловиях, а к экстремальным метеоусловиям относятся штормовой ветер, пыльная (песчаная) буря, метель, гроза, ливень, град, особо низкая (высокая) температура воздуха и т.п., т.е. метеоусловия, угрожающие безопасности работающего на ВС инженерно-технического персонала, непосредственный руководитель работ ТО на ВС временно приостанавливает производство работ и принимает соответствующие меры по обеспечению безопасности персонала, сохранности АТ и наземного оборудования. В условиях, когда проведение ТО возможно, руководители работ должны обеспечить безопасность работающих, необходимое качество работ и сохранность авиационной техники.

**Техническое обслуживание иностранных ВС** производят в соответствии с ЭД конкретного типа ВС инженерно-техническим персоналом, допущенным к самостоятельному ТО данного типа ВС [9, 12].

ТО зарубежных самолетов включает следующие работы [12, 25-29, 40, 41].

Оперативное ТО перед вылетом из базового аэропорта, при посадке в промежуточном аэропорту и после прилета в базовый аэропорт.

Transit-check (транзитная проверка) – это самая простая форма сервисного обслуживания самолёта. Выполняется перед каждым вылетом воздушного судна.

Daily-check (ежесуточное техническое обслуживание) – эта ежесуточная проверка технического состояния воздушного судна, должна выполняться каждые 24 часа, но в некоторых случаях может выполняться и через 36 часов. Выполняется она обычно ночью.

Weekly-check (еженедельное техническое обслуживание) – выполняется приблизительно раз в неделю. Может выполняться как днем, так и ночью. Не требует обязательного наличия ангара. Как правило, выполняется за 3-4 часа.

**1. Периодическое обслуживание** через определенные интервалы времени в зависимости от принятого авиакомпанией метода ТО и условий эксплуатации самолета. Периодические формы обслуживания охватывают весь комплекс работ, выполняемых как по системам планера, так и по силовой установке, и обозначаются по мере увеличения их периодичности (A-check, B-check, C-check, D-check).

A-check – этот вид обслуживания производится примерно раз в месяц или каждые 500 часов налёта: А1, А2, А4, А8. Чем выше цифра, тем больше объём работ. А-check, как правило, делается ночью в ангаре аэропорта. Содержание этого вида работы зависит от типа самолёта, количества циклов (количество взлётов и посадок называется «цикл») или количества часов налёта с момента последней проверки. Проверка может быть отсрочена авиакомпанией в зависимости от определённых условий.

B-check – этот вид обслуживания осуществляется примерно каждые 3 месяца. Он тоже, как правило, делается ночью в ангаре аэропорта.

C-check – эта форма технического обслуживания является более сложной, чем предыдущие, и выполняется каждые 15 – 20 месяцев или 4000 часов налёта. Эта форма обслуживания подразделяется на С1, С2, С4, С6 и С8. Для выполнения этого вида обслуживания требуется вывести самолёт из эксплуатации на какое-то время (порядка двух недель), а также требуется много пространства, как правило, в большом ангаре аэропорта. Сроки проведения этого вида обслуживания зависят от многих факторов, в частности от типа самолёта.

D-check – это самая тяжёлая форма обслуживания самолёта. Это обслуживание происходит примерно раз в 12 лет и длится 30-40 дней. Во время неё проверяется весь самолёт, все его узлы и детали. Узлы, выработавшие ресурс или не прошедшие проверку, подлежат замене. Этот вид обслуживания воздушного судна требует ещё больше места и времени, чем все другие, и выполняется на соответствующей технической базе. В России данную форму выполняет в настоящий момент только одна организация «Sibir technics».

**2. ТО в зависимости от состояния авиатехники**, в том числе повторные осмотры или проверки для определения состояния систем, узлов или отдельных элементов конструкции.

**3. Выполнение работ по контролю состояния агрегатов и узлов**, для которых не установлены предельные интервалы для выполнения работ по ТО и для которых не применяется в качестве основного метод ТО по состоянию. Контроль состояния авиатехники осуществляется с помощью соответствующих средств, которыми располагает авиакомпания для поиска и устранения неисправностей или дефектных участков.

**4. Выполнение специальных видов ТО** дополнительно к перечисленным выше. Эти работы проводятся либо в особых условиях, либо с промежутками времени, не совместимыми со сроком службы планера. К особым условиям относятся эксплуатация в зоне морского климата, грубая посадка, полет с завышенной скоростью, внезапная неполадка. При этих и других аналогичных условиях проводятся специальные осмотры определенных деталей, узлов и агрегатов.

**При обслуживании иностранных ВС** необходимо производить записи по проведенным работам по обслуживанию ВС, а также проводить обязательную регистрацию в письменном виде обо всех проведенных работах, включая информацию о поставленных компонентах (необходимо для выписки сертификата Release to Service). Необходимо наличие всех документов по выполненным работам, включая измерения. Копию сертификата Release to Service направлять Заказчику. Сохранять копии всех документов в защищенных местах (от воды и огня), иметь компьютерное дублирование информации, срок хранения 2 года.

При выполнении работ по ТО необходимо использовать заказ работ или контракт.

Лицо или организация, выполнившая техническое обслуживание, несет ответственность за выполненные работы. Пилот или оператор несут ответственность за предполетный осмотр, выполняемый пилотом или другим квалифицированным персоналом.

## 1.8. Ремонт АЭСиПНК

Ремонт означает восстановление ВС/компонента до состояния, позволяющего его эксплуатацию в соответствии с утвержденным стандартом. Ремонт АЭСиПНК называется комплекс организационных, технологических и экономических мероприятий по восстановлению исправности или работоспособности и ресурсов изделий АЭСиПНК или их составных частей [1, 2, 32, 35]. Подтверждение вида ремонта. Требования по назначению вида ремонта изложены в Part-21 FAR. Назначение ремонта состоит в предотвращении отказов и неисправностей, способных проявиться в процессе эксплуатации; устранении дефектов, вызвавших отказ или неисправность; модернизации изделий; восстановлении ресурса. Если первые две задачи частично выполняются на авиапредприятиях при текущем ремонте, то третья в основном, а последняя полностью реализуются только в процессе капитального ремонта на авиационном ремонтном заводе (АРЗ). Изделия АЭСиПНК находятся в эксплуатации более 20 лет. За столь длительный для АТ промежуток времени в любом сложном изделии выявляются слабые места, появляются новые возможности их устранения путем конструкционных доработок, основной объем которых выполняется в процессе ремонта. При изготовлении АЭСиПНК неизбежны недочеты, которые приводят к значительному повышению интенсивности отказов в период приработки. Этот период для КИ АЭСиПНК в основном измеряется сотнями часов, однако скрытый брак может проявляться и при значительно больших наработках. Замена отказавших или некондиционных элементов на новые, нередко доработанные, приводит к постоянному повышению безотказности эксплуатируемых изделий.

Ремонт АЭСиПНК выполняется на КИ, снятом с эксплуатации вследствие отработки заданных ресурсов (или сроков службы) или в результате повреждения, или по рекламационному предъявлению из-за отказа в эксплуатации, и может производиться одновременно с ремонтом ВС или отдельно от ремонта ВС. Процесс ремонта КИ АЭСиПНК на АРЗ имеет ряд характерных особенностей, отличающих его как от заводов-изготовителей, так и от АТБ. Главными из них являются: мелкосерийность производства; большая номенклатура; разнообразие форм работ; переменный объем работ в формах; существенный объем работ по модернизации конструкции; использование более полных и жестких критериев технического состояния; применение сложной оснастки; значительное различие наработок и технического состояния изделий. Различают три вида ремонта [4, 7]: текущий, средний и капитальный.

**Текущий ремонт** – это минимальный по объему ремонт, при котором обеспечивается нормальная эксплуатация изделия до очередного планового ремонта. Во время текущего ремонта неисправности устраняются заменой или восстановлением отдельных составных частей (быстроизнашивающихся деталей), а также выполняются регулировочные работы. Текущий ремонт производится силами эксплуатационных предприятий и является составной частью регламентного обслуживания авиатехники.

**Средний ремонт** также осуществляется за счет восстановления эксплуатационных характеристик изделия или замены изношенных или поврежденных составных частей. При среднем ремонте проверяется состояние изделий АТ с устранением обнаруженных неисправностей. Следует также отметить, что при среднем ремонте может производиться капитальный ремонт отдельных компонентов ВС.

**Капитальный ремонт** выполняется после отработки КИ АЭСиПНК межремонтного ресурса. Этот вид ремонта заключается в полной разборке КИ АЭСиПНК и дефектации КИ с

последующей их заменой или восстановлением исправного состояния. После ремонта осуществляется процесс сборки: узловая, агрегатная, общая. На каждом этапе сборки выполняется контроль работоспособности КИ. После общей сборки КИ АЭСиПНК проходит ряд наземных испытаний. Капитальный и средний ремонты выполняются на ремонтных заводах.

Все ресурсы до ремонтов устанавливаются применительно к капитальным ремонтам.

Ресурс изделий АЭСиПНК, как правило, лимитируется ограниченным перечнем элементов с относительно низкой долговечностью. Идеальной в этом смысле является такая система, все части которой имеют одинаковый ресурс, т. е. достигают предельного состояния одновременно. Однако в элементах реальных сложных устройств объективно проявляется свойство изделия АЭСиПНК, состоящее в неравенстве ресурсов или сроков службы, называемое неравнодолговечностью. Ремонт изделий АЭСиПНК производится в соответствии с ремонтной технологией, предусматривающей замену изношенных составных частей и элементов изделия независимо или зависимо от технического состояния КИ АЭСиПНК. Стратегия ремонта по техническому состоянию предусматривает восстановление исправности изделия АЭСиПНК, нарушение которой выявляется в результате диагностирования, проводимого при поступлении изделия на ремонтное предприятие. Предупредительное восстановление ресурса производится только для «слабых» с точки зрения безотказности блоков изделий АЭСиПНК.

ВС и авиадвигатели, отработавшие межремонтный ресурс или срок службы, а также снятые с эксплуатации из-за неисправностей и поломок, подлежат ремонту. Необходимость досрочного направления АТ в ремонт определяется комиссией. АТ сдают в ремонт укомплектованную съемным оборудованием и имуществом, с оформленными формулярами и паспортами. Для выполнения дополнительных работ по дооборудованию и доработкам АТБ не позднее, чем за 90 дней до сдачи в ремонт ВС, высылают на завод заявку, принимают меры по подготовке перечней бюллетеней для их выполнения на заводе и доставке необходимых для этого деталей, изделий и материалов.

ВС после его перегонки сдается заводу специалистами авиапредприятия-владельца ВС. Сдачу заказчиком ВС в ремонт оформляют приемосдаточным актом. О готовности отремонтированного ВС к сдаче завод извещает авиапредприятие-владельца ВС не позднее, чем за 5 дней до выхода его из ремонта. При выдаче заводом ВС и приеме его заказчиком оформляются акты: облета ВС экипажем заказчика; приемосдаточной на ВС и специальную аппаратуру; на выполнение дополнительных работ. При первом ремонте ВС завод выдает заказчику формуляр силовых элементов планера. Заключение о выполненной форме ремонта, годности к эксплуатации, межремонтном ресурсе и сроке службы, сведения о массе и центровке пустого ВС записываются в формуляре ВС за подписью директора и начальника ОТК завода.

Ремонт является одним из главных источников поддержания высокого уровня технического состояния АТ. Но ремонт ВС в зарубежных авиакомпаниях, за счет внедрения новых форм организации ремонта, изыскания наиболее эффективных методов восстановления узлов, агрегатов и систем, организован таким образом, что длительность простоев при самых трудоемких работах не превышает 2–3 недели. Столь незначительные простои при ремонте самолетов большой пассажироместимости, например В-747, стали возможны благодаря отказу от проведения традиционного капитального ремонта [42, 45-49].

## **1.9. Системы и методы технической эксплуатации АЭСиПНК**

Под системой технической эксплуатации АЭСиПНК понимается комплекс положений и норм, определяющих порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту для заданных условий эксплуатации с целью обеспечения показателей качества и эффективности, предусмотренных нормативной документацией [4, 12, 31]. Система ТО АЭСиПНК является составной частью общей системы технической эксплуатации АТ.

В процессе эксплуатации техническая эксплуатация ВС и его компонентов осуществляется бригадным, закрепленным, системным или зонным, одноразовым или поэтапным методами. Выбор того или иного метода ТО зависит от особенностей производственной деятельности авиапредприятия и определяется руководством АТБ. Принятый метод должен обеспечить высокое качество технического обслуживания, минимальные затраты времени, труда и материальных средств.

Бригадный метод используется при оперативных и периодических формах обслуживания. Выполнение работ по обслуживанию осуществляется бригадами, которые могут быть специализированы по типам самолетов (системам, группам систем, зонам) [39].

При закрепленном методе обслуживание ВС осуществляется авиатехником, закрепленным за ним, или группой технического состава [39].

Системный метод заключается в обслуживании бригадой исполнителей определенных систем. Технический состав бригад проходит специальную подготовку. На каждого исполнителя оформляется допуск к работе на одной или нескольких системах.

Зонный метод технического обслуживания нашел широкое применение на практике. В этом случае конструкция ВС делится на ряд зон, а организация работ, специализация исполнителей и техническая документация разрабатываются применительно к ним. Зоны выбираются с учетом объединения однотипных операций, удобства подходов к конструкции и оборудованию, общности подготовительных и заключительных операций, оптимальности расстановки наземного оборудования, устранения взаимных помех при работе нескольких исполнителей [39].

В гражданской авиации РФ и в зарубежных авиакомпаниях в настоящее время применяются следующие системы ТО.

### **Планово-предупредительная система ТО**

При этой системе для КИ АЭСиПНК назначаются ресурсы до ремонта  $T_p$ . КИ направляются в ремонт независимо от состояния, как только исчерпан очередной ресурс до ремонта  $T_p$ . Ресурс до ремонта  $T_p$  должен быть таков, чтобы развитие дефекта не привело к отказу.

### **Система регламентированных ТО**

При этой системе весь объем ТО разбивается на несколько этапов (обычно не больше четырех), каждый из которых представляет собой средний объем работ по каждому этапу ТО. Работы, выполненные на всех этапах, образуют полный объем ТО, так что после их выполнения оказывается, что все части воздушного судна были проверены с целью выявления и устранения неисправностей. Этапы ТО располагаются по наработке через некоторые заранее определенные промежутки. На каждом этапе есть группа постоянных работ, которые выполняются независимо от состояния воздушного судна, и группа переменных работ, которые зависят от имеющихся неисправностей [39].

Объем работ на каждом последующем этапе больше, чем на предыдущем. На каждом этапе ТО выполняется только тот объем демонтажных работ, который диктуется возможными на этом этапе дефектами. Например, после 300 летных часов наиболее часто наблюдаются дефекты аккумуляторных батарей, освещения, дефекты электрических преобразователей и некоторые другие. В соответствии с этим, если первый этап ТО выполняется после 300 летных часов, то он будет ограничен демонтажными и монтажными работами, требующимися для выявления и устранения указанных неисправностей и дефектов. При наработке 600 летных часов могут появляться дефекты тахометрической аппаратуры ВСУ, дефекты гироагрегатов курсовых систем и ряд других. Соответственно с этим на втором этапе ТО объем демонтажных и монтажных работ, помимо всех работ первого этапа, будет включать в себя снятие на обслуживание в лабораторию АирЭО ТСА-6, гироагрегатов курсовых систем, ЦГВ, МГВ и т.д.

Преимущество рассматриваемой системы состоит в том, что на каждом этапе объем демонтажных и монтажных работ целиком диктуется только теми неисправностями, появление которых возможно. В отличие от этого при планово-предупредительной системе ТО объем демонтажных и монтажных работ намного превышает минимально необходимый для устранения имеющихся неисправностей. Например, уже при 600 ч наработки потребовалось бы полное снятие с ВС КИ АЭСиПНК. При системе регламентированных ТО на этом этапе проводится лишь демонтаж КИ некоторых систем АЭСиПНК.

Система регламентированных ТО позволяет увеличить по сравнению с системой планово-предупредительных ТО ресурсы  $T_p$  и снизить величину отношения  $C_i/T_p$ . Одновременно существенно сокращаются простои ВС. Создается возможность совмещения некоторых форм периодического технического обслуживания (регламентных работ) с ремонтом.

Следует, однако, иметь в виду, что система регламентированных ТО требует для обеспечения безопасности полетов тщательного изучения закономерностей появления неисправностей. Иначе могут быть допущены грубые ошибки при определении необходимого объема работ на каждом из этапов ТО.

### **Система поэтапных зональных ТО**

Поэтапный метод применяется для более эффективного использования ВС за счет равномерного распределения трудоемкости ТО по времени эксплуатации ВС. Он предусматривает распределение полного распределения объема работ наиболее трудоемких форм регламента на несколько этапов, которые поочередно выполняются при проведении последовательных обслуживаний меньшей периодичности. При этой системе общий объем ТО разбивается на несколько этапов. Каждый этап является средним объемом ТО. В этом смысле рассматриваемая система не отличается от системы регламентированных ТО, но на каждом этапе объем работ задается на основе деления ВС на зоны. На каждом этапе выполняется ТО одной из зон. Так, для самолета № 1 ТО ведется последовательно от зоны 1 на первом этапе до зоны 4 на последнем. Для самолета № 2 избрана последовательность зон 2, 3, 4, 1-я и т.д. По сравнению с системой регламентированных ТО недостатком системы зональных ТО является то, что объем демонтажных и монтажных работ не связан с возможностью появления тех или иных неисправностей [39].

Преимущества рассматриваемой системы в том, что данная зона, например зона 1-я, ремонтируется при различных наработках ( $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ ,  $\Phi_3$ ) и, следовательно, имеется возможность наблюдать состояние частей этой зоны по мере увеличения наработки. Это



позволяет в короткие сроки изучить закономерности появления и развития неисправностей и на их основе оперативно уточнить межремонтные ресурсы  $T_r$ . Система зональных ТО обеспечивает возможность более раннего выявления дефектов по сравнению с планово-предупредительной системой.

Также как и при системе регламентированных ТО, имеется возможность совмещения некоторых форм периодического технического обслуживания с ремонтами и тем самым сокращения простоев ВС.

### **Система ТО по фактическому техническому состоянию**

Для всех перечисленных систем ТО характерно, что наработка до очередного ТО (этапа) задается заранее и не связана с состоянием АЭСИПНК конкретного ВС. При этом оказывается, что для части ВС, которые находились в благоприятных условиях эксплуатации, ТО могло быть выполнено намного позже, чем это диктуется величинами  $T_r$ .

Экономически целесообразно выполнять ТО АЭСИПНК на самолете в момент, когда техническое состояние АЭСИПНК требует обслуживания. Здесь имеется полная аналогия с преимуществами и недостатками ресурса по предельному состоянию и назначенного ресурса [2, 3, 15].

Если ТО выполняется при наработке, отвечающей некоторому предельному состоянию АЭСИПНК, при котором оно требуется для устранения неисправностей, то говорят, что используется система ТО по фактическому техническому состоянию.

Выполнение требований обеспечения высокой безопасности полетов при системе ТО по фактическому техническому состоянию является сложной технической задачей. Возможность использования этой системы ТО должна быть заложена в процессе конструирования и изготовления самолета, т.е. должны быть обеспечены высокая живучесть КИ АЭСИПНК, высокая контролепригодность, легкоосъемность и взаимозаменяемость КИ АЭСИПНК.

Высокая живучесть означает, что дефекты и вызываемые ими неисправности весьма медленно развиваются, и поэтому имеется достаточное время для их выявления, прежде чем наступит отказ.

Высокая контролепригодность АЭСИПНК означает, что все его части могут быть без общего демонтажа АЭСИПНК подвергнуты диагностированию для выявления их технического состояния. Для этого должны быть встроены диагностические датчики, приборы для контроля состояния КИ АЭСИПНК ВС. Например, генератор должен иметь окна для контроля состояния щеток, датчики для контроля состояния подшипников и т.д.

Легкоосъемность частей позволяет проводить их замену без общего КИ АЭСИПНК самолета. Например, при блочной конструкции КИ АЭСИПНК возможна замена частей КИ без общей разборки всех АЭСИПНК.

Взаимозаменяемость КИ обеспечивает их замену без подбора и регулировки.

Сложность конструкции ВС и его агрегатов приводит к необходимости ограничения набора КИ и их частей, подлежащих ТО по техническому состоянию.

Основой для выполнения ТО по техническому состоянию является не только выявление состояния АЭСИПНК и его КИ без существенного объема снятия на проверку в лабораторию АиРЭО, но и прогнозирование технического состояния АЭСИПНК на длительный срок эксплуатации. Это особенно относится к тем КИ АЭСИПНК, устранение неисправностей которых в условиях эксплуатации слишком трудоемко.

## 1.10. Программа технической эксплуатации АЭСиПНК

Под программой технической эксплуатации АЭСиПНК понимается эксплуатационный документ, содержащий совокупность основных принципов и принятых решений по применению наиболее эффективных методов и режимов технического обслуживания и ремонта, реализованных в конструкции КИ АЭСиПНК АТ при их проектировании и изготовлении с учетом заданных требований и условий эксплуатации [12].

Данный документ отражает принятую для эксплуатации того или иного КИ АЭСиПНК стратегию (концепцию) ТОиР, без которой АЭСиПНК будет являться в лучшем случае механическим соединением объектов, средств, персонала, не объединенных общей идеологией по достижению поставленной цели.

Программа ТОиР АЭСиПНК служит основой для разработки и корректировки регламентов ТОиР, технологических указаний по ТО, технологий ремонта. Программа содержит разделы: общие положения, условия эксплуатации, эксплуатационные ограничения, план ТОиР, организация и средства ТОиР и приложения. В результате удается существенно сократить простои АТ на ТОиР, снизить трудоемкость и стоимость работ, повысить уровень эксплуатационной надежности (безотказности) изделий.

Комплекс работ по ТОиР АЭСиПНК можно условно разделить на планово-предупредительные (профилактические) и восстановительные работы.

Профилактические работы (замена отработавших ресурс КИ, контроль технического состояния, возобновление смазки и т.д.) направлены на предупреждение отказов и неисправностей. Их выполняют в установленных объемах через заранее запланированные интервалы наработки. Такие работы наиболее характерны для технологических процессов ТО, т.е. для эксплуатационных предприятий ГА (АТБ).

Восстановительные работы (устранение неисправностей, восстановление поврежденных элементов и т.д.) направлены на устранение накопленных повреждений и выполняются по технической необходимости. Они наиболее характерны для технологических процессов капитального ремонта АТ, выполняемого силами специализированных ремонтных предприятий ГА (АРЗ).

В зависимости от принятой программы ТОиР АЭСиПНК между объемом профилактических и восстановительных работ могут быть различные соотношения. Так, анализ действующих технологических процессов ТЭ АЭСиПНК самолетов Ту-154М, Ил-86, Ил-76 и т.д. указывает на то, что между ними не имеется принципиальных различий ни по характеру, ни по объему выполняемых работ. На долю чисто восстановительных (ремонтных) операций при капитальном ремонте АЭСиПНК сегодня приходится менее 25% от общего объема работ, а остальные носят профилактический характер. С другой стороны, при ТО АЭСиПНК наряду с профилактическими работами сегодня выполняется большой объем восстановительных работ, доля которых по мере укрепления материально-технической базы эксплуатационных предприятий постоянно возрастает.

Таким образом, можно говорить о том, что на практике идет сближение технологических процессов ТОиР АЭСиПНК. На это явление указывает и опыт ведущих зарубежных авиакомпаний, которые выполняют большую часть восстановительных операций непосредственно в условиях эксплуатации силами авиакомпаний и фирм - изготовителей АЭСиПНК.

Существующая в ГА практика деления работ на ТОиР во многом обусловлена слабой материально-технической базой авиакомпаний (АТБ) и устаревшей программой технической эксплуатации АЭСиПНК.

Современная программа ТОиР, направленная на повышение эффективности процессов технической эксплуатации АЭСиПНК, была разработана и прошла проверку на ограниченном парке ВС и в настоящее время внедрена во многих авиакомпаниях (рис. 1.4). Она предусматривает поэтапный переход на ТЭС всех эксплуатируемых и вновь создаваемых АЭСиПНК, начиная с отдельных КИ АЭСиПНК и кончая функциональными системами в целом.

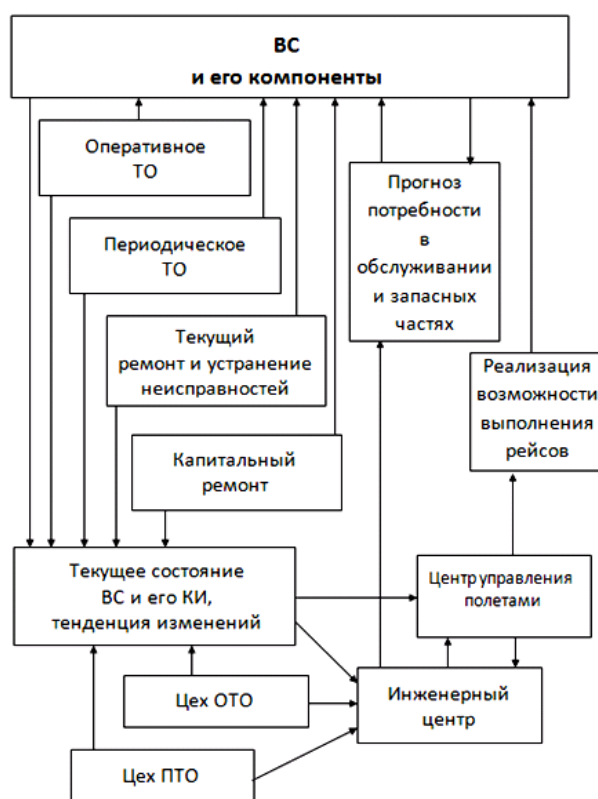


Рис. 1.4. Структура системы ТОиР поддержания летной годности

Программа ТОиР АЭСиПНК предусматривает проведение комплекса мероприятий, направленных на повышение уровня эксплуатационной технологичности, контролепригодности АЭСиПНК, развитие служб диагностики и надежности АЭСиПНК, информационного обеспечения ТЭ, переучивание инженерно-технического персонала и ряд других мероприятий.

Координирует программу ТОиР АЭСиПНК научно-исследовательский институт ГосНИИГА совместно с конструкторским бюро ОАО «Туполев», которые обеспечивают взаимодействие эксплуатационных предприятий с научными подразделениями, производством и ремонтом в рамках непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла КИ в процессе эксплуатации на основе концепции CALS-технологий (Continuous Acquisition and Life cycle Support).

**Требования FAA.** Программа обслуживания утверждается курирующей организацией ГА с указанием частоты проведения и подробности выдачи заданий на обслуживание. Периодически пересматривается. Должна соответствовать инструкциям разработчика, инструкциям курирующей организации ГА, инструкции Оператора (если она подтверждена), программе надежности.

## 1.11. Стратегии технической эксплуатации АЭСиПНК

Стратегия технической эксплуатации АЭСиПНК представляет собой систему правил управления техническим состоянием АЭСиПНК в процессе технической эксплуатации [12].

Стандартизованы следующие стратегии технической эксплуатации:

- технического обслуживания по наработке;
- технического обслуживания по состоянию;
- ремонта по наработке;
- ремонта по техническому состоянию.

В качестве основного признака, характеризующего стратегии технической эксплуатации КИ АЭСиПНК, целесообразно принять характер информации о их надежности и техническом состоянии, которая используется при назначении периодичности и объема регламентных работ.

Традиционная стратегия ТЭ базируется на методах ТЭ, требующих выполнения заданных объемов профилактических и восстановительных мероприятий через заранее запланированные интервалы времени (наработки). При этом практически не учитывается изменение технического состояния АЭСиПНК в процессе эксплуатации, что в конечном итоге ведет к длительным простоям ВС на ТО, снижению рентабельности ТЭ из-за необходимости работ, связанных с заменой отработавших ресурс КИ.

Стратегия ТЭ АЭСиПНК по наработке не всегда обеспечивает возрастающие требования к системе технической эксплуатации в отношении безопасности и регулярности полётов и экономической эффективности эксплуатации АТ.

Постоянное отслеживание состояния (Ресурс). Это не превентивный вид процесса технической эксплуатации. При нем информация по элементу конструкции накапливается из эксплуатационных данных, их анализа и интерпретации на основании расчетов для разработки корректирующих мероприятий.

Более прогрессивная стратегия ТЭ по техническому состоянию (ТЭС) дает существенное повышение эффективности процесса технической эксплуатации, который позволяет осуществить перевод КИ на безресурсную эксплуатацию, т.е. на ТЭ по состоянию (ТЭС). При ТЭ по состоянию перечень и периодичность выполнения работ определяются фактическим техническим состоянием КИ АЭСиПНК ВС. В настоящее время нашли широкое применение две стратегии ТЭ АЭСиПНК по состоянию: ТЭС АЭСиПНК с контролем параметров или ТЭС до предотказного состояния (ТЭП) и ТЭС с контролем надежности или ТЭС до безопасного отказа (ТЭО). Это превентивный вид процесса технической эксплуатации, при котором необходимая работа ограничивается приемлемым уровнем действия по обслуживанию, проводимым в предусмотренные инструкцией периоды времени по обслуживанию. Описываемые методы технической эксплуатации обычно включают такие работы, как обслуживание (Servicing), капитальный ремонт (Overhaul), замена (Replacement), таким образом, обслуживаемый элемент либо заменяется, либо восстанавливается до состояния, чтобы он мог быть допущен к эксплуатации на следующий определенный период времени.

В условиях ТЭС большая часть работ по ТО (более 75%) выполняется по результатам технического диагностирования, т.е. по технической необходимости. В результате удается существенно сократить простои АТ на ТО, снизить трудоемкость и стоимость работ, повысить уровень эксплуатационной надежности (безотказности) КИ.

Необходимость перевода АЭСиПНК на ТЭС диктуется наличием объективно протекающего процесса накопления повреждений в элементах конструкции КИ АЭСиПНК. Начальный запас работоспособности КИ постепенно исчерпывается, что ведет к повышению интенсивности возникновения отказов. В этих условиях для поддержания требуемых уровней надежности необходимо проводить корректировку режимов ТЭ (периодичности и объема выполняемых работ).

В качестве регулирующего параметра при реализации стратегии используется интенсивность отказов  $\lambda(t)$  или показатель количества отказов, приходящихся на тысячу часов налета самолета  $K_{1000}$ . В зависимости от величины отклонения регулирующего параметра от соответствующего стандарта надёжности  $\lambda(t)$  или  $K_{1000}$  формируется определенное управляющее воздействие на процесс технической эксплуатации. В случае, когда  $\lambda(t) <$  нормируемого  $\lambda(t)$ , продолжают нормальную эксплуатацию КИ АЭСиПНК, а в случае  $\lambda(t) >$  нормируемого  $\lambda(t)$  проводят мероприятия, направленные на повышение надежности КИ АЭСиПНК – введение ограничений по нагрузке, дополнительные проверки, калибровка параметров и т.д. или их временно переводят на стратегию по наработке. С целью оперативного контроля и управления эксплуатационной надежностью в процессе эксплуатации ведут постоянное наблюдение за изменением уровня надежности КИ АЭСиПНК, результаты которых представляют в виде таблиц или графиков. При этом значения интенсивности отказов  $\lambda(t)$  рассчитывают с учётом данных эксплуатации всех однотипных КИ.

Наиболее перспективная стратегия ТО – по состоянию (ТОС) с контролем параметров. Для осуществления этой стратегии необходима аппаратура, пригодная для внедрения стратегии, и средства определения технического состояния КИ АЭСиПНК. Другими словами, АЭСиПНК как объект ТО должны позволять определять свое состояние, а КИА должна «уметь» его определять и классифицировать. Это также превентивный вид процесса технической эксплуатации, при котором элемент конструкции проверяется и испытывается на соответствие с определенными стандартами в определенные моменты времени, для определения возможности его дальнейшей эксплуатации. Основная цель этого вида эксплуатации – это замена элемента конструкции до его отказа. Не допускается использование философии "работа до отказа" или "установить и забыть".

Идея стратегии ТОС проста и понятна. Однако внедрение этой стратегии связано с необходимостью глубокого системного анализа и программирования всего процесса ТОиР АЭСиПНК. В общем случае стратегию ТОС следует рассматривать как обобщенное направление совершенствования методик, средств ТЭ и самих изделий АЭСиПНК как объектов ТЭ. При реализации этой стратегии наиболее полно проявляются принципы системного подхода к решению задач анализа действующих систем ТЭ и синтеза перспективной системы. В основе стратегии ТОС лежит многолетний опыт проектирования сложных технических систем и их эксплуатации. Стратегия ТОС продолжает совершенствоваться по пути повышения безотказности АЭСиПНК, долговечности и ремонтпригодности, улучшения средств технического диагностирования и контроля, разработки рациональных методов использования технических средств на базе оптимизации программ управления техническим состоянием АЭСиПНК.

Качество работы АЭСиПНК по функциональному назначению представляется наиболее общим свойством, зависящим от всей совокупности условий, которые возникают при исследовании, проектировании, изготовлении и эксплуатации систем. К сожалению, в

настоящее время невозможно с приемлемыми затратами создать основные типы авиационного оборудования с приемлемым качеством работы. Поэтому возникает необходимость контролировать состояние АЭСиПНК в процессе эксплуатации с целью предупреждения возможных отказов. При совершенствовании процесса ТО АЭСиПНК одной из актуальных проблем является определение таких методов управления техническим состоянием, которые позволяют достигнуть высокого и стабильного уровня качества работы при минимальных экономических затратах. Для решения этой проблемы необходимы оценка влияния случайных процессов эксплуатации на параметры случайных изменений показаний качества и определение оптимальной стратегии управления этими параметрами в системе ТЭ АЭСиПНК.

Проблемы ТОС нашли свое отражение в ряде руководящих отраслевых и межотраслевых документов, а также в научно-технической и учебной литературе. Однако пока отсутствуют четкие требования по реализации стратегий ТО, которые должны задаваться в ТЗ на разработку и реализовываться в процессе проектирования системы и обеспечения системой технического диагностирования вновь разрабатываемых и модернизируемых КИ АЭСиПНК.

Таблица.1.1. Управление техническим состоянием в процессе обслуживания и выпуска ВС

	КОММЕРЧЕСКИЕ ИЛИ БОЛЬШИЕ САМОЛЕТЫ Взлетная масса > 5700 кг. Многодвигательные вертолеты	НЕКОММЕРЧЕСКИЕ МАЛЫЕ САМОЛЕТЫ Взлетная масса ≤ 5700 кг. Вертолеты с одним двигателем	ЧАСТНЫЕ САМОЛЕТЫ Взлетная масса < 2730 кг. Воздушные шары, планеры	
О Б С Л У Ж И В А Н И Е	Обслуживание ВС и компонентов. Карта-наряд оформляется перед полетом после завершения технического обслуживания, когда выполнены все заявленные работы сертифицированным персоналом организации, сертифицированной по Subpart F			
		Обслуживание ВС и компонентов, сертифицированным персоналом по Part-66 (несложные задачи по Part-M Appendix VII)	Несложные работы (по Part M Appendix VII)	Ограниченные задачи (по Part M Appendix VIII) пилотом/владельцем ВС
Р Е Г У Л И Р О В А Н И Е	Организации Part-145	Организации Part M Subpart F	Организаций нет	
	Сертифицирующий штат по Part-66		Пилот/Владелец самолета	
	Базовые стандарты по обслуживанию Part-M Subparts D and E			

## 1.12. Техническая эксплуатация АЭСиПНК по наработке

Метод ТЭ АЭСиПНК по определенной наработке предусматривает периодический демонтаж КИ АЭСиПНК, диагностирование их технического состояния в лабораториях АиРЭО АТБ, проведение профилактических работ, восстановление работоспособности и выполнение регулировок. В иностранной литературе этот метод называется ТЭ по установленному ресурсу (Hard Time). Главная цель профилактических работ – это выявление предотказовых состояний, предотвращение постепенных, а также внезапных отказов путем замены элементов с малым временем наработки до отказа. Все эти мероприятия приводят в конечном счете к уменьшению параметра потока отказов. Логика стратегии ТО по наработке предопределяет выполнение цикла работ по профилактике с меньшими интервалами, что повышает гарантии безопасности [5].

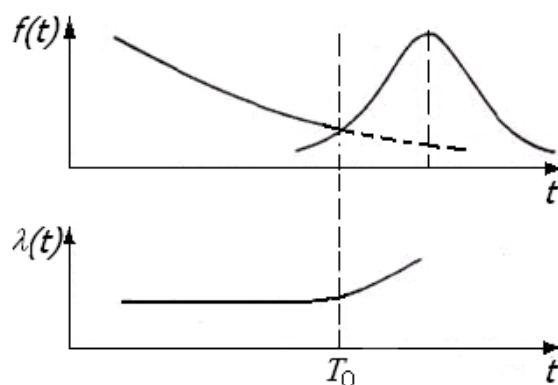


Рис. 1.5. Изменение параметра потока отказов во времени в естественных условиях эксплуатации

Изменение параметра потока отказов (рис. 1.5) обусловлено двумя статистическими закономерностями – экспоненциальным и нормальным законами. Для проведения профилактических работ необходимо определить момент начала возрастания параметра потока отказов  $\lambda(t)$ . Естественно, что наработка изделия при этом будет много меньше, чем среднее значение наработки на отказ  $t_{\text{нар}} \ll T_0$ . Если принять временной запас  $T_0 = t_{\text{нар}} = 3\sigma$ , то при проведении профилактических работ имеем дело с практически работоспособным оборудованием (99,85% элементов на момент ТО еще не вырабатывают свой индивидуальный ресурс). На этом работоспособном АЭСиПНК будет выполнен весь комплекс работ, который необходим при возникновении предотказового состояния.

Надо также учесть, что в ГА сроки проведения ПТО определяются изнашиванием планером и двигателями, а не изделиями АиРЭО. В лучшем случае через каждые полгода все изделия АиРЭО снимают с борта ВС и направляют в лабораторию.

С другой стороны, безотказность АЭСиПНК продолжает возрастать. Это достигается применением новой элементной базы интегральных микросхем, дискретной структурой трактов обработки информационных потоков, применением встроенных систем контроля и индикации отказов, оптимизацией режимов работы элементов и другими факторами. По этим причинам частые профилактические работы на КИ АЭСиПНК оказываются просто ненужными и могут стать объективно вредными по причине вносимых отказов.

Вносимые отказы – это отказы, причиной которых является некачественное проведение работ по ТОиР, демонтажу и монтажу изделий АЭСиПНК. Причем причина этого не недобросовестное отношение ИТР к выполняемой работе, а ошибки, которые свойственны любому процессу регулировки и измерению параметров АЭСиПНК.

Новым изделиям АЭСипНК свойственны приработочные отказы. После восстановления в какой-то период времени вновь возможны отказы, имеющие ту же природу. Реальное изменение параметра потока отказов на аппаратуре с восстановлением может быть сопоставлено с идеальным (рис. 1.6). Из этого сопоставления видно, что вносимые отказы вносят определенные коррективы в численные значения показателей безотказности [5].

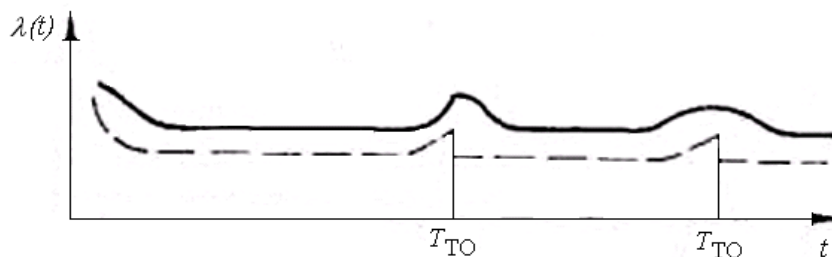


Рис. 1.6. Влияние вносимых отказов на изменение параметра потока отказов во времени:  
— реальный поток; ---- идеальный поток

Параметр потока отказов восстанавливаемых АЭСипНК характеризует смену состояний, в которых они пребывают в процессе эксплуатации. Однако эти состояния, включая и фиксацию определяющего параметра  $\Omega$ , зависят от условий функционального применения АЭСипНК. Практически параметр  $\Omega$  в реальных условиях эксплуатации является переменной величиной, определяемой нагрузкой АЭСипНК и режимами работы систем. Эти зависимости показаны на рис. 1.7 при исследовании сезонного изменения параметра потока отказов метеородиолокатора Гроза-154. В январе – марте радиолокатор не используется. Потребности функционального применения низкие, замечаний по работе мало [5].

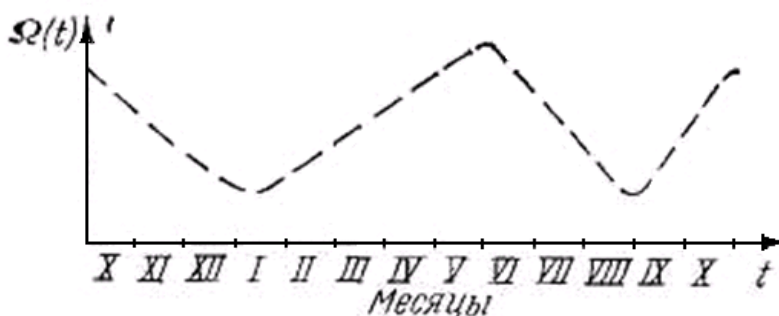


Рис. 1.7. Сезонные изменения параметра потока отказов АЭСипНК

В апреле начинается интенсивное использование радиолокатора, возрастают требования к качеству работы и поток зафиксированных отказов растет. Усилиями ИТП в июне – июле этот поток удается уменьшить, но в сентябре он опять начинает возрастать из-за осенних условий эксплуатации и как результат летнего интенсивного применения метеородиолокатора.

Все вышеприведенные данные дают основания для вывода о том, что периодические виды ТО АЭСипНК, связанные с демонтажем КИ, настройкой и регулировкой в лаборатории АирЭО, не всегда эффективны и дают желаемый результат, даже при оптимизации сроков проведения профилактических работ. При этом необходимо учесть, что проведение не требуемых по состоянию АЭСипНК профилактических работ влечет за собой неоправданные высокие экономические расходы и снижает рентабельность эксплуатации.



Неоправданные расходы обусловлены выполнением работ по демонтажу и последующему монтажу КИ АЭСиПНК; выполнением работ по регулировке и настройке исправной аппаратуры в лаборатории АиРЭО; стоимостью израсходованного ЗИП; проведением диагностирования состояния до начала профилактики и после ее окончания, а также работ по контролю состояния КИ АЭСиПНК после установки на борт ВС, по контролю всех сопряжений, а также по проверке смежных систем. Все это существенно увеличивает стоимость эксплуатации, которая составляет около 25÷30% от себестоимости воздушных перевозок. Причем имеет место тенденция ее постоянного увеличения, несмотря на возрастающее совершенство новых типов самолетов и устанавливаемого на них оборудования [5, 35].

Повышение эффективности эксплуатации зависит как от конструкции ВС и АЭСиПНК, так и от стратегии ТЭ. Между двумя факторами существуют тесная взаимосвязь и необходимость согласованных действий на всем этапе жизненного цикла АЭСиПНК от создания до эксплуатации, ремонта и списания. Общие интересы всех предприятий должны сходиться на эксплуатации и подчиняться ее требованиям. Их деятельность также должна оцениваться затратами на эксплуатацию.

Следует учитывать, что в промышленности при исследовании и разработке основные показатели процесса эксплуатации: налет часов на списочный самолет; регулярность полетов; себестоимость выполняется вне связи с процессом эксплуатации без оценки того, насколько внедряемые конструкции улучшают эффективность авиаперевозок и снижают трудоемкость, продолжительность и стоимость ТОиР. Снижение расходов позволяет повысить эффективность ТОиР, и это является важнейшим резервом уменьшения стоимости авиаперевозок, повышения эффективности и рентабельности авиационной транспортной деятельности.

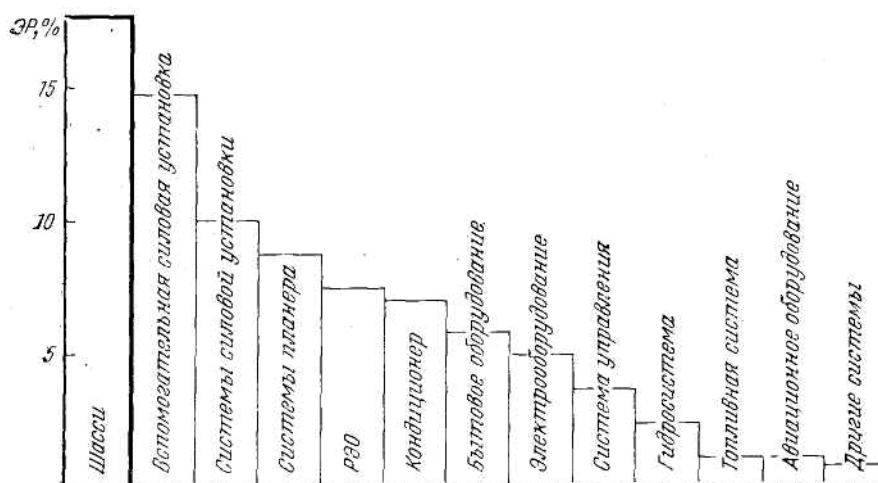


Рис. 1.8. Структура эксплуатационных расходов на ТО функциональных систем ВС

Технические усовершенствования оказывают существенное влияние на прямые эксплуатационные расходы. В процессе эксплуатации они должны снижаться благодаря применению передовых стратегий ТЭ. Прогнозируемое снижение прямых эксплуатационных расходов в зависимости от усовершенствований вследствие применения новых стратегий ТЭ для широкофюзеляжных ВС составляет 25% от общих затрат. Распределение прямых эксплуатационных расходов (ЭР), приведенное на рис. 1.8, на ТО АЭСиПНК составляет 15÷17% затрат на эксплуатацию всех функциональных систем ВС.

При эксплуатации по наработке периодическое техническое обслуживание и ремонт КИ АЭСиПНК осуществляются строго по наработке ВС независимо от технического состояния КИ. Это принцип управления процессом технической эксплуатации, при котором объем и периодичность работ по ТОиР устанавливаются в зависимости от наработки ВС с начала эксплуатации или после последнего ремонта. Для оценки общих особенностей использования метода ТЭР на рис. 1.9 представлена структурная схема управления техническим состоянием АЭСиПНК при эксплуатации по наработке [2].

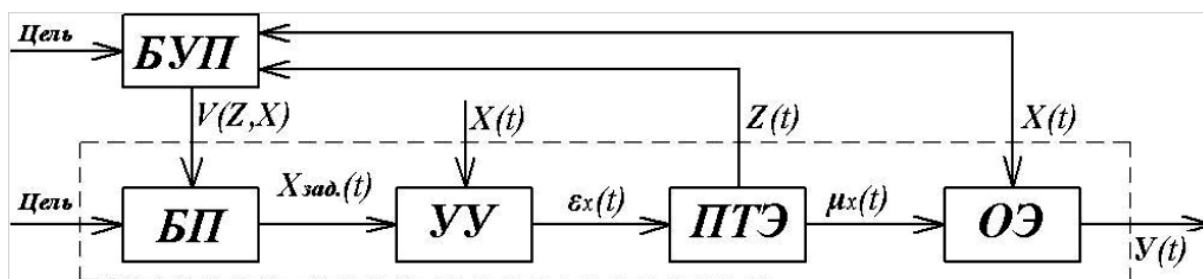


Рис. 1.9. Управление техническим состоянием АЭСиПНК при эксплуатации по наработке: БУП – блок управления программой; БП – блок программы ТОиР объекта; УУ – устройство управления; ПТЭ – процесс технической эксплуатации; ОЭ – объект эксплуатации;  $X(t)$  – входной параметр;  $Y(t)$  – выходной параметр;  $Z(t)$  – параметр воздействия процесса (ТЭ) на управление программой ТОиР;  $X_{зад}(t)$  – задающий параметр

Управляющим входным воздействием является цель ТОиР – поддержание летной годности ВС (обеспечение безопасности и регулярности полетов, сохранение заданных летно-технических характеристик АТ на протяжении установленных ресурсов и сроков службы, экономической эффективности технической эксплуатации).

Как следует из структурной схемы управления техническим состоянием АЭСиПНК при эксплуатации по наработке, рассматриваемая система управления является разомкнутой. При этом управляющее воздействие на процесс технической эксплуатации определяется не выходным параметром АЭСиПНК, а временем наработки  $t$  в соответствии с принятой программой ТОиР.

Зависимость  $Y(t)$  носит случайный характер и имеет довольно большую дисперсию. Поэтому при отсутствии жесткой обратной связи метод ТОиР по наработке обеспечивает слабое взаимодействие между процессом изменения технического состояния АЭСиПНК и его технической эксплуатации. Лишь по истечении довольно длительного времени эксплуатации большого числа однотипных КИ АЭСиПНК с параметрами  $Y(t)$  в программу ТОиР АЭСиПНК может быть внесена коррекция  $Z(t)$ . Данное запаздывание в действии статистической обратной связи условно обусловлено задержкой  $e^{-\lambda t}$ , связанной со статистической обработкой результатов ТОиР. Однако после внесения этой коррекции система управления остается разомкнутой по состоянию каждого конкретного КИ АЭСиПНК и, следовательно, имеет место несоответствие между процессом ТЭ и фактическим техническим состоянием АЭСиПНК. В то же время отсутствие указанной выше обратной связи приводит к значительному недоиспользованию фактического ресурса изделий, что влияет на рентабельность эксплуатации, особенно в условиях рыночной экономики при высокой стоимости КИ.

Это можно видеть из следующего анализа. Для множества однотипных КИ АЭСиПНК в среднем половина КИ отказывает до момента  $t = T_0$ , где  $T_0$  – математическое ожидание времени отказа, т. е. средняя наработка КИ АЭСиПНК до отказа:

$$T_0 = \int_0^{\infty} p(t) dt, \quad (1.3)$$

где  $p(t)$  – вероятность безотказной работы за время  $t$ .

Среднее время ТО при обслуживании по наработке

$$T^{TO} = n_{TO} \tau_{TC}, \quad (1.4)$$

где  $n_{TO}$  – число запланированных технических обслуживаний;  $\tau_{TC}$  – среднее время проведения одного технического обслуживания.

Для обеспечения безопасности и регулярности полетов время ресурса  $T_P$  должно быть меньше  $T_0$ .

Если допустимую вероятность отказа принять равной 0,00135, то время ресурса  $T_P$  устанавливают по правилу трех сигм, т.е.

$$T_P = T_0 - 3\sigma, \quad (1.5)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение времени отказа.

Средняя наработка КИ АЭСиПНК до его замены

$$T_{HC} = \int_0^{T_P} p(t) dt \quad (1.6)$$

При этом среднее время недоработки КИ до его предельного состояния, т. е. до невосстанавливаемого отказа,

$$\Delta T = T_0 - T_{HC} = \int_{T_P}^{\infty} p(t) dt. \quad (1.7)$$

Относительный коэффициент недоиспользования фактического ресурса КИ АЭСиПНК

$$\beta = \Delta T / T_0 = 3\sigma / T_0 \quad (1.8)$$

В зависимости от типа КИ  $\sigma = (0,1 \div 0,3)T_0$ , поэтому коэффициент недоиспользования фактического ресурса составляет

$$\beta = \frac{\text{§ } 0,1 \div 0,3) T_0}{T_0} = 0,3 \div 0,9. \quad (1.9)$$

Подобное явление имеет место и при назначении ремонта КИ, регламентных работ по их наработке; большая часть регламентных работ выполняется при фактическом отсутствии их необходимости.

Таким образом, метод технической эксплуатации КИ АЭСиПНК по наработке до выработки ими назначенных (межремонтных, межрегламентных) ресурсов приводит к недоиспользованию 0,3÷0,9 времени их фактического ресурса. Поэтому в современных условиях необходимо использовать прогрессивные методы технического обслуживания и ремонта КИ АЭСиПНК.

### 1.13. Техническая эксплуатация АЭСиПНК до отказа

Метод ТЭ до отказа предусматривает эксплуатацию АЭСиПНК до отказа КИ, после чего КИ восстанавливается в АТБ или снимается с эксплуатации для заводского ремонта или списания. В процессе эксплуатации контролируется только работоспособность КИ и ликвидируются устранимые в условиях АТБ отказы. В иностранной литературе этот метод называется ТЭ по уровню надежности (CONDITION MONITORING).

В структурной схеме управления техническим состоянием КИ АЭСиПНК при ТЭО [2] (рис. 1.10), как и при ТЭР, отсутствует жесткая отрицательная обратная связь параметра каждого КИ с процессом ТОиР. Статистическая обратная связь осуществляется здесь лишь по уровню надежности КИ.

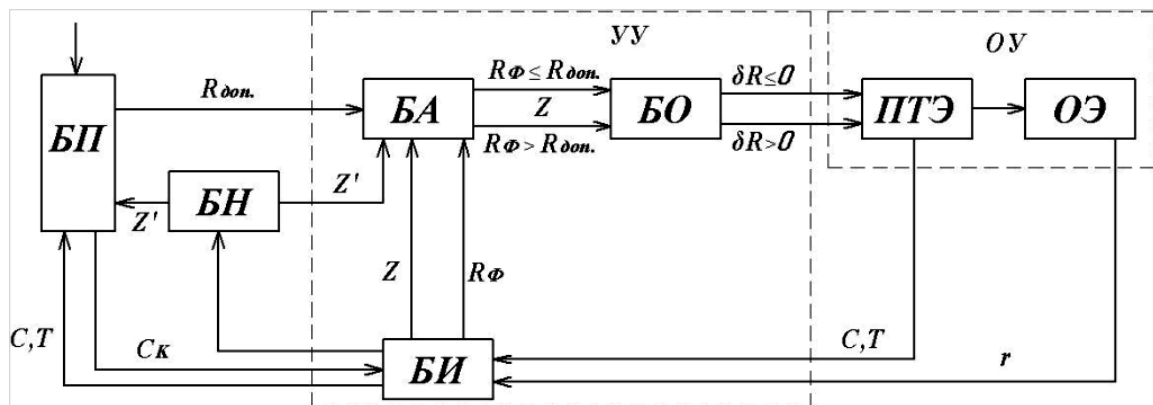


Рис. 1.10. Схема управления техническим состоянием АЭСиПНК при методе ТЭО:

*ОУ* – объект управления; *ОЭ* – объект эксплуатации; *ПТЭ* – процесс технической эксплуатации; *БП* – программный блок; *БИ* – блок информации; *БА* – блок анализа; *БО* – оперативный блок; *БН* – блок накопления информации

Надежность КИ  $R_{\phi}(t)$  сравнивается с заданной нормой  $R_3(t)$ . В результате вырабатывается управляющее воздействие  $R(t)$  на процесс ТОиР, что, в свою очередь, определяет корректирующее воздействие  $R(t)$  на АЭСиПНК. Запаздывание  $\tau$  в действии обратной связи определяется временем сбора и обработки статистической информации, а также тем, что все одноименные КИ одного парка ВС имеют неодинаковые наработки и для получения более достоверной статистики необходимо определенное календарное время эксплуатации этого парка.

Если уровень надежности КИ снижается до минимально допустимого значения, то управляющими воздействиями могут быть замена КИ новыми, доработка КИ, изменение стратегии ТОиР с определением комплекса работ по ТОиР. Указанные мероприятия вырабатываются совместно ИАС и ОКБ, разрабатывающими соответствующие КИ.

При ТЭО исключаются стандартные работы ТО. В результате уменьшается стоимость обслуживания и ремонта, повышается рентабельность ТЭ, при приемлемом уровне безопасности полетов и заданном уровне регулярности полетом.

Условиями применения ТЭО являются отсутствие снижения приемлемого уровня безопасности полетов при возникающих отказах КИ АЭСиПНК; обеспечение заданного уровня регулярности полетов; регулярный сбор и обработка статистических данных о надежности КИ; установление нижнего допустимого уровня надежности КИ; наличие на ВС средств сигнализации и индикации отказов КИ АЭСиПНК, высокая эксплуатационная технологичность КИ АЭСиПНК.

Техническое обслуживание по методу ТЭО применимо для КИ СКВ, основных блоков АБСУ-154, системы электроснабжения, бытового оборудования, противопожарного оборудования, топливомера, противообледенительной системы, приборного оборудования, освещения, световой сигнализации, части пилотажно-навигационного оборудования, НВУ-БЗ, кислородного оборудования, отдельных самолетных изделий, радиоаппаратуры самолетовождения, опознавания, оповещения и активного ответа, бортовых средств

контроля и регистрации полетных данных.

Возможность поддержания заданного уровня безотказности КИ АЭСиПНК во многом зависит от правильности установления периодичности проверок технического состояния. По содержанию проверки, выполняемые при ТЭО, практически не отличаются от проверок КИ при ТЭ по наработке. Они направлены на выявление эксплуатационных повреждений и отказов, проверку и регулировку параметров КИ. Отличительной особенностью проверок КИ при ТЭО является зависимость моментов их проведения от наработки, т.е. определенная периодичность проверок. Проверки проводятся с использованием бортовых и наземных средств контроля в полете и на земле при ТОиР. При этом наземные средства контроля используются только для тех КИ АЭСиПНК, состояние которых с достаточной точностью невозможно определить бортовыми средствами контроля. При установлении периодичности проверок учитывается заданный уровень безотказности  $P_{\text{зад}}$ ,  $\lambda(t)$ ,  $\omega(t)$  или  $K_{1000}$ .

Предупреждение отказов АЭСиПНК, эксплуатируемых по методу ТЭО, при введении проверок основывается на том, что утрате работоспособности КИ (полному отказу), как правило, предшествует возникновение одной или нескольких неисправностей (частичных отказов). Выражение

$$Q_k(t) = \frac{[\omega(t) \cdot \tau]^k}{k!} \cdot e^{-\omega(t)\tau} \leq q_{\text{доп}} = 1 - P_{\text{зад}} \quad (1.10)$$

позволяет определить периодичность проверок, отвечающую заданной вероятности безотказной работы. В случае, когда отказ КИ наступает при возникновении первой неисправности ( $k = 0$ ), добиться повышения надежности за счет сокращения периодичности проверок не удастся. Такие объекты эксплуатируются до безопасного отказа без проведения проверок. Безотказность объектов при этом вычисляется по формуле

$$P(\tau) = Q_0(\tau) = e^{-\omega(t)\tau}. \quad (1.11)$$

Практика эксплуатации АТ указывает на то, что для сложных многофункциональных КИ АЭСиПНК установить число неисправностей, предшествующих возникновению отказа, как правило, не удастся. Однако значение параметров потока неисправностей  $\omega_n(t)$  и потока отказов  $\omega_0(t)$  обычно известны, причем  $\omega_n(t) > \omega_0(t)$ , что говорит о постепенном процессе развития отказов. Оптимальная периодичность проверок, обеспечивающая минимальную вероятность отказа КИ (в часах), в этих случаях определяется по формуле

$$\tau = \frac{\ln \omega_n(t) - \ln \omega_0(t)}{\omega_n(t) - \omega_0(t)}. \quad (1.12)$$

Метод ТЭО получил широкое распространение как в зарубежных авиакомпаниях, так и в ГА России. Практика его применения показала, что высокая эффективность технической эксплуатации достигается только при рациональном подборе объектов ТОиР, достаточном информационном обеспечении авиапредприятий, наличии тесного взаимодействия конструкторских бюро и заводов - изготовителей АТ с эксплуатационными предприятиями - авиакомпаниями.

#### 1.14. Техническая эксплуатация АЭСиПНК до предотказного состояния

В случае применения метода технической эксплуатации до предотказного состояния (ТЭП) задача технической эксплуатации сводится к управлению техническим состоянием каждого конкретного КИ АЭСиПНК. При этом осуществляется непрерывный или

периодический контроль параметров, определяющих техническое состояние АЭСиПНК. По результатам контроля принимается решение о продолжении эксплуатации до момента следующего контроля, или проведении восстановительных профилактических работ, или замене КИ и отправке его в ремонт. В иностранной литературе этот метод называется ТЭ по техническому состоянию (ON CONDITION).

Структурная схема взаимосвязи ТООиР с выходными характеристиками определяющих параметров  $Y(t)$  при ТЭП [2] приведена на рис. 1.11.

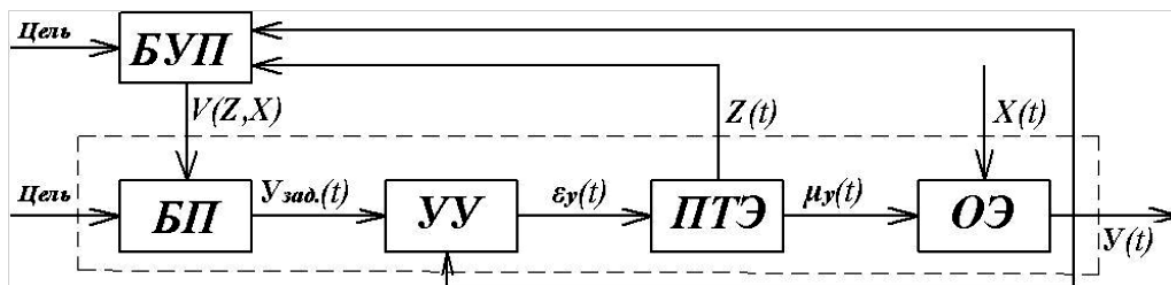


Рис. 1.11. Схема управления техническим состоянием АЭСиПНК при методе ТЭП:  
 $Y(t)$  - выходной параметр; БУП – блок управления программой; ОЭ – объект эксплуатации;  
 ПТЭ – процесс технической эксплуатации; УУ – устройство управления;  
 БП – блок программы ТООиР объекта;  $U_{зад}(t)$  – задающее воздействие

Здесь основным контуром обратной связи является жесткая отрицательная обратная связь между выходными определяющими параметрами  $Y(t)$  и управлением процессом ТООиР.

Она обеспечивает немедленную коррекцию управления при появлении отклонения  $\varepsilon_y(t)$  выходного параметра  $Y(t)$  от его заданного значения  $Y_0(t)$ . Под параметром  $Y(t)$  может пониматься и совокупность нескольких определяющих параметров.

Как и в рассмотренных выше случаях, при методе ТЭП на управление программой ТООиР воздействует также статистическая обратная связь  $\omega(t-\tau)$  по надежности КИ АЭСиПНК. Кроме того, программа ТООиР зависит от особенностей процесса ТООиР, что показано связью  $Z(t)$ .

Из условий обеспечения безотказности работы АЭСиПНК контроль параметров АЭСиПНК желательно проводить непрерывно в процессе полета. Однако в настоящее время для многих КИ АЭСиПНК это осуществить невозможно, и в полете приходится ограничиваться только контролем работоспособности этих КИ.

Выполнять контроль параметров АЭСиПНК в процессе оперативного ТО экономически нецелесообразно, поскольку нет достаточно приспособленных для этих целей средств контроля установленного на ВС оборудования. Отсюда следует необходимость назначения периодического контроля параметров КИ. Для каждого КИ существует своя оптимальная периодичность контроля. Однако с целью обеспечения минимальных простоев ВС на техническом обслуживании для всего его оборудования устанавливаются единые сроки периодических работ по контролю параметров и выполнению соответствующих восстановительных работ (в зависимости от результатов контроля).

Таким образом, метод ТЭП является планово-предупредительной стратегией ТО. При этом планируются периодичность и объем работ по техническому диагностированию. Предупредительный характер стратегий обеспечивается регулярным наблюдением за техническим состоянием АЭСиПНК с целью своевременного выявления его предотказного состояния. Это состояние характеризуется тем, что определяющий параметр приблизился к границе поля допусков, а скорость его изменения такова, что за время до момента

очередного контроля вероятность выхода параметра за границу поля допусков недопустимо велика.

Для выявления предотказного состояния КИ АЭСиПНК обычно используется принцип назначения упреждающих допусков [2, 12, 23] на определяющие (диагностические) параметры (рис. 1.12).

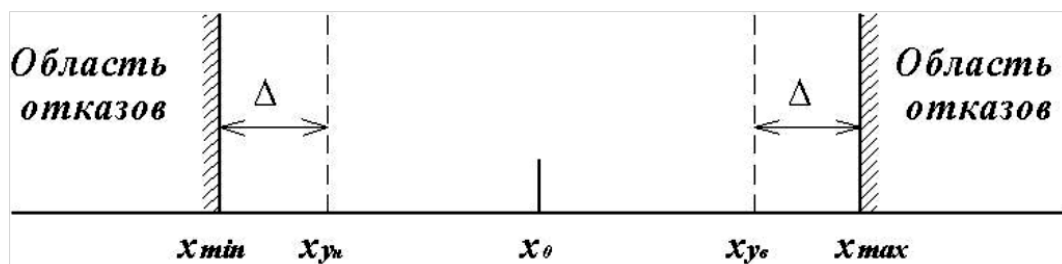


Рис. 1.12. Принцип назначения упреждающих допусков

Здесь поле допусков определяющего параметра  $X$  расположено между границами  $X_{\min}$  и  $X_{\max}$ . Выход параметра за пределы этих границ является отказом. Границы  $X_{yn}$  и  $X_{yv}$  определяют границы упреждающих допусков. При пересечении параметром этих границ принимается решение о проведении восстановительных работ. Величина упреждения допуска  $\Delta$  назначается с учетом скорости ухода параметра, длительности межконтрольного периода, допустимой вероятности достижения параметром границ  $X_{\max}$  и  $X_{\min}$ . Установление упреждающих допусков - очень важная и ответственная задача, которая до сих пор еще не имеет полного решения.

Контроль параметров АЭСиПНК производится с помощью наземных средств диагностирования (контрольно-измерительной аппаратуры) или на борту ВС, или в лаборатории АиРЭО АТБ. В последнем случае КИ АЭСиПНК демонтируется с борта ВС и после контроля и выполнения необходимых восстановительных работ снова устанавливается на борт.

Характерной особенностью применения метода ТЭП является отсутствие определенного межремонтного ресурса для КИ АЭСиПНК. Устанавливаются только гарантийный и назначенный ресурсы. Однако установление назначенного ресурса КИ является следствием традиций и нерешительности в осуществлении полного перехода к прогрессивным методам технической эксплуатации ТОиР, в соответствии с которыми ресурс КИ АЭСиПНК должен определяться его реальным техническим состоянием.

Информационной основой применения метода ТЭП служит совокупность: результатов исследования КИ как объектов контроля для выявления определяющих диагностических параметров; результатов статистической обработки данных по надежности КИ АЭСиПНК, трудоемкости и стоимости ТОиР; накопленных текущих значений диагностических параметров каждого эксплуатируемого КИ. Особо важное значения для прогнозирования технического состояния КИ имеет получение характеристик определяющих диагностических параметров как функций времени. Вероятность отказа КИ АЭСиПНК в значительной степени зависит от их наработки с начала эксплуатации, режима работы, качества ТО и ряда других объективных причин.

Таким образом, применение метода ТЭП обеспечивается следующими условиями: знанием состава определяющих диагностических параметров АЭСиПНК; возможностью обнаружения неисправностей на ранних стадиях их развития; приспособленностью КИ к глубокому контролю и прогнозированию технического состояния; установлением

упреждающих допусков на определяющие диагностические параметры; тщательным сбором и обработкой на компьютере данных об изменениях определяющих диагностических параметров, о надежности КИ; развитием и широким использованием прогрессивных методов и средств технического диагностирования и контроля.

К объектам ТОиР по ТЭП относится большая группа КИ АЭСиПНК АТ, для которых характерны постепенные отказы, интенсивность которых возрастает с наработкой, оказывающие сильное влияние на безопасность полетов и процесс развития которых доступен для наблюдения соответствующими средствами технической диагностики.

Техническая эксплуатация по ТЭП применяется для таких КИ АЭСиПНК, как навигационно-плановые и командно-пилотажные приборы, навигационные приставки ПН-4 и ПН-5, пульта управления ПУ-33 и ПУ-46, блоки автопилота БАП-6, блок управления БУ-48, БУ-65, вычислители корректора высоты ВКВ-1-2, ВКВ-2, блок связи с навигационным комплексом БСН-7, малогабаритная гировертикаль МГВ-1СК, блок автоматики БА-18, БА-13-2, огнетушители УБЦ-8-1, ОР-1-2, ОСУ-5, рулевые агрегаты РА-56, рулевые привода РП-56, РП-58, РП-60, электромеханизм МУС-3ПТВ, перекачивающий насос ЭЦН-323, датчик топливомера ИТЭ-1Т, высотомер УВИД-М15ФК, кислородные баллоны, двигатель ТА-6А и его элементы, приемопередатчик Гр-2Б, вентилятор ДВ-302Т [12].

Как следует из структурных схем трех методов ТЭ, всем им присущ контур статистической обратной связи по надежности. Это значит, что контроль уровня надежности всегда осуществляется при любом методе технической эксплуатации. Однако для метода ТЭО контроль уровня надежности имеет наиболее существенное значение.

Качество любой стратегии и любого метода ТЭ определяется тем, насколько они удовлетворяют требованиям: безопасности полетов; взаимодействия между процессом изменения технического состояния КИ АЭСиПНК и процессом восстановления этого состояния; регулярности и рентабельности эксплуатации.

С позиций общих представлений стратегия ТОС с контролем параметров удовлетворяет этим требованиям наиболее полно. Преимущество стратегии в ее динамичности, но реализация стратегии, ее внедрение в практику ТО требуют выполнения определенных условий, причем условий взаимосвязанных. Структура и взаимосвязь условий применения стратегии ТОС с контролем параметров приведены на рис. 1.13.

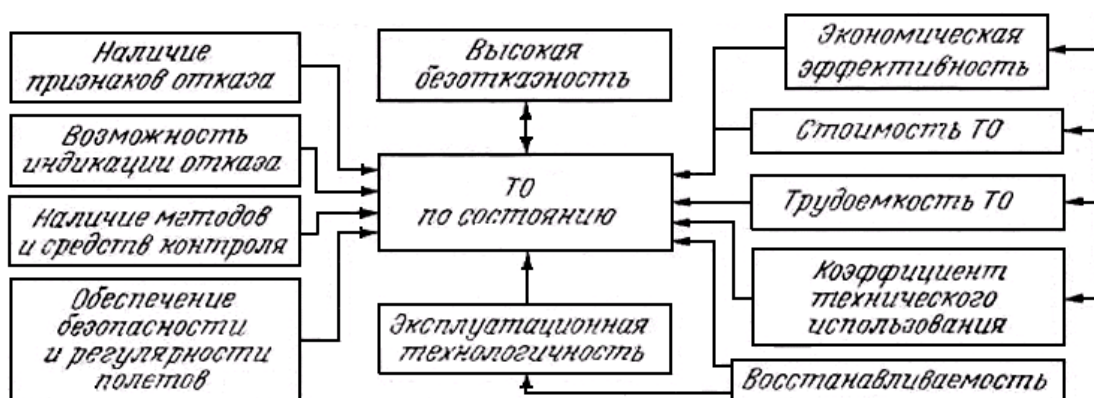


Рис. 1.13. Условия применения ТОС с контролем параметров

Главное условие для применения стратегии – обеспечение безопасности полета ВС. Важную роль играют такие вопросы, как регулярность полетов и рентабельность



эксплуатации ВС. С экономической точки зрения, внедрение новой стратегии должно сопровождаться повышением регулярности полетов рентабельности эксплуатации ВС.

АЭСиПНК должны быть приспособлены к контролю параметров и ТОиР. Каждое из приведенных условий может быть представлено количественной характеристикой и оценено в сравнении с другими.

Учет и выполнение этих условий при внедрении стратегии ТОС с контролем параметров, как правило, сопровождаются большими предварительными научно-исследовательскими работами и опытно-конструкторскими работами (НИРиОКР).

Эти работы включают: структурный и статистический анализ надежности; анализ технологичности при ТОиР; экономический анализ; исследование закономерностей изменения параметров и определение их предотказовых значений; исследование закономерностей изменения характеристик надежности; разработку методов и средств технического диагностирования; определение оптимальных режимов и регламентов технического диагностирования; выбор наивыгоднейших режимов работы и методов регистрации и оценки технического состояния АЭСиПНК; обобщение опыта эксплуатации и разработку рекомендаций по внедрению; оценку эффективности методов; корректировку эксплуатационной и ремонтной документации; разработку требований к промышленности по обеспечению безотказности и технологичности при ТОиР.

Для минимизации затрат на ТО и достижения высоких значений коэффициентов готовности и технического использования наиболее целесообразно проводить технологические операции по управлению состоянием изделий АЭСиПНК при всех видах ТО (оперативных и периодических) непосредственно на ВС, без демонтажа КИ. При этом виды и периодичность ТО АЭСиПНК должны соответствовать периодичности единого комплекса работ, выполняемых на ВС. Для обеспечения высокого коэффициента готовности время восстановления отказавших изделий должно сводиться к минимуму. Это достигается восстановлением работоспособности АЭСиПНК непосредственно на ВС, путем замены отказавших КИ, без подстройки АЭСиПНК в целом.

При размещении КИ АЭСиПНК на борту ВС и определении объемов работ по ТОиР должны обязательно приниматься во внимание функциональная значимость КИ. Изделия АЭСиПНК наибольшей функциональной значимости должны иметь лучшую технологичность при ТОиР и лучшие значения показателей ремонтпригодности.

При контроле технического состояния КИ АЭСиПНК, отказ которых является предпосылкой к авиационному происшествию, бортовые средства контроля должны работать в непрерывном режиме. Комплекс средств диагностирования и контроля АЭСиПНК должен состоять из бортовых и наземных устройств и являться составной частью авиационного комплекса, обеспечивающего эксплуатационный контроль. Отдельные типовые универсальные части комплекса должны разрабатываться с опережением по сравнению с разработкой изделий АЭСиПНК.

Один из путей внедрения и повышения эффективности стратегии ТОС – использование персональных компьютеров для оценки состояния изделий и принятия решения о проведении предупредительных работ. Для этих же целей могут использоваться специальные приставки к приборам диагностирования и контроля.

При применении стратегии ТОС с контролем параметров должны выполняться следующие условия [5]:

- периодичность проведения работ по диагностированию и контролю  $T_{ДК} \leq (0,1 \div 0,06)T_0$ ;

- среднее время восстановления  $T_B$  и среднее время проведения работ по контролю и диагностированию  $T_{ДК\ CP}$  должны находиться в соотношении  $T_{ДК\ CP}^{CP} / T_B \leq 0,2$ ; в случае если  $T_{ДК\ CP} / T_B > 0,2$ , применение ТОС становится нецелесообразным;

- средства диагностирования и контроля, применяемые при стратегии ТОС с контролем параметров, должны иметь высокую точность измерения; их допустимая погрешность  $\sigma_{и} \leq 0,1\Delta$ , где  $\Delta$  – поле допуска на контролируемый параметр.

Среднее время проведения работ по диагностированию и контролю

$$T_{ДК\ CP}^{CP} = T_{ТС}^{CP} + \sum_{i=1}^S q_i \tau_i^{CP}, \quad (1.13)$$

где  $T_{ТС}$  – среднее время определения технического состояния КИ АЭСиПНК;  $q_i$  – вероятность нахождения КИ АЭСиПНК в  $i$ -м состоянии;  $\tau_i^{CP}$  – среднее время технического обслуживания КИ АЭСиПНК в  $i$ -м состоянии.

В настоящее время в действующей и проектируемой аппаратуре существует определенный разрыв между многократным уплотнением элементной базы и наличием и уплотнением информации о состоянии элементов и изделия в целом. При этом затруднен выбор обобщающих параметров, позволяющих получать полную и достоверную оценку состояний, особенно предотказовых. Решение этого вопроса должно стать основным при внедрении стратегии ТОС.

Для эффективного решения задачи внедрения стратегии ТОС с контролем параметров в первую очередь необходимо, чтобы как разработчики аппаратуры, так и эксплуатационники отчетливо представляли себе весь комплекс требований, которым должны удовлетворять изделия АЭСиПНК. Внедрение стратегии – многоплановая, постепенно решаемая задача, поэтому требования должны быть достаточно гибкими, допускающими компромиссы. Практика разработки современных АЭСиПНК и опыт их эксплуатации позволяют сформулировать комплекс требований к ТОС изделий АЭСиПНК. По существу эти требования в основном затрагивают свойства эксплуатационной технологичности АЭСиПНК.

Невозможность выполнения каких-либо требований АЭСиПНК или выполнение их не в полной мере не должно однозначно вести к отказу от стратегии ТОС. Очевидно, здесь вновь и вновь следует возвращаться к вопросу об эффективности стратегии.

Переход на эксплуатацию по ТЭП – это большой коллективный труд, в основе которого лежит хорошее знание техники и творческое отношение к проблеме повышения эффективности эксплуатации.

Опираясь на комплекс требований к АЭСиПНК, разработчик определяет возможности и направления ТЭ на всех этапах разработки и эксплуатации. Представители авиакомпаний и научных организаций ГА оценивают изделия АЭСиПНК и работы по методу их ТЭ с точки зрения соответствия предлагаемому методу, который становится инструментом оценки эффективности ТЭ ВС.

Анализ особенностей стратегий ТОС показывает, что для максимальной эффективности их реализации необходимы высокая степень технологичности при ТОиР и наличие совершенных средств диагностирования и контроля технического состояния АЭСиПНК.

## 1.15. Производственные и технологические процессы технической эксплуатации

Производственный процесс технической эксплуатации – совокупность действий, в результате которых обеспечивается поддержание летной годности воздушных судов и их компонентов и состоит из технического обслуживания и ремонта ВС и их компонентов [31]. Ремонт ВС и их компонентов отличается от ТО тем, что при ремонте восстанавливается ресурс ВС и их компонентов. Производственный процесс ТЭ характеризуется предметами производства (ВС и их компоненты), средствами труда, технологическими процессами и самим трудом. Производственный процесс ТЭ включает подготовку ВС, организацию обслуживания рабочих мест, получение и хранение обменного или ремонтного фонда, материалов, полуфабрикатов и запасных частей, а также все стадии ТЭ.

Технологический процесс ТЭ – часть производственного процесса, непосредственно связанная с оценкой и изменением состояния ВС и их компонентов.

Технологический процесс периодического ТО АТ состоит из таких этапов [12, 16], как приемка ВС на ТО, предварительная проверка управления закрылками, предкрылками, стабилизатором, спойлерами; установка ВС в ангар; вывеска ВС на подъемники; открытие съемных панелей и лючков; дефектация ВС и их компонентов; снятие топливных, гидравлических и масляных и др. фильтров, очистка их и промывка, демонтаж заменяемых и неисправных КИ; собственно ТО в соответствии с технологическими указаниями по выполнению регламентных работ; установка компонентов из обменного фонда; проверка работоспособности систем ВС; проверка уборки и выпуска шасси; опускание ВС с гидropодъемников; выкатывание ВС из ангара и постановку его на гоночную стоянку; запуск и опробование двигателей; оформление эксплуатационной документации и выполнение заключительных работ после выполнения ТО, сдача ВС в цех оперативного обслуживания, а документации в ПДО.

Технологический процесс ремонта АТ состоит из следующих этапов [39]: приемка в ремонт, предварительная дефектация, демонтаж и разборка, очистка и промывка, дефектация, собственно ремонт, комплектовка КИ и агрегатов, сборка, испытания и сдача отремонтированной техники заказчику. Ремонт АТ выполняется в соответствии с документами, разрабатываемыми заводами-изготовителями и ремонтными предприятиями ГА. В состав документов по ремонту АТ входят: руководство по ремонту, технические условия на ремонт, каталог деталей и сборочных единиц, нормы расхода запасных частей.

Руководство по ремонту включает в себя технические условия на ремонт, технические требования к отремонтированным ВС, указания по организации и оснащению ремонта.

Технические условия на ремонт содержат указания о порядке выполнения демонтажно-монтажных работ, о методах восстановления деталей в зависимости от характера выявленных дефектов, о методах испытаний после ремонта.

На основе руководства по ремонту отдел главного технолога (ОГТ) ремонтного завода разрабатывает внутреннюю технологическую документацию по выполнению всех ремонтных работ (технологии ремонта, технологические инструкции и карты) и производственно-контрольную документацию по оформлению результатов этих работ. К производственно-контрольной документации образующих дело ремонта, относятся: документы по приемке АТ в ремонт; карты дефектации; протоколы испытаний, измерений и нивелировочные данные; карты выполненных доработок по бюллетеням промышленности; акты сдачи отремонтированной техники. Все эти документы образуют дело ремонта.

## 1.16. Директивы летной годности, доработка и модификация авиационной техники

### Требования EASA

**Директивы летной годности** [19]. Возможные модификации воздушных судов описываются заводом-производителем, публикуются в виде сервисных бюллетеней и должны рассматриваться курирующей организацией ГА – Межрегиональным территориальным управлением агентства ВТ «Росавиация» как обязательные для исполнения директивы летной годности Airworthiness Directive (AD). Все AD, выпущенные Курирующей организацией ГА по месту регистрации ВС и его изготовлению, должны снабжаться: сервисной информацией (сервисные бюллетени, сервисные письма и т.д.), опубликовываемой организацией, ответственной за конструкцию типа, должна формально ассистироваться владельцем/оператором и, если необходимо, утверждаться по их безопасности и надежности. Ссылка на сервисную информацию должна иметься в бортовом журнале (не обязательно).

Пример одной из директив: Федеральная авиационная администрация США (FAA) выпустила Директиву лётной годности AD 2011-21-07 по самолётам Bombardier CL-600-2B19 (Региональные серии 100 & 440); CL-600-2C10 (Региональные серии 700, 701, & 702); CL-600-2D15 (Региональные серии 705) и CL-600-2D24 (Региональные серии 900). Директива следует из обязательной информации по поддержанию лётной годности (МСАИ), полученной от авиационной администрации другой страны в целях выявления и устранения небезопасного состояния авиационной техники. Было получено несколько сообщений о различиях в показаниях скорости на приборах командира и второго пилота. Выяснено, что при сильном дожде или после него трубка полного давления частично или полностью блокируется водой, которая не выходила через дренажное отверстие. Исследование показало, что дренажные баллоны (влагоотстойники), используемые в основной системе статического канала, имеют контрольные клапаны, которые препятствуют прохождению воды. Этот недостаток, если его не устранить, приведёт к ошибочным показаниям скорости и высоты. Директива требует действий, направленных на устранение этого небезопасного состояния. Она вступила в силу с 23 ноября 2011 года.

**Эксплуатационные бюллетени иностранных ВС** [10, 19]. Всякий раз, когда выпускается Сервисный бюллетень (SB) на ВС, меняется конфигурация воздушного судна. Выпуск SB может повлиять на условия допуска ВС к эксплуатации согласно MEL. Поэтому важно и необходимо сообщать о всех внедренных SB посредством заполнения специального Бланка сообщения SB и направлять его в Отдел поддержания летной годности производителя самолетов. Это поможет поддерживать актуальность эксплуатационной документации. Своевременное и правильное сообщение о выполненных SB обеспечивает: максимальный уровень безопасности в процессе допуска ВС к полетам и его эксплуатации; оптимальную эксплуатацию парка воздушных судов.

**Модификация АТ** означает изменение ВС/компонента в соответствии с утвержденным стандартом [10, 19]. Это изменение состояния ВС, благодаря которому получается Сертификат типа (TC) и Сертификат летной годности (CofA). Обязательная модификация – это модификация, которая должна быть внедрена для обеспечения продолжительной летной годности. В зависимости от срочности проведения модификации оператору обычно сообщается количество летных часов, в течение которых должна быть произведена

модификация ВС для соответствия с директивой. Модификации публикуются производителем в форме Сервисных бюллетеней. Внесенные модификации в самолет, двигатель, воздушный винт, связанные с изменением их оригинальной конструкции должны быть зарегистрированы в бортовом журнале.

### **Требования отечественных нормативных документов**

Доработка авиационной техники проводится по бюллетеням промышленности, предусматривающим улучшение конструкции или модернизацию оборудования на АТ. Доработки выполняются на заводах промышленности, ремонтных заводах гражданской авиации или на эксплуатационных предприятиях ГА. Бюллетени промышленности определяют работы, связанные с устранением конструктивных и производственных недостатков, а также введением конструктивных улучшений АТ.

Бюллетени делятся на следующие группы [2, 12]:

«БА» – бюллетени, по которым доработки выполняются срочно. При этом запрещаются полеты на ВС с невыполненными доработками;

«БД» (в том числе «ДА», «ДК», «ДМ») – бюллетени, включающие доработки по устранению дефектов и неисправностей, вызвавших прекращение полетов (связанные с устранением конструктивных и производственных дефектов «ДА», не вызвавших прекращения полетов «ДК», и связанные с модификацией и дальнейшим усовершенствованием АТ «ДМ»);

«БУ» – бюллетени, связанные с улучшением, усовершенствованием, повышением надежности без прекращения полетов;

«БЭ» – эксплуатационные бюллетени, являющиеся дополнениями к действующим инструкциям и руководствам по эксплуатации, регламентам ТО АТ, предназначенные для улучшения методов эксплуатации, обслуживания и хранения АТ;

«БР» – ремонтные бюллетени, являющиеся дополнениями к руководству по ремонту или рекомендациями по ремонту в процессе эксплуатации, направленные на улучшение технологии ремонта АТ;

«БИ» – информационные бюллетени о конструктивных и схемных различиях, изменениях изделий;

«ИК» – бюллетени по изменению конструкции, являющиеся дополнениями к техническим описаниям АТ.

Бюллетени выпускаются или по типу ВС, или по отдельным изделиям бортового оборудования ВС. Тип ВС, к которому относится бюллетень, определяется по первым трем цифрам кода ВС (например, 085 – Ту-154, 065 – Ту-134, 086 – Ил-62 и т.д.) Если бюллетень относится к тому или иному бортовому изделию (или устройству для технического обслуживания) безотносительно к какому-то конкретному типу ВС, то в первых трех разрядах кода записывается код вида АТ, по которому выпущен бюллетень. Так, для АиРЭО установлены коды: 068 – электрооборудование; 069 – РЭО; 070 – приборное оборудование; 072 – фотооборудование; определенные коды установлены для авиадвигателей, планера и т.д. В бюллетенях о доработках кратко излагаются сведения: по какому вопросу выпущен бюллетень, на каких номерах и сериях изделий делается доработка, перечень работ, технология выполнения работ, чертежи, эскизы, рисунки, схемы, перечень необходимых материалов, деталей, приспособлений, инструментов.

Бюллетени вводятся в действие Федеральным органом государственного регулирования на воздушном транспорте и выполняются в соответствии с Положением о выпуске

бюллетеней и выполнении по ним работ на АТ. После введения бюллетеня в действие вышестоящей организацией он внедряется в производство указанием главного инженера ремонтного завода ГА. В указании дается распоряжение: производственным цехам об изучении бюллетеня и подготовке производства к выполнению работ; техническому отделу – о подготовке технологической документации; материально-техническому отделу – о поставке готовых изделий; комплектов монтажных деталей, материалов, оснастки, инструментов; экономическому отделу и бюро – о выделении дополнительных ресурсов.

В процессе выполнения работ на ремонтном заводе ГА по ремонту и монтажу несъемного АиРЭО, предусмотренных действующей технологией, параллельно производятся работы по выполнению бюллетеней, связанных с изменениями конструкции АТ. Работы по бюллетеням на заводах ГА проводятся представителями заводов-изготовителей АТ, а также силами АРП в зависимости от указаний в тексте бюллетеня. Поставка деталей, материалов, готовых изделий, необходимых для выполнения работ по бюллетеням, связанным с устранением конструктивных и производственных недостатков, производится заводами-изготовителями. А по бюллетеням, связанным с модернизацией оборудования, систем и по требованию МГА, поставка производится заводами-изготовителями, готовые же изделия и расходные материалы поставляются эксплуатационными предприятиями.

После приемки аппаратом ОТК всех монтажных работ, проверки правильности подключения бортовой электросети к комплектующим изделиям и распределительным устройствам, а также проверки сопротивления изоляции ВС включается под ток. Рабочие и ИТР осуществляют проверку и регулировку систем АиРЭО и сдают выполненную работу для приема заказчику – представителю авиакомпании.

Часть бюллетеней выполняется в эксплуатации в условиях АТБ представителями заводов-изготовителей АТ или силами ремонтных заводов. Выполнение работ в эксплуатации по бюллетеням оформляется актом. Если работы по бюллетеню выполняются представителями завода-изготовителя, то ими составляется технический акт за подписями лиц, ответственных за доработку, и начальника ОТК АТБ. Один экземпляр акта выполненных работ по бюллетеню прикладывается к карте-наряду на ТО, а два экземпляра передаются представителю завода-изготовителя.

## **1.17. Продление летной годности, ресурсов ВС и комплектующих изделий**

### **Требования EASA**

Организация по управлению продлением летной годности, сертифицированная по Part-M, несет ответственность за продление летной годности, в случае если контракт владельца на продление годности соответствует условиям Part-M.

Владельцы ВС отвечают за продление летной годности; выполнение директив летной годности; устранение дефектов: выполнение программы техобслуживания; обслуживание, проводимое организацией, сертифицированной по Part-145; технические записи; подтверждение модификаций и ремонтов; доклады по возникшим дефектам.

Арендатор отвечает за продление летной годности при аренде самолета, если он зарегистрирован и подробности содержатся в контракте на аренду. Организация по ТО несет ответственность за обслуживание больших самолетов, всех самолетов и компонентов к ним, которые используются для коммерческих воздушных перевозок.

Инструкции по поддержанию летной годности должна готовиться держателем Сертификата типа и рассылаться всем известным владельцам/операторам ВС.

Организации и персонал, занятые поддержанием летной годности самолета и его компонентов, включая их техническое обслуживание, должны соответствовать положениям Part-M и, где необходимо, положениям Part-145 и Part-66.

Управление продлением летной годностью (Management exposition) утверждается Курирующей организацией ГА на основании заявления Генерального директора, в котором указываются разрешенные работы, назначенный персонал, схема организации, штат по определению летной годности, описание и место расположения производства, процедуры, внесение изменений.

Выполнение заданий по продлению летной годности включает следующие работы: описание графика работ, предполетный осмотр, устранение дефектов/повреждений, выполнение технического обслуживания (программы обслуживания), эффективность программы обслуживания (для больших или коммерческих самолетов), директивы оперативной летной годности, модернизацию и ремонт, политику проведения необязательных модификаций, контрольные полеты.

Для каждого самолета проводятся следующие операции:

- Развитие и контроль программы обслуживания и программы надежности.
- Оригинал и копия подтверждения направляется владельцу некоммерческого ВС.
- Подтверждаются модификации и ремонты.
- Необходима уверенность, что обслуживание выполнено и выдан сертификат RTS.
- Необходима уверенность в выполнении AD и OD и т. д.
- Убедиться, что найденные и зарегистрированные дефекты ликвидированы.
- Убедиться, что обслуживание проводится сертифицированной организацией.
- Координировать использование всех средств для производства технического обслуживания.
- Отслеживать занесение записей в журналы.
- Обеспечивать своевременную регистрацию характеристик массы и весового баланса.

### **Требования отечественных нормативных документов**

Эксплуатация АТ допускается только в пределах назначенных ресурсов и общих сроков службы, устанавливаемых разработчиками и ФАВТ на основании результатов государственных и эксплуатационных испытаний, а также опыта эксплуатации АТ данного типа [9, 12, 39]. Продление назначенных ресурсов и общих сроков службы АТ запрещается. Индивидуальное продление межремонтных ресурсов (сроков службы) ВС, авиадвигателям и их комплектующим изделиям осуществляется специалистами АТБ, ГосНИИГА и ОКБ в соответствии с установленными межведомственными требованиями.

Эксплуатационным предприятиям разрешается продлевать межремонтный ресурс и срок службы самолета, двигателя и комплектующих изделий до пределов, установленных специальным приказом Федерального агентства воздушного транспорта Минтранса России.

Продление ресурсов ВС производится на основании технического акта осмотра самолета, составленного комиссией под председательством начальника (главного инженера) АТБ. Акт утверждается главным инженером межтерриториального управления ГА. О продлении ресурса делается запись в формуляре. Акт прикладывается к карте-наряду на ТО,

при котором проводилось продление ресурса. Продление межремонтных ресурсов и сроков службы агрегатов и приборов делается без составления акта, оформляется в паспорте данного изделия и заверяется подписью лица, руководившего продлением.

Продление общих технических ресурсов и сроков службы категорически запрещается. Но в особых случаях, когда имеется решение о возможности продления ресурса ВС, поэтапное продление общих технических ресурсов и сроков службы ВС и их компонентов производится совместным решением ГосНИИГА, конструкторских бюро и эксплуатационных предприятий на основании решений и заключенных договоров о выполнении индивидуальной работы по продлению ресурса конкретному ВС. Для выполнения этой работы составляется технический акт о продлении ресурса с представлением доказательной документации об отсутствии эксплуатационных перегрузок ВС более установленных эксплуатационной документацией, техническом состоянии ВС и его компонентов с составлением карты выявленных и устраненных коррозионных повреждений, выполнении бюллетеней по неразрушающему контролю авиационной техники, выполнении бюллетеней промышленности и текущего состояния авиационной техники, а также по аутентичности компонентов ВС. Решение о продлении ресурсов принимается совместным решением ГосНИИГА, КБ и эксплуатирующей организации о продлении ресурса конкретному экземпляру АТ и его компонентам на определенные летные часы и срок эксплуатации на основании заключенных договоров о выполнении работы по индивидуальному продлению ресурса конкретному экземпляру АТ и выполненном исследовании о возможности продления ресурса.

### **1.18. Рекламационно-претензионная работа**

Для предъявления претензий поставщикам и восстановления вышедшей из строя ранее истечения гарантийных сроков АТ составляют рекламационные акты. Эти акты составляют в случаях несоответствия требованиям стандартов, технических условий и договоров поставляемой АТ, тары, упаковки, консервации и маркировки, а также выхода из строя этой техники до истечения сроков по причинам, исключаящим вину эксплуатирующих организаций при ее хранении и эксплуатации [2, 12].

Рекламационные акты составляются для предъявления претензий: заводам-изготовителям основных изделий (ВС, двигателя), а также предприятиям, изготавливающим наземное оборудование для ТО АТ; ремонтным предприятиям в случае выхода из строя АТ, не отработавшей установленного межремонтного ресурса или срока службы из-за некачественного ремонта.

Для составления рекламационного акта руководитель предприятия назначает комиссию, куда также включается представитель завода-изготовителя. Комиссия принимает все необходимые меры для тщательного и быстрого выявления причин и виновников отказа изделия и составляет рекламационный акт. В случае несогласия сторон представитель завода-изготовителя пишет свое особое мнение, которое прилагается к каждому экземпляру акта. Эксплуатационное предприятие обязано приложить свои замечания к особому мнению представителя завода. О состоянии рекламационного акта делается запись в формуляре паспорта изделия АТ.

Рекламационные акты составляются в трех экземплярах. Не позднее двух суток со дня составления и подписания комиссией рекламационного акта он направляется главному



инженеру управления, который в трехдневный срок со дня получения обязан утвердить акт, поставить на нем печать и разослать по адресам: два экземпляра - представителю заказчика на заводе-изготовителе для предъявления претензии заводу и один экземпляр - эксплуатирующей организации, в которой составлен акт. Во всех случаях общий срок составления рекламационного акта с момента обнаружения дефекта не должен превышать 30 суток.

Правильно проводимая рекламационная работа способствует дальнейшему совершенствованию АТ и повышению ее надежности.

Рекламационно-претензионная работа направлена на повышение ответственности заводов промышленности и ремонта за качество поставляемой или ремонтируемой ими АТ, своевременное восстановление вышедших из строя изделий за счет заводов, возмещение заводами причиненных авиапредприятиям убытков, связанных с восстановлением АТ, задержками вылетов или прекращением полетов.

Для предъявления претензий поставщикам и ремонтным заводам при выходе из строя АТ ранее истечения гарантийного срока поставщика или гарантийного межремонтного срока ремонтного завода составляют рекламационные акты в трех экземплярах. Рекламационные акты составляются также при несоответствии техники, ее упаковки, консервации и маркировки требованиям стандартов, технических условий и договоров на поставку. В случае отказа изделия за пределами гарантийного ресурса или срока вместо рекламационного составляется технический акт по форме рекламационных актов. Эти акты используются в качестве источника информации заводов-изготовителей для принятия мер по совершенствованию АТ. Рекламация не предъявляется, если дефект или отказ АТ вызван нарушением инструкции и правил технической эксплуатации.

Рекламационные акты составляются следующим предприятиям: поставщику основного изделия – заводу-изготовителю самолета или авиадвигателя независимо от того, какой установленный агрегат (прибор или система) отказал, если этот агрегат не был заменен на новый в процессе эксплуатации; заводу-изготовителю агрегата (прибора, системы), если рекламируемый агрегат был установлен на самолет взамен того, который прибыл вместе с самолетом с завода; ремонтному предприятию в случае выхода из строя АТ, не отработавшей гарантийного межремонтного ресурса из-за низкого качества ремонта.

Рекламационная работа проводится инженерным составом АТБ авиакомпаний совместно с юрисконсультom предприятия. Для составления рекламационного акта не позднее 2 суток с момента обнаружения отказа направляется телеграмма-вызов директору завода-изготовителя ВС, а копия ее – представителю заказчика на этом заводе. Если представитель завода-изготовителя постоянно или временно находится в эксплуатирующей организации, то рекламация предъявляется ему. Но телеграмма на завод посылается без вызова с указанием, что претензия предъявлена представителю. При этом он обязан немедленно приступить к восстановлению отказавшего изделия и восстановить его не позднее 5 суток с момента предъявления рекламации. В отдельных случаях, если отказ изделия не повлек за собой порчи ВС и он может быть введен в строй путем замены отказавшего изделия, начальник АТБ может дать указание о замене изделия и вводе в строй ВС до приезда представителя завода. Снятые отказавшие изделия упаковывают, пломбируют и хранят до приезда представителя завода.

Для составления рекламационного акта руководитель предприятия назначает комиссию, в которую включается и представитель завода. Комиссия должна в кратчайший срок выявить

причину отказа изделия и составить рекламационный акт, подписанный всеми членами комиссии. К рекламационному акту должны прилагаться расчеты и обоснования материальных претензий с копиями финансовых документов, подтверждающих понесенные убытки. В случае несогласия представитель завода пишет свое особое мнение, которое прилагается к акту. В этом случае предприятие обязано приложить к акту свои замечания к особому мнению представителя завода. Если комиссия не может точно определить причину отказа, то она принимает решение об отправке изделия в ГосНИИГА на исследование. Это решение записывается в рекламационный акт. Акты утверждаются главным инженером авиапредприятия и рассылаются заводу-изготовителю или ремонтному заводу и территориальному управлению гражданской авиации. Один экземпляр акта остается в эксплуатирующей организации.

### **1.19. Аутентичность компонентов авиационной техники**

Аутентичность – соответствие компонента ВС установленным требованиям сохранения летной годности государства регистрации ВС. Любые запасные комплектующие изделия, части, оборудование или материалы должны соответствовать требованиям конструкции, нормативно-техническим документам и поступать из источников, приемлемых для государства регистрации ВС. Проверки ВС, проведенные на аутентичность агрегатов и КИ, свидетельствуют, что в эксплуатацию поступают изделия с неявным жизненным циклом, неустановленного происхождения, имеющие фальсифицированные формуляры и паспорта или их дубликаты [17]. Основными источниками поступления в эксплуатацию таких АиКИ являются посреднические организации – поставщики и ряд ремонтных организаций.

Целью проводимых в соответствии с положением о аутентичности компонентов ВС является подтверждение жизненного цикла компонента ВС, включая в т.ч. установление факта соответствия каждого проверяемого компонента ВС установленным требованиям действующей НТД и подтверждение его поступления из утвержденного источника поставок АТИ. Основная задача проводимых работ – обеспечение поддержания летной годности воздушных судов на уровне, приемлемом для государства регистрации ВС, в соответствии с действующими нормативными документами.

С целью обеспечения процесса поддержания летной годности на всех этапах жизненного цикла воздушных судов в ГосНИИ ГА разработана Информационно-аналитическая система мониторинга летной годности ВС (ИАС МЛГ ВС). Данная система обеспечивает информационную поддержку процедур сертификации экземпляра ВС, продления ресурсов, перевода на ТЭС, авторского надзора со стороны изготовителей АТ и контроля летной годности ВС РФ со стороны Национальной авиационной администрации.

Нормативной базой проведения работ является утвержденная «Методика оценки аутентичности компонентов ВС». Настоящей Методикой предусматривается проведение работ, направленных на выявление неутвержденных компонентов ВС в авиационных организациях на стадиях их приобретения, хранения и эксплуатации. Актуальность разработки и применения настоящей Методики обусловлена сложившимся критическим положением в гражданской авиации РФ, связанным с участвовавшим выявлением в эксплуатации компонентов ВС с сомнительной пономерной документацией и, как следствие, с неявным жизненным циклом.

Работа по оценке аутентичности компонентов ВС заключается в подготовке и представлению в ГосНИИГА доказательной документации по аутентичности компонентов эксплуатируемых на ВС авиакомпаний.

Оценка аутентичности компонентов ВС состоит в анализе единой информационной базы паспортов КИ АТ, находящихся в эксплуатации, представленной на рис. 1.14. Авиакомпании периодически присылают в ГосНИИГА обменные файлы образа воздушного судна, состоящие из электронных копий паспортов и формуляров КИ конкретных номеров ВС путем цифрового фотодокументирование пономерной документации в авиационной организации. Разработанная единая информационная база позволяет осуществлять формирование информационного образа ВС и выявлять КИ сомнительного происхождения, пресекать поступление в эксплуатацию неаутентичных КИ АТ и КИ, имеющих одинаковые номера, но находящиеся на эксплуатации в различных авиакомпаниях. Материалы, полученные в процессе работы в соответствии с Методикой («Акт оценки аутентичности», «Акт о мероприятиях по устранению выявленных недостатков», «Перечень компонентов ВС с дубликатами паспортов и формуляров», «Перечень компонентов ВС с ограниченным ресурсом», «Перечень источников поставки компонентов ВС» и т.д.), используются авиационной организацией и центрами сертификации в составе доказательной документации: при сертификации экземпляра ВС; при сертификации эксплуатанта; при сертификации организаций по ТООР; при продлении ресурсов и сроков службы ВС; при разработке Перечня организаций-поставщиков АТИ для авиационной организации.

При проведении данных работ специалистами ГосНИИГА проводится «ТЕСТ-анализ» пономерной документации, представленной авиакомпаниями, по результатам которого дается оценка аутентичности компонентов ВС с проведением электронной выверки пономерной документации на Изготовителях компонентов ВС, заключение о состоянии вопроса аутентичности компонентов заявляемого ВС авиакомпании. В случае отрицательных результатов «ТЕСТ-анализа» по рекомендациям ГосНИИГА специалистами авиакомпании проводятся работы по проверке и устранению выявленных несоответствий [17].

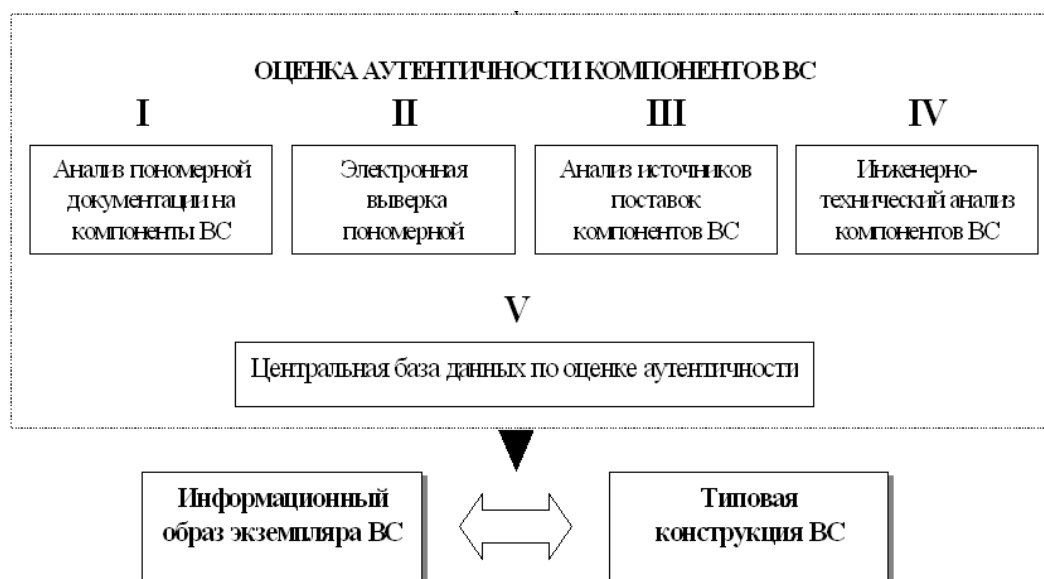


Рис. 1.14. Система оценки аутентичности компонентов ВС

При выполняемых работах по аутентичности компонентов ВС осуществляются электронная выверка пономерной документации по запросам авиапредприятий; анализ и

обобщение материалов по аутентичности при оценке технического состояния воздушных судов при продлении ресурсов и сроков службы ВС, при переводе эксплуатации компонентов ВС на эксплуатацию по техническому состоянию, при сертификации экземпляра ВС, ремонте ВС и компонентов ВС, а также в других случаях, предусмотренных руководящими документами авиационных властей.

В случаях, когда по результатам оценки аутентичности выявлены сомнительные компоненты ВС, допускается проведение инженерно-технического анализа (ИТА). Инженерно-технический анализ – комплекс мероприятий, обеспечивающий принятие технически обоснованного решения о возможности дальнейшей эксплуатации сомнительного компонента ВС. Основной задачей инженерно-технического анализа является определение соответствия нормативно-технических параметров компонента ВС, его составных частей и элементов действующим техническим условиям.

## **1.20. Перспективы развития ТЭ АЭСиПНК**

Дальнейшее совершенствование технического обслуживания осуществляется в первую очередь путем рационального распределения больших временных затрат и трудоемких операций по формам ТО меньшей трудоемкости. Практически это приводит к изменению содержания различных форм ТО, изменению числа форм (или этапов). Главным при реализации изменения содержания отдельных форм является не только распределение во времени технологических операций, но и увеличение периодичности выполнения трудоемких работ по техническому обслуживанию и учет состояния техники путем предварительного диагностирования [4, 5, 33].

Изменение объемов работ, выполняемых при различных формах, привели к изменению содержания основного документа, определяющего объемы и сроки проведения работ – регламента. В качестве примера реализации поэтапного метода ТО рассмотрим «Регламент технического обслуживания самолета Ту-154М». Часть II /-М.: Воздушный транспорт, 1994./ Согласно этому регламенту периодические формы ТО состоят из работ: 1) предварительных, 2) по осмотру и обслуживанию, 3) заключительных. Предварительные и заключительные работы являются общими для всех форм ТО. ТО назначается по наработке (в летных часах, посадках) или по календарным срокам в зависимости от условий эксплуатации ВС.

При ТО по наработке выполняется 13 последовательных форм. Очередная форма следует через (300 + 30)ч после предыдущей. Отсчет форм ведется с момента начала эксплуатации или после выполнения последнего ремонта. Полный цикл ТО из 13 форм охватывает весь межремонтный период эксплуатации – 4000л.ч (2000 посадок).

Сопоставление ранее действовавшего и нового регламентов позволяет выявить основные отличительные особенности нового метода в части ТО РЭО. Ранее снятие аппаратуры с борта самолета Ту-154М осуществлялось через каждые 300ч налета. При этом демонтировались полностью или частично 12 систем АиРЭО. В новом регламенте сроки демонтажа и проверки в лабораториях отдельных изделий увеличены до 500 и даже 1000 ч наработки. Однако работоспособность изделий АиРЭО проверяется на борту в каждой форме ТО с применением при необходимости наземных имитаторов и встроенных измерительных приборов. В регламенте приведены указания по ТО отдельных изделий АиРЭО в цехе лабораторной проверки АиРЭО АТБ.

В связи с поступлением на эксплуатацию ВС иностранного производства В-737, В-757, В-777 и отечественных ВС нового поколения, таких как Ил-96-300, Ту-204СМ и др., на которых не предусмотрено выполнение капитальных ремонтов, в целях совершенствования технического обслуживания и ремонта авиационной техники, создания условий для более высокого уровня поддержания летной годности ВС Минтранс РФ утверждено распоряжение по созданию Центров технического обслуживания и ремонта авиационной техники (Центр ТОиР АТ).

Центром технического обслуживания и ремонта авиационной техники может являться организация по ТОиР АТ, способная выполнять все виды технического обслуживания, определенные организационно-распорядительной документацией конкретных типов воздушных судов, доработки по бюллетеням промышленности, полный комплекс или отдельные элементы капитального ремонта (для ВС, где предусмотрен капитальный ремонт), а также соответствующая основным признакам, присущим только Центру ТОиР АТ.

Центры ТОиР АТ оснащаются достаточным количеством требуемого оборудования, приспособлений, инструмента, измерительной техники и должны иметь развитую систему внутренней и внешней связи, современные средства документирования выполняемых работ.

Производственный процесс ориентируется на применение компьютерных технологий; способность выполнять в соответствии с заключенными договорами между Центром ТОиР и заинтересованными организациями следующие работы:

- продление межремонтных, назначенных ресурсов и сроков службы;
- изменение методов технической эксплуатации, стратегий технического обслуживания и ремонта ВС (их компонентов), проводимые по согласованию с разработчиком, изготовителем авиационной техники, научно-исследовательскими организациями;
- взаимодействие на постоянной основе с научно-исследовательскими организациями, Государственным центром "Безопасность полетов на воздушном транспорте" в части использования отраслевой информации по надежности АТ, ресурсам и срокам службы, передового опыта по техническому обслуживанию и ремонту воздушных судов;
- формирование на своей базе постоянно действующих представительств разработчика и изготовителя авиационной техники по сопровождению со стороны промышленности процессов технического обслуживания и ремонта конкретных типов ВС, авиационных двигателей, комплектующих изделий;
- контроль качества со стороны Центра ТОиР АТ за выполняемыми работами привлеченных исполнителей.

Одним из перспективных направлений в мире по совершенствованию системы технической эксплуатации ВС, повышению эффективности процессов ТО ВС, повышению рентабельности эксплуатации и регулярности полетов является упреждающее обслуживание, основанное на сборе и обработке информации о текущем техническом состоянии, прогнозировании изменения состояния АЭСиПНК, позволяющих предупредить опасное изменение состояния систем ВС.

Упреждающее обслуживание – это деятельность по своевременному выявлению и устранению первоначальных признаков отказа. Оно основано на отслеживании тенденции изменения работы систем ВС с целью получения функциональных признаков, возникающих на ранних стадиях предотказного состояния.

Методы упреждающего обслуживания стали новой ступенью технической эксплуатации. За счет "упреждающей" эксплуатации достигается максимальное время бесперебойной

работы оборудования и систем ВС в целом. Эффективность и окупаемость технологий упреждающего обслуживания зависит от авиакомпании и промышленности. В целом методы упреждающего обслуживания обеспечивают большую экономию, чем технологии обслуживания по состоянию и ресурсу. Исследования компании Emerson Process Management показывают, в случае упреждающего подхода расходы будут в 5 раз ниже расходов на профилактическое обслуживание. Экономия средств также достигается благодаря сокращению времени вынужденного простоя. Но для того, чтобы упреждающее обслуживание было эффективным, необходимо иметь соответствующие методы, средства диагностирования и контроля состояния бортовых систем и технологии их реализации, позволяющие получать необходимую информацию в «реальном» масштабе времени.

Разработка технологии упреждающего анализа технического состояния систем для улучшения эффективности работы и сокращения эксплуатационных затрат является одним из перспективных направлений технической эксплуатации АЭСиПНК. Основанная на сборе и обработке информации технология позволяет прогнозировать дальнейшее развитие событий и осуществлять автоматический мониторинг и диагностику состояния любого оборудования. Высокая значимость и потребность в ускоренном развитии и совершенствовании систем и оборудования ВС определяют необходимость решения следующих задач внедрения упреждающих технологий ТЭ АЭСиПНК: разработки критериев и интегральных показателей оценки качества ТЭ; разработки методических основ управления качеством ТЭ; разработки модели оптимального взаимодействия и функционирования технологических и организационно-технических структур ТЭ; разработки инструментального обеспечения процесса ТЭ; совершенствования методов и средств ТЭ АЭСиПНК.

За последние 30 лет главной задачей развития авиационно-транспортной системы является поиск новых подходов в решении проблемы повышения безопасности полетов ВС. Очевидно, что традиционная ретроактивная (Reactive) идеология профилактики авиационных событий, построенная на строгом соблюдении нормативных требований и внедрении профилактических рекомендаций, разработанных по результатам расследования происшедших событий, себя исчерпала [44, 48, 49]. Поэтому ИКАО разработала принципиально новую идеологию профилактики авиационных происшествий и инцидентов, названную «управлением безопасностью полетов». Новая идеология предотвращения АП и инцидентов предполагает создание в авиапредприятиях системы управления безопасностью полетов (СУБП), которая: обеспечивает непрерывный мониторинг и регулярную оценку достигнутого уровня безопасности полетов; выявляет фактические и потенциальные угрозы безопасности; гарантирует принятие корректирующих мер, необходимых для уменьшения факторов риска/опасности. СУБП акцентирована не на ожидании негативного события, а на выявлении опасных факторов в авиационной системе, которые еще не проявились, но могут стать причиной инцидентов, аварий и катастроф. Такой подход в профилактике авиационных происшествий получил наименование «проактивный» (Proactive). Накопленный опыт расследования авиационных событий показал, что каждое из них было обусловлено воздействием нескольких причин, которые долгое время скрывались в виде недостатков (опасных факторов или факторов риска) компонентов авиационной транспортной системы. В соответствии с проактивным подходом в авиакомпаниях разрабатываются специальные методики, предназначенные для оценки степени риска прогнозируемых событий. По сути, проактивное обслуживание предполагает тот же реагирующий подход, как и обслуживание

по состоянию с контролем параметров (ТЭП), но в качестве диагностических признаков выбираются такие параметры системы, наблюдение которых позволяет контролировать глубинные причины деградации факторов стабильности системы (рис. 1.15).

В настоящее время расходы на техническое обслуживание составляют от 12 до 18% от прямых эксплуатационных расходов. На сегодняшний день одним из перспективных является метод упреждающего (проактивного) технического обслуживания (Proactive Maintenance), основанный на использовании технологии прогнозирующего анализа (Predictive Analytics). Основанная на сборе и обработке информации технология позволяет прогнозировать дальнейшее развитие событий, осуществлять автоматический мониторинг и диагностику состояния любого оборудования. Система производит непрерывный анализ и обработку данных, оповещая о появившихся или возможных проблемах, анализирует работу каждого компонента АЭСиПНК в реальном времени, прогнозирует его состояние в будущем.

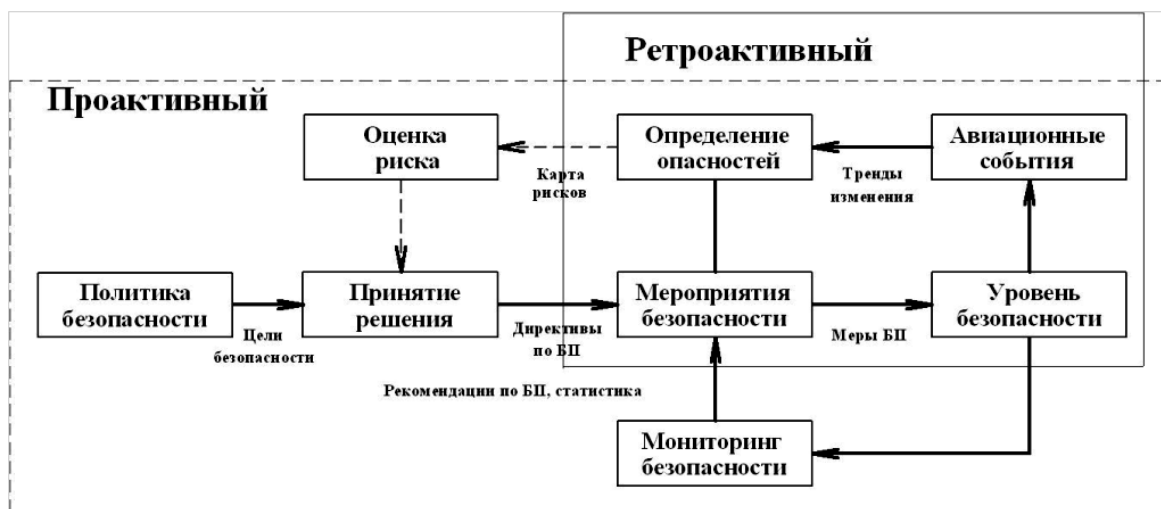


Рис. 1.15. Структура проактивного обслуживания

Эффективность ТЭ современных и перспективных самолетов определяется системой информационного обеспечения процессов ТЭ. Она должна базироваться на максимально достоверной информации о состоянии систем в полете и во время ТОиР. Информационное обеспечение должно предусматривать возможность сбора и обработки статистических данных по отказам и неисправностям АЭСиПНК, сбоям в работе, по ошибкам и сбоям программного обеспечения АЭСиПНК; учета наработки каждого конкретного контролируемого КИ и систем; учета движения каждого изделия в процессе эксплуатации и т.д. Требуется новый подход к организации процессов контроля на базе комплекса средств диагностирования с повышенными характеристиками быстродействия, достоверности, глубины контроля. Эффективность такого контроля значительно возрастает при обмене информацией по радиоканалам борт – земля – борт через искусственные спутники земли.

Эффективность ТЭ невозможна без повышения требований к АЭСиПНК. Составные части комплекса АЭСиПНК должны обеспечивать системный подход по критерию минимума эксплуатационных затрат при ограничениях, связанных с безопасностью полетов, и возможность сопряжения различных источников информации, оптимальную обработку информации и выдачу ее инженерно-техническому составу в удобном для использования виде, в том числе по отказам и неисправностям и возможности эксплуатации ВС с неисправностями.

## Глава 2. Подготовка АЭСиПНК к техническому обслуживанию



### 2.1. Учет наработки

При выполнении рейса экипаж ВС оформляет задание на полет, отчет о работе материальной части в рейсе и бортовой журнал. В процессе полета и после его выполнения в справку о работе материальной части в рейсе, выданную планово-диспетчерским отделом АТБ, экипаж вписывает сведения о наработке воздушного судна в рейсе: летного времени в часах, количества произведенных посадок, продолжительности работы двигателей на взлетном режиме, количества выводов двигателей на взлетный режим. Заполненные сведения подтверждаются подписью и фамилией члена экипажа, заполнившего справку. После завершения рейса заполненная справка о работе материальной части в рейсе передается в ПДО АТБ авиакомпании и является основным первичным документом учета наработки ВС в рейсе [9, 12, 31].

Техники по учету ПДО переносят данные о наработке из справки в компьютер учета наработки ВС, который суммирует наработку самолета в рейсе с предыдущими данными по наработке ВС и назначению форм периодического ТО и сложных форм оперативного обслуживания. При остановке самолета на периодическое обслуживание наработка ВС переносится из компьютера в карту-наряд на периодическое ТО и записывается в формуляр планера, двигателей и паспорта (формуляры) КИ, подлежащих снятию на проверку в лабораторию АиРЭО АТБ. На основании сведений о наработке ВС назначается определенная форма технического обслуживания и формируется карта-наряд на ТО. Таким образом, заранее до постановки самолета на периодическое ТО формируются и постоянно уточняются текущие сведения о наработке ВС и их КИ. В случае замены агрегатов по отказам и неисправностям или по каким – либо другим причинам (например, перестановки КИ с одного ВС на другое) в процессе эксплуатации ВС в паспорт (формуляр) снимаемого КИ вносятся из компьютера сведения о наработке КИ на момент снятия КИ с ВС, а также заполняются сведения в карточку учета неисправности КИ (КУН АТ). Техник, снявший с ВС КИ, оформляет предварительно пронумерованный бланк КУН АТ: вписывает номер КИ, замечание о работе КИ и передает заполненную КУН АТ техникам по учету ПДО. Техники по учету ПДО вписывают в КУН АТ наработку ВС и КИ с начала эксплуатации и после последнего ремонта, причину снятия КИ с ВС, документально подтверждают своей подписью и фамилией правильность заполненных сведений и передают заполненные КУН АТ вместе с паспортом КИ (формуляром) авиационному технику, снявшему с ВС КИ для передачи КИ вместе с паспортом (формуляром) и КУН АТ в лабораторию АиРЭО.



Таким образом, правильно организованный учет наработки ВС позволяет документировать наработку каждого ВС и вести учет наработки ВС, его планера, каждого двигателя ВС, ВСУ и всех КИ, установленных на данном конкретном бортовом номере ВС. Справка о наработке ВС в рейсе является первичным бумажным документом учета наработки. Наряду с компьютерным учетом наработки справки о наработке ВС в рейсе хранятся в ПДО АТБ до очередного ремонта как документальное подтверждение наработки ВС и его КИ.

Летным экипажем/бортпроводниками делаются записи в бортовом журнале Aircraft Technical Logbook – TLB обо всех отказах и нештатных ситуациях в кабине/салоне во время полета.

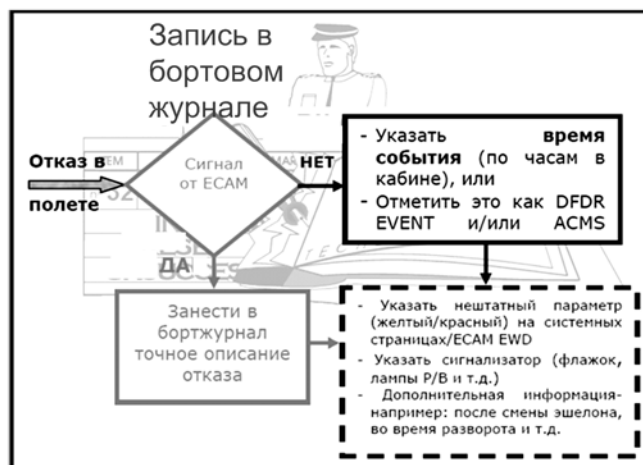


Рис. 2.1. Принцип заполнения бортжурнала

## 2.2. Формирование задания и карты-наряда на техническое обслуживание

При приближении очередного ТО необходимо сформировать задание на ТО и подготовить карту-наряд [2, 12, 39].

За неделю до периодического обслуживания готовится задание на ТО. В задание включаются выполнение очередной формы ТО и все дополнительные работы:

рассматриваются сроки выполнения контрольных карт, изданных ОТК, и намечается необходимость их включения в задание на ТО; рассматривается ресурс агрегатов и решается необходимость их замены на очередном обслуживании в связи с приближающейся отработкой ресурса. Наименование агрегатов и их номера вписываются в раздел замены отработавших ресурс агрегатов; дается задание цеху подготовки производства о подготовке агрегатов взамен отработавших ресурс агрегатов и готовится перечень агрегатов, подлежащих замене; рассматривается необходимость выполнения бюллетеней промышленности на очередном ТО в условиях эксплуатации. Готовится задание смежным участкам и цехам по подготовке комплектующих к выполнению доработок по бюллетеням промышленности; рассматривается вопрос о необходимости выполнения на очередной форме ТО работ по неразрушающему контролю, готовится перечень дополнительных работ по удалению коррозионных поражений на конструкции ВС, обнаруженных на предыдущих обслуживаниях, но работы по которым были отложены; рассматривается необходимость выполнения дополнительных работ и осмотров, отложенных решениями комиссии АТБ под председательством главного инженера, до очередного ТО. Для этого рассматривается дело

воздушного судна и дела двигателей инженерного центра; дается задание инженерному центру рассмотреть необходимость включения в задание на ТО работ по устранению выявленных дефектов по материалам расшифровки полетной информации и подготовить необходимые рекомендации и технологические карты по устранению выявленных замечаний; дается задание техническому отделу по подготовке пооперационных карт, их сверке и уточнению по конкретному номеру ВС и конкретной форме, исключению работ по неустановленным агрегатам в связи с различной комплектацией и модификацией ВС одного и того же типа ВС.

За два дня до формы комплектуется карта-наряд: оформляется лицевая сторона карты-наряда. К ней подшивается необходимое количество листов наряда на дефектацию отдельно по системам: планер, слесарных работ, двигателей, ВСУ, шасси, управления, гидросистемы, электрооборудования, приборов, АБСУ, самописцев, радио в стандартном порядке и количестве в соответствии с ранее установленным и подтвержденным предыдущим опытом. В наряд вписываются все дополнительные работы по выполнению контрольных карт, бюллетеней промышленности, замене отработавших ресурс агрегатов, задания на устранение отложенных дефектов и неисправностей, выявленных по расшифровке полетной информации, и работ по неразрушающему контролю и устранению коррозионных поражений, подшиваются разработанные инженерным центром технологические указания по устранению неисправностей, выявленных при расшифровке полетной информации. Объемы работ согласуются с начальником производства и главным инженером. Устанавливаются дата начала и окончания работ, номер смены, ответственной за выполнение работ на ВС.

### **2.3. Снятие и расшифровка носителей полетной информации**

Своевременное снятие носителей полетной информации и их расшифровка позволяют производить расшифровку каждого выполненного рейса, обеспечить по материалам расшифровки полетной информации своевременное выявление дефектов на ВС, выполнить анализ дефектов, их влияния на работоспособность ВС, необходимость первоочередного устранения выявленных неисправностей и возможность отложить устранение неисправностей до очередной формы периодического технического обслуживания [12].

Особое внимание уделяется расшифровке пленок самописцев КЗ-63, записи перегрузок, на которых документируют нагруженность конструкции ВС. Каждая расшифрованная пленка хранится до очередного ремонта ВС и сведения о полученных ВС перегрузках используются при выдаче задания на внеочередное ТО и при анализе возможности продления ресурса ВС. Пленки обрабатываются на возможность потери части рейсов, анализируется целостность и наличие записей по всем выполненным рейсам, качество записи, дефекты записи, необходимость выдачи заданий на тарировку КЗ-63 и их замену. Разработчики методов использования записей самописцев КЗ-63 считают результаты достаточно точными после их математической фильтрации и дополнительной обработки, что, по их мнению, позволяет объективно определить вертикальную перегрузку при посадке. Эти результаты служат основанием для регистрации нагрузений конструкции самолета и принятия кардинальных решений о судьбе самолетов, на которых зафиксирована прибором перегрузка, превышающая установленную величину, а также для оценки качества работы пилотов.

Обработка звуковой информации производится при оценке качества выполнения полета.

Расшифровка и обработка полетной информации (ПИ) при экспресс-анализе производится по двум программам: контроль техники пилотирования и контроль работоспособности АТ. Экспресс-анализ позволяет обнаружить, зафиксировать и документировать события, имевшие место в полете и являющиеся недопустимыми или нежелательными с точки зрения безопасности полетов; является основным видом обработки ПИ, обеспечивающей наиболее глубокий и объективный контроль действия экипажа, пространственного положения ВС и работоспособности АТ в полете. Для каждого типа ВС алгоритмы экспресс-анализа сведены в каталоги сообщений. Методики работы со специальным программным обеспечением по обработке ПИ и с конкретными наземными устройствами изложены в соответствующих руководствах.

Автоматизированная обработка полетной информации применяется в случаях: расследования АП и инцидентов; необходимости анализа на достоверность сообщения экспресс-анализа; отказов систем и оборудования ВС; невозможности обработки ПИ по программе экспресс-анализа; отсутствия или неправильного заполнения паспорта к магнитной ленте (МЛ).

Анализ полетной информации позволяет получать объективные данные о режимах полета и пространственном положении ВС, действиях экипажа и состоянии контролируемых систем.

#### **2.4. Определение технического состояния АЭСиПНК**

В задачу технического обслуживания и ремонта АЭСиПНК входит определение технического состояния АЭСиПНК, устранение отказов и неисправностей, а также восстановление отказавшего оборудования и максимальное сокращение числа самих отказов за счет их своевременного предупреждения. Таким образом, проблема обеспечения высокой эффективности АТ в процессе эксплуатации в значительной мере определяется эффективностью методов и средств контроля и прогнозирования технического состояния этой техники [5, 16, 21, 24].

Признаками технического состояния АЭСиПНК могут быть определенные значения количественных и качественных характеристик свойств АЭСиПНК, для которых определены допустимые области существования. В зависимости от фактических значений этих признаков различают следующие виды технического состояния АТ: исправное, неисправное, работоспособное или неработоспособное, правильно функционирующее или неправильно функционирующее.

В гражданской авиации существует система контроля технического состояния АТ при подготовке АТ к полету, выполнении различных видов ТО, при текущем ремонте АТ; членами экипажа при подготовке к полету и в процессе полета имеющимися на борту системами встроенного контроля.

Под системой контроля понимается совокупность методов и средств, обеспечивающих:

- а) определение и оценку технического состояния объекта контроля,
- б) поиск неисправности,
- в) прогнозирование технического состояния объекта контроля,
- г) выдачу рекомендаций по устранению неисправностей.

Объект контроля – любой элемент, устройство, система, информацию о техническом состоянии которых необходимо получить в процессе технического обслуживания или ремонта.

Процесс контроля – определение состояния объекта контроля в данный момент времени путем получения и анализа технической информации, характеризующей его состояние.

Глубина поиска дефекта – степень детализации, указывающая, до какой составной части объекта контроля определяется место отказа.

Объект диагностирования – изделие, техническое состояние которого подлежит определению.

Объект диагностирования – всегда объект контроля, объект контроля не всегда объект диагностирования.

Задачи контроля – установление соответствия состояния КИ предъявляемым требованиям с последующим принятием решения или выдачей управляющих воздействий. Следовательно, показатель эффективности контроля должен, с одной стороны, характеризовать правильность подобного установления, а с другой – быть связанным с характеристиками средств контроля и параметрами, характеризующими организацию системы контроля (объект контроля и средства контроля). Цель организации контроля – достижение некоторого определенного результата, поэтому, при исследовании операции контроля показатель ее эффективности оценивается вероятностью достижения желаемого результата. Одна из важнейших характеристик эффективности контроля – достоверность его результатов, которая является обобщенной характеристикой информационных свойств системы контроля и по всей сущности есть доверительная вероятность объективности принимаемых при контроле решений.

Под достоверностью результата  $j$ -й решаемой при контроле задачи  $D^j$  понимают степень объективности принятого решения (доверие к принятому решению) и в качестве оценки выбирают условную вероятность нахождения контролируемого признака  $\xi_j$  в определенном состоянии при условии, что результат решения данной задачи контроля  $y^j$  соответствует этому же состоянию:

$$D^j = p(\xi_j / y^j). \quad (2.1)$$

Количественные оценки достоверности контроля могут быть различными в зависимости от целей контроля и характера решаемых задач. Следует отметить, что часто цели контроля сводят к одной, а именно: определение точности параметров или способности изделия выполнять свои функции. Такое определение в какой-то мере справедливо для системы контроля работоспособности простых объектов.

Большинство современных систем контроля сложного АЭСИПНК относится к классу информационно-измерительных систем, поэтому и цели контроля должны исходить из общего толкования контроля как способа устранения неопределенности о техническом состоянии КИ. Для ряда систем АЭСИПНК, обладающих высокой надежностью, достаточно проверки работоспособности. При этом неисправные части системы выявляются в ходе испытания её работоспособности. В зависимости от целей контроля и возможных решений различают контроль: выполнения основных функций объекта контроля или отдельных узлов (контроль функционирования); определяющих параметров изделия (контроль работоспособности); для определения места неисправности (диагностический контроль); для предсказания будущего технического состояния изделия (прогнозирующий контроль); для

обнаружения и замены элементов объекта контроля, параметры которых близки к предельно допустимым (критическим) значениям (профилактический контроль), и т. д.

Основные задачи контроля следующие: сортировка изделий по выбранным признакам; определение технического состояния изделия; подготовка технически исправных изделий к применению по назначению; подготовка технически неисправных изделий к ремонту; прогнозирование технического состояния изделия на заданное время прогноза.

Кроме основных задач, в процессе контроля может выполняться и ряд других, например получение исходных данных для анализа степени совершенства конструкции и технологии изготовления изделий или статистических данных о влиянии условий эксплуатации на технические характеристики изделий и т.д.

Многообразие задач, стоящих перед системой контроля, определяется многообразием задач, выдвигаемых практикой. Действительно, существующие образцы системы контроля сложных динамических объектов осуществляют не только определение технического состояния изделия в определенный момент, но и прогнозирование технического состояния изделия, а также фиксацию места неисправности, т.е. решают задачи прогнозирования и диагностики.

## 2.5. Диагностирование АЭСиПНК

Авиационные электрические системы и пилотажно-навигационные комплексы представляют собой системы многократного использования, т. е. такие системы, в которых при возникновении отказов производится их устранение, а затем КИ АЭСиПНК вновь используется по назначению. АЭСиПНК состоит из многочисленных компонентов, составляющих взаимосвязанные отдельные бортовые системы, и зачастую определенная сложность при техническом обслуживании АЭСиПНК заключается в выяснении причин отказов и неисправностей АТ и их устранении [8, 11, 16, 31]. Средствами технической диагностики и контроля на всех этапах эксплуатации АТ (в полете, при оперативном ТО, при периодическом ТО, при расследовании авиационных событий, в ремонте) решаются эксплуатационные задачи, показанные на рис. 2.2.



Рис. 2.2 Эксплуатационные задачи технической диагностики

Контроль, проводимый для определения отказавшего КИ АЭСиПНК, называется диагностическим, а процедура поиска отыскания отказа – диагностированием. Принципиальное отличие диагностического контроля от контроля работоспособности

состоит в том, что двухальтернативная задача определения работоспособности превращается в многоальтернативную задачу при диагностировании. Итак, техническое диагностирование (ТД) – это процесс определения технического состояния АЭСиПНК.

Поиск дефектов является важной составной частью работ, выполняемых при ТОиР АТ. Высокая сложность АТ приводит к тому, что для выявления дефекта часто приходится проводить проверку практически всех структурных элементов объекта. Увеличение числа проверок приводит к повышению трудоемкости и стоимости работ, а также к увеличению простоев ВС. Подсчитано, что из 10 минут, затраченных на устранение неисправностей функциональных систем, до 9 минут приходится на поиск дефекта. Следовательно, при диагностике необходимо правильно выбрать глубину места поиска отказа. Результатом ТД при поиске дефектов является указание о месте, виде, а при необходимости и причины появления неисправности объекта. Основной характеристикой ТД при этом служит глубина поиска, определяемая степенью детализации диагноза АЭСиПНК (система - агрегат - узел - деталь). Одной из основных задач, для решения которой предназначены системы технической диагностики, является поиск неисправностей и причин их возникновения. Цель диагностического контроля - отыскание отказавшего элемента

При отыскании неисправности в первую очередь необходимо выработать правила разбиения АЭСиПНК на области, в одной (или нескольких) из которых находится неисправный элемент. Очевидно, что правило разбиения должно учитывать как характеристики АЭСиПНК (его конструктивные особенности, технологичность оборудования, состав элементной базы и т.д.), так и характеристики системы ТЭ (состав и свойства используемой контрольно-измерительной аппаратуры, квалификацию обслуживающего персонала и т.д.), а также условия использования АЭСиПНК.

Например, методика отыскания отказа в работающем оборудовании может отличаться от методик отыскания неисправности в АЭСиПНК, остановленном для проведения технического обслуживания. Эта особенность процесса диагностики приводит к тому, что при диагностическом контроле, как правило, приходится контролировать значительно больше параметров, чем при контроле работоспособности. Эффективность поиска в общем случае характеризуется рядом количественных показателей, в число которых входят: число проверок, время, трудоемкость и стоимость работ, связанных с поиском дефекта. Повышение эффективности ТД АЭСиПНК достигается путем совершенствования алгоритмов поиска, которые определяют состав и очередность проведения проверок, а также правила расшифровки их результатов. В зависимости от задачи и условий ТД АЭСиПНК алгоритмы поиска дефектов составляют для системы в целом или для ее составных частей, с жесткой или гибкой программой поиска, с условной или безусловной остановкой, общие или рабочие. Алгоритмы поиска с жесткой программой составляют на основе априорной информации (получаемой до проведения ТД АЭСиПНК), поэтому в них заранее задают состав и очередность проведения проверок. Алгоритмы с гибкой программой составляют на основе априорной, а реализуют на основе апостериорной информации (получаемой в ходе ТД АЭСиПНК), поэтому они не содержат жестких указаний об очередности проверок, которая уточняется в ходе ТД АЭСиПНК. Алгоритмы с безусловной остановкой реализуют до момента проведения последней из предусмотренных проверок, а алгоритмы с условной остановкой - до момента отыскания первого дефекта. Общие алгоритмы содержат все проверки, необходимые для выявления типовых дефектов АЭСиПНК, а рабочие – только ту часть проверок, которые можно провести в конкретных условиях ТД АЭСиПНК с учётом заданного времени проведения работ и т.д.

## Глава 3. Выполнение технического обслуживания АЭСиПНК



### 3.1. Требования к специалисту по ТОиР ВС [37]

Обладатель свидетельства специалиста по ТОиР ВС должен быть старше 18 лет.

– Обладатель свидетельства специалиста по ТОиР ВС должен пройти подготовку по утвержденной программе и обладать знаниями в следующих областях: законы и правила, касающиеся обладателя свидетельства специалиста по ТОиР ВС, включая требования к летной годности, регулирующие процесс сертификации и поддержания летной годности ВС, а также методы организации и процедуры ТО ВС; основы математики; единицы измерения; фундаментальные принципы и теоретические основы физики и химии; характеристики материалов и их применение при проектировании ВС, включая принципы проектирования конструкции и функционирования систем ВС; методы сборки; силовые установки и связанные с ними системы; механические, гидравлические, электрические и электронные источники питания; приборное оборудование и системы индикации воздушных судов; системы управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования; выполнение работ, необходимых для сохранения летной годности ВС, методов и процедур капитального ремонта, текущего ремонта, проверок, замен, модификаций или устранения дефектов конструкции ВС, ее компонентов и систем согласно методикам, предусмотренным в соответствующих руководствах по ТО ВС; возможности человека применительно к ТО ВС.

– Обладатель свидетельства специалиста по ТОиР ВС для получения квалификационной отметки "А" должен: быть ознакомлен с базовыми элементами предмета; быть способен дать простое описание предмета в целом, используя общие слова или примеры; уметь использовать типовые термины.

– Обладатель свидетельства специалиста по техническому обслуживанию и ремонту воздушных судов для получения квалификационных отметок "В1" и "В2" должен: понимать теоретические основы предмета; уметь давать общее описание предмета, используя, если применимо, типовые примеры; уметь читать и понимать документы, чертежи и схемы, описывающие предмет; уметь применять свои знания на практике, используя детализированные процедуры.

Для получения квалификационной отметки "В1" или "В2" допускается демонстрация знаний в запрашиваемых областях деятельности; для получения квалификационной отметки "С" должен: знать теорию предмета и взаимные связи с другими предметами; уметь давать детальное описание предмета, используя теоретическую основу и примеры; понимать и использовать математические формулы, относящиеся к предмету; уметь читать, понимать и

подготавливать статьи, простые чертежи и схемы, описывающие предмет; уметь применять свои знания на практике, используя эксплуатационную документацию; уметь интерпретировать результаты из различных источников и измерений и применять корректирующие действия, если требуется.

– Обладатель свидетельства специалиста по ТОиР ВС должен продемонстрировать свою способность выполнять функции, предусмотренные предоставляемыми правами.

– Обладатель свидетельства специалиста по техническому обслуживанию и ремонту воздушных судов должен демонстрировать умение читать с приемлемым уровнем понимания на языке, на котором изложена эксплуатационная и иная документация, определяющая порядок технического обслуживания и ремонта.

– Обладатель свидетельства специалиста по ТОиР ВС должен отвечать требованиям к знаниям, опыту и умению, установленным для квалификационных отметок "А", "В1", "В2" или "С".

– Обладатель свидетельства специалиста по техническому обслуживанию и ремонту воздушных судов:

с квалификационной отметкой "А" может выполнять функции по проведению ТО ВС, оперативного ТО и устранения простых дефектов в пределах ограничений на специфические виды работ, вписанных в лицензию под наблюдением владельцев отметок "В1", "В2" или "С";

с квалификационной отметкой "А6" может самостоятельно выполнять функции по проведению технического обслуживания воздушного судна, оперативного технического обслуживания и устранения простых дефектов, а также подписывать документ о проведенных работах;

с квалификационной отметкой "А7" самостоятельно проводить все виды работ по обслуживанию и ремонту сверхлегкого ВС, а также подписывать документ о проведенных работах;

с квалификационной отметкой "В1" может выполнять функции по ТОиР ВС, включая обслуживание и замену агрегатов его планера, силовой установки и элементов его систем включая замену блоков электрической системы, приборного и радиоэлектронного оборудования, требующих простого тестирования для проверки их исправности, подписывать документ о проведенных работах, а также выполнять функции соответствующие квалификационной отметке "А";

с квалификационной отметкой "В2" может выполнять функции по обслуживанию электрических систем, приборного и радиоэлектронного оборудования, а также подписывать документ о проведенных работах;

с квалификационной отметкой "С" может выполнять функции по организации, ТОиР ВС любого объема и трудоемкости в пределах, установленных эксплуатационной документацией на обслуживаемое ВС, а также проводить работы по определению летной годности и подписывать соответствующее заключение;

с квалификационной отметкой "А1" и "В1.1" может выполнять функции по ТОиР самолетов с турбинными двигателями;

с квалификационной отметкой "А2" и "В1.2" может выполнять функции по ТОиР самолетов с поршневыми двигателями;

с квалификационной отметкой "А3" и "В1.3" может выполнять функции по ТОиР вертолетов с турбинными двигателями;



с квалификационной отметкой "А4" и "В1.4" может выполнять функции по ТОиР вертолетов с поршневыми двигателями;

с квалификационной отметкой "А5" и "В1.5" может выполнять функции по техническому обслуживанию и ремонту дирижаблей;

с квалификационной отметкой "А6" и "В1.6" может выполнять функции по ТОиР самолетов с поршневыми двигателями максимальной взлетной массой до 5700кг, которые не задействованы в коммерческих воздушных перевозках;

с квалификационной отметкой "А7" может выполнять функции по обслуживанию сверхлегких воздушных судов.

– Обладатель свидетельства специалиста по ТОиР ВС для получения квалификационных отметок по выполнению функций должен иметь опыт:

а) для получения квалификационной отметки "А" и категорий "В1.2" и "В1.4":

не менее трех лет практического опыта работы по техническому обслуживанию и ремонту в эксплуатации при наличии среднего (полного) образования; или не менее двух лет практического опыта работы по ТОиР в эксплуатации при наличии среднего профессионального образования; или не менее одного года практического опыта работы по ТОиР в эксплуатации при наличии профессионального среднего специального образования;

б) для получения квалификационной отметки "В2" и категорий "В1.1" и "В1.3": не менее пяти лет практического опыта работы по ТОиР в эксплуатации; или не менее трех лет практического опыта работы по ТОиР в эксплуатации при наличии профессионального среднего образования; или не менее двух лет практического опыта работы по ТОиР в эксплуатации при наличии профессионального среднего специального образования;

в) для получения квалификационной отметки "С" с правом обслуживания воздушных судов, включая воздушные суда с максимальной взлетной массой свыше 5700 кг:

не менее трех лет опыта практической работы, используя полномочия квалификационной отметки категорий "В1.1", "В1.3" или "В2" на ВС с максимальной взлетной массой свыше 5700кг;

или не менее пяти лет практического опыта работы, используя полномочия квалификационной отметки категорий "В1.2", "В1.4" или квалификационной отметки "В2" на ВС с максимальной взлетной массой свыше 5700кг;

или не менее трех лет практического опыта работы по ТОиР ВС в производственных условиях, включая шесть месяцев по выполнению базового ТО (тяжелых форм ТО) при наличии высшего технического образования;

г) для квалификационной отметки "С" с правом обслуживания легких воздушных судов - три года практического опыта работы, используя полномочия квалификационной отметки "В1", или "В2";

д) для получения квалификационных отметок "А6", "А7" и "В 1.6": одного года практического опыта работы по ТОиР в эксплуатации при наличии среднего (полного) образования или среднего профессионального образования;

или шести месяцев практического опыта работы по ТОиР в эксплуатации при наличии профессионального среднего специального образования.

Для квалификационных отметок "А", "В1" и "В2" опыт должен быть получен в ходе практической работы по ТОиР ВС.

Опыт работы по ТО ВС, полученный в государственной или экспериментальной авиации, может быть учтен, если такая работа по уровню квалификации эквивалентна

требованиям настоящих Правил. При этом специалист по ТОиР ВС должен иметь опыт работы по ТОиР ВС в гражданской авиации не менее 6 месяцев в течение предшествующих 12 месяцев.

– Обладатель свидетельства специалиста по ТОиР ВС при выполнении своих функций:

а) должен владеть информацией по ТО и летной годности конкретного ВС, или планера, силовой установки, бортовой системы или ее элементов, бортовой электронной системы или ее элементов;

б) за предшествующие 24 месяца должен иметь не менее 3 месяцев опыта по осмотру, ТО, ТЭ или ремонту ВС.

### **3.2. Внешний осмотр КИ АЭСиПНК**

Работа по техническому обслуживанию АЭСиПНК на оперативных и периодических формах регламентных работ начинается с внешнего осмотра. Работа по осмотру и техническому обслуживанию на оперативных формах включает следующие операции [5, 12].

Производится внешний осмотр АЭСиПНК снаружи самолета. Осматриваются приемники воздушного давления, устанавливаются заглушки на приемники полного и статического давления, осматриваются разъемы аэродромного питания, подключается на борт аэродромное питание, осматриваются датчики углов атаки, диски саморазрядки баллонов противопожарной системы, обтекатели концевых выключателей противопожарной системы, концевые выключатели шасси, антенны и антенные обтекатели. БАНО, ХС, фары осматриваются одновременно с проверкой исправности ламп. При осмотре выявляются и устраняются возможные повреждения и загрязнения.

В кабине экипажа осматриваются пульты и щитки АЭСиПНК. На приборных досках осматриваются и протираются пилотажно-навигационные приборы и приборы контроля работы двигателей. Знакомятся с записями в бортовом журнале о замечаниях по работе материальной части самолета и остатке ленты КЗ-63 после полета.

В салоне самолета осматриваются переносные кислородные баллоны (в случае их использования в рейсе) и производится их дозарядка кислородом. В салоне самолета производится проверка остатка ленты самописца КЗ-63 с проверкой работоспособности КЗ-63 и оформлением бортового журнала и паспорта на пленку КЗ-63; производится перезапись информации МАРС-БМ на другой носитель информации для расшифровки речевой информации каждого выполненного рейса; в багажных помещениях производится проверка количества звуконосителя в магнитофоне МС-61 и его замена его с записью контрольного текста и оформлением паспортов на носитель. В техническом отсеке заменяется кассетный бортовой накопитель параметрической информации (при необходимости или по заданию ПДО). В кабине экипажа производится проверка работоспособности МСРП, МАРС-БМ и производятся записи в бортовой журнал величины остатка ленты КЗ-63, проверка МСРП, оформляются паспорта к магнитной ленте МСРП на снятый и установленный КБН, на снятую и установленную пленку КЗ-63. Результаты осмотра и проверок записываются в карту-наряд. В карте-наряде оформляется исполнителем выполненное техническое обслуживание, а инженером по АиРЭО подтверждается произведенное техническое обслуживание и дается заключение о исправности АиРЭО ВС.

При периодическом техническом обслуживании в дополнение к перечисленным работам производится осмотр в технических отсеках всех КИ с проверкой надежности установки,

перемещения рычагов, переключателей, кнопок управления, подсоединения штепсельных разъемов, шин металлизации и заземления, контровки разъемов и болтов крепления блоков. С поверхности КИ ветошью удаляются пыль и загрязнения. Авиатехник, проводящий осмотр, должен убедиться в отсутствии механических повреждений, надежности креплений и отсутствии грязи. С поверхности должно быть удалено масло и грязь путем их промывки раствором нейтрального мыла и протирки хлопчатобумажной салфеткой. Загрязнения удаляются влажной ветошью, а лед – горячим воздухом. Внешний осмотр АЭСиПНК имеет важное значение в определении внешних воздействий на КИ при полете и подтверждении исправности АЭСиПНК.

### **3.3. Снятие и установка КИ АЭСиПНК на ВС**

Снятие КИ АЭСиПНК с борта ВС должно производиться в строгой последовательности, определяемой технологическими указаниями по выполнению регламентных работ. При замене КИ важно не допустить повреждений КИ. Поэтому демонтаж-монтажную работу необходимо выполнять внимательно, пользоваться предписанными технологическими указаниями инструментом, не допускать пережатия гаек и штепсельных разъемов и приложения к ним избыточных усилий. Зачастую крепежные гайки от многократного отворачивания и наворачивания имеют скругленные поверхности, а болты – скругленные шлицы, которые затрудняют монтажные работы и должны быть заменены на кондиционные. После снятия аппаратуры следует тщательно осмотреть места установки АЭСиПНК, подставки, этажерки; удалить пыль и загрязнения; убедиться в отсутствии механических повреждений, коррозии и нарушений лакокрасочного покрытия. Необходимо проверить состояние кабелей и штепсельных разъемов [2, 9, 12].

В местах установки КИ АЭСиПНК должны быть удалены пыль (пылесосом), загрязнения, следы коррозии. Зачищенные места на подставках (этажерках) должны быть окрашены под общий фон покрытия, а при отсутствии такового покрыты бесцветным лаком. Работы по удалению значительной коррозии выполняются работниками цеха ремонта ВС. Корпуса разъемов, штыри и гнезда, имеющие трещины, вмятины и другие механические повреждения или покрытые коррозией, должны заменяться. Заменяться должны также изоляционные платы со следами короткого замыкания.

Места, где возможно трение жгутов о детали конструкции, должны быть защищены дерматином и обмотаны хлорвиниловой лентой. Если кабель электропроводки или высокочастотный кабель провисает более чем на 10мм, следует уменьшить это провисание перетяжкой или обеспечить дополнительное крепление. На каждый провод должна быть надета хлорвиниловая трубка с диаметром, соответствующим сечению провода.

Доставляемая в лабораторию аппаратура должна исключать возможность повреждения. На ее штепсельных разъемах, открытых фланцах волноводов, штуцеров приемников давлений должны быть установлены технологические заглушки.

Установка на борт ВС изделия после проведения проверки на соответствие НТП в лаборатории АиРЭО должна производиться в следующем порядке. При приеме блоков КИ АЭСиПНК после лабораторной проверки следует сверить номера блоков с номерами на паспортах, убедиться в наличии отметок об исправности блоков. Затем проверяется внешнее состояние блоков: они должны быть чистыми, не иметь механических повреждений и нарушений лакокрасочных покрытий, на блоках должны быть пломбы. После проверки

внешнего состояния делается запись в паспортах об установке блоков на ВС. Паспорта передают в ПДО АТБ. В соответствии с порядком проведения работ по установке на ВС того или иного КИ АЭСиПНК, который определяется технологическими указаниями, производится весь комплекс механических и монтажных работ. После окончания работ по монтажу установленное изделие РЭО (или его отдельные блоки) предъявляется инженеру ОТК для контроля установки.

### **3.4. Проверка КИ АЭСиПНК в лабораториях АиРЭО**

Регламентные работы и проверка КИ АЭСиПНК на соответствие НТП проводятся в специализированных лабораториях электро-, приборного и радиооборудования, самописцев и АБСУ цеха (участка) лабораторной проверки АиРЭО с применением необходимого стендового оборудования, контрольно-измерительной аппаратуры и инструментов. Обслуживание выполняет подготовленный технический состав, знающий конструкцию, схемы, правила и особенности эксплуатации изделия АЭСиПНК, применяемого стендового оборудования, КИА, регламент технического обслуживания. Основное руководство для проведения ТО в лабораториях АиРЭО – «Технологические указания по выполнению регламентных работ и проверке на соответствие нормам основных технических параметров изделий АиРЭО», которые разрабатываются для каждого типа изделия отдельно [5, 9, 12].

К состоянию лабораторий АиРЭО предъявляются следующие требования: помещение должно быть сухим, чистым, вентилируемым, светлым и иметь температуру  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ ; размещение стендов и другого оборудования должно обеспечивать удобство, безопасность работы, а также исключать возможность облучения рабочих мест энергией СВЧ-диапазона; источники электроэнергии должны размещаться в специальных помещениях – узлах электропитания; стенды должны быть оборудованы в соответствии с требованиями эргономики и охраны труда; работа аппаратуры с открытыми кожухами разрешается только на время, необходимое для проведения таких регулировок и поиска мест отказа, которые невозможны при закрытых защитных устройствах; стендовое оборудование и установки должны обслуживаться согласно своим регламентам два раза в год (как правило, при подготовке к ВЛН и ОЗН), контрольно-измерительные приборы должны быть исправны, проходить своевременную метрологическую проверку раз в год и иметь метрологическую аттестацию. За своевременную проверку стендового оборудования и КИА несет ответственность инженер лаборатории. Он же оформляет документацию на выполнение работы по поддержанию стендового оборудования в исправном состоянии.

Доставленные в лаборатории АиРЭО КИ АЭСиПНК проверяются в следующей последовательности: комплектность; наличие пломб, заглушек, документов на блоки; наличие и оформление карточек учета неисправностей авиационной техники (КУНАТ) на блоки, снятые по отказу; соответствие номеров блоков номерам на формулярах. КИ с неправильно оформленной документацией на ТО не принимаются. Принятые на обслуживание КИ записываются в журнал учета лабораторной проверки. При записи в журнале регистрации аппаратуры, принимаемой на ТО, указываются номера комплекта и номера паспортизированных блоков.

Далее производится внешний осмотр и проверяется состояние КИ. Обнаруженное механическое повреждение КИ предъявляют инженеру лаборатории для принятия решения о возможности восстановления и инженеру ОТК о наказании виновного в повреждении.

Затем КИ вскрываются, снимаются защитные кожухи, с внешней и внутренней поверхностей удаляются пыль и загрязнение продувкой сжатым воздухом и мягкой щеткой или кистью.

Дальнейшие работы по ТО производятся в соответствии с технологическими указаниями в следующем порядке: внешний осмотр блоков, их деталей и монтажа; проверка основных технических параметров и настройка изделия АЭСИПНК; работы по замене отдельных блоков и узлов аппаратуры; проверка блоков аппаратуры на вибростенде; проверка работоспособности нерегулируемых блоков; заключительные работы. В многоблочных изделиях АиРЭО в случае необходимости замены блока следует проверить: соответствие наименований, маркировки и схемных номеров блоков номиналам (назначению); выполнение доработок по бюллетеням и другой документации; срок службы блока (узла); соответствие номера блока номеру, указанному в паспорте.

В состав технологических указаний должен быть включен перечень КИП, технологических стендов и других видов КИА, которые необходимы для проверки аппаратуры на соответствие НТП, настройки КИ АЭСИПНК в лабораторных условиях, проведения регулировочных работ, поиска места возникновения отказов и неисправностей и проведения восстановительных работ.

Восстановление неисправности производится заменой отдельных элементов и узлов КИ.

Проверку технических параметров и настройку КИ АиРЭО проводят на специализированных стендах. «Технологические указания по выполнению регламентных работ и проверке на соответствие НТП» в качестве обязательных приложений содержат количественные значения НТП аппаратуры, ресурсов изделий, заменяемых в процессе эксплуатации, с указанием предельного срока службы, а также перечень характерных неисправностей и отказов и рекомендаций по их выявлению и устранению. В состав технологических указаний включается также перечень КИА, необходимой для проверки изделия РЭО на соответствие НТП, настройки, поиска места отказа и восстановления.

После завершения проверки на соответствие НТП на КИ устанавливаются защитные кожухи и вновь производят проверку на работоспособность. По завершению проверки оформляются паспорт (формуляр) на КИ и журнал лабораторных проверок, КИ передается в комплектровку расходной кладовой для установки на ВС.

### **Требования FAA**

При проверке в лаборатории АиРЭО КИ иностранных ВС оформляется пригодность компонента к установке на ВС взамен записей в формуляре (паспорте), который определяется соответствующим сертификатом (таким как "Serviceable Tag" (Ярлык, обозначающий пригодность). При проверке в транзитных аэропортах пригодность компонента действует 30 полетных часов максимально или до возврата на базу. Установленный чужой компонент необходимо демонтировать на базе и вернуть владельцу.

**Примечание.** При выполнении работ по проверке на соответствие НТП в лаборатории АиРЭО необходимо использовать заказ работ или контракт.

### **3.5. Проверка работоспособности АЭСИПНК на ВС**

После завершения осмотра АЭСИПНК, расположенных в кабине экипажа и технических отсеках, производят проверку функционирования систем и отдельных комплектующих ВС. Для каждой в отдельности системы включают источники питания, устанавливают

переключатели и потенциометры в исходное положение, включают электропитание и прогревают аппаратуру, после чего производят проверку каждого отдельного изделия АЭСиПНК и функционирования системы в соответствии с «Технологическими указаниями по выполнению регламентных работ по АиРЭО» на ВС данного типа [9, 4, 12].

При оперативном ТО производится частичная проверка работоспособности части АЭСиПНК на ВС. Проверяются электроснабжение ВС, работоспособность наружного освещения, работоспособность самописцев.

При периодическом ТО производится проверка работоспособности всего оборудования АЭСиПНК на ВС. Под напряжением КИ АЭСиПНК проверяются практически на всех формах ТО. В обязательном порядке эта проверка производится после установки КИ, прошедших контроль и настройку в лаборатории АиРЭО АТБ. Проверка под напряжением включает контроль работоспособности и инструментальную проверку, если последняя предусмотрена технологическими указаниями. Проверку следует проводить со всех рабочих мест членов экипажа. При этом необходимо убедиться в работоспособности аппаратуры, нормальной работе органов управления, приборов контроля и сигнализации. Проверка работоспособности производится с целью оценки исправности АЭСиПНК и возможности дальнейшей летной эксплуатации. Проверка работоспособности АЭСиПНК позволяет выявить неисправности и принять меры к восстановлению работоспособности АЭСиПНК на ВС.

При каждой замене КИ АЭСиПНК независимо от причин в обязательном порядке проверяется работоспособность замененного оборудования и сопряженных устройств.

Проверка функционирования АЭСиПНК производится с помощью встроенных систем контроля, а радиооборудования – с помощью переносных КПА и КИА.

Работоспособность АЭСиПНК предъявляется для контроля инженеру ОТК.

### 3.6. Поиск неисправностей

При поиске дефектов и неисправностей проводят ряд проверок, каждую проверку рассматривают как способ разделения множества неисправных состояний АЭСиПНК на ряд подмножеств, в одно из которых входит отказавшее КИ (дефект). Алгоритмом диагностирования называется совокупность предписаний о порядке проведения проверок. Он задаёт совокупность элементарных проверок, последовательность их реализации и правила обработки результатов контроля [2, 5, 12, 21].

Общие алгоритмы поиска неисправностей обычно представляют в виде ориентированного графа. Если контроль работоспособности даёт отрицательный результат, то возникает задача определения места отказа с заданной подробностью. Процесс поиска зависит от выбора алгоритма диагностирования.

**При простой последовательности проверок** последовательно проверяется работоспособность каждого из элементов диагностирования. Вероятность отказов и другие факторы здесь не учитываются. Максимальное число проверок  $\Pi$  до определения отказавшего элемента равно числу  $N$  элементов без одного:  $\Pi = N - 1$ . В таком виде этот метод практически не применяется, за исключением внешнего осмотра объекта.

При последовательной проверке в порядке убывания вероятности отказа сначала проверяется элемент, вероятность отказа которого максимальна. Если он исправен, то проверяется следующий и т.д. В этом случае среднее число и время проверок значительно

сокращаются. Метод интуитивно используется техниками на практике при ручном поиске неисправности. Например, при отказе аэронавигационного огня сначала проверяется лампочка, затем предохранитель, и только потом выключатель.

Проверка с учетом вероятности отказа и времени его поиска может обеспечить сокращение времени поиска места отказа. Пусть имеется система, состоящая из  $N$  элементов, один из которых неисправен. Вероятности их отказов и времени проверок каждого элемента равны соответственно  $q_i$  и  $\tau_i$ , где

$$i = 1, 2, \dots, N.$$

Если выбирается последовательность проверок элементов в соответствии с их нумерацией, т.е.  $1, 2, \dots, N$ , то математическое ожидание времени поиска по этой программе

$$M_{n1} = q_1 \tau_1 + q_2 (\tau_1 + \tau_2) + \dots + q_N (\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_N). \quad (3.1)$$

Если последовательность проверки выбрана другая, например,  $2, 1, 3, 4, \dots, N$ , то математическое ожидание времени поиска

$$M_{n2} = q_2 \tau_2 + q_1 (\tau_1 + \tau_2) + \dots + q_N (\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_N). \quad (3.2)$$

Первая программа будет эффективнее второй, если  $M_{n1} - M_{n2} < 0$ , т.е.

$$q_1 \tau_1 < q_2 \tau_2 \quad \text{или} \quad (q_2 / \tau_2) < (q_1 / \tau_1). \quad (3.3)$$

Таким образом, построив последовательность проверок в соответствии с неравенством

$$(q_1 / \tau_1) > (q_2 / \tau_2) > \dots > (q_N / \tau_N), \quad (3.4)$$

получаем минимальное математическое ожидание времени проверок.

**Половинное разбиение цепочки** последовательно соединенных элементов при отсутствии сигнала на выходе. При этом проверяется наличие сигнала в точке  $\pi_3$ , делящей систему примерно пополам. Если здесь сигнала нет, то проверяется точка  $\pi_2$  (или  $\pi_1$ ). Если же сигнал в точке  $\pi_3$  есть, то проверяется точка  $\pi_5$  и т.д. (проверки в указанных точках являются элементарными).

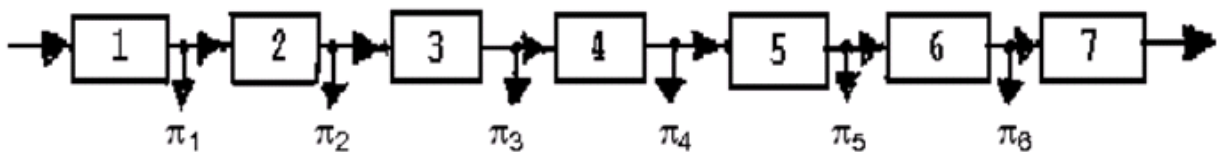


Рис. 3.1. Блок-схема простого последовательного контроля

При таком методе проверок число не превышает

$$n < \log_2 N. \quad (3.5)$$

Такой поиск оправдывается, если все элементы системы равнонадежны. Он достаточно удобен для поиска неисправности в электрических сетях.

**Разделение системы на две части** с равными вероятностями отказов обеспечивает уменьшение среднего времени поиска отказа. Пусть имеется цепочка из  $N=7$  элементов с условными вероятностями отказов

$$q_i^{\wedge} = \frac{q_i}{\sum_{i=1}^N q_i}; \quad (3.6)$$

При этом

$$\sum_{i=1}^N q_i^{\wedge} = 1 \quad (3.7)$$

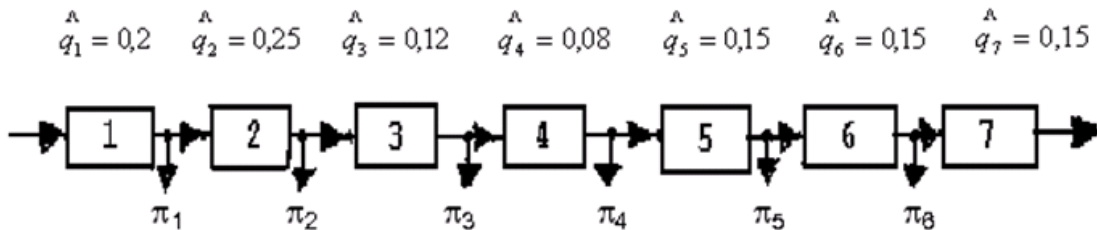


Рис. 3.2. Блок-схема проверки с учетом вероятности отказа отдельных элементов

Первая элементарная проверка производится в точке  $\pi_3$ , которая делит систему на две части, суммы вероятности отказов элементов которых равны или близки к 0,5. Если здесь сигнал в допуске, то производится проверка в точке  $\pi_5$ , которая делит правую часть системы на две части с близкими вероятностями отказов, и т. д. Число проверок при этом  $1 \leq \Pi \leq N-1$ .

Подобный метод контроля целесообразно использовать для КИ АЭСиПНК с последовательным соединением блоков: демпферов автопилота курсовых систем, электрических сетей.

**Комбинационный метод поиска неисправности.** Во многих случаях структура АЭСиПНК представляется не в виде последовательного соединения блоков, а довольно сложными разветвленными схемами (рис. 3.3).

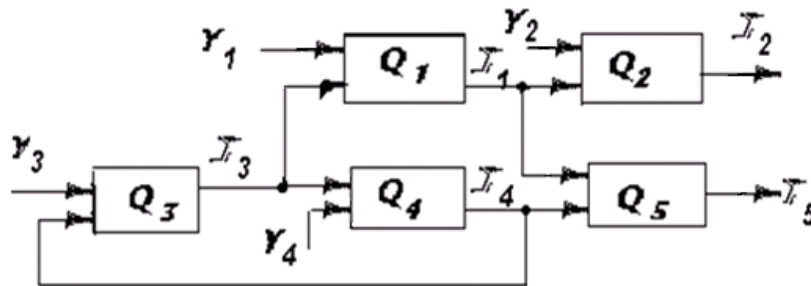


Рис. 3.3. Блок-схема проверки разветвленных цепей

АЭСиПНК имеет несколько входов и выходов. Входные воздействия обозначены через  $y_1, y_2, y_3, y_4$ , а выходные сигналы (элементарные проверки) через  $\pi_i$ . Для определения работоспособного состояния можно контролировать не какой-то один, а все признаки при подаче определенного входного воздействия. Так, при подаче воздействия  $y_4$  сигнал пройдет через все блоки  $Q_i$ . Следовательно, работоспособность характеризуется конъюнкцией

$$F_0 = Y_4 \pi_1 \pi_2 \pi_3 \cdot \pi_4 \pi_5. \quad (3.8)$$

Здесь точкой обозначен знак логического умножения  $\wedge$ .

Однако для оценки работоспособности, оказывается, достаточно контролировать только признаки  $\pi_2$  и  $\pi_3$ . При этом функция работоспособности имеет вид



$$F_0 = Y_4 \pi_2 \pi_5 \pi_3. \quad (3.9)$$

Аналогично и различные неработоспособные состояния характеризуются различными комбинациями признаков в функции конъюнкции.

Например, функция отказа блока  $Q_1$  имеет вид

$$F_1 = Y_4 \pi_1 \pi_3. \quad (3.10)$$

Если каждое конкретное состояние объекта контроля характеризуется определенной, свойственной только этому состоянию комбинацией признаков, то имеет место комбинационный метод диагностирования. Он может дать значительный выигрыш в числе контролируемых признаков состояний по сравнению с рассмотренными выше простыми методами последовательного поиска.

При комбинационном методе диагностирования множество определяемых состояний может включать в себя также и работоспособное состояние.

### “Дерево” поиска отказов и неисправностей

При половинных разбиениях элементов АЭСиПНК и при комбинационном методе диагностирования алгоритм диагностирования удобно представлять в виде “дерева” поиска отказа. Если проверка выхода объекта показала, что АЭСиПНК находится в неработоспособном состоянии  $S$ , то процесс последовательного проведения элементарных проверок можно представить в виде графа – “дерева” поиска отказа (рис. 3.4).

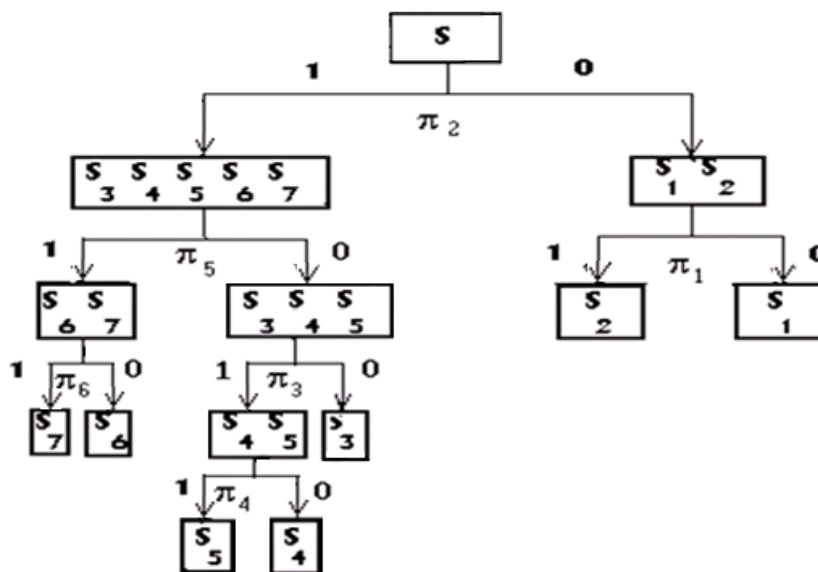


Рис. 3.4. Блок-схема “дерева” поиска места отказа

Здесь результаты элементарных проверок обозначены стрелками с цифрами 1 или 0. Если проверка показывает, что контролируемый параметр в допуске, то результату присваивается цифра 1, если же параметр не в допуске, то 0. Сами проверки обозначаются буквами  $\pi$  с индексами. Первая проверка показывает, что состояния объекта принадлежат подмножеству  $S_3 \dots S_7$ , если результат  $\pi_2$  равен 1, или подмножеству  $S_1 \dots S_2$  если  $\pi_2 = 0$ . Процесс проверки идет до тех пор, пока в подмножествах останется только по одному состоянию. В результате построения всех возможных путей определений состояний получается граф поиска отказов, или “дерево” поиска отказа. Исходное положение графа  $S$  называется “корнем” дерева. “Ветви” дерева заканчиваются “висячими вершинами”, т.е. найденными состояниями.

### 3.7. Восстановление работоспособности АЭСиПНК

Для того чтобы выполнить работу по восстановлению работоспособности АЭСиПНК на ВС, необходимо провести диагностирование, поиск и выявление неисправности [12, 16, 21].

Диагностирование выполняется в полете и на земле с использованием системы встроенного контроля благодаря наличию собственного автоматизированного контроля этих систем. Процесс диагностики АЭСиПНК можно разбить на три этапа: 1 – этап физического анализа; 2 – этап математического анализа; 3 – этап технической реализации.

Каждый из этапов имеет свою специфику. Физический этап предполагает знание объекта и физической сущности процессов, протекающих в нем. Математический этап требует знания формализованных методов построения диагностических моделей, формирования диагностических признаков, разработки алгоритмов классификации технических состояний. Этап технической реализации требует выбора аппаратных и методических решений.

Диагностирование системы производится при проверке работоспособности системы по выявлению признаков отказа отдельных КИ по определяющим параметрам и анализа информации о техническом состоянии АЭСиПНК. Процесс сбора информации о техническом состоянии АЭСиПНК сложный и многофакторный. В первую очередь это касается сбора данных об отказах и неисправностях систем АЭСиПНК или их отдельных блоков. Информация об отказах и неисправностях включает обработку КУН АТ: адрес неисправности – система, прибор, блок, узел, элемент, его обозначение по спецификации; описание неисправности – внешнее проявление, характер, сущность (что произошло), причина и условия возникновения неисправности (что способствовало); время (этап полета) возникновения неисправности – взлет, набор высоты, заход на посадку, посадка, на периодических формах обслуживания и т. д.; последствия отказа – авиационное происшествие (АП), предпосылка, вынужденная посадка, невыполнение задания, задержка рейса, простой ВС, без последствий и др.; способ устранения отказа или дефекта.

Непрерывный сбор, систематизация, статистическая обработка и анализ информации о надежности в процессе эксплуатации РЭО образуют систему текущего статистического контроля надежности, на базе которого: разрешается проблема надежности по отношению ко всему комплексу РЭО, определяются численные показатели надежности систем, изделий, блоков, узлов; изучаются причины возникновения отказов, выявляются схемно-конструкторские и производственно-технологические недостатки РЭО; разрабатываются эксплуатационные мероприятия и рекомендации по поиску и отказов и неисправностей и их предупреждению. При выявлении неисправности необходимо в первую очередь проверить электроснабжение АЭСиПНК путем проверки исправности предохранителей и АЗС-ов, произвести анализ работы систем и определить наиболее вероятные неисправности.

Восстановление работоспособности систем АЭСиПНК производится заменой КИ, выполнением работ по настройке систем и проверке электропроводки на целостность электрических цепей и утечку по сопротивлению изоляции. При выявлении неисправности электрических цепей производят просушку изоляции горячим воздухом от моторных подогревателей и замену электрических проводов на запасные или прокладку новых проводов поверх уложенных жгутов от одного разъема до другого. При выполнении работ по заделке проводов необходимо соблюдать следующие требования: не применять кислоту при пайке и лужении; не допускать погружения изоляции в анилино-канифольный флюс; не прогревать при пайке изоляцию приводов, чтобы избежать ее подгорания и потека.

## Глава 4. Эксплуатационно-техническая документация



### 4.1. Назначение эксплуатационно-технической документации

Текущая и перспективная деятельность технической эксплуатации АТ как сложной организационно-технической системы направляется и регламентируется эксплуатационно-технической документацией, которая обеспечивает четкую и грамотную техническую эксплуатацию ВС на всех ее этапах и организационных уровнях.

Эксплуатационная документация по ТОиР АТ предназначена для организации ТОиР АТ, ее эксплуатации и поддержании летной годности, изучения конструкции, правил эксплуатации, планирования и оформления работ по ТОиР, а также для учета работы и технического состояния АТ и ведения отчетности [2, 4, 10, 12].

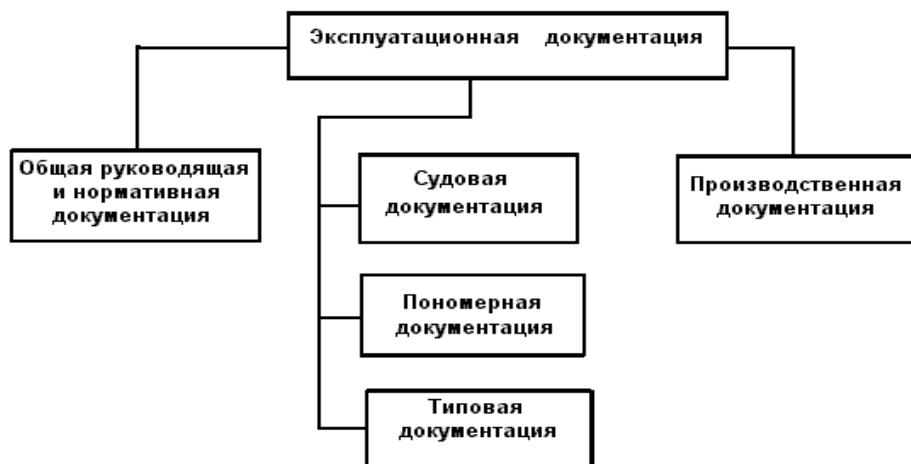


Рис. 4.1. Классификация эксплуатационной документации по ТОиР

Эксплуатационно-техническая документация (ЭТД) используется для: изучения и освоения конкретной АТ, ее параметров и характеристик, схем, конструкции, взаимодействия с другими системами; изучения и усвоения правил эксплуатации, технического обслуживания и ремонта АТ и АЭСиПНК; определения режимов технического обслуживания ВС и систем; планирования и оформления технической эксплуатации на всех этапах; учета наработки, численности, движения и технического состояния АТ; проведения и учета доработок АТ по указаниям ФАВТ и бюллетеням заводов-изготовителей, введенных в действие ФАВТ «Росавиация» Минтранса России; введения документальной отчетности по результатам эксплуатации, ремонта и доработок. Эксплуатационная документация подразделяется на общую руководящую и нормативную, судовую, пономерную, типовую и производственную документацию (рис. 4.1).

## 4.2. Общая руководящая и нормативная документация

Общая руководящая и нормативная документация – регламентирует общие вопросы организации и порядка эксплуатации ВС, а также определяет деятельность организации по ТОиР в целом и устанавливает правила ее эксплуатации [2, 4, 10, 12].

Руководящие документы определяют всю основную деятельность ГА как отрасли народного хозяйства, перспективы ее развития, основные направления, по которым должно идти развитие и дальнейшее совершенствование технических, экономических и социальных показателей и характеристик ГА.

**Руководящие и нормативные документы при обслуживании отечественных ВС** [2, 4, 10, 12, 31, 37].

Общими руководящими и нормативными документами являются: Воздушный кодекс Российской Федерации, Федеральные авиационные правила «Подготовка и выполнение полетов в ГА РФ» (ФАП-128), Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники (НТЭРАТ ГА-84), другие наставления и Федеральные авиационные правила, авиационные правила, нормы летной годности, стандарты, приказы, указания, инструкции общего характера и другие распорядительные, методические документы и материалы Федерального и Регионального органов государственного регулирования на воздушном транспорте, относящиеся к данным вопросам.

Воздушный кодекс Российской Федерации, принятый Государственной Думой 19 февраля 1997 года и одобренный Советом Федерации 5 марта 1997 года, является первым и главным документом ГА, который установил правовые основы использования воздушного пространства Российской Федерации и деятельности в области авиации.

Федеральные авиационные правила «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации», введенные в действие в октябре 2009г., реализуют стандарты и рекомендованную практику Международной организации гражданской авиации (ИКАО), являются основным документом, устанавливающим правила подготовки ВС и его экипажа к полету, обеспечения и выполнения полетов в гражданской авиации, а также аэронавигационного обслуживания полетов в воздушном пространстве Российской Федерации.

Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники является основным документом по вопросам технического обслуживания и ремонта АТ, определяющим общие положения и общие правила организации технической эксплуатации АТ и являющимся обязательным для выполнения всеми работниками и организациями ГА.

Нормы летной годности гражданских самолетов (НЛГС) действуют как основной руководящий документ, обязательный для выполнения всеми организациями и учреждениями при проектировании, производстве, испытаниях, сертификации, эксплуатации и ремонте ВС, их двигателей и оборудования, а также при разработке технических требований и технических заданий по АТ. НЛГС содержат минимальные государственные требования к летной годности, направленные на обеспечение безопасности полета, и отвечают соответствующим требованиям Международной организации гражданской авиации (ИКАО).

Приказом ФАС России от 19.02.1999г. №41 утверждены Федеральные авиационные правила «Организации по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники» (ФАП-145), которые регламентировали требования к Организации по ТОиР АТ гражданской

авиации Российской Федерации, определили сферы ее деятельности, необходимую документацию по ТОиР АТ и поддержанию летной годности ВС.

Во исполнение «Положения о системе сертификации на воздушном транспорте РФ» приказом ФАС России от 30.12.97г. №287 утвержден «Порядок сертификации организаций по техническому обслуживанию авиационной техники», который определил процедуры сертификации эксплуатантов ВТ РФ в части, связанной с обеспечением технического обслуживания и ремонта авиационной техники.

Приказом Министра обороны Российской Федерации, Министерства транспорта Российской Федерации и Российского авиационно-космического агентства от 31.03.02г. № 136/42/51 введены в действие с 01.01.2003г. Федеральные авиационные правила полетов в воздушном пространстве Российской Федерации, которые установили общий порядок выполнения полетов пилотируемыми воздушными судами гражданской, государственной и экспериментальной авиации в воздушном пространстве Российской Федерации.

Приказом Минтранса России от 4.02.2003г. №11 утверждены в рамках Федеральных авиационных правил «Сертификационные требования к эксплуатантам гражданской авиации», которые установили сертификационные требования к авиакомпаниям гражданской авиации и процедуры сертификации заявителя, продления срока действия сертификата эксплуатанта и внесения изменений в условия эксплуатации.

Приказом Минтранса РФ от 16.05.2003г. №132 в рамках ФАП «Экземпляр воздушного судна» утверждены требования и процедуры сертификации экземпляра воздушного судна.

Указанием ГСГА Минтранса России от 19.03.2004г. №24.10-35ГА введена в действие "Методика оценки аутентичности компонентов ВС" №24.10-966ГА, в рамках которой проверяется состояние пономерной документации, условия хранения, порядок выдачи и ее соответствие требованиям нормативной документации, наличие необходимой НТД, полнота заполнения разделов пономерной документации и выявляются общие нарушения в ведении пономерной документации в авиапредприятии.

4.02.2007г. Президент РФ подписал закон о транспортной безопасности, который определил нормативно-правовую базу обеспечения авиационной безопасности, порядок, цели и задачи досмотра пассажиров, багажа, груза и АТ.

Приказом Минтранса РФ от 12.09.2008г. № 147 утверждены Федеральные авиационные правила "Требования к членам экипажа воздушных судов, специалистам по техническому обслуживанию воздушных судов и сотрудникам по обеспечению полетов (полетным диспетчерам) гражданской авиации", которые определили требования к пилотам, специалистам по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники и др. сотрудникам.

Приказом Минтранса РФ от 31.07.2009г. № 128 утверждены Федеральные авиационные правила "Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации РФ», которые установили порядок подготовки ВС и его экипажа к полету, обеспечение и выполнение полетов в ГА, а также аэронавигационное обслуживание полетов в РФ.

### **Нормативная документация по летной эксплуатации иностранных ВС [10, 18, 19, 47):**

Требования FAA:

- Руководство по летной эксплуатации (AFM).
- Неутвержденные разделы AFM.
- Использование AFM как Руководства по летной эксплуатации.
- Руководство по эксплуатации для летных экипажей (FCOM).

- Краткий справочник (QRH).
  - Руководство по летной эксплуатации авиакомпании (CFM).
- Требования ICAO и JAR:
- Идентификация как Руководство по летной эксплуатации.
  - Утвержденные разделы CFM.
  - Принятые разделы CFM.
  - Описание систем воздушных судов.
  - Процедуры и ограничения.
  - Перечень минимального оборудования MEL.
  - Перечень отклонений от конфигурации (CDL).
  - Соотношение документов MEL с документами MMEL и DDPG.
  - Использование MEL и CDL при производстве полетов авиакомпаниями. •

MEL представляет собой документ, помогающий найти выход из создавшегося положения при необходимости выполнения полета с отказами и неисправностями. Такие полеты допускаются только после тщательного исследования каждого компонента, чтобы обеспечить сохранение приемлемого уровня безопасности полетов, но не поощрять эксплуатацию воздушных судов с неисправным оборудованием на борту ВС [19].

MEL предназначен для определения возможности эксплуатации воздушного судна с неработающими приборами, оборудованием или системами в рамках контролируемой и обоснованной программы проведения ремонтных работ и замены оборудования. Перечень MEL - это результат всестороннего изучения и анализа, включающего в себя обзор множества эксплуатационных условий и факторов, целью которого является обеспечение безопасного производства полетов и нормальной эксплуатации ВС. MEL разработан с целью сохранения приемлемого уровня безопасности полетов в случаях, когда воздушное судно допускается к полетам с неисправным (не задействованным) оборудованием [23]. MEL позволяет эксплуатантам быстро организовать эксплуатацию (полеты) воздушного судна и избежать излишних задержек или отмены рейсов, не ставя под угрозу безопасность полетов. MEL составляется эксплуатантом для каждого иностранного воздушного судна на основании MMEL, а для воздушных судов, разработанных или ранее эксплуатировавшихся в СССР, на основании требований РЛЭ.

MEL состоит из четырех или пяти (в зависимости от семейства ВС) разделов [19]:

- Раздел 00: Общая информация о руководстве (организация, лист согласований, основные моменты...).
- Раздел 00E: Перечень предупреждений ЕСАМ и соответствующих разделов MMEL (если возможно), классифицированных в соответствии со структурой АТА.
- Раздел 01: Утвержденная/принятая часть MMEL: Все компоненты, которые могут быть в нерабочем состоянии, сроки исправления неисправностей, их общее количество, количество, необходимое для получения допуска к эксплуатации, и соответствующие примечания или исключения.
- Раздел 02: Эксплуатационные процедуры, предусмотренные в Разделе 01. Вследствие того, что содержание этих процедур не утверждено / не принято /, эксплуатанты могут не следовать процедурам фирмы Airbus и разрабатывать свои собственные процедуры.
- Раздел 03: Процедуры технического обслуживания, взятые из Руководства по техническому обслуживанию ВС (АММ) и требуемые Разделом 01.

CDL - перечень отклонений от конфигурации, который представляет собой справочник положений, соблюдение которых обеспечивает допуск ВС к эксплуатации, даже если отсутствуют некоторые вспомогательные компоненты конструкции или двигателя. CDL касается только недостающих компонентов. Что касается допустимых повреждений, эксплуатант должен обращаться к Руководству по техническому обслуживанию воздушных судов (АММ).

Фирма Airbus рекомендует объединять CDL и MEL в одном документе [40].

### **Нормативная руководящая документация по техническому обслуживанию иностранных воздушных судов**

Нормативная руководящая документация по техническому обслуживанию воздушных судов Boeing и Airbus включает в себя следующие документы [19, 25-29, 41, 43]:

- Инструкции по продлению летной годности (ICA);
- Руководство по техническому обслуживанию воздушных судов (АММ);
- Отчет совета по проверке технического обслуживания (MRB);
- Руководство по техническому обслуживанию поставщика комплектующих изделий (СММ) (для данных, не имеющих в Руководстве по техническому обслуживанию воздушных судов или необходимых по положениям);
- Определение конфигурации воздушных судов (в виде руководства или данных);
- Автоматизированная система поиска справочных технических данных (REDARS), или Сервисный бюллетень, или Иллюстрированный каталог деталей (IPC);
- Руководство по выявлению неисправностей (FIM);
- Руководство по составлению монтажной схемы (WDM);
- Руководство по стандартному проведению электропроводки (SWPM);
- Руководство по проверке без нарушения целостности (NDT);
- Карточки с заданиями (ТС) (для данных, не имеющих в Руководстве по техническому обслуживанию воздушных судов).

Документы, необходимые для эффективной эксплуатации иностранных ВС [19, 40-41, 43]:

- Руководство по техническому обслуживанию комплектующих изделий (СММ);
- Средства технического обслуживания & Планирование оборудования (MFEP);
- Данные по планированию технического обслуживания (MPD);
- Руководство по установке силовых установок (PPBU);
- Руководство по стандартным практикам проведения капремонта (SOPM);
- Схематическое руководство по системам (SSM);
- Руководство по погрузке груза и багажа (BCLM);
- Руководство по весовой балансировке – Weight and Balance Manual (WBM).

WBM представляет собой справочник по весовым, балансировочным и загрузочным характеристикам.

Этими и рядом других нормативных документов внесены существенные изменения в документацию по технической эксплуатации авиационной техники в РФ как в части наименований, так и содержания, введены различные дополнения, термины и ограничения.

Организация по ТОиР должна иметь в своем распоряжении полный комплект общей и нормативной документации. Организации по ТОиР рекомендуется иметь перечень общей и нормативной документации с указанием количества экземпляров и их распределения по подразделениям.

### 4.3. Пономерная документация

Понмерная документация включает документы, которые выдаются Органами государственного регулирования на воздушном транспорте и промышленностью на ВС и изделия АТ, которым присвоены номера [2, 4, 10, 12].

Понмерная документация – документация, предназначенная для оформления государственной регистрации и годности каждого ВС к полетам, учета наработки и технического состояния ВС (двигателей, комплектующего изделия), его приемки и передачи, и действительна только для данного экземпляра АТ, зарегистрированного на заводе-изготовителе под определенным номером.

Понмерная документация включает в себя: свидетельство о государственной регистрации; удостоверение (сертификат) о годности гражданского ВС к полетам; бортовой журнал; санитарный журнал; формуляры, паспорта, этикетки, аттестаты на изделия АТ (ВС, двигателей и отдельных изделий АТ); разрешение на эксплуатацию радиостанций; таблицы нивелировочных данных; тарифовочные графики регистраторов режимов полета; формуляр силовых элементов планера (карта прочности) (выдается ремонтным заводом после ремонта); свидетельство по шумам (выдается при полетах на МВЛ); страховое свидетельство (выдается при полетах на МВЛ)

Свидетельство о государственной регистрации ВС является документом, определяющим принадлежность воздушного судна РФ, и выдается по занесении ВС в реестр управлением Инспекцией по безопасности полетов ФАВТ «Росавиация». При занесении ВС в реестр ему присваивают государственно-регистрационный опознавательный знак и номер, которые наносят на ВС. Кроме опознавательного знака ВС может быть присвоено особое наименование, которое заносят в реестр и наносят на ВС. Полеты ВС без занесения в Государственный реестр и при отсутствии опознавательных знаков или со знаками неустановленного образца запрещаются, за исключением ВС, проходящих заводские испытания.

Удостоверение (сертификат) о годности ВС к полетам выдается инспекцией по безопасности полетов Межрегионального территориального управления ГА. Его должно иметь каждое гражданское ВС, допущенное к воздушным передвижениям над территорией РФ, кроме ВС, проходящих заводские, государственные и эксплуатационные испытания. Допускается ВС к эксплуатации лишь после того, как будет установлено, что оно удовлетворяет требованиям безопасности полетов. В удостоверении о годности записывается разрешение на эксплуатацию радиостанций.

Бортовой журнал является принадлежностью ВС и ведется в соответствии с инструкцией, утвержденной ФАВТ «Росавиация». На титульном листе бортового журнала указываются тип ВС и его бортовой номер, авиакомпания, которой принадлежит ВС.

Санитарный журнал – документ, удостоверяющий пригодность самолета к полету в санитарном отношении. Санитарный журнал ведется медицинским персоналом предприятия, обеспечивающим надзор за внутренним санитарным состоянием ВС. Осмотры самолета производятся медицинскими работниками и санитарно-эпидемиологическими службами в аэропортах отправления и в промежуточных аэропортах. Журнал содержит правила проведения осмотров и готовности самолета к вылету по санитарным нормам, перечень работ по осмотрам, результаты осмотра, подписи лиц, производивших осмотр. Руководители



авиакомпаний обязаны лично проверять записи в санитарном журнале и принимать соответствующие меры по соблюдению требований санитарной гигиены.

Бортовой журнал ВС, удостоверение о годности гражданского воздушного судна РФ к полетам, свидетельство о государственной регистрации воздушного судна РФ и санитарный журнал должны находиться на борту ВС при выполнении им полета.

Документами, учитывающими работу и техническое состояние ВС, двигателей и установленных на них агрегатов, являются формуляры и паспорта. Формуляр и паспорт являются документами, удостоверяющими, что АТ изготовлена в соответствии с действующей технической документацией, принята техническим контролем и заказчиком. Они выдаются заводом-изготовителем на каждое изделие АТ и являются его принадлежностью. Формуляр (паспорт) – документ, удостоверяющий гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и характеристики изделия и содержащий основные сведения по его эксплуатации. Формуляр содержит общие сведения об изделии, комплект поставки, свидетельство о приемке, консервации, упаковке, гарантийные обязательства, сведения о рекламациях, хранении, консервации и расконсервации, данные по учету работы, учету неисправностей, данные о замене составных частей изделия, продолжительность и условия работы, виды ремонта. В формуляре (паспорте) обеспечивается фиксирование наработки конкретного экземпляра ВС, двигателей и других изделий АТ через установленные интервалы времени, установки на ВС и снятия с него двигателей и других изделий АТ, а также фиксирование произведенных ремонтов, периодического ТО, выполнения доработок конструкции, разовых осмотров и т.п. Паспорт состоит из следующих разделов: общих сведений, основных технических данных и характеристик, комплекта поставки, свидетельства о приемке, сведений о консервации, упаковке и расконсервации, гарантийных обязательств и сведений о рекламациях, движения изделия в эксплуатации, выполненных работах по поддержанию летной годности.

Формуляры и паспорта хранятся в служебном помещении ПДО АТБ. Ответственным за правильное ведение формуляров и паспортов является лицо, обслуживающее самолет (двигатель), или техник ПДО по учету СМП, а при хранении и транспортировке – лицо, ответственное за хранение и транспортировку.

Организация по ТОиР должна обеспечить содержание и ведение пономерной документации на приписные и прикрепленные ВС, авиадвигатели, отдельные изделия АТ, в частности: хранение формуляров, паспортов, аттестатов, этикеток и т.п. на изделия АТ (а также дубликатов указанных документов) в комплектах для каждого приписного или прикрепленного ВС; ведение положенных записей в формулярах, паспортах, аттестатах ВС, двигателей и отдельных изделий АТ (по установленным интервалам времени) о наработке АТ, выполненных при ПТО, ремонтных работах, доработках конструкции, разовых осмотрах, о продлении или увеличении ресурса до ремонта или списания, установке КИ АТ на ВС и их снятии, а также в других случаях, предусмотренных руководящей документацией; выдачу членам экипажей ВС и приемку от экипажей ВС указанной документации, предусмотренной руководящими документами.

Подразделения и должностные лица Организации по ТОиР, ответственные за пономерную документацию, устанавливаются руководителем Организации по ТОиР. Наличие и правильность ведения пономерной документации контролируют инженеры ОТК, а бортовой документации – летный инспекторский состав.

#### 4.4. Типовая документация

Эта группа документации включает все виды эксплуатационных документов по определенным типам ВС и изделиям АТ, которыми должны руководствоваться ИТС и экипажи при летно-технической эксплуатации и ТЭ ВС. Этот вид документации разрабатывают предприятия промышленности, КБ и ГосНИИГА. Типовая эксплуатационная документация (ЭД) или эксплуатационно-ремонтная документация (ЭРД) регламентирует содержание и порядок проведения работ по технической и летной эксплуатации ВС данного типа АТ [2, 4, 10, 12].

Основными видами типовой эксплуатационной документация являются: руководство по летной эксплуатации, инструкции по взаимодействию членов экипажей, карта контрольной проверки ВС; технические описания изделий; руководства по технической эксплуатации ВС, авиадвигателя, комплектующего изделия; регламент технического обслуживания; технологические указания по выполнению регламентных работ; руководство по ремонту ВС, двигателя, изделия АТ; приказы и указания органов государственного регулирования на воздушном транспорте; бюллетени промышленности; альбомы электросхем, основных сочленений и допусков; нормы и ведомости расхода запасных частей и материалов.

Техническое описание составляется для всех видов КИ (за исключением деталей), предназначено для изучения изделий, содержит описание изделия и принципа действия, а также эксплуатационно-технические характеристики и характеристики эксплуатационной технологичности. Кроме того, в техническом описании излагаются: состав изделия, устройство и работа изделия в целом и его составных частей, контрольно-измерительные приборы и т.д. Принцип работы изделия и его составных частей излагают согласно структурным, функциональным, принципиальным и другим схемам. Если изделие размещается на борту ВС, то в специальном разделе «Размещение и монтаж» излагают порядок размещения, требования к размещению и монтажу изделия, а также дают рекомендации по защите изделия от ударов, вибраций, электрических и механических помех.

Инструкция по эксплуатации (ИЭ) составляется для всех видов изделий (за исключением деталей), содержит сведения, необходимые для правильной эксплуатации (использования, транспортировки, хранения и технического обслуживания) изделия и поддержания его летной годности с момента его отправки из предприятия-изготовителя. ИЭ состоят из разделов, располагаемых в такой последовательности: введение, общие указания, указания мер безопасности, порядок установки изделия, подготовка изделия к работе, порядок работы, измерение параметров, регулирование, настройка, проверка технического состояния, характерные неисправности и методы их устранения, порядок технического обслуживания, правила хранения и транспортирования.

Описание работ и операций ИЭ должно быть приведено в технологической последовательности их выполнения с указанием способов выполнения работ, графика выполнения работ, укрупненного перечня операций, подлежащих выполнению, необходимых трудозатрат, приборов, инструментов, принадлежностей и специального оборудования.

Инструкция по техническому обслуживанию (ИО) составляется для всех видов КИ (кроме деталей) и содержит изложение порядка и правил технического обслуживания КИ. ИО может разрабатываться как составная часть раздела ИЭ или как самостоятельный документ ИО, который создается в двух случаях: когда по условиям эксплуатации

необходимо установить единые правила технического обслуживания изделия и его составных частей или когда указания о порядке технического обслуживания целесообразно оформлять в виде отдельного документа для уменьшения объема ИЭ и удобства пользования ИО и ИЭ.

Регламент технического обслуживания (РО) – основной документ, определяющий объем и периодичность выполнения работ по ТО ВС определенного типа, их систем и комплектующих изделий. Составляется регламент на основе опыта эксплуатации и результатов научно-исследовательских работ.

Технологические указания по ТО определяют порядок выполнения работ в процессе ТО.

Руководство по технической эксплуатации (РТЭ) включает все указания и технологические карты, необходимые для технического обслуживания, выполнения работ по замене агрегатов, регулировочных и других работ на АТ.

Руководство по летной эксплуатации (РЛЭ) содержит правила самолетовождения на всех этапах полета, в различных условиях и особых ситуациях, указания по эксплуатации силовых установок, порядок взаимодействия членов экипажа между собой и со службой управления воздушным движением.

Руководство по ремонту определяет требования по выполнению всех видов ремонтных работ, выполняемых на АТ в условиях ремонтного и эксплуатационного предприятий.

Альбом основных сочленений, ремонтных допусков и Каталог деталей и сборочных единиц относятся к номенклатуре ремонтной документации, однако в процессе технической эксплуатации при выполнении работ по текущему ремонту, подбору деталей и узлов и составлении заявок на них на эксплуатационных предприятиях возникает необходимость в использовании данных документов. В альбоме дается общий вид изделия, приводятся технические характеристики, сведения по материалам, даются регламентируемые моменты затяжки резьбовых соединений.

Каталог деталей и сборочных единиц содержит их цифровой указатель, схему разделения изделия на конструктивные группы, перечень и иллюстрации деталей и сборочных единиц. В нем приводятся условия взаимозаменяемости деталей, сборочных единиц, а также заводские номера изделий, в пределах которых данная деталь применяется.

#### **Состав типовой документации иностранных ВС**

Применительно к ВС зарубежного производства Организация по ТООР должна пользоваться документацией, введенной в действие Авиационной администрацией соответствующего государства-производителя ВС.

- Инструкция по эксплуатации ВС (АОМ). Включает описание систем, плановую и операционную информацию, также чек-листы и справочник. В основном используется членами экипажа.

- Инструкция по техническому обслуживанию ВС (АММ). Это документ, которым должны пользоваться при обслуживании ВС. АММ подтверждено АТА100, содержит все виды обслуживания, как плановые, так и внеплановые, и включает процедуры поиска неисправностей, функциональные и операционные проверки и т.д.

- Электрическая схема (WDM). Обеспечивает оператора всей необходимой информацией по монтажу проводов для электрических систем и систем авионики. Обычно она подразделяется на следующие части: введение, стандартная практика (меры безопасности, соединения, методы электропроводки и т.д.), список электрического и электронного оборудования, электропроводка.

- Схемы систем (SSM). Обеспечивает оператора схемами всех систем. Обычно состоит из введения, схемы систем.

- Иллюстрированный каталог запасных частей (IPC). Помогает оператору проводить учет, хранение и идентификацию запасных частей. Каталог может быть систематизирован, имеет номерные и буквенные индексы. Номер детали содержит информацию, организованную по ATA.

- Инструкция на двигатель в сборе (PBM). Содержит информацию по двигателю и его установке. Инструкция обычно разделяется на несколько частей: введение, которое суммирующее содержание всей инструкции, дает краткое описание двигателя и инструкцию для потребителя. Эта часть также имеет список специального инструмента и оборудования, кодов и расходных материалов, процедуры раскрытия упаковок принадлежностей для их сборки. Инструкция включает окончательные меры, необходимые для сборки и установки двигателя.

- Инструкция по производству слесарных работ. Включает описание и необходимую техническую информацию, имеющую отношение к полевому ремонту структур (обшивки) ВС. Инструкция содержит требования по допустимым величинам дефектов, пособие по определению материалов изготовления, процедурам ремонта, защиты и уплотнения мест ремонта.

- Инструкция по неразрушающим методам контроля (NDTM). Содержит информацию и специальные инструкции по неразрушающему контролю первичных и вторичных структур. Инструкция включает описания, состоящие из теоретических основ нескольких методов, таких как использование наполнителей, рентгеновское, ультразвуковое, магнитное исследование и т.д., и дает примеры использования этих методов на самолете.

- Инструкция по инструменту и оборудованию (TEM). Содержит информацию по всему специальному инструменту, необходимому для обслуживания самолета, его проверки, поиска неисправностей и ремонта.

- Характеристики самолета, необходимые для аэропортового планирования (ACAP). Содержат специальную информацию по самолету, необходимую для проведения его обслуживания в аэропорту.

- Инструкция по эвакуации (ARM). Содержит необходимую информацию по эвакуации самолета, который не может передвигаться самостоятельно. Инструкция содержит информацию по подготовке, стабилизации перемещения самолета, специальному оборудованию и инструменту, который может потребоваться.

- Обслуживание на борту Maintenance Review Board (MRB). Включает все необходимые операции по плановому техническому обслуживанию. Инструкция утверждается курирующей организацией ГА – национальной авиационной администрацией (NAA) и содержит: системы и двигатели, структуры, зоны проверки, информацию по летной годности.

В Организации по ТОиР должен быть определен: порядок хранения, использования (выдачи) типовой документации; порядок внесения изменений и дополнений в документацию в течение установленных руководящими документами сроков, размножения извещений о корректировке документов, обеспечения ими подразделений и исполнителей.

Организация по ТОиР должна располагать всей действующей (утвержденной или введенной в действие Федеральным органом государственного управления воздушным

транспортом) на данный момент типовой эксплуатационной документацией по каждому типу ВС.

Организации по ТООР рекомендуется иметь перечень такой документации по каждому типу ВС (регламенты технического обслуживания, технологические указания по ТО, инструкции, бюллетени, распоряжения Федерального и Регионального органов государственного регулирования ВТ и пр.) с указанием по каждой позиции количества и местонахождения эталонного, контрольных и рабочих экземпляров.

#### **4.5. Судовая документация**

Судовая документация обеспечивает оформление государственной регистрации ВС и его годности к полетам, а также приема-передачи ВС и является принадлежностью конкретного экземпляра ВС или другой АТ и должна быть на ВС при выполнении полетов.

Судовая документация включает в себя [4, 10, 12]:

- Свидетельство о государственной регистрации ВС.
- Удостоверение о годности ВС к полетам.
- Бортовой журнал (Aircraft Technical Logbook – TLB на иностранных ВС).
- Санитарный журнал.
- Сертификат (свидетельство) эксплуатанта (копия).
- Сертификат летной годности (удостоверение) о годности ВС к полетам.
- Разрешение на бортовую радиостанцию, если ВС оборудовано радиоаппаратурой.
- Руководство по летной эксплуатации.
- Соответствующие документы на каждого члена экипажа.
- Документы, предусмотренные специально уполномоченным органом в области ГА.

Примечание. 1. Сертификат летной годности экземпляра ВС – документ, удостоверяющий соответствие экземпляра ВС установленным требованиям ФАП ВС к летной годности.

2. Экземпляр ВС – конкретное воздушное судно, имеющее индивидуальную информацию для его идентификации (наименование изготовителя, обозначение типа, серийный номер, номер и дата сертификата типа, данные по комплектации).

Свидетельство о государственной регистрации гражданского воздушного судна выдает Управление инспекции по безопасности полетов Федерального органа государственного регулирования на воздушном транспорте, а удостоверение о годности гражданского воздушного судна к полетам – Инспекция по безопасности полетов территориального органа государственного регулирования на воздушном транспорте.

Сертификат летной годности выдается органом по сертификации экземпляра АТ, по заявлению владельца АТ, к которому прилагают акт проверки технического состояния и определения годности ВС к полетам.

В свидетельстве о регистрации ВС может быть оформлено разрешение на эксплуатацию бортовых радиостанций.

Для перегонки ВС, получаемого от завода-изготовителя, к месту назначения и для его эксплуатации до получения постоянного удостоверения старший представитель заказчика на заводе выдает временное удостоверение о годности ВС к полетам.

При выполнении полетов над территорией России и по международным воздушным линиям на борту ВС должны находиться бортовые документы: свидетельство о государственной регистрации гражданского воздушного судна РФ, удостоверение о годности гражданского воздушного судна РФ к полетам, бортовой журнал, санитарный журнал, а также задание на полет; справка о работе АТ в рейсе, сопроводительные ведомости, центровочные графики, схемы пробивания облачности и захода на посадку, штурманский бортовой журнал, бюллетень погоды, контрольная карта и другие полетные документы. Кроме того, ВС, проходящие заводские и государственные испытания, при выполнении полетов должны иметь временные удостоверения о годности к полетам, выдаваемые заводами.

Бортовой журнал ведется для регистрации результатов контроля технического состояния и оформления приема и передачи ВС. Бортовой журнал в полете ведется бортинженером или пилотом. Контроль за правильностью ведения журнала осуществляют ведущий инженер технического отдела АТБ, а также руководящий инженерный состав АТБ и летного отряда, которые заносят результаты проверки в соответствующий раздел журнала.

Санитарный журнал ведется медицинским персоналом авиакомпании, обеспечивающим надзор за внутренним санитарным состоянием ВС, контролируется санитарно-эпидемиологической службой СЭС МТУГА.

Организация по ТООИР должна в части судовой документации обеспечить хранение, выдачу на борт ВС и приемку от экипажа судовой документации, а также контроль за сроками действия удостоверений о годности к полетам приписных и прикрепленных ВС и соблюдением правил ведения, заполнения и контроля санитарного и бортового журнала этих ВС. Порядок ведения судовой документации, если он не определен руководящими документами, а также подразделения и должностные лица, ответственные за выполнение требований данного параграфа, устанавливаются руководителем Организации по ТООИР.

### **Требования EASA**

**Сертификат летной годности** (EASA Form 25, приложение Part- 21). Выписывается Курирующей организацией государства регистрации ВС. В случае изменения владельца ВС Сертификат летной годности передается вместе с самолетом, если не меняется его регистрация. Если регистрация ВС меняется на другую страну члена ЕЭС, Сертификат летной годности должен выписываться после представления предыдущего Сертификата летной годности и Сертификата Airworth Iness Review Certificate – Воздушного сертификата обзора стоимости.

**Сертификат типа.** Выдается в соответствии с требованиями Part-21. Выписывается без ограничения по сроку действия. Может изменяться только государственной курирующей организацией ГА.

Сертификация типа выполняется перед выпиской Сертификата летной годности на тип ВС и представляет собой заявление, что ВС и его модификации, указанные в приложении к Сертификату типа – Type Certificate Data Sheets (TCDS), находятся в соответствии с требованиями European Aviation Safety Agency (EASA). Приложения TCDS содержат технические детальные сведения по самолету и его компонентам. Все оборудование, установленное на самолет, влияющее на его летную годность, должно иметь сертификат типа до его окончательной установки на самолет. Это особенно относится к двигателям, воздушным винтам и радиооборудованию, где сертификация по типу приветствуется. Сертификаты типа должны включать: конструкцию двигателя, рабочие ограничения, списки

приложений TCDS, применяемые требования EASA, любые другие требования и ограничения, предназначенные для изделия и описанные в соответствующей части Part-21.

**Сертификат регистрации.** Все самолеты должны иметь регистрацию до того, как они допускаются к полетам. Сертификат регистрации выпускается и изменяется Курирующей организацией ГА страны, где он зарегистрирован. После выписки Сертификата регистрации он остается в силе до момента изменения владельца ВС.

**Сертификат шума.** Сертификат по шумам выписывается, изменяется и модернизируется Курирующей организацией ГА страны члена ЕЭС по форме 45 EASA. При изменении владельца самолета, если ВС остается той же регистрации, сертификат шума передается вместе с самолетом; если ВС меняет регистрацию на другую страну члена ЕЭС, новый сертификат шума выписывается после предоставления предыдущего сертификата.

**Радиолицензия и сертификат.** Выдается национальными радиовластями страны регистрации. Содержит, как минимум следующую информацию: регистрацию ВС, тип ВС и его номер, список радиооборудования с указанием частотных диапазонов. Изменение владельца ВС делает Радиолицензию недействительной. Новый владелец должен обратиться к властям для получения новой лицензии.

#### **Документы, обязательные на борту**

Оператор должен обеспечивать на борту при каждом полете наличие следующих документов:

Сертификат регистрации.

Сертификат летной годности.

Сертификат шума (Если необходим).

Сертификат оператора.

Авиационная радиолицензия.

Страховой полис.

Каждый член экипажа при каждом полете должен иметь летную лицензию с определенными категориями для данного полета.

#### **Инструкции на борту**

Оператор должен обеспечивать наличие на борту:

Действующие части Инструкции оператора, относящиеся к обязанностям экипажа в полете. Эти части Инструкции, необходимые для полета, должны быть легко доступны экипажу на борту самолета.

Действующие части Инструкции оператора перевозятся на самолете, даже если Курирующая организация ГА еще не подтвердила, что эта инструкция содержит информацию по этому типу самолета.

#### **Дополнительная информация и формы, которые должны находиться на борту**

Действующий полетный план (Flight Plan).

Аналог бортжурнала.

Документация по массе и балансу ВС.

**Распределение веса (Weight Schedule).** Для каждого самолета распределение веса (баланс) и центр тяжести требуется указывать в бортовые записи и также в полетную инструкцию. Weight Schedule должен сверяться со статусом самолета при внесении

модификаций и т.д. При внедрении модификаций необходимо, чтобы они не выводили самолет из разрешенных пределов эксплуатации по центру тяжести.

**Вес и баланс Weight and Balance Manual (WBM).** Определяют ограничения по центру тяжести (CG) и дают подробности по возможностям грузоподъемности ВС. Включают: ограничения, топливо, груз, планирование загрузки и наземные операции. Пустой вес – вес самолета с фиксированным балластом, неиспользованным топливом, с полной заправкой рабочих жидкостей: масло, гидравлическая жидкость, другие жидкости, необходимые для нормальной эксплуатации авиационных систем, за исключением питьевой воды, воды для туалета и жидкостей, предназначенных для впрыска в двигатель.

#### **4.6. Производственно-техническая документация**

Производственно-техническая документация используется для планирования, учета плановых и статистических данных, учета состояния АТ, отчетности по эксплуатации АТ и производственно-хозяйственной деятельности АТБ.

В ИАС ГА определена номенклатура, установлены кодированные виды и формы производственно-технической документации, порядок их ведения, сроки разработки, оформления и представления с учетом требований по информационному обеспечению автоматизированных систем управления, объединенных в единую государственную систему сбора и обработки информации для учета, планирования и управления.

Производственно-технические документы классифицируются по назначению: на учетные, информационные, организационно-распорядительные и отчетные; по области применения: по авиационной технике (наличие, состояние, движение, ресурсы, списание, отчетность); по виду - акты, журналы, карты, ведомости, справки, задания, отчеты и т.д.; по надежности АТ - анализы, рекламации, доработки, учет отказов и неисправностей, регулярность полетов; по авиационно-технической подготовке, допуску к обслуживанию АТ; охране труда и окружающей среды; по планированию (технико-экономическое, производственное); по техническому обслуживанию АТ, сдаче ее в ремонт и получению из ремонта; системе управления эффективностью и качеством ТО; по обеспечению ТО, нормированию труда и материалов, стандартам предприятия [2, 12].

Производственная документация обеспечивает регистрацию текущего технического состояния конкретных экземпляров АТ, выполнения на них работ по ТОиР и ответственных должностных лиц за выполнение работ, контрольных операций и итогового заключения о годности ВС к полету или о возможности использования на ВС отдельных изделий АТ после проведенного ТОиР.

#### **Производственная документация при обслуживании отечественных ВС**

К производственной документации относятся [2, 12, 39]: карты-наряды; пооперационные ведомости; поэтапные ведомости; ведомости дефектации; разовые задания на работы по ТОиР и др. Производственная документация используется для планирования, учета плановых и статистических данных, составления отчетов по эксплуатации АТ и производственно-хозяйственной деятельности АТБ, связанной с эксплуатацией АТ.

Документальное оформление выполняемых работ при техническом обслуживании производится в картах-нарядах, нарядах на дефектацию, пооперационных ведомостях, а учет



простоев и задержек вылетов ВС, разборов работы технического состава и других мероприятий – в специальных журналах.

Карта-наряд включает в себя задание на выполнение работ, перечень обслуживаемых систем и дополнительных работ, которые не предусмотрены регламентом. В действие введены следующие три формы карт-нарядов на ВС: на оперативное, периодическое ТО, а также на оказание технической помощи при обслуживании ВС иностранных авиационных компаний.

Выполнение ТОиР ВС и годность компонента ВС должно документально удостоверяться допускающим персоналом Организации по ТОиР АТ в части того, что работы по ТОиР на АТ выполнены сертифицированной по ФАП организацией в установленном объеме, с установленной глубиной проверки в соответствии с Руководством по деятельности Организации по ТОиР АТ и документацией по поддержанию летной годности ВС.

### **Производственная документация при обслуживании иностранных ВС**

При техническом обслуживании заполняются следующие документы [18, 19, 40]:

- Work Order (WO) – Заказ на производство работ.
- Maintenance Job Summary Sheet (MJSS) – Карта-наряд на ТО.
- Maintenance Job Card (MJC) – Пооперационная карта-наряд на выполнение регламентных работ.
- Maintenance Job Order (MJO) – Пооперационная ведомость на выполнение работ, не входящих в регламент.
- Non-Routine Card (NRC) – Карта на дополнительные работы.
- Engineering Order (EO) – Техническое решение.
- Acceptable Deferred Defect (ADD) – Перечень отложенных дефектов.

Maintenance Planning Document (MPD) – Документ по планированию обслуживания. Это модернизированный по сравнению с MRB документ, дающий информацию в более практичном виде. Имеет следующие разделы: линейные проверки, базовые проверки, проверки структур, общие программы, ссылки на инструкцию по техническому обслуживанию ВС – Aircraft Maintenance Manual (АММ). MPD может использоваться наряду с Job Cards производителя.

Job Cards (JC). Дается в сочетании с информацией обслуживания на борту Maintenance Review Board (MRB) и описанием процедур (работ) Aircraft Maintenance Manual (АММ) – руководства по техническому обслуживанию ВС. Карта JC выдается вместе с перечнем необходимых работ в заказе на обслуживание на борту Maintenance Review Board. (Заказ АТА).

### **Эксплуатационная документация при отклонении от порядка выполнения работ с иностранными воздушными судами [18, 19, 40]**

- Основной перечень минимального оборудования, контролируемый ФАА США.
- Справочник отклонений от порядка выполнения работ (DDG) – Документ Boeing.
- Перечень отклонений от конфигурации (CDL) – Приложение АФМ – Утверждено ФАА.
- Процедуры по производству полетов компании / Техническое обслуживание.
- Стандарты политики компании.
- Перечень минимального оборудования авиакомпании (Airline MEL).

В производственных цехах и участках АТБ ведется журнал приёма-передачи смен, в котором указываются общие сведения о техническом состоянии передаваемой АТ. Случаи задержки вылетов, повреждений и предпосылок к авиационным происшествиям, которые произошли по техническим причинам, учитываются в специальном журнале по соответствующим актам расследования.

Для накопления данных и проведения анализа для улучшения планирования и разработки мероприятий по совершенствованию производственного процесса на АТБ ведется журнал учета простоев АТ.

Процесс технической эксплуатации АТ сопровождается различными организационными мероприятиями, для учета которых также ведутся отдельные журналы.

Для предъявления претензий поставщикам и восстановления вышедшей из строя гарантийной АТ составляют рекламационные акты в случаях несоответствия требованиям стандартов, технических условий и договоров поставляемой АТ, тары, упаковки, консервации и маркировки, а также выхода из строя этой техники до истечения гарантийных сроков по причинам, исключающим вину эксплуатирующих организаций при ее хранении и эксплуатации.

Для обобщения опыта ТО АТ руководящий состав ИАС проводит технические разборы с ИТС. Содержание разборов и принятые меры регистрируются в журнале учета разборов технического состава.

Учет изучения ИТС АТБ поступающих документов по вопросам технической эксплуатации АТ ведется в журналах изучения документов цехов, участков, отделов. Изменение технического и ресурсного состояния АТ в процессе эксплуатации сопровождается оформлением документации (актами), предусмотренной действующими в гражданской авиации положениями и инструкциями.

В связи с внедрением поэтапного метода обслуживания на практике получили распространение технологические карты, в которых раскрыты содержание работ и нормы трудовых затрат по каждому этапу.

В процессе эксплуатации АТ может передаваться от завода-изготовителя на эксплуатационное предприятие, от одного авиапредприятия другому, на ремонтное предприятие и обратно. Во всех случаях передача АТ оформляется приемосдаточными актами, а также, при необходимости, актами на облет и выполнение на нем дополнительных работ.

При обслуживании АТ на предприятиях по ТОиР АТ руководствуются нормативами трудоемкости, выраженными в человеко-часах. Нормативы устанавливаются для каждой формы регламента на основании данных хронометража, выполняемого в ведущих АТБ согласно действующему для данного самолета регламенту, а также исследований, проведенных ГосНИИГА и ГосНИИАН, и материалов завода-изготовителя. При этом нормативы рассчитываются для предприятий ГА, оснащенных всем необходимым оборудованием. Нормативы трудоемкости периодически уточняются по мере освоения эксплуатируемой авиационной техники.

В процессе ТО производится дефектация АТ. Все замеченные неисправности записываются в «Ведомость дефектов», которая является обязательным приложением к технологической карте или карте-наряду на ТО АТ.

Эксплуатация авиационной техники предусматривает работу с документацией, к которой относятся: технические описания и инструкции по эксплуатации, руководства по летной

эксплуатации, регламенты, технологические указания по выполнению регламентных и других работ, фидерные и монтажные (полумонтажные) схемы, руководство по ремонту, альбом основных соединений и ремонтных допусков, каталог деталей и узлов изделий. Альбом основных сочленений, ремонтных допусков, каталог деталей и сборочных единиц относится к номенклатуре ремонтной документации, но может использоваться в процессе ТО при выполнении текущего ремонта АТ для подбора деталей и узлов и составления заявок на них. Руководство по ремонту определяет требования по выполнению всех видов ремонтных работ, выполняемых на АТ в условиях ремонтного и эксплуатационного предприятий. Документация на изделия авиационной техники включает формуляры и паспорта, в которых записываются их наработка, отказы, проверки на соответствие нормам технических параметров.

Книги регистрации и учета ведутся на основании данных формуляров и карточек ресурса, которые служат оперативными документами по ежедневному учету израсходованного и оставшегося ресурсов каждого ВС и установленного на нем двигателя. Табель учета исправности и использования АТ является оперативным документом для ежедневного в течение месяца учета использования и простоев.

Ведомость исправности и использования самолетов служит оперативным документом по месячному учету технического состояния и использования самолетов с ГТД одного типа. Табель суточного состояния самолетов и вертолетов является оперативным документом по ежедневному и помесечному учету использования и технического состояния самолета с ГТД и вертолета отдельно каждого типа.

Отчетная документация по состоянию АТ и показателям работы ИАС направляется в вышестоящие инстанции в сроки по формам, которые утверждаются Федеральным органом государственного регулирования на воздушном транспорте. В отчетах о деятельности АТБ отражается выполнение производственного плана, наличие и движение АТ, исправность и использование ВС, надежность АТ и выполнение доработок, сведения о досрочно снятых двигателях.

Ежемесячно на предприятиях ТОиР АТ проводится анализ безопасности полетов и эксплуатации авиационной техники. На основании такого анализа разрабатываются соответствующие мероприятия. В Территориальных и Федеральных органах государственного регулирования воздушным транспортом проводится сводный анализ безопасности полетов и эксплуатации авиационной техники за месяц, квартал, полугодие, год, по которому разрабатываются профилактические мероприятия по региону и в целом по Российской Федерации.

Документальное оформление выполняемых работ при техническом обслуживании производится в картах-нарядах, нарядах на дефектацию, пооперационных ведомостях.

В Организации по ТОиР должны быть определены:

- а) порядок хранения, использования (выдачи) типовой документации;
- б) порядок внесения изменений и дополнений в документацию в течение установленных руководящими документами сроков, размножения извещений о корректировке документов и обеспечения ими подразделений и исполнителей;
- в) порядок оперативного изучения инженерно-техническим персоналом поступающих новых документов, а также изменений и дополнений к действующим документам, предусматривающий полный охват групповыми занятиями или

индивидуальными заданиями всех специалистов, включая отсутствующих из-за командировок, отпусков, болезней и т.п.

Ответственные должностные лица за выполнение требований данного параграфа по Организации по ТООИР в целом и ее подразделениям устанавливаются руководителем Организации по ТООИР.

Организация по ТООИР должна в части производственной документации:

- обеспечить наличие бланков карт-нарядов, пооперационных и поэтапных ведомостей, ведомостей дефектации, разовых заданий на работы по ТООИР и др., или печатание указанных документов на ЭВМ;

- организовать своевременную выдачу исполнителям производственной документации на предстоящие работы;

- обеспечить правильное и своевременное заполнение производственной документации исполнителями и руководителями работ, контролирующими должностными лицами, а также своевременное оформление заключений о пригодности ВС к полету после ТО;

- обеспечить своевременную сдачу оформленной производственной документации лицам, ответственным за ее последующую обработку и хранение;

- организовать хранение оформленной производственной документации в порядке и по срокам, установленным руководящими документами.

- выдавать по требованию представителя владельца ВС копии производственных документов на выполненное ТО.

Порядок ведения указанной документации, подразделения и должностные лица Организации по ТООИР, ответственные за выполнение требований данного параграфа, устанавливаются руководителем Организации по ТООИР.

Рекомендуется в Организации по ТООИР иметь утвержденный ее руководителем перечень форм производственной документации (в том числе и введенной руководящими документами), в котором по каждой позиции должно быть отражено: источник первичной информации и форма ее получения; подразделение или должностное лицо, ответственное за ее подготовку и заполнение; адресность и сроки представления документа.

В случае использования "безбумажной" – ориентированной на ЭВМ и АСУ типовой или производственной документации, Организация по ТООИР должна обеспечить: специальную подготовку персонала, выделенного для работы с такой документацией; четкое ведение машинно-ориентированной документации, внесение в нее изменений и дополнений; сохранность записанной в ЭВМ информации от порчи и "стирания" за счет ее дублирования и регламентации работы с ней; возможность получения потребителями информации необходимых документов или данных в сжатые сроки. Порядок подготовки персонала для работы с машинно-ориентированной документацией, порядок работы с такой документацией, а также подразделения и должностные лица, ответственные за соблюдение требований данного параграфа, устанавливаются руководителем Организации по ТООИР.

### **Требование EASA**

Информация об опасных дефектах на иностранных ВС. При выявлении обнаруженных при обслуживании иностранных ВС опасных дефектах необходимо подготовить внутреннюю и внешнюю информацию.

Внутренняя информация. Система внутренней информации: сбор и оценка, определение тенденций, определение надлежащих действий по устранению, обеспечение обмена информацией.

Внешняя информация: О наличии дефектов, влияющих на полетную безопасность, следует докладывать: администрации ГА; разработчику; заказчику, если ВС законтрактован оператором по JAR-OPS. Доклад оформляется организацией, сертифицированной по Part-145, как можно быстрее, в течение 72 часов, по форме и в соответствии с требованиями курирующей организации ГА.

Держатель ТС (Type Certificate) – Сертификата Типа, STC или ETSO, должен иметь систему накопления, расследования и анализа информации, имеющей отношение к нарушениям, которые могут приводить к отказам, нарушениям в работе и дефектам продукции, для обеспечения информацией каждого оператора каждого типа продукции.

Держатель полномочий ТС, STC или ETSO должен информировать в виде соответствующих заполненных форм EASA об отказах, нарушениях в работе и дефектах, которые приводят к нарушению безопасности, как можно скорее, но не позднее трех дней с момента их определения.

#### **4.7. Документация по учету авиационной техники и ее технического состояния**

Авиационная техника (самолеты, вертолеты и двигатели), находящаяся на предприятиях, в учреждениях и организациях на эксплуатации, хранении или в ремонте, подлежит обязательному учету. Порядок учета ВС и АД ведут все предприятия, являющиеся владельцами АТ. ВС и АД ставятся на учет и снимаются с учета на основании приемосдаточных актов, сопроводительных документов или приказов на списание. АТ ставится на учет не позднее двух суток с момента ее поступления.

Организация по ТОиР АТ должна иметь документацию по поддержанию летной годности ВС, которая должна сохраняться и быть доступной для персонала. Выполнение ТОиР оформляется свидетельством о выполнении ТОиР ВС; годность компонента ВС оформляется Свидетельством о допуске к установке компонента на ВС.

##### **Журналы учета при обслуживании отечественных воздушных судов**

При отсутствии автоматизированного учета на предприятии для учета наличия, состояния и движения АТ установлены следующие документы: книга (картотека) учета ВС; книга (картотека) учета АД, табель учета исправности и использования ВС; табель суточного состояния ВС; уведомление на отправку ВС и АД; инвентаризационная ведомость АД [12, 39].

На предприятиях ГА, использующих ЭВМ для решения задач учета наличия и состояния АТ, разрешается не вести учетную документацию, за исключением книг учета ВС и АД, ведомости инвентаризации и уведомления. При этом учетные данные ведутся, хранятся и представляются в АСУ учета вышестоящего уровня на магнитных носителях.

##### **Требование EASA**

Журналы учета при обслуживании иностранных ВС. При техническом обслуживании иностранных ВС рекомендуется вести следующие журналы учета, сведения из которых используются при заполнении отчетных документов [18, 19, 40]:

- Журнал учета технического обслуживания воздушных судов.
- Отчет о затруднениях обслуживания.
- Итоговый отчет технического прерывания.

- Отчеты по переоборудованию и ремонту.
- Документация по летной годности или запись в журнале учета ВС.
- Журнал учета несоответствий в салоне ВС.
- Журнал учета отметок об отсроченном техническом обслуживании (DMI).
- AD/CN's (SB's) Register – Журнал регистрации директив летной годности, журнал сервисный бюллетеней.
- Нестандартные записи.

Книга регистрации и учета ведется на основании данных формуляров и карточек учета ресурса, которые служат оперативными документами по ежедневному учету израсходованного и оставшегося ресурсов каждого ВС и установленного на нем двигателя.

Табель учета исправности и использования ВС является оперативным документом для ежесуточного, в течение месяца, учета использования и простоев (в часах) самолетов с ГТД, приписанных к АТБ. Заполнение табеля за истекшие сутки отдельно для каждого ВС производится диспетчером, ведущим “График использования и ТО ВС”. По окончании месяца табель передается в группу учета ПДО, где подсчитываются итоговые данные за месяц и определяется процент исправности ВС путем деления суммарной величины “исправных” самолето-часов на общий фонд календарного времени.

Ведомость исправности и использования ВС является оперативным документом по месячному учету технического состояния и использования ВС с ГТД одного типа. Процент исправности парка самолетов данного типа за месяц определяется делением суммарной величины “исправных” самолето-часов по всем ВС на общий фонд календарного времени их эксплуатации. Данная ведомость является исходным документом для составления отчета по исправности самолетов и вертолетов с ГТД.

Табель суточного состояния самолетов и вертолетов является оперативным документом по ежесуточному и помесечному учету использования и технического состояния самолетов с ПД и вертолетов отдельно каждого типа. Оценка состояния ВС в этом случае определяется процентом исправности как отношением количества самолето-суток, в течение которых ВС находились в исправном состоянии, к общему числу самолето-суток за месяц, квартал, год. К числу исправных за данные сутки относятся ВС, для которых суммарное время нахождения в состоянии готовности к полету и в полете на протяжении суток составляет не менее 12 часов. Если из-за неисправности ВС был отменен рейс, то самолето-сутки по данному ВС в учетной документации относятся в графу “На ТО”. На основании итоговых данных табеля составляется отчет об исправности ВС. Носителями первичной информации об АТ являются справки о работе АТ в рейсе, карточка учета неисправностей, карты-наряды, журналы, акты и другие учетные, информационные и организационно-распорядительные документы.

### **Требования EASA**

Записи по техническому обслуживанию должны подробно описывать все сделанные работы и сохраняться для обоснования выписывания сертификата готовности к эксплуатации организации по TO Certificate Release to Service (CRS). Записи должны включать выпускные документы нанятых для работ организаций и обеспечивать владельца ВС копией каждого сертификата CRS, соответствующей технической информацией. Записи должны храниться в местах, защищенных от повреждения и пропажи, 3 года после выписки последнего сертификата CRS. Должно производиться компьютерное дублирование записей в разных местах. При прекращении работы предприятия (организации) записи должны передаваться в

другую организацию вместе с ВС. Записи за последние два года хранятся у последнего владельца/заказчика.

Система технической информации оператора коммерческого авиатранспорта. Оператор должен иметь текущий сертификат Certificate Release to Service, аналог боржурнала, утверждаемого Курирующей организацией ГА, сведения о полетной информации, текущие заявки на обслуживание, список отложенных дефектов, вспомогательную и указательную информацию. В технический журнал Оператора производятся записи: текущего состояния авиационных компонентов, выполнения бюллетеней AD, модернизации, ремонта в соответствии с программой обслуживания компонентов с ограниченным сроком эксплуатации, информации по весу и балансу, списка отложенных дефектов установленных компонентов. Система записей при продлении летной годности включает записи по продлению летной годности на ВС, производимые в боржурнал, в формуляр (двигатель, воздушный винт) или учетные карточки (модули двигателей, компоненты с ресурсами наработки), а также записи календарного времени и даты, продолжительность полета, количество циклов, посадок, установка и снятие с ВС компонентов. Проверка записей является частью работы по продлению летной годности.

#### **4.8. Отчетная документация**

Отчетная документация по состоянию АТ и показателям работы ИАС направляется в вышестоящие органы государственного регулирования на воздушном транспорте в сроки и по формам, которые утверждаются ФАВТ «Росавиация» Минтранса России. В отчетах о деятельности АТБ отражаются выполнение производственного плана, наличие и движение АТ, исправность и использование ВС, надежность АТ и выполнение доработок, сведения о досрочно снятых двигателях.

К числу основных форм отчетности относятся [39]:

- Отчет о наличии и ресурсном состоянии самолетов и вертолетов – Форма №36 - ГА (СВ), представляется до 5-го января и июля в УПЛГГ ВС ФАВТ «Росавиация».

- Отчет о наличии и ресурсном состоянии самолетов и вертолетов – Форма №6 - ОАСУ (1-СК), представляется до 5-го января и июля в МТУ (ТУ) ФАВТ.

- Сведения о прибывших, убывших и списанных самолетах, вертолетах и авиадвигателях -- Форма №8 ОАСУ (3-М), высылается в ГосНИИ ГА до 3-го числа следующего за отчетным месяцем.

- Сведения о календарном времени самолетов, вертолетов – Форма №34 ГА - представляется на 15-й день после отчетного периода в МТУ (ТУ) ФАВТ (Госкомстат России).

- Список авиадвигателей, их ресурсное состояние – Форма №37-ГА (СВ), составляется до 5 января и июля в МТУ (ТУ) ФАВТ.

- Отчет о количестве и ресурсном состоянии авиадвигателей – Форма №7-ОАСУ(2-ДК); высылается в МТУ (ТУ) ФАВТ и в ГосНИИ ГА до 5-го числа месяца, следующего за отчетным кварталом.

- Результаты расшифровки полетной информации – ежеквартально в ГосНИИ ГА.

- Карточки учета неисправностей АТ (магнитные ленты); направляются в ГосНИИ ГА.

- Отчет о технико-экономических показателях; один раз в квартал и за год начальником АТБ представляется доклад с анализом производственной деятельности АТБ. Главный

инженер управления использует этот доклад для подготовки анализа в целом по МТУ (ТУ) ФАВТ.

При обслуживании иностранных ВС необходимо оформление технического отчета. В ходе плановых проверок состояния АТ персонал технического обслуживания пишет технический отчет. В технический отчет включаются зафиксированные отказы и все действия, предпринятые во время проверки [19].

#### **4.9. Организационная и информационно-распорядительная документация при обслуживании АТ**

Весь ИТП, прошедший обучение, стажировку и допущенный к обслуживанию соответствующей АТ в установленном порядке, учитывается в отдельном журнале. Допуск к обслуживанию АТ подтверждается Сертификатом, который вкладывается в Свидетельство авиаспециалиста [2, 12, 39].

Документальное оформление выполняемых работ при ТО ВС производится в картах-нарядах, нарядах на дефектацию, пооперационных ведомостях, а учет простоев и задержек вылетов ВС, разборов работы технического состава и других мероприятий – в специальных журналах.

Карта-наряд включает в себя задание на выполнение работ, которые предусмотрены регламентом. После выполнения работ исполнители и лица, контролирующие качество работ, расписываются в соответствующих графах. Карта-наряд выписывается и регистрируется в журнале диспетчером ПДО АТБ и выдается инженеру смены перед началом обслуживания ВС. В действие введены следующие три формы карт-нарядов на ВС: на оперативное ТО, периодическое ТО, а также на оказание технической помощи при обслуживании ВС иностранных авиационных компаний. После выполнения всех работ по ТО оформленные карты-наряды со всеми приложениями передаются в ПДО для записи в формулярах ВС о выполненных работах.

Учет выполнения доработок и разовых осмотров АТ в АТБ ведется в журнале учета доработок и разовых осмотров АТ. Если работы по бюллетеню выполняются представителями завода-изготовителя, то ими составляется технический акт за подписями лиц, ответственных за доработку, и начальника ОТК АТБ. Один экземпляр акта выполненных работ по бюллетеню прикладывается к карте-наряду на ТО, в процессе которого выполнялась доработка. О выполнении доработок АТ производятся записи в формулярах ВС (двигателей), паспортах приборов (агрегатов). Отметки о выполнении доработок в журнале производятся на основании графика оперативного учета доработок и разовых осмотров АТ.

Рекламационная работа отражается в журналах рекламационной работы, рекламационных актах и актах исследования агрегатов. Хранение этой документации производится в лаборатории диагностики АТ.

Для организации контроля АТ в процессе эксплуатации в АТБ составляются графики инспекторских осмотров, выполняемых руководящим инженерным составом с целью оценки фактического состояния ВС, определения объема и качества ТО и оценки уровня организации технической эксплуатации в данном эксплуатационном предприятии. Все дефекты, обнаруженные при осмотре, должны быть записаны в ведомость дефектации и устранены в установленном порядке. Оформленная ведомость дефектации хранится вместе с



картой-нарядом. Результаты осмотра, выявленные характерные неисправности, оценка состояния ВС и его документации доводятся до сведения лиц, обслуживавших данный ВС, и записываются в журнал учета доработок и осмотров АТ.

В производственных цехах и участках АТБ ведется журнал приёма-передачи смен, в котором указываются общие сведения о техническом состоянии ВС, передаваемых по смене.

Случаи задержки вылетов, повреждений и инцидентов, которые произошли по техническим причинам, учитываются в специальном журнале по соответствующим актам расследования.

Для накопления данных и проведения анализа с целью улучшения планирования и разработки мероприятий по совершенствованию производственного процесса в АТБ ведется журнал учета простоев АТ.

Процесс технической эксплуатации ВС сопровождается различными организационными мероприятиями, для учета которых также ведутся отдельные журналы.

Для обобщения опыта ТО ВС руководящий состав ИАС проводит технические разборы с ИТС. Содержание разборов и принятые меры регистрируются в журнале разборов состава.

При проведении сменных разборов регулярно проводится техническая учеба и доводятся до сведения исполнителей документы, регламентирующие ТО АТ, а также анализируются итоги работы прошедшей смены и распределяются работы на предстоящую смену.

Учет изучения ИТС АТБ поступающих документов по вопросам технической эксплуатации АТ ведется в журналах цехов, участков, отделов. В процессе технической эксплуатации АТ обеспечивается учет информации об отказах и повреждениях.

Основным первичным документом для проведения статистического анализа надежности и разработки мероприятий по устранению и предупреждению всех видов отказов является “Карточка учета неисправностей АТ” (КУН АТ). Статистический анализ надежности ведется в лаборатории диагностики технического состояния и неразрушающего контроля АТ.

На контрольно-измерительные приборы и технологическое оборудование, которое используется для технического обслуживания АТ, заводится реестр, согласно которому составляются месячные, квартальные и годовые графики контрольных проверок и ТО оборудования.

Изменение технического и ресурсного состояния АТ в процессе эксплуатации сопровождается оформлением документации (актами), предусмотренной действующими в ГА положениями и инструкциями.

В случае повреждения АТ принимаются необходимые меры по ее своевременному и качественному восстановлению и вводу в строй, руководствуясь при этом “Положением о порядке восстановления поврежденных самолетов и вертолетов ГА”. Основанием для выполнения восстановительного ремонта в условиях эксплуатационного предприятия является акт комиссии по расследованию факта повреждения ВС. Для дефектации и восстановления поврежденного ВС руководителем предприятия назначается группа специалистов, в том числе опытных инженеров-технологов и дефектовщиков, которые оформляют “Ведомости дефектации” установленного образца. На основании ведомости дефектации разрабатывается технология, эскизы ремонта и график восстановления ВС, а также определяется перечень необходимых для восстановительного ремонта деталей, агрегатов и готовых изделий. Для производства работ и контроля за их качеством разрабатывается пооперационная ведомость. Все работы, указанные в ней, после их выполнения предъявляются ОТК. Окончательная проверка качества восстановления ВС

проводится комиссией с участием представителей ИАС управления ГА, которая составляет акт приемки ВС, утвержденный начальником АТБ. На основании акта производится запись в формуляр ВС, а вся техническая документация на ремонт ВС включается в дело ВС и хранится до отработки назначенного ресурса или списания ВС. Если ВС не подлежит восстановлению, акт передают владельцу ВС для оформления его списания.

Инспекторские свидетельства хранятся в делах предприятия в течение пяти лет.

Прием новых ВС от заводов-изготовителей эксплуатационными предприятиями производится в следующем порядке. Для приема ВС назначаются летные экипажи и ИТС, допущенные к самостоятельным полетам, и ТО данного типа ВС. Старший из получающих АТ должен иметь с собой доверенность. Прием ВС от завода-изготовителя производят в соответствии с “Инструкцией по организации и обеспечению приемки и перелетов воздушных судов с предприятий промышленности”, а также с “Программой комплексного инженерного осмотра воздушных судов при приемке их на заводе-изготовителе”. Прием ВС осуществляется через военного представителя на данном заводе. На заводе имеется специальная бригада, занимающаяся подготовкой и сдачей ВС. Если в результате проверки ВС будет признан исправным и полностью укомплектованным, а обнаруженные недостатки устранены, прием и передачу оформляют приемосдаточным актом.

Списание и исключение ВС из Государственного реестра гражданских воздушных судов России производится в соответствии с Воздушным кодексом РФ в случаях: снятия ВС с эксплуатации; уничтожения ВС, пропажи ВС без вести, когда его розыск прекращен; невозможности эвакуации ВС с места вынужденной посадки. Снятие ВС с эксплуатации производится в случаях отработки ими назначенных ресурсов или сроков службы или когда их ремонт экономически нецелесообразен. Списание с балансов предприятий ГА ВС и авиадвигателей производится согласно “Инструкции о порядке списания самолетов, вертолетов и авиадвигателей, разделки и использования авиационно-технического имущества со списанных воздушных судов и авиадвигателей в предприятиях ГА”. ВС и АД всех типов и по всем причинам списываются приказами руководителей организаций ГА. Первичным документом на списание АТ является технический акт, составленный комиссией предприятия ГА. К акту на списание ВС прилагается свидетельство о его регистрации. Утвержденные акты являются основанием для издания приказа по организации их списания. Вся техническая документация на списание АТ уничтожается на месте.

#### **4.10. Необходимая документация**

**Необходимая документация** – документация, представляемая заявителем (эксплуатантом) в орган по сертификации эксплуатантов в качестве приложения к заявке, включающая заключенные договоры аренды (лизинга) воздушных судов, договоры на обеспечение полетов и выполнение технического обслуживания, а также данные по персоналу эксплуатанта, воздушным судам, обязательному страхованию, документы, используемые заявителем (эксплуатантом) при организации, производстве и обеспечении полетов, которые в соответствии с требованиями Федеральных авиационных правил являются объектом контроля органа по сертификации эксплуатантов [10, 12].

## Библиографический список

1. Диагностирование и прогнозирование технического состояния авиационного оборудования / В.Г. Воробьев, В.В. Глухов, Ю.В. Козлов [и др.]. - М.: Транспорт, 1984.- 191с.
2. Техническая эксплуатация авиационного оборудования / В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов [и др.]. - М.: Транспорт, 1990. - 296 с.
3. Далецкий, С.В. Формирование эксплуатационно-технических характеристик воздушных судов гражданской авиации / С.В. Далецкий – М.: Воздушный транспорт, 2005. - 416 с.
4. Техническая эксплуатация пилотажно-навигационных комплексов / В.Г. Денисов, В.В. Козарук, В.С. Новиков [и др.]. – М.: Транспорт, 1992. - 296 с.
5. Иванов, П.А. Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов / П.А. Иванов, П.С. Давыдов - М.: Транспорт, 1985. - 223 с.
6. Кокс, Д.Р. Теория восстановления / Д.Р. Кокс, В.Л. Смит - М.: Советское радио, 1967. - 299 с.
7. Макаровский, И.М. Основы технической эксплуатации авиационной техники / И.М. Макаровский, О.Н. Матейко - Самара: Изд-во СГАУ, 2001. - 76 с.
8. Макаровский, И.М. Основы технической эксплуатации и диагностики авиационной техники / И.М. Макаровский - Самара: Изд-во СГАУ, 2004. - 116 с.
9. Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в гражданской авиации России (НТЭРАТ ГА – 93). - М., 1994.
10. Писаренко, В.Н. Действующая и вновь разрабатываемая документация по технической эксплуатации авиационной техники / В.Н. Писаренко - Самара: Изд-во СГАУ, 2004. - 74 с.
11. Писаренко, В.Н. Надежность, контроль и техническая диагностика авиационных электрических систем и пилотажно-навигационных комплексов / В.Н. Писаренко - Самара: Изд-во СГАУ, 2005. - 98 с.
12. Писаренко, В.Н. Техническая эксплуатация и ремонт авиационных электрических систем и пилотажно-навигационных комплексов. Ч. 1 / В.Н. Писаренко – Самара: Изд-во СГАУ, 2006. - 190 с.
13. Писаренко, В.Н. Разработка методов и средств оценки технического состояния сложных автоматизированных систем управления (на примере АБСУ-154) / В.Н. Писаренко, А.Н. Коптев // Сб. ст. семинара по неразрушающим методам контроля «Совершенствование технологических процессов технического обслуживания». - Самара: Изд-во СГАУ, 2007. - С. 57–65.
14. Писаренко, В.Н. Определение сходимости экспериментальных и теоретических распределений отказов АТ / П.Н. Щелочков, В.Н. Писаренко // Сб. тр. науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов «Исследования и перспективные разработки в авиационной промышленности». - Самара, 2007.
15. Писаренко, В.Н. Некоторые аспекты обеспечения безопасности полетов при техническом обслуживании авиационной техники / В.Н. Писаренко, А.Н. Коптев // Сб. ст. семинара по неразрушающим методам контроля «Совершенствование технологических процессов технического обслуживания». - Самара: Изд-во СГАУ, 2007. - С. 40-45.
16. Писаренко, В.Н. Диагностирование технического состояния АиРЭО / В.Н. Писаренко. - Самара: Изд-во СГАУ, 2007. - 53 с.
17. Писаренко, В.Н. Аутентичность компонентов авиационной техники / В.Н. Писаренко. - Самара: Изд-во СГАУ, 2007. - 27 с.

18. Писаренко, В.Н. Самолет Boeing 737 -300/ - 400/ -500 и его системы / В.Н. Писаренко. - Самара: Изд-во СГАУ, 2008. - 431 с.
19. Писаренко, В.Н. Летная и техническая документация при эксплуатации самолета Boeing 737 / В.Н. Писаренко, В.С. Рыбаков. - Самара: Изд-во СГАУ, 2008. - 131 с.
20. Писаренко, В.Н. Разработка методов и средств оценки состояния сложных автоматизированных систем управления (на примере АБСУ- 154) / В.Н. Писаренко, А.Н. Коптев // Изв. Самар. науч. центра РАН. Спец. вып. - 2008. - Т.2 - С. 222–228.
21. Писаренко, В.Н. Техническое диагностирование и контроль состояния сложных технических систем самолетов / В.Н. Писаренко - Самара: Изд-во СГАУ, 2008. - 35 с.
22. Писаренко, В.Н. Метод контроля сети электроснабжения самолетов техническими средствами National Instruments и программным комплексом Lab VIEW / В.Н. Писаренко // Изв. Самар. науч. центра РАН. Т. 11. №5. 2009. - С. 192–197.
23. Писаренко, В.Н. Выбор диагностического признака контроля состояния сложных технических систем авиационной техники / В.Н. Писаренко // Изв. Самар. науч. центра РАН. Т. 12. № 4. 2010. – С. 207.
24. Писаренко, В.Н. Выбор диагностического признака контроля состояния авиационных двигателей / В.Н. Писаренко // Сб. тезисов докладов на XVIII Туполевских чтениях. - Казань: КГТУ, 2010.
25. Писаренко, В.Н. Авиационные двигатели Rolls-Royce RB211 / В.Н. Писаренко. - Самара: Изд-во СГАУ, 2010. - 151 с.
26. Писаренко, В.Н. Авиационные двигатели General Electric CFM56-3 и CFM56-5B / В.Н. Писаренко – Самара: Изд-во СГАУ, 2010. – 132 с.
27. Писаренко, В.Н. Авиационные двигатели CF6-80C2B1F / В.Н. Писаренко. – Самара: Изд-во СГАУ, 2010. - 326 с.
28. Писаренко, В.Н. Региональный самолет EMBRAER ERJ-145 / В.Н. Писаренко. – Самара: Изд-во СГАУ, 2010. - 40 с.
29. Писаренко, В.Н. Административный самолет бизнес-класса Piaggio P.180 "Avanti" / В.Н. Писаренко. - Самара: Изд-во СГАУ, 2011. - 114 с.
30. Писаренко, В.Н. Конструкция, надежность и перспективы развития авиадвигателей / В.Н. Писаренко. – Самара: Изд-во СГАУ, 2011. - 25 с.
31. Писаренко, В.Н. Поддержание лётной годности гражданских воздушных судов / В.Н. Писаренко. – Самара: Изд-во СГАУ, 2011. - 153 с.
32. Рубин, И.З. Диагностирование и текущий ремонт доплеровской системы навигации / И.З. Рубин. - М.: Транспорт, 1985. - 184 с.
33. Техническая эксплуатация летательных аппаратов / Н.Н. Смирнов, Н.И. Владимиров, Ж.С. Черненко [и др.]. - М.: Транспорт, 1990. - 426 с.
34. Смирнов, Н. Н. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов / Н.Н. Смирнов, Ю.М. Чинючин. - М.: Транспорт, 1994. - 256 с.
35. Смирнов, Н. Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию / Н.Н. Смирнов. А.А. Ицкович. - М.: Транспорт, 1987. - 272 с.
36. Техническая эксплуатация летательных аппаратов / Н.Н. Смирнов, Н.И. Владимиров [и др.]. - М.: Транспорт, 1990. - 423 с.
37. Федеральные авиационные правила "Требования к членам экипажа воздушных судов, специалистам по техническому обслуживанию воздушных судов и сотрудникам по

обеспечению полетов (полетным диспетчерам) гражданской авиации" // Приказ Минтранса РФ от 12 сентября 2008 года. № 147.

38. Федеральные авиационные правила "Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации" // Приказ Минтранса РФ от 31 июля 2009г. № 128 (в ред. Приказов Минтранса РФ от 21.12. 2009г. № 242, от 22.11 2010г. № 263).

39. Чинючин, Ю.М. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники. Ч. II / Ю.М. Чинючин, И.Ф. Полякова - М.: МГТУГА, 2006. - 73 с.

40. Airbus A318/A319/A320/A321. Training Manual. Lufthansa Technical Training / FRA USE, Lufthansa, 2008.

41. BOEING 767. Dispatch Deviations Guide (DDG) / The Boeing Company, May 21, 2010.

42. Brian, J. Northwick Performance Engineer Operations Course / Boeing Commercial Airplanes, September 2009.

43. Getting to Grips with Aircraft Weight and Balance / Airbus, 289 P.

44. MSG3, Airline/Manufacturer Maintenance Program Planning Document / Air Transport Association, Washington, D.C., 1980.

45. Nether ton D. RCM tasks, Maintenance Technology, July/August 1999, 61 –69.

46. RLV OPERATIONS & MAINTENANCE (O&M). WHITE PAPER, INDUSTRY COMMENTS / Commercial Space Transportation Advisory Committee (COMSTAC) RLV Working Group, June 29, 2000.

47. Reusable Launch Vehicle (RLV) Operations & Maintenance (O&M) White

48. Reliability Centered Maintenance / Guide for Facilities and Collateral Equipment // NASA, February 2000.

49. Williams J.H., Davies A., and Drake P.R. Condition-Based Maintenance and Machine Diagnostics / London: Chapman and Hall, 1998.



Учебное издание

*Писаренко Виктор Николаевич*

**ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ  
И ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ**

*Электронное учебное пособие*

Самарский государственный аэрокосмический университет.  
443086, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета.  
443086, г. Самара, Московское шоссе, 34.