

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

С. Н. Тиц

Человеческий фактор

Электронное учебное пособие

САМАРА

2012

УДК 331.45
ББК 74.204.9

Автор: **Тиц Сергей Николаевич**

Рецензенты: профессор кафедры эксплуатации авиационной техники Санчугов В. И.;
профессор кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных
аппаратов Зрелов В. А.

Редакторская обработка С. Н. Тиц
Компьютерная верстка С. Н. Тиц
Доверстка С. Н. Тиц

Тиц, С. Н. Человеческий фактор [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / С. Н. Тиц; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (3,25 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Цель данного пособия — с учетом истинного положения дел дать практическое руководство по человеческому фактору для студентов факультета инженеров воздушного транспорта, проходящих обучение по направлениям бакалавров 162300.62 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» и 162500.62 «Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов», изучающих дисциплину «Человеческий фактор» во 2 семестре, а для неспециалистов в этих областях — общее представление о роли человеческого фактора при техническом обслуживании воздушных судов. Задача пособия — показать, как возможности и ограничения человека могут повлиять на его деятельность и безопасность в определенных условиях проведения технического обслуживания.

Пособие разработано на кафедре эксплуатации авиационной техники СГАУ.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Страница

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. Фундаментальные концепции человеческого фактора при технической эксплуатации воздушных судов.....	7
Человеческий фактор: история и значение.....	7
Понятие о человеческом факторе	8
Человеческий фактор как дисциплина	9
Потребность в изучении человеческого фактора.....	10
Современные проблемы технического обслуживания.....	11
Модель SHELL	13
Модель Ризона.....	16
Ошибка человека	18
Глава 2. Ошибки человека при техническом обслуживании воздушных судов (организационные аспекты)	20
Ошибка человека в среде технического обслуживания	28
Глава 3. Роль человеческого фактора	31
Информационный обмен и связь	31
Подготовка кадров	35
Технический персонал для обслуживания воздушных судов.....	38
Производственные помещения и условия работы	40
Глава 4 Производственные бригады и организационные проблемы	44
Бригадный метод работы.....	44
Проектирование схемы организации работ.....	47
Система оплаты	48
Подбор и комплектование штатов	48
Подготовка кадров	48
Глава 5 Автоматизация и современные средства контроля	49
Автоматизация и внедрение вычислительной техники.....	49
Усовершенствованные вспомогательные средства.....	49
Глава 6. Анализ стратегических путей предотвращения ошибок	53
Список литературы.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Техническое обслуживание воздушных судов — важный составной элемент авиационной системы, обеспечивающий функционирование авиации во всем мире. Поскольку объем воздушного движения растет, а жесткие требования к выдерживанию расписания коммерческих рейсов приводят к необходимости еще больше увеличивать интенсивность использования воздушных судов, будет продолжаться и ужесточение требований к своевременности выполнения операций по техническому обслуживанию. В связи с этим возникнут дополнительные возможности появления ошибок, допущенных человеком, и как следствие — разрывы в цепи обеспечения безопасности авиационной системы. Несомненно, ошибка человека при техническом обслуживании явилась причиной нескольких происшествий, имевших место в авиатранспортных компаниях. Также очевидно, что нарушения безопасности, связанные с техническим обслуживанием, будут продолжаться, если в авиационной отрасли из них не будут извлечены уроки. При расследовании этих происшествий не было вскрыто — с точки зрения человеческого фактора — истинное положение Дел.

Цель данного пособия — с учетом истинного положения дел дать практическое руководство по человеческому фактору для студентов проходящих обучение по направлениям 162300.62 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» и 162500.62 «Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов», а для неспециалистов в этих областях — общее представление о роли человеческого фактора при техническом обслуживании воздушных судов. Задача пособия — показать, как возможности и ограничения человека могут повлиять на его деятельность и безопасность в определенных условиях проведения технического обслуживания. В нем также указаны источники материалов и информации по проблемам человеческого фактора.

В пособии описаны модель SHELL и модель Ризона. В нем, неоднократно делаются ссылки на эти модели для демонстрации того, что человеческий фактор имеет прямое отношение к безопасности и эффективности авиации. Для иллюстрации обсуждаемых вопросов в пособие включены информационные материалы об авиационных происшествиях, причиной которых, как установлено, были ошибки при техническом обслуживании. В пособии подтверждается важное значение информационного обмена и обмена опытом в выполнении операций по техническому обслуживанию между эксплуатантами воздушных судов, а также получаемый благодаря этому выигрыш в сфере безопасности. Подчеркивается необходимость для всех, кого это касается, строго придерживаться установленных процедур технического обслуживания, и на реальных примерах показано, к каким отрицательным последствиям приводит невыполнение этого требования. Дается краткий обзор новых и усовершенствованных методов подготовки персонала, осуществляющего техническое обслуживание, и обращается внимание на получаемые в результате этого преимущества.

В пособии также рассматриваются вопросы повышения безопасности и эффективности путем обеспечения надлежащих средств технического обслуживания и условий проведения работы. Кроме того, рассматриваются проектный порядок проведения работ, системы вознаграждения, отбор и подготовка персонала. При этом обращается внимание на преимущества, получаемые благодаря учету этих факторов. Очевидно, что проектный порядок работ, подходящий для одной организации, не обязательно приемлем и для другой. Поэтому в пособии подчеркивается, что при подборе трудового коллектива необходимо отдельно рассматривать производственную культуру каждой организации. Сборник содержит для

читателей также общие сведения о существующих и ожидаемых в ближайшем будущем усовершенствованных вспомогательных средствах для проведения работ. Обсуждаются необходимость внедрения новой технологии и преимущества, которые она должна дать, — не только финансовые, но и, что наиболее важно, повышение стандартов безопасности. Несмотря на признание преимуществ, получаемых благодаря использованию усовершенствованных средств, пособие, тем не менее, содержит предупреждение, что при внедрении автоматизации или новой технологии следует учитывать возможности и ограничения операторов, которые будут их применять. Проектировать средства автоматизации нужно так, чтобы помочь людям более эффективно и *безопасно* выполнять свои профессиональные обязанности.

Пособие состоит из следующих частей:

- глава 1, в которой рассматривается человеческий фактор при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов;
- глава 2, в которой анализируются ошибки человека при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов;
- *глава 3*, посвященная вопросам, связанным с операциями по техническому обслуживанию;
- *глава 4*, в которой рассматриваются вопросы формирования коллектива и организационные вопросы технического обслуживания;
- *глава 5*, посвященная применению автоматизации и усовершенствованных средств на основе новой технологии при техническом обслуживании воздушных судов;
- *глава 6*, посвященная возможности больших достижений в будущем на основе анализа и выбора стратегических путей предотвращения ошибок;

Настоящее пособие составлено на основании материалов Исследовательской группы ИКАО по безопасности полетов и человеческому фактору на основе первоначального проекта, подготовленного членом этой группы д-ром Вильямом Т. Шефердом. К числу других справочных материалов относятся: Давид А. Маркс и Р. Куртиз Граебер, "Ошибка человека при техническом обслуживании воздушных судов"; проф. Джеймс Ризон, "Ошибка человека", а также сборники материалов ИКАО по человеческому фактору: № 7 — "Изучение роли человеческого фактора при авиационных происшествиях и инцидентах" и № 10 — "Человеческий фактор в управлении и организации". Ниже приведен перечень выпущенных сборников этой серии:

- Сборник материалов № 1 — Фундаментальные концепции человеческого фактора (Циркуляр 216);
- Сборник материалов № 2 — Подготовка летного экипажа: оптимизация работы экипажа в кабине (CRM) и летная подготовка в условиях, приближенных к реальным (LOFT) (Циркуляр 217);
- Сборник материалов № 3 — Обучение эксплуатационного персонала в области человеческого фактора (Циркуляр 227);
- Сборник материалов № 4 — Отчет о работе семинара ИКАО по человеческому фактору (Циркуляр 229);

- Сборник материалов № 5 — Влияние автоматизации современной кабины экипажа на эксплуатацию воздушных судов (Циркуляр 234);
- Сборник материалов № 6 — Эргономика (Циркуляр 238);
- Сборник материалов № 7 — Изучение роли человеческого фактора при авиационных происшествиях и инцидентах (Циркуляр 240)
- Сборник материалов № 8 — Человеческий фактор при управлении воздушным движением (Циркуляр 241);
- Сборник материалов № 9 — Отчет о работе второго всемирного семинара по безопасности полетов и человеческому фактору (Циркуляр 243);
- Сборник материалов № 10 — Человеческий фактор в управлении и организации (Циркуляр 247); и
- Сборник материалов № 11 — Человеческий фактор в системах CNS/ATM (Циркуляр 249).

Глава 1. Фундаментальные концепции человеческого фактора при технической эксплуатации воздушных судов

Человеческий фактор: история и значение

Действия человека во многих случаях были причиной авиационных происшествий. Чтобы добиться уменьшения числа происшествий, необходимо глубже понять роль человеческого фактора в авиации, а накопленные знания применять в профилактических целях. Под профилактическими мерами понимается, что знания о человеческом факторе должны находить применение и интегрироваться в процессе проектирования и сертификации систем, а также при выдаче свидетельств персоналу, то есть до того, как системы начнут эксплуатироваться, а персонал приступит к выполнению своих процессиональных обязанностей. Распространение информации о человеческом факторе дает международному авиационному сообществу единственную наиболее действенную возможность сделать авиацию более безопасной и эффективной. Цель настоящей главы заключается в рассмотрении различных составных элементов проблемы человеческого фактора и уточнении их значения.

Тысячелетия тому назад, когда человечество только научилось изготавливать орудия производства, применение элементарной эргономики позволяло повышать производительность труда. Но лишь за последние сто лет произошел буквально скачок в эволюции эргономики и понимании значения человеческого фактора.

Дополнительными стимулами разработки концепции человеческого фактора послужили возникшая во время первой мировой войны необходимость оптимизировать промышленное производство и заставить тысячи новобранцев более эффективно выполнять свои воинские обязанности, а также тот факт, что в ходе второй мировой войны возможности человека в отношении эффективного управления технически сложным оборудованием оказались ограниченными. Отбор и обучение персонала были поставлены на более научную позицию. Однако есть все основания утверждать, что новый интерес к роли человеческого фактора в обеспечении безопасности авиации вызван технологическими ограничениями, доминирующими в то время. В дальнейшем применение знаний о человеческом факторе привело к тому, что учитываться стали максимальные возможности человека, однако при этом часто упускались из вида его ограничения.

Организационное оформление концепции человеческого фактора произошло, когда были созданы несколько организаций, а именно: Общество эргономических исследований в 1949 году, Общество исследований в области человеческого фактора в 1957 году (сейчас оно называется Обществом исследований в области человеческого фактора и эргономики) и Международная ассоциация специалистов по эргономике (IEA) в 1959 году.

Осознание необходимости обучения персонала авиационной отрасли основам человеческого фактора привело к тому, что в разных странах были организованы обязательные курсы подготовки в этой области. Эта необходимость, еще раз подтвержденная результатами расследований ряда авиационных происшествий, возникших практически во всех случаях в результате игнорирования ряда аспектов, связанных с человеческим фактором, заставила ИКАО включить требования к подготовке в области человеческого фактора в перечень требований к подготовке авиационного персонала при выдаче ему свидетельств, содержащихся в Приложении 1 (1989) и Приложении 6 (1995), а также

предусмотреть их анализ в процессе расследования авиационных происшествий, описание которого приводится в Приложении 13 (1994).

Заключенное в 1976 году соглашение между Федеральным авиационным управлением (ФАУ) Соединенных Штатов Америки и Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства (НАСА) о создании добровольной, не основанной на наказании и конфиденциальной системы представления данных по авиационной безопасности (ASRS) официально свидетельствует о том, что информация, нужная для анализа поведения человека и ошибок в его действиях, может быть получена только при устранении угрозы наказания лица, предоставившего такую информацию. Аналогичные системы в дальнейшем были созданы в Соединенном Королевстве (CHIRP), Канаде (CASRP) и Австралии (CAIR).

Понятие о человеческом факторе

Человеческий фактор как термин требует четкого определения потому, что когда он употребляется в обиходе, то зачастую охватывает все аспекты человеческой деятельности. Человек представляет собой наиболее гибкий, способный к адаптации и важный элемент авиационной системы, однако и наиболее уязвимый с точки зрения возможности отрицательного влияния на его деятельность. В течение многих лет каждые три из четырех авиационных происшествий происходили в результате сбоев в работоспособности человека. Эти сбои обычно классифицируются как "ошибка человека".

Термин "ошибка человека" не играет положительной роли с точки зрения предотвращения авиационных происшествий, так как с его помощью чаще всего можно лишь определить, где в системе произошел сбой, но не установить, почему он произошел. Ошибка, связанная с деятельностью человека в системе, может быть предопределена на этапе проектирования системы или спровоцирована недостаточной подготовленностью персонала, плохо отработанными процедурами, несовершенством концепции и формата действующих контрольных перечней или руководств. Кроме того, в определении термина "ошибка человека" не учтены некоторые скрытые факторы, которые в целях предотвращения происшествий должны тщательно анализироваться.

Чтобы уметь заранее определять возможности и ограничения человека в различных условиях деятельности и применять такие знания на практике, необходимо хорошо понимать, что такое человеческий фактор. Теория человеческого фактора постепенно разрабатывалась, апробировалась и организационно оформлялась с конца предыдущего столетия, и в настоящее время накоплены обширные знания, которые могут быть использованы теми специалистами, которые занимаются решением вопросов, связанных с повышением безопасности той сложной системы, какой сегодня является гражданская авиация. Используемые в тексте настоящего пособия заглавные буквы "ЧФ" обозначают термин "человеческий фактор". Чтобы не возникало недоразумений, а также в целях облегчения усвоения материала следует иметь в виду, что в обиходе альтернативные выражения "аспекты человеческой деятельности" и "элементы человеческой деятельности" также используются в этом же значении.

Человеческий фактор как дисциплина

На начальном этапе развития авиации многие проблемы были связаны с воздействием на человека шума, вибрации, тепла, холода и сил ускорения. Считалось, что лучше всего физиологию человека знают врачи и по этой причине в области человеческого фактора сложился один из наиболее устойчивых предрассудков, заключающийся в том, что ЧФ является одной из областей медицины. Всего лишь полстолетия назад работа в этой области, в основном, была переориентирована на изучение прикладных аспектов деятельности человека в авиации, и эта тенденция сохраняется, то есть исследования теперь ведутся за рамками медицины. Оптимизация роли человека в сложных производственных системах связана со всеми аспектами деятельности человека, такими, как: процессы принятия решений и познания; проектирование конфигурации дисплеев, органов управления и оборудования кабины экипажа и салона; ведение связи и программное обеспечение; подготовка планов и карт, а также такой документации, как руководства по эксплуатации ВС, контрольные перечни и т. д. Знания в области человеческого фактора все в большей степени применяются при отборе кадров, во время обучения и проверок знаний персонала, а также в целях предотвращения и расследования авиационных происшествий.

Исследования в области человеческого фактора носят разносторонний характер. Например, знания, которые необходимы для понимания того, как люди осмысливают информацию и принимают решения, заимствуются из психологии. Из психологии и физиологии заимствуются также знания о деятельности органов чувств, как средств получения и обработки информации об окружающем нас мире. Информация о параметрах и двигательных характеристиках человеческого тела, играющая важное значение в процессе проектирования и размещения наиболее удобным образом для человека органов управления, а также информация при определении оптимальных характеристик рабочих мест в кабине экипажа и салоне заимствуется из антропометрии и биомеханики. Биология и ее смежная дисциплина хронобиология, приобретающая все большее значение, помогают понять характер биоритмов и чередования циклов сна и бодрствования человека и их влияние на поведение человека в условиях ночных полетов и при смене часовых поясов. По существу, невозможно надлежащим образом провести какой-либо анализ и сделать значимые выводы по результатам обзоров или исследований, не основываясь при этом на определенных статистических данных. Однако, несмотря на широкое использование перечисленных выше теоретических источников информации, работа, проводимая в области человеческого фактора, прежде всего, должна быть ориентирована на решение практических проблем в реальном мире. Исследования в области человеческого фактора носят практический характер и направлены скорее на решение существующих проблем, а не на теоретическое изучение ЧФ.

Человеческий фактор — это наука о людях в той обстановке, в которой они живут и трудятся, о их взаимодействии с машинами, процедурами и окружающей обстановкой, а также о взаимодействии людей между собой. Одно из определений человеческого фактора, предложенное профессором Эдвардсом, формулируется следующим образом: "Работа в области человеческого фактора (ЧФ) направлена на оптимизацию взаимоотношений между людьми и их деятельности путем системного применения знаний о человеке в рамках конструирования систем". Цели исследования в области ЧФ заключаются в обеспечении эффективности функционирования всей системы и ее безопасности, а также нормального самочувствия каждого индивидуума, занятого в ней. Профессор Эдвардс далее отмечает, что

в его понимании "деятельность" — это проявление интереса людей к контактам между собой и особенности их поведения как индивидуумов и в коллективах. Позже в эти исследования был включен вопрос о характере взаимодействия индивидуумов, групп и организаций, членами которых они являются, а также аспекты взаимодействия организаций, составляющих авиационную систему. Науки о человеке изучают личность и характер человека, его возможности и ограничения, а также особенности поведения отдельных индивидуумов и групп людей. Интеграция ЧФ на этапе конструирования систем означает, что специалисты в области ЧФ определяют задачи и методы деятельности человека, а также те трудности и ограничения, в условиях существования которых люди, работающие во взаимосвязанных областях инженерной деятельности, должны принимать решения. Информация о человеческом факторе используется в той степени, насколько это нужно для решения реальных проблем.

Термин "эргономика" происходит от греческого "ergon" (работа) и "nomos" (закон природы). Он определяется как "изучение эффективности деятельности людей в рабочей обстановке". В ряде государств термин "эргономика" используется исключительно для изучения вопросов, связанных с проектированием.

Потребность в изучении человеческого фактора

Бывший директор Федерального авиационного управления (ФАУ) США адмирал Дональд Энджен по какому-то поводу в 1986 году сказал: "Мы затратили более 50 лет на создание оборудования, которое сейчас можно считать вполне надежным. Теперь пришло время работать с людьми". Данное заявление в той или иной мере создает основу для оценки необходимости ЧФ для отрасли. Довольно любопытно то, что когда нам нужна юридическая консультация, мы обращаемся к квалифицированному юристу или нанимаем квалифицированного архитектора для строительства дома, а при необходимости постановки диагноза или решения проблем медицинского характера советуемся с врачом. Однако при подходе к проблемам ЧФ зачастую допускается интуитивный и, в ряде случаев, поверхностный подход, даже если от результатов их решения зависит жизнь многих людей. Многолетний опыт или тысячи полетных часов могут оказаться несущественными либо совсем бесполезными с точки зрения проблем отрасли, решение которых возможно лишь при глубоком понимании ЧФ.

Как уже отмечалось, понимание ЧФ особенно важно потому, что, как уже давно известно, каждые три из четырех авиационных происшествий являются результатом функциональных ошибок, совершаемых вполне здоровыми и достаточно квалифицированными индивидуумами. Причины некоторых таких ошибок могут быть связаны с конструктивными недостатками оборудования или с неадекватностью процедур, а также с погрешностями в подготовке или в инструктировании перед началом эксплуатации. Но каковы бы ни были причины, центральными факторами ЧФ являются человеческая деятельность, поведение и пределы возможностей человека. Издержки как со стороны финансов, так и с точки зрения затрат труда, связанные с неоптимальной человеческой деятельностью, возросли настолько, что импровизированный или интуитивный подход к решению проблем ЧФ более неприемлем. Поскольку одной из обязательных целей деятельности авиации является обеспечение безопасности, логическим средством достижения этого было бы распространение соответствующих знаний по проблемам ЧФ в отрасли.

Потребность отрасли в ЧФ основывается на его влиянии в двух четко определенных, но довольно широких областях. Эти области настолько тесно связаны между собой, что в ряде случаев наблюдается наложение функций, и факторы, воздействующие на одну область, могут также влиять на другую. Эти области включают:

1. качество функционирования системы:
 - обеспечение безопасности полетов;
 - эффективность;
2. самочувствие эксплуатационного персонала.

Современные проблемы технического обслуживания

Нет сомнения, что ошибка человека при техническом обслуживании и инспекции явилась причиной нескольких недавних происшествий, имевших место в авиатранспортных компаниях. В любой человеческой деятельности ошибка человека имеет определенные последствия. Согласно одному источнику¹, количество связанных с техническим обслуживанием происшествий и инцидентов в общественном авиационном транспорте значительно возросло. В этом источнике связь с техническим обслуживанием определяется не обязательно как ошибка, допущенная при его проведении (ошибка может быть и в проекте), а как ошибка, которая имеет отношение к техническому обслуживающему персоналу — специалистам, находящимся на переднем рубеже разрешения технических проблем, возникающих при ежедневном выполнении полетов. В этом же источнике констатируется, что только на воздушных судах, принадлежащих западным авиатранспортным компаниям, в первой половине 80-х годов имели место 17 авиационных происшествий и инцидентов, связанных с техническим обслуживанием. При этом в их число не включены все те, которые были вызваны "рутинными" техническими отказами (двигателя, шасси, систем, силовых элементов конструкции, расцеплением элементов, происшествия на стоянке и т. п.). Все эти происшествия и инциденты имели серьезные последствия (человеческие жертвы, серьезные повреждения, важные предшествующие события, значительное влияние на летную годность). За вторую половину 80-х годов в том же источнике насчитывается 28 авиационных происшествий, связанных с техническим обслуживанием, что представляет собой рост их числа на 65% по сравнению с первой половиной этого десятилетия. За тот же период интенсивность движения (число регулярных и нерегулярных вылетов) увеличилась на 22%. За первые три года 90-х годов имели место 25 происшествий, связанных с техническим обслуживанием. Для сравнения: за первые три года 80-х годов их было семь.

Можно спорить, являются ли авиационные происшествия и инциденты, связанные с техническим обслуживанием, "новым" феноменом в авиации или они были всегда, но только недавно получили статистическое подтверждение. Однако, несомненно то, что осознание важности технического обслуживания для авиационной безопасности авиации может быть логическим следствием постепенного принятия более широкого, систематического подхода к безопасности этого вида транспорта. Как бы то ни было, увеличение числа авиационных происшествий и инцидентов, связанных с техническим обслуживанием, представляется по меньшей мере статистически значимым. За последние 10 лет среднегодовой рост их числа превысил 100%, в то время как число полетов увеличилось менее чем на 55%.

1. TechLog — "Is There a Maintenance Problem". *AEROSPACE*, June 1993.

Попытки учитывать человеческий фактор традиционно относились к работе летного экипажа и в меньшей степени — к работе диспетчеров управления воздушным движением. До недавнего времени в имеющейся литературе мало рассматривались те аспекты человеческого фактора, которые могли бы влиять на персонал, осуществляющий техническое обслуживание воздушных судов — тех, кто их проверяет и ремонтирует. Это была серьезная оплошность, поскольку совершенно ясно, что ошибка человека при техническом обслуживании воздушного судна оказывает такое же критическое влияние на безопасность выполнения полета, как и ошибки пилотов или диспетчеров УВД.

Обязанности, связанные с техническим обслуживанием и инспекцией воздушных судов, могут быть очень сложными и меняться в обстановке, благоприятствующей совершению ошибок. Обслуживающий технический персонал, по крайней мере в наиболее развитых авиационных системах, часто работает при значительном дефиците времени. Сотрудники баз технического обслуживания и станций технического обслуживания на авиалиниях понимают важность выдерживания временного графика вылетов. Эксплуатанты увеличили интенсивность использования воздушных судов, чтобы справиться с экономическими трудностями, с которыми сталкивается авиационная отрасль. Кроме того, технические специалисты часто обслуживают парк стареющих воздушных судов. Нередко в парках многих авиатранспортных компаний, включая наиболее крупные, можно обнаружить воздушные суда, имеющие возраст 20—25 лет. Более того, многие эксплуатанты намерены продолжать использование некоторых из таких судов в обозримом будущем, возможно, и в следующем столетии. Установка комплектов шумопоглощающих устройств на двигателях некоторых старых узкофюзеляжных воздушных судов делает их выгодными для эксплуатации с экономической точки зрения и с точки зрения охраны окружающей среды. Однако эти воздушные суда нуждаются в интенсивном техническом обслуживании. Их планы требуют тщательной проверки на наличие признаков усталости, коррозии и общего износа. Это ложится дополнительным бременем на обслуживающий технический персонал и создает стрессовые производственные ситуации, особенно для тех, кто связан с проверкой, поскольку требуется дополнительное техническое обслуживание; более того, могут быть серьезные последствия, если признаки старения, часто почти неуловимые, останутся невыявленными.

В то время как продолжается техническое обслуживание стареющих воздушных судов, парк многих авиатранспортных компаний мира пополняется воздушными судами, соответствующими новому уровню развития техники, что увеличивает объем работ, связанных с техническим обслуживанием воздушных судов. В новых воздушных судах воплощены технические достижения, такие как силовые элементы из композитных материалов, "прозрачные кабины", высокоавтоматизированные системы, встроенное диагностическое и поверочное оборудование. Необходимость одновременно обслуживать парк новых и старых воздушных судов требует от специалистов, выполняющих техническое обслуживание, более обширных знаний и большего умения, чем раньше. Задача одновременного обслуживания в авиатранспортных компаниях такого разнородного парка потребует высококвалифицированной рабочей силы с надлежащим уровнем общей подготовки.

В настоящее время растет понимание важности учета человеческого фактора при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов. Безопасность и эффективность полетов на авиалиниях также становятся более непосредственно связанными с качеством

работы людей, проверяющих и обслуживающих самолетные парки авиакомпаний. Одна из целей данного сборника заключается в том, чтобы обратить особое внимание на связанные с человеческим фактором аспекты, которые имеют большое значения для авиационной безопасности. Чтобы облегчить понимание этих аспектов, до перехода к конкретным вопросам, связанным с ролью человеческого фактора при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов, рассмотрим две модели², широко применяемые в ИКАО для упорядоченного систематического подхода к пониманию проблем, связанных с влиянием человеческого фактора.

Модель SHELL

Впервые модель SHELL была предложена профессором Элвином Эдвардсом в 1972 году, а видоизмененная блок-схема, иллюстрирующая ее, была разработана капитаном Фрэнком Хоукинсом позднее в 1975 году (рисунок 1). Составные блоки модели SHELL (эта аббревиатура образована из начальных букв названий блоков модели: Software — программные установки, Hardware — объект, Environment — среда, Liveware — субъект) наглядно подчеркивают необходимость их взаимного соответствия. Предлагается следующее толкование блоков модели: субъект — это человек, аппаратные средства — машина, программные установки — процедуры, системы символов и т. п., среда — условия, в которых должна функционировать система, состоящая из элементов L, H, S. Данная блок-схема не охватывает взаимодействия между составными элементами, которые не связаны с человеческим фактором (например, между машиной—машиной, машиной—средой, программными установками—машиной), и предназначена только для облегчения понимания роли человеческого фактора.

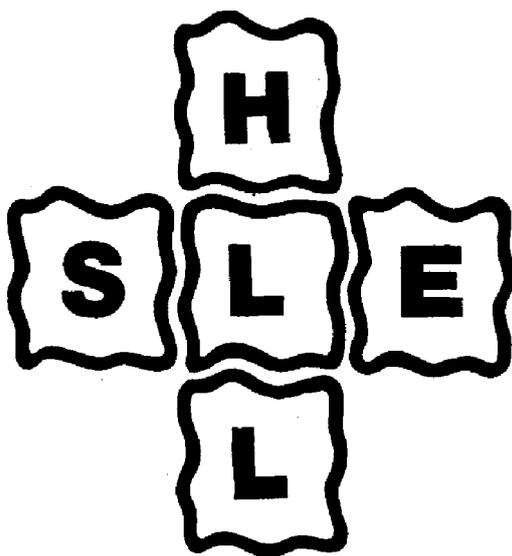


Рисунок 1 - Модель SHELL (адаптированный вариант, полученный из модели Хоукинса, 1975 г.), где S - установки (процедуры, символы, т. д.), H - объект (машина), E – среда, L - субъект (человек)

2. Модель — это абстрактное представление системы, и она может быть физической, математической, словесной или комбинацией указанных форм. Масштабная модель воздушного судна в аэродинамической трубе — это физическая модель. Модели выполняют три функции: они позволяют делать прогнозы при отсутствии необходимых данных; направляют ход исследования, предлагая эксперименты; дают каркас, позволяющий упорядочить данные. Целью составления большинства моделей является попытка описать и предсказать поведение систем в нормальных эксплуатационных условиях.

В данной модели совпадающие или не совпадающие границы блоков (интерфейсы) также важны, как и характеристики самих блоков. Несовпадение границ может быть источником ошибок.

Субъект (или человек) находится в центре модели. Обычно он считается наиболее критическим, а также наиболее гибким составным элементом системы. И все же для людей характерны значительные различия в их рабочих характеристиках и масса ограничений, большинство из которых в настоящее время можно в общих чертах предвидеть. Границы этого блока имеют зазубрины, так что во избежание стрессовых ситуаций и конечного разрушения системы они должны иметь точное сопряжение с границами других блоков—элементов. Для достижения такого сопряжения очень важно понимание характеристик этого центрального элемента. Примерами таких важных характеристик являются:

Физический размер и форма. При проектировании рабочего места и оборудования жизненно важно учитывать размеры тела и кинематику его движений, которые могут изменяться в зависимости от факторов, таких как возраст, этническая принадлежность и пол. Входные данные об этих человеческих факторах должны поступать на раннем этапе проектирования в результате антропометрических, биомеханических и кинезиологических измерений.

Физиологические потребности. Физиология и биология человека показывают, что для людей необходимы пища, вода и кислород.

Характеристики восприятия информации. Для получения информации о внешнем и внутреннем мире человек имеет различные органы чувств, позволяющие ему реагировать на события и выполнять требуемые задачи. Однако эти органы чувств по той или иной причине подвержены деградации, научные сведения о которой можно почерпнуть из области психологии и физиологии.

Обработка информации. И в этом случае функции, выполняемые человеком, ограничены. Плохая конструкция прибора или системы предупреждающей сигнализации очень часто являются результатом того, что при проектировании не были учтены возможности и ограничения человека в отношении обработки информации, т. е. такие факторы, как нервное напряжение, мотивация, кратковременная и долговременная память. Общие научные сведения по этому вопросу можно найти в области психологии и науке о мышлении.

Характеристики реакции на входную информацию. Как только информация принята с помощью органов чувств и обработана, принимаются решения и (или) мышцам передается сигнал отреагировать на нее. Реакция может выражаться в виде физических управляющих движений или в начале общения в той или иной форме. Поэтому необходимы знания о приемлемых управляющих усилиях и приемлемом направлении движения. Общая информация по этим вопросам содержится в биомеханике, физиологии и психологии.

Диапазон допустимых окружающих условий. Внешние условия, такие как температура, вибрация, давление, влажность, шум, время суток, освещенность и составляющие перегрузки, могут неблагоприятно влиять на производительность и самочувствие человека. Высота, замкнутое пространство, монотонная или нервная рабочая обстановка могут влиять на его поведение и работу. Общая информация по этим вопросам содержится в медицине, психологии, физиологии и биологии.

Субъект представляет собой центральную часть модели SHELL человеческого фактора. Остальные элементы должны приспособливаться к нему и подгоняться под этот центральный элемент³.

Субъект—объект. Применительно к системам "человек—машина" этот вид взаимодействия рассматривается наиболее часто: проектирование кресел, соответствующих характеристикам человеческого тела; дисплеев, соответствующих возможностям пользователя в отношении усвоения информации; проектирование органов управления с правильным выбором направления перемещения, маркировки и размещения. Из-за природной способности человека приспособливаться к дефектам системы, что маскирует их воздействие, пользователь может и не знать о дефектах взаимосвязи элементов L—H, даже если они в конечном счете ведут к катастрофе. Однако дефекты продолжают существовать и могут представлять потенциальную опасность. Проблемы, возникающие в связи с взаимодействием такого рода, рассматриваются главным образом в эргономике, но не только в этой науке.

Субъект—программные установки. Это — взаимодействие между человеком и нефизическими составляющими системы, такими как правила, руководства, контрольные перечни операций, символика и программное обеспечение вычислительных машин. Проблемы такой взаимосвязи могут быть менее заметными, чем при взаимосвязи типа "субъект—объект", и, следовательно, их труднее обнаружить и разрешить (например, неправильное толкование контрольного перечня операций или символического обозначения).

Субъект—среда. Такой вид взаимосвязи был признан в авиации одним из первых. Первоначально предпринимаемые меры были направлены на адаптацию человека к условиям окружающей среды (например, путем использования шлемов, летных костюмов, кислородных масок, противоперегрузочных костюмов). Позднее делались попытки приспособить окружающую среду к возможностям человеческого организма (например, за счет герметизации, кондиционирования воздуха, звукоизоляции). В настоящее время возникли новые проблемы: концентрация озона и высокие уровни радиации при полетах на больших высотах, а также проблемы, связанные с нарушением биологических ритмов и сна вследствие быстрых межконтинентальных перелетов. Поскольку причины многих авиационных происшествий связаны с неадекватным восприятием обстановки и потерей ориентации, при рассмотрении взаимосвязи типа "субъект—среда" необходимо обращать внимание на ошибки восприятия, связанные, например, с особенностями окружающей среды (например, эффектами обмана зрения при заходе на посадку и приземлении). Авиационная система функционирует в рамках широких организационно-управленческих, политических и экономических ограничений. Эти элементы окружающей среды взаимодействуют с человеком через устройства его сопряжения со средой. И хотя корректировка влияния упомянутых факторов обычно находится за пределами возможностей специалистов по человеческому фактору, они должны учитываться и оцениваться руководством, имеющим такие возможности.

Субъект—субъект. Это — вид взаимодействия между людьми. Подготовка и проверка профессиональной пригодности летных экипажей традиционно проводились на индивидуальной основе. Считалось, что если каждый член экипажа прошел профессиональную подготовку, то и весь экипаж профессионально пригоден и эффективно справится с обязанностями. Однако это не всегда так, и в течение многих лет внимание все больше сосредоточивалось на нарушениях слаженной работы в экипаже. Летные экипажи действуют

3. Некоторые описания данной модели, как правило, ориентированы на летные экипажи. Это объясняется тем, что первоначально она была разработана для изучения проблем взаимодействия в кабине летного экипажа.

как группы, поэтому взаимоотношения в группе влияют на поведение и деятельность ее членов. С этим видом взаимодействия связаны такие понятия, как лидерство, взаимодействие членов экипажа, его слаженная работа и межличностные отношения. В Сборнике материалов ИКАО № 2 по человеческому фактору описан принятый в настоящее время в авиации подход к разрешению проблем, связанных с этим видом взаимодействия (например, CRM — оптимизация работы экипажа в кабине и LOFT — летная подготовка в условиях, приближенным к реальным). Взаимоотношения между руководством и персоналом также относятся к рассматриваемому здесь виду, поскольку корпоративный климат и степень эксплуатации людей в компании могут значительно влиять на их работу. Помимо этого в сборнике № 2 демонстрируется важная роль руководства в предотвращении авиационных происшествий.

Модель Ризона

На рисунке 2 изображен видоизмененный вариант модели Ризона, описывающий причинную обусловленность авиационного происшествия. На нем показаны различные виды "вклада" человека в нарушение целостности сложной системы⁴. С момента появления этой модели в 1990 году среди специалистов в области человеческого фактора и предотвращения авиационных происшествий циркулировали несколько ее вариантов, включая вариант, пересмотренный профессором Ризоном в 1993 году. В настоящем сборнике рассматривается вариант модели 1990 года в том виде, в каком он включен в Сборники материалов ИКАО № 7 и № 10 по человеческому фактору.

Профессор Ризон рассматривает авиационную отрасль как сложную производственную систему. Один из основных элементов этой системы состоит из лиц, **принимающих решения** (высший эшелон руководства, корпоративный орган компании или регламентирующий орган), которые несут ответственность за установление целей и управление имеющимися ресурсами для достижения и уравнивания двух четко обозначенных целей: обеспечение безопасности и своевременная и эффективная перевозка пассажиров и грузов. Другим ключевым элементом является **линейное руководство** — лица, выполняющие решения, принятые высшим эшелоном руководства. Для того чтобы решения высшего эшелона и действия линейного руководства были претворены в эффективную и **продуктивную деятельность**, осуществляемую соответствующей рабочей силой, должны выполняться определенные **предварительные условия**. Например, оборудование должно быть в наличии и быть надежным, работники — квалифицированными, знающими и заинтересованными, условия работы — безопасными. Заключительный элемент — различные виды **охраны труда** или меры предосторожности, — обычно предназначен для предотвращения предвидимых телесных повреждений, ущерба или дорогостоящих перерывов в работе.

Модель Ризона поясняет, каким образом люди содействуют нарушению работоспособности сложных, взаимодействующих и хорошо защищенных систем (таких как коммерческая авиация), в результате чего происходит авиационное происшествие. В авиационном контексте определение "хорошо защищенные" относится к применению строгих правил, высоких стандартов, процедур инспекционных проверок и к наличию сложного и совершенного контрольного оборудования. Благодаря техническому прогрессу и надежным мерам защиты причинами происшествия редко бывают исключительно ошибочные действия

4. Reason, J. *Human Error*. Cambridge University Press, United Kingdom, 1990.

эксплуатационного персонала ("операторов переднего края") или отказы основного оборудования. Напротив, они являются результатом взаимосвязанного воздействия целого ряда отказов и дефектов, уже имеющихся в данной системе. Многие из этих отказов не всегда легко поддаются обнаружению, и их последствия могут проявляться не сразу.

Отказы могут быть двух типов в зависимости от времени проявления их последствий. **Активный отказ** представляет собой ошибку или нарушение, которые незамедлительно оказывают неблагоприятное воздействие. Такие ошибки обычно совершаются оператором "переднего края". Действия пилота, берущегося за рычаг управления уборкой шасси вместо рычага управления закрылками, служат ярким примером причины отказа этого типа. **Скрытый отказ** является результатом решения или действия, которые были осуществлены задолго до происшествия и последствия которых могут не проявляться в течение длительного времени. Такие отказы обычно порождаются на уровнях принятия решений и установления правил или на уровне линейного руководства, то есть людьми, далеко отстоящими от произошедшего события как во времени, так и пространстве. Решение о слиянии двух компаний без обучения персонала стандартизованным процедурам технического обслуживания воздушных судов и производства полетов является наглядным примером отказа скрытого типа. Такие отказы могут быть также внесены в систему на любом ее уровне вследствие того или иного состояния человека, например, в связи со слабой мотивацией или усталостью.

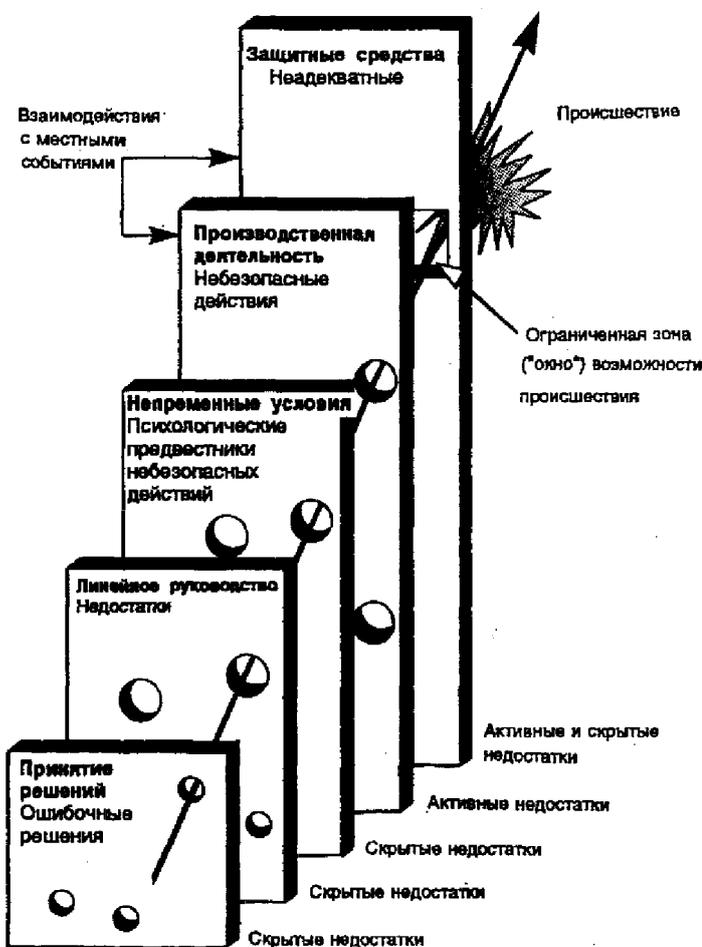


Рисунок 2 - Модель причинной обусловленности авиационного происшествия, разработанная Джеймсом Ризоном (видоизмененный вариант, 1990 г.)

Скрытые отказы, которые являются результатом сомнительных решений или неправильных действий, хотя и не причиняют вреда, если они проявляются изолированно, могут взаимодействовать друг с другом, создавая "окно возможностей" для пилота, диспетчера УВД или авиамеханика совершить действие, приводящее к активному отказу, разрушающему все виды защиты системы, и как следствие — к происшествию. В таких случаях операторы "переднего края" становятся "наследниками" дефектов системы, поскольку именно они сталкиваются с ситуацией, в которой их собственные действия, технические проблемы или неблагоприятные условия обнажают скрытые недостатки, в течение длительного времени имевшиеся в системе. В хорошо защищенной системе скрытые и активные отказы взаимодействуют друг с другом, однако не часто приводят к прорыву мер защиты. Когда защитные меры срабатывают, указанное взаимодействие отказов приводит к инциденту, а когда нет — к происшествию.

Ошибка человека

В настоящее время ошибки человека, а не отказы техники представляют наибольшую потенциальную угрозу авиационной безопасности. Коммерческая авиакомпания "Боинг" недавно проанализировала 220 документально зарегистрированных авиационных происшествий и обнаружила, что тремя наиболее частыми причинами их возникновения являются⁵:

- несоблюдение летными экипажами установленных процедур (в 70 из 220);
- ошибки при техническом обслуживании и инспекции (34 из 220);
- конструктивные дефекты (33 из 220).

Это хорошо иллюстрирует следующая цитата:

"Поскольку гражданское воздушное судно спроектировано для выполнения безопасных полетов в течение неограниченного времени при условии выявления дефектов и проведения ремонта, безопасность в большей мере определяется именно этими мероприятиями, чем отказами конструкции воздушного судна. В идеальной системе все дефекты, могущие влиять на безопасность полета, будут прогнозироваться заранее, четко локализоваться, до того как они станут опасными, и устраняться благодаря эффективному ремонту. Тогда в определенном смысле мы преобразуем систему безопасности из системы предупреждения физических дефектов на воздушном судне в систему, предупреждающую ошибки в сложных системах, ориентированных на человека".

Рост значимости ошибки человека характерен не только для авиационной техники. Холлнагел⁶ для установления степени важности этой проблемы сделал обзор литературы по человеческому фактору. В 60-х годах, когда эта проблема впервые начала серьезно привлекать внимание, "вклад" ошибок человека в совокупность причин, вызывающих авиационные происшествия, оценивался приблизительно в 20%. В 90-х годах этот показатель возрос в четыре раза, составив 80%. Существует много причин такого резкого роста, но только три из них имеют отношение к авиационной технике:

За последние тридцать лет заметно возросла надежность механических и электронных элементов. Люди же остались прежними.

5. Reason, J. 1993. *Comprehensive Error Management (CEM) in Aircraft Engineering*.

6. Hollnagel, E. *Human Reliability Analysis — Context and Control*. Academic Press, San Diego, CA, 1993.

Воздушные суда стали более автоматизированными и более сложными. Самолеты нынешнего поколения типа "Боинг-747-400" и "Эрбас-А340" имеют дважды или трижды резервированные системы управления полетом. Это, возможно, уменьшает нагрузку на летный экипаж, но повышает требования к техническим специалистам, обслуживающим воздушные суда, многие из которых получили основную подготовку в области механических, а не современных систем управления, основанных на использовании вычислительной техники. В связи с этим обстоятельством можно предположить, что не обеспечено правильное взаимодействие между элементами "субъект—объект" (L—H) и "субъект—программные установки" (L—S) модели SHELL.

Возросшая сложность авиационной системы создает потенциальную возможность происшествий из-за организационных недостатков, при которой скрытые процедурные или технические отказы в сочетании с ошибками и нарушениями, допущенными эксплуатационным персоналом, — в соответствии с моделью Ризона — приводят к действиям вопреки или в обход защитных мер. Короче говоря, рост сложности приводит к перераспределению ошибок от одной категории людей к другой.

Глава 2. Ошибки человека при техническом обслуживании воздушных судов (организационные аспекты)

При техническом обслуживании ошибка человека обычно проявляется в ненамеренно вызванной неисправности воздушного судна (физической деградации или отказе), причина которой может быть объяснена действием или бездействием технических специалистов, обслуживающих его. Слово "объяснена" использовано потому, что ошибка человека при техническом обслуживании может быть двух основных видов. В первом случае ее результатом является конкретная неисправность воздушного судна, которой не было до начала проведения технического обслуживания. Любая операция технического обслуживания таит в себе возможность совершения человеком ошибки, которая может привести к ненамеренно причиненной неисправности воздушного судна. Примерами могут служить: неправильная установка сменных блоков, оставленная при сборке ремонтируемой гидромагистрали предохранительная заглушка или поломка воздуховода из-за того, что он использовался в качестве подножки для доступа к месту проведения операции технического обслуживания (*среди других примеров эти, помимо прочего, иллюстрируют недостаточное сопряжение элементов L—H, т.е. "субъект—объект", в модели SHELL*). Результатом ошибки второго вида — не выявление нежелательного или небезопасного состояния при выполнении регламентного или внерегламентного технического обслуживания, цель которого как раз и состоит в обнаружении такого состояния. Примеры таких ошибок: незамеченная во время визуального осмотра трещина в силовом элементе или демонтаж исправного блока электронного оборудования вместо неисправного из-за неправильно установленной причины неисправности⁷. Ошибки такого рода могут быть вызваны и скрытыми отказами, такими как недостаточная профессиональная подготовка, нехватка выделенных ресурсов или инструментов, необходимых для технического обслуживания, дефицит времени и т. п. Их причиной может также являться плохое — с точки зрения эргономики — конструктивное выполнение инструментов (*изъян во взаимодействии L—H*), неполные документация или руководства (*изъян во взаимодействии L—S*), и т. д.

Одной из причин нескольких широко известных авиационных происшествий была ошибка человека при техническом обслуживании. Катастрофа самолета DC-10 авиакомпании "Америкэн эрлайнз" в Чикаго в 1979 году⁸ произошла в результате нарушения технологии замены двигателя, выразившегося в том, что пилон и двигатель были демонтированы и установлены в собранном виде, а не по отдельности. В результате применения этой несанкционированной технологии (*скрытый отказ при вероятном нарушении взаимодействия элементов L—H и L—S*) произошло разрушение конструкции пилона, ставшее очевидным при взлете, когда от крыла оторвался закрепленный под ним двигатель с пилоном. Последовавшее в результате этого повреждение гидравлических систем привело к уборке внешних секций предкрылков на левом крыле и в конечном счете — к потере управления. В 1985 году самолет "Боинг-747" авиакомпании "Джапэн эрлайнз"⁹ потерпел аварию в результате быстрой разгерметизации во время полета, когда из-за неправильно произведенного ремонта отказал задний гермошпангоут (*скрытый отказ при вероятном нарушении взаимодействия элементов L—H и L—S*). В результате последовавшего за этим чрезмерного повышения давления в хвостовом отсеке и ударной волны из-за взрывного разрыва сферического гермошпангоута отказала

7. Marx, D.A. and R.C. Graeber. *Human Error in Aircraft Maintenance*. Boeing Commercial Airplane Group, Seattle, Washington, 1993.

8. National Transportation Safety Board. "Aviation Accident Report, American Airlines DC-10, Chicago, 1979" NTSB/AAR-79/17). Washington, D.C., 1979.

9. Boeing 747 SR-100, JA8119, "Accident at Gunma Prefecture, Japan, on 12 August 1985". Report released by the Aircraft Accident Investigation Commission, Japan.

система управления и произошло разрушение самолета, приведшее к большому количеству человеческих жертв. В апреле 1988 года самолет "Боинг-737" авиакомпании "Алоха эрлайнз"¹⁰ потерпел аварию в результате разрушения конструкции верхней части фюзеляжа. В конечном счете он был посажен, причем погиб один человек. Это авиационное происшествие объясняется нарушением технологии технического обслуживания (*скрытые отказы*), в результате чего не было обнаружено ухудшения характеристик силового конструктивного элемента.

При тщательном анализе 93 крупных авиационных происшествий из числа имевших место во всем мире в период между 1959 и 1983 годами, было обнаружено, что в 12% случаев техническое обслуживание и инспекции были одними из факторов, приведших к происшествиям¹¹. В результате этого анализа читателю предлагается следующий перечень основных причин происшествий в процентах (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень основных причин авиационных происшествий

Причина происшествия	Процент
нарушение пилотом стандартной процедуры	33
недостаточный перекрестный контроль со стороны второго пилота	26
конструктивные недостатки	13
недостатки технического обслуживания и проверок	12
отсутствие наведения при заходе на посадку	10
игнорирование командиром воздушного судна сообщений членов экипажа	10
ошибка/отказ службы управления воздушным движением	09

Большинство наиболее частых упущений — это невыполненное или незаконченное закрепление деталей. Следующий пример иллюстрирует это утверждение.

На воздушном судне в течение двух недель отмечались вибрации правого двигателя. Инженеры искали причины и, полагая, что они связаны с пневматикой, заменили клапаны—регуляторы давления. Однако — просто для полной уверенности — в рейс из Амстердама до Кос вместе с полным комплектом пассажиров-туристов был взят механик—специалист по техническому обслуживанию, чтобы контролировать в полете показания приборов, индицирующих состояние двигателей. Вылет прошел без происшествий, за исключением кратковременного увеличения показаний индикатора интенсивности вибраций правого двигателя при скорости около 130

¹⁰ National Transportation Safety Board. "Aircraft Accident Report, Aloha Airlines Flight 243". Boeing 737-200, N73711, Near Maui, Hawaii, 28 April 1988 (NTSB/AAR-89/03). Washington, D.C., 1989.

¹¹ Sears, R.L. 1986 "A new look at accident contributions and the implications of operational training programs" (unpublished report). Quoted in Graeber, R.C. and D.A. Marx. *Reducing Human Factor in Aviation Maintenance Operations*. (Presented at the Flight Safety Foundation 46th Annual International Air Safety Seminar. Kuala Lumpur, Malaysia, 1993.)

узлов. В крейсерском полете стрелка индикатора отклонялась вверх и вниз между отметками 1,2 и 1,3, находясь все еще в нормальном диапазоне. Однако ощущались незнакомые и странные вибрации. Через 90 минут после вылета стрелка индикатора вибраций подошла к отметке 1,5, расположенной чуть ниже желтого диапазона шкалы. Еще через 15 минут стрелка колебалась уже в желтом диапазоне. Экипаж перешел на ручное управление двигателями и снизился на эшелон 290, медленно перемещая назад рычаг управления неисправным двигателем. Стрелка указателя его вибраций внезапно подошла к отметке 5,2, и глухая дрожь начала сотрясать самолет. Затем стрелка вернулась в нормальный диапазон, и вибрации прекратились. Однако командир воздушного судна решил доложить об аварийной обстановке и приземлиться в Афинах, где, как он полагал, можно было получить техническую помощь, которой не было в аэропорту Кос. Теперь при работе двигателя в режиме малого полетного газа показания индикатора вибраций двигателя вернулись в нормальный диапазон, в результате чего командир решил оставить его в покое и не заглушать. Во время посадки экипаж заметил металлические частицы вокруг двигателя и выцветшие места на лопастях, выглядевшие как масляные.

В отчете о работе двигателя, составленном несколько дней спустя, было записано:

"... причиной освобождения диска явилось то, что гайки болтов дисков LP1 (низкого давления) и LP2 были завернуты только пальцами, а не затянуты, в результате чего стали возможными осевые перемещения внутрь и наружу от криволинейной посадочной поверхности, вызвавшие сильные потертости и отклонение от симметричного положения. Гайки одна за другой отворачивались, освобождая болты, пока их не осталось только четыре."

Данный двигатель прошел капитальный ремонт, прежде чем самолет был поставлен эксплуатанту. Диски LP-1 и LP-2 (контуры низкого давления) соединены друг с другом 36 болтами с гайками. Очевидно, механик, работая с ними, закрутил их пальцами, а затем решил перекусить. По возвращении он забыл о своем намерении затянуть их ключом до ухода на прием пищи. Все болты, за исключением четырех, выпали, а последние четыре держались на четвертьдюймовом остатке резьбы. Только тяга малого газа препятствовала разъединению двигателя. Если бы экипаж заглушил двигатель, последствия, по всей вероятности, были бы катастрофическими¹².

Неправильный монтаж компонентов, невнимательные осмотр и контроль качества являются наиболее часто повторяющимися ошибками при техническом обслуживании. Примеров много. Ниже приводятся следующие:

- 5 мая 1983 года самолет "Локхид L-1011" авиакомпании "Истерн эрлайнз", выполняя рейс 855, вылетел из международного аэропорта Майами в Нассау на Багамских островах. Вскоре после взлета загорелся световой сигнализатор падения давления в двигателе № 2. В качестве меры предосторожности экипаж заглушил двигатель и пилот решил вернуться в Майами. Через небольшой промежуток времени после этого индикаторы обоих оставшихся двигателя показали нулевое давление масла, и они отказали. Были предприняты попытки

12. Summarized from "Finger-Tight at 290 (a tail of the unexpected)". Robin Rackham, *Log*, BALPA, August/September 1993.

запустить все три двигателя. На расстоянии 22 миль от Майами после снижения до высоты 4000 футов экипажу удалось запустить двигатель № 2 и выполнить посадку на одном работающем двигателе, который сильно дымил. Было обнаружено, что все три главных датчика—детектора стружки были установлены без кольцевых уплотняющих прокладок¹³.

- 10 июня 1990 года самолет ВАС 1-11 (рейс 5390 авиакомпании "Бритиш эруэйз") вылетел из Бирмингемского международного аэропорта в Малагу, Испания, с 81 пассажиром, четырьмя бортпроводниками и двумя членами летного экипажа. Взлет выполнял второй пилот, и после перехода к установившемуся набору высоты командир воздушного судна в соответствии с принятыми в авиакомпании правилами взял управление на себя. В этот момент оба пилота освободили плечевые привязные ремни, а командир — и накидной ремень. При наборе высоты 17 300 футов раздался резкий звуковой удар и фюзеляж окутал густой туман, что является признаком быстрой разгерметизации. Лобовое стекло в кабине экипажа вылетело наружу, а командира втянуло в проем лобового стекла, где он застрял. Дверь в кабину экипажа резко открылась внутрь и ударила по пульта управления и контроля радиотехническим и навигационным оборудованием. Второй пилот немедленно вновь взял управление самолетом на себя и начал экстренное снижение на эшелон 110. Бортпроводники старались втянуть командира назад в кабину, но высасывающий поток не позволил им это сделать. Они удерживали его в таком положении за колени до тех пор, пока самолет не приземлился. В результате расследования было установлено, что причиной летного происшествия явилось то обстоятельство, что при замене лобовое стекло было закреплено не теми болтами¹⁴.
- 11 сентября 1991 года самолет "Эмбраер 120" авиакомпании "Континентал экспресс", выполнявший рейс 2574, вылетел из международного аэропорта Ларедо, Техас, в международный аэропорт Хьюстон. Самолет внезапно разрушился в полете и потерпел катастрофу, унесшую жизни всех 13 человек, находившихся на его борту. В ходе расследования было установлено, что происшествие произошло из-за того, что крепежные винты на верхней поверхности левой стороны передней кромки горизонтального стабилизатора были откручены и не поставлены на место, в результате чего противообледенительный агрегат передней кромки был закреплен на стабилизаторе только нижними крепежными винтами¹⁵.

В результате этих авиационных происшествий при рассмотрении связанных с ними организационных аспектов возникает несколько вопросов, требующих тщательно обоснованных ответов. Чтобы рассмотреть проблемы, возникшие в результате фактов, выявленных при расследовании происшествий, необходимо четко установить, какие аспекты человеческого фактора, личностные и организационные, явились одной из причин происшествий.

¹³ National Transportation Safety Board. "Aircraft Accident Report, Eastern Airlines Inc., L-1011". Miami, Florida, 5 May 1983 (NTSB/AAR-84/04). Washington, D.C.

¹⁴ AAIB Aircraft Accident Report 1/92. "Report on the Accident to BAC One-Eleven, G-BJRT" over Didcot, Oxfordshire on 10 June 1990. London: HMSO.

¹⁵ National Transportation Safety Board. "Aircraft Accident Report, Continental Express Flight 2574". In-Flight Breakup, EMB-120RT, N33701. September 1991 (NTSB/AAR-92/04). Washington, D.C., 1992.

В случае с самолетом "Локхид L-1011" авиакомпании "Истерн эрлайнз" Национальный совет безопасности на транспорте (NTSB) пришел к следующему заключению:

"Главные датчики—детекторы стружки были установлены без кольцевых уплотняющих прокладок, потому что механики не следовали методике, указанной в технологической карте, и не выполняли профессиональные обязанности так, как это надлежит механикам, обслуживающим планеры и силовые установки воздушных судов"¹⁶.

Несмотря на заключение NTSB, представляется, что обнаруженные факты и сделанные выводы относятся только к прямым причинно-следственным связям. Внимание к таким факторам, как множественность причин, взаимозависимость и взаимодействие систем (а они имеют непосредственное отношение к безопасности систем, в которых воплощены новейшие технические достижения), не было таким, каким оно должно было бы быть, чтобы рассмотреть первопричины скрытых и активных отказов. Не поступки отдельных людей, а именно взаимодействие множественных отказов, одновременное появление которых не ожидалось, и привело к конкретным авиационным происшествиям и инцидентам.

Установка датчиков—детекторов стружки не являлась новой задачей для технических специалистов, обслуживающих воздушные суда авиакомпании "Истерн эрлайнз". По оценке авиакомпании, каждый из них успешно заменил более 100 таких агрегатов. У них были в наличии и технологические карты, требующие установки на детекторах стружки кольцевых уплотняющих прокладок. Тем не менее техники не делали этого, что серьезно снизило безопасность полетов. При расследовании было обнаружено, что существовал и неофициальный порядок выполнения работ, не записанный в технологических картах, но известный и применяемый большинством технических специалистов из отделов обслуживания и инспекции. На основании зарегистрированных данных можно предположить, что и раньше были проблемы с установкой главных датчиков—детекторов стружки и что технические специалисты не всегда заменяли у них кольцевые уплотняющие прокладки. Это знал по крайней мере один старший мастер, который не предпринимал конкретных действий для обеспечения соблюдения предписанного порядка выполнения работ. Один из выводов, сделанных NTSB, состоит в том, что специалисты по техническому обслуживанию воздушных судов, "ответственны за установку кольцевых уплотняющих прокладок", однако запись о следующем факте, зарегистрированном в отчете NTSB, гласит: «механики всегда получали главные датчики—детекторы стружки с "установленными" кольцевыми уплотняющими прокладками и никогда не выполняли это требование технологической карты 7204¹⁷». В указанном случае очевидны скрытый организационный отказ и неточное сопряжение элементов L—S.

Данные, относящиеся к психологическим аспектам организаций, подтверждают, что организации могут и предотвращать происшествия, и способствовать их возникновению. Если рассматривать вопрос с организационной точки зрения, становится очевидным, что организационные недостатки нельзя нейтрализовать с помощью технологии, подготовки кадров и установления четких правил. Слишком часто при разработке мер повышения безопасности и предотвращения происшествий в авиационной отрасли не учитывается то

¹⁶ National Transportation Safety Board. "Aircraft Accident Report, Eastern Airlines Inc., L-1011". Miami, Florida, 5 May 1983 (NTSB/AAR-84/04). Washington, D.C.

¹⁷ *Ibid.* Подробный анализ вопросов человеческого фактора в данном инциденте см. Marx, D.A. and R.C. Graeber. *Human Error in Aircraft Maintenance*. Boeing Airplane Commercial Group, Seattle, Washington, 1993.

обстоятельство, что ошибка человека совершается в конкретных организационных условиях, которые или способствуют, или препятствуют ее возникновению .

Непосредственной причиной авиационного происшествия с самолетом ВАС 1-11, установленной при его расследовании, была замена лобового стекла с использованием при монтаже не тех болтов. Ниже перечислены причинные факторы:

- (а) Операция, критически влияющая на безопасность и тем не менее не указанная в числе "жизненно важных" (*скрытый отказ*), была выполнена одним лицом, несущим к тому же всю полноту ответственности за качество выполнения работы, которое не было проверено до вылета воздушного судна с пассажирами на борту (*скрытый отказ*).
- (б) Потенциальная возможность обеспечить качественную установку лобового стекла, имевшаяся у главного сменного мастера по техническому обслуживанию, не была реализована из-за его невнимательности, недостаточного профессионального опыта, невыполнения стандартов компании и применения неподходящего оборудования (*неточное сопряжение элементов L—H*), что расценивается как симптомы его постоянной неспособности контролировать выполнение установленного порядка работ.
- (в) Руководство местного отделения "Бритиш эруэйз", а также ревизионные проверки случайно отобранных образцов изделий и качества работы не выявили нестандартных процедур, использовавшихся главным сменным мастером по техническому обслуживанию, поскольку непосредственный контроль за его практической деятельностью руководством и соответствующими службами не осуществлялся (*скрытый отказ*).

Замена лобового стекла была произведена за 27 часов до происшествия. Статистика, ведущаяся в авиакомпании, показывает, что за последний год на принадлежащих ей самолетах ВАС 1-11 заменены 12 лобовых стекол типа № 1, правых или левых, и почти столько же было заменено в предыдущем году. Главный сменный мастер по техническому обслуживанию, ответственный за замену лобового стекла на самолете, с которым произошло авиационное происшествие, за время работы в авиакомпании выполнил на самолетах ВАС 1-11 около шести таких замен.

Хотя ссылка на руководство местного отделения авиакомпании была сделана потому, что оно не обнаружило применения главным сменным мастером нестандартных методов работы, приведенные выше факты, а также сделанные выводы все же находятся в рамках представлений о проявлении причинно-следственных связей. При рассмотрении происшествий, причиной которых была ошибка человека, ясно, что мы склонны мыслить в терминах, касающихся отдельных личностей, а не коллективов. Вследствие этого решения проблем направлены на конкретных людей, "операторов переднего края", из-за чего затушевываются скрытые организационные ошибки, которые в большинстве случаев и являются первопричинами таких происшествий. Скрытые отказы чаще всего неосозаемы, не несут непосредственной опасности и "ждут", когда можно будет внести свой "вклад" в сочетании с непредвидимым активным отказом или ошибкой "оператора переднего края" — последнего звена в цепи ошибок — и вызвать тем самым авиационное происшествие, уносящее человеческие жизни и уничтожающее имущество. То обстоятельство, что ошибки не происходят в пустоте и что ошибка человека совершается в организационных условиях,

которые либо способствуют, либо препятствуют ее возникновению, в течение долгого времени отбрасывалось в сторону, чтобы найти лицо, несущее всю полноту ответственности за обнаруженные упущения. Поэтому, чтобы вскрыть общесистемные условия, способствующие появлению ошибок, необходимо систематически и очень тщательно изучать системные и (или) организационные недостатки¹⁸.

При расследовании авиационного происшествия, имевшего место при выполнении авиакомпанией "Континентал экспресс" рейса 2574, было обнаружено, что крепежные винты на верхней поверхности передней кромки левой секции горизонтального стабилизатора были отвинчены и не поставлены на место, в результате чего протектор агрегата противообледенительной защиты передней кромки был соединен с горизонтальным стабилизатором только нижними крепежными винтами. Относительно возможной причины было сделано следующее заявление:

"Национальный совет по безопасности на транспорте определяет, что вероятной причиной данного происшествия было невыполнение персоналом, осуществляющим в авиакомпании "Континентал экспресс" техническое обслуживание и инспекцию, установленных процедур технического обслуживания протектора агрегата противообледенительной защиты горизонтального стабилизатора, а также процедур, выполняемых для гарантии качества этих работ, что привело в полете к внезапному отрыву почти не закрепленной передней кромки, немедленному резкому изменению угла тангажа на пикирование и разрушению воздушного судна. Сопутствующей причиной данного летного происшествия была неспособность руководства авиакомпании "Континентал экспресс" гарантировать выполнение утвержденных процедур технического обслуживания и неспособность наблюдателей от Федерального авиационного управления (ФАУ) установить и проверить выполнение этих процедур¹⁹".

Хотя в отчете скрытые отказы названы факторами, способствовавшими авиационному происшествию, ударение сделано на активных отказах по вине обслуживающего технического персонала, в результате чего они представляются в качестве вероятной его причины. Нетрудно заметить, что в этом и ранее рассмотренных случаях в качестве вероятной причины вместо "ошибки пилота" называется "ошибка механика". Вследствие этого вина перекладывается на других, но по-прежнему остается на конкретном профессиональном органе как на единственном субъекте, несущем ответственность за безопасность системы, причем по-прежнему не обращается должного внимания на систематические и/или организационные ошибки как на питательную среду для роста числа ошибок человека во всех сферах их проявления. На протяжении последних пятидесяти лет объяснение вероятной причины таких происшествий "ошибкой пилота" не приводило к предотвращению летных происшествий, вызванных аналогичными причинными факторами. Объяснение простое: *ошибка человека происходит в контексте организационных условий*. Еще не было ни одного авиационного происшествия, вызванного одним событием, какими бы очевидными ни казались причинные факторы. Практически всегда есть цепь скрытых отказов, что лишает защиты от последней ошибки, которая могла бы предотвратить превращение этой ошибки в авиационное происшествие. Поэтому с целью предотвращения неоднократного проявления причинных

¹⁸ "From Individuals to Organizations". ICAO position paper delivered at the Algonquin College validation course on aviation Human Factors. February 1993.

¹⁹ National Transportation Safety Board. "Aircraft Accident Report, Continental Express Flight 2574". In-Flight Breakup, EMB-120RT, N33701, September 1991 (NTSB/AAR-92/04). Washington, D.C., 1992.

факторов летных происшествий необходимо рассматривать их в организационном контексте. В области авиационной безопасности оптимальное использование уроков, полученных при расследовании авиационных происшествий, началось только после того, как стали рассматриваться организационные аспекты производства полетов. Эти уроки применимы к ошибкам, совершаемым на базе технического обслуживания и ремонта, а также к тем, которые допускаются в кабине летного экипажа или в диспетчерском зале УВД. Авиационные происшествия, причиной которых является неправильное техническое обслуживание или неправильная инспекция воздушных судов, как и ошибки в кабине пилотов или в диспетчерском зале УВД, заставляют задуматься больше об организации, чем о конкретном лице, находящемся в конце производственной линии (модель Ризона упрощает это понятие).

Данное рассуждение наводит на мысль, что в другом процитированном заявлении, приведенном в вышеупомянутом отчете, возможную причину авиационного происшествия следовало бы изложить следующим образом²⁰:

«Национальный совет по безопасности на транспорте определяет, что вероятными причинами данного авиационного происшествия были: (1) неспособность руководства авиакомпании "Континентал экспресс" обеспечить установление такого корпоративного уровня технической культуры, при котором бы поощрялось и обеспечивалось выполнение утвержденных процедур технического обслуживания, а также процедур гарантии качества, и (2) ряд последовательных нарушений обслуживающим техническим и инспектирующим персоналом упомянутой компании утвержденного порядка замены протекторов агрегатов противообледенительной защиты горизонтального стабилизатора. Дополнительной причиной авиационного происшествия был недостаточный надзор со стороны ФАУ за выполнением программ технического обслуживания и гарантий качества авиакомпании "Континентал экспресс"».

Упомянутое заявление подтверждается тем обстоятельством, что в отчете о расследовании происшествия было установлено применение "нестандартных методов и процедур, а также недосмотры", допущенные рядом лиц, причем каждое из них могло бы предотвратить авиационное происшествие. К их числу относятся: технические специалисты, проводившие обслуживание, контролеры службы гарантии качества и инспекторы — все они продемонстрировали "общее несоблюдение" утвержденных правил. К числу таких нарушений относятся следующие:

- при передаче смены не требовался и не составлялся соответствующий рапорт;
- не использовались утвержденные технологические карты операций технического обслуживания;
- при передаче смены не заполнялись бланки-отчеты о выполненных операциях по техническому обслуживанию/инспекции;
- на ранних стадиях ремонтных работ, проводившихся на воздушном судне, потерпевшем аварию в результате авиационного происшествия, инспектор контроля качества выполнял обязанности помощника механика, в результате чего была нарушена целостность функции контроля качества.

²⁰ Ibid., pp. 54, John K. Lauber, Member NTSB. "Dissenting Statement".

В ходе расследования было также установлено, что на воздушном судне, пострадавшем в результате происшествия, и ранее были выполнены две операции по техническому обслуживанию, причем в каждой из них были отмечены отступления от утвержденных правил, и они выполнялись не теми работниками, которые заменяли протектор агрегата противообледенительной защиты. В первом случае была замена руля высоты без применения инструментов, которые согласно требованиям изготовителя, необходимы для балансировки руля. Во втором — нарушение специальной методики выполнения работ и отсутствие регистрации в формуляре факта выявления чрезмерного крутящего момента двигателя. И хотя эти нарушения никоим образом не связаны с авиационным происшествием, в отчете указано, что "они наводят на мысль об уделении недостаточного внимания установленным требованиям в отношении выполнения технического обслуживания и контроля качества, изложенным в "Общем руководстве по техническому обслуживанию" (GMM).

При подробном изучении организационных аспектов, связанных с выполнением операций технического обслуживания ночью перед летным происшествием, обнаруживается переплетение перекрещивающихся линий ревизионных проверок, передачи сообщений и управления производственным процессом. Множество ошибок и нарушений, совершенных многими работниками компании, которые были выявлены при расследовании, несовместимо с представлением о том, что происшествие явилось результатом отдельных, а не систематических факторов. Согласно отчетам ряд отказов, непосредственно приведших к происшествию, нельзя рассматривать как результат психического расстройства отдельных лиц. Скорее они отражают сложившийся привычный порядок проведения работ, существовавший до авиационного происшествия. *Линейное руководство авиакомпании несет возложенную на него существующими нормативными документами ответственность не только за обеспечение надлежащего плана проведения технического обслуживания (а мы считаем, что большая часть связанных с этим вопросов как раз и изложена в "Общем руководстве по техническому обслуживанию"), но и за проведение в жизнь изложенных в нем положений. Допуская — явно или неявно — постоянные нарушения, высшее руководство компании создало рабочую обстановку, в которой в течение ночи, предшествовавшей происшествию, стала возможной последовательность нарушений, явившихся причиной авиационного происшествия*

Ошибка человека в среде технического обслуживания

В силу специфических особенностей ошибки человека в среде технического обслуживания она проявляется в форме, отличной от той, в какой это происходит в другой рабочей обстановке, например в кабине летного экипажа или в зале диспетчеров УВД. В случае нажатия не на ту кнопку или вытягивания рукоятки не того рычага, или передачи неправильной команды пилот или диспетчер УВД увидят последствия своей ошибки до того, как воздушное судно закончит свой полет. Если случается авиационное происшествие или инцидент, пилот во время его совершения всегда "на сцене". Если авиационное происшествие связано с работой диспетчера, управляющего воздушным движением, то служба УВД почти всегда "на сцене" или следит за событием в реальном масштабе времени. И хотя эта важная особенность кажется вполне естественной для ошибки летного экипажа/диспетчера УВД, она не всегда характерна для ошибки, совершенной при техническом обслуживании воздушного судна.

В противоположность "реально-временному" характеру ошибки УВД и в кабине летного экипажа, ошибка при техническом обслуживании очень часто не проявляется во время ее совершения. В некоторых случаях техник, обслуживающий самолет, никогда не узнает о

допущенной ошибке, потому что ее выявление может произойти через несколько дней, месяцев или несколько лет. В случае отказа диска двигателя на самолете DC-10 авиакомпании "Су-Сити" в 1989 году²¹, предполагаемая ошибка при инспекции воздушного судна была допущена за семнадцать месяцев до происшествия.

Когда проявляется — обычно это происходит при нарушении функционирования системы — ошибка человека, допущенная при техническом обслуживании, мы часто знаем только о неисправности самолета, к которой она привела. Но очень редко знаем, **почему** она произошла. В сфере технического обслуживания воздушных судов нет аналогов регистратору переговоров в кабине, самописцу полетных данных или магнитофонной ленте службы УВД, т. е. нет устройств, подробно регистрирующих процесс выполнения операций технического обслуживания. Кроме того, программы составления самоотчетов о техническом обслуживании не достигли той степени совершенства, как аналогичные программы в сфере производства полетов, такие как ASRS, CHIRP и др. Таким образом, в большинстве случаев просто нет данных, необходимых для рассмотрения ошибок, допущенных при техническом обслуживании, с использованием терминов, для описания конкретных видов ошибок человека. Поэтому ошибки рассматриваются с точки зрения неисправности воздушного судна. Рассмотрим следующую воображаемую ситуацию: техник нью-йоркской линейной базы технического обслуживания забыл поставить антивибрационный зажим на гидропривод, закрепленный на двигателе. Спустя три месяца трубопровод разрушился от усталостных напряжений в полете, что привело к отказу гидросистемы. После приземления в Лондоне механики, обслуживавшие самолет, осмотрели двигатель и обнаружили, что антивибрационный зажим не был установлен. Знают ли они, почему? Скорее всего — нет, поскольку ошибка была совершена три месяца назад в Нью-Йорке. Вследствие этого ошибка человека регистрируется как "утрача антивибрационного зажима".

Отсутствие данных о причине ошибки, регистрируемых в виде "сцены ошибки", представляет проблему для отрасли, связанную с тем, что в течение десятилетий ее подход к предотвращению и расследованию происшествий заключался прежде всего в выявлении конкретного причинного фактора. При рассмотрении результатов анализа причин происшествий и их доли в процентах, о чем говорилось выше, нетрудно заметить, что "ошибка пилота" (общепринятая неправильная замена термина "ошибка человека, совершенная пилотом") разбивается на конкретные виды отказов, выражающихся в ухудшении функциональных характеристик человека, таких как отвлечение пилота, неправильные действия экипажа, неправильное решение, плохое взаимодействие экипажа, неправильное толкование сообщений, переданных службой УВД, и т. п. Однако результаты такого же анализа, проводимого применительно к техническому обслуживанию и инспекции воздушных судов, получают одно объяснение — *недостатки технического обслуживания и инспекции*. Несмотря на все другие виды ошибок, возможных при техническом обслуживании сложного воздушного судна, каждое происшествие, случившееся по вине технического обслуживания, попадает в одну категорию. За исключением крупных авиационных происшествий, обстоятельства которых самым тщательным образом воспроизводятся, редко можно привести примеры установления причинных факторов происшествий, связанных с ошибками при техническом обслуживании²².

²¹ National Transportation Safety Board. "Aircraft Accident Report, United Airlines Flight 232, McDonnell Douglas DC-10-10". Sioux Gateway Airport, Sioux City, Iowa, 19 July 1989 (NTSB/AAR-90/06. Washington, D.C., 1990.

²² Cm. Marx, D.A. and R.C. Graeber. *Human Error in Aircraft Maintenance*. Boeing Commercial Airplane Group, Seattle, Washington, 1993.

Летные происшествия с самолетами ВАС 1-11 и "Эмбраер 120", имевшие место по причинам, связанным с ошибками технического обслуживания и инспекций, являются исключениями в том отношении, что они произошли вскоре после совершения активных ошибок. Это позволило расследовавшим их специалистам сосредоточить усилия на месте проведения работ и на действиях отдельных лиц, равно как и на деятельности организации. Классический фактор "отдаленности во времени и пространстве" не только не препятствовал расследованию этих случаев, но и не замедлил их проведение. Это позволило выявить организационные ошибки, ошибки отдельных лиц и методы организации работы, способствовавшие совершению ошибок, что дало возможность сосредоточить внимание на первопричинах практики, ведущей к авиационным происшествиям.

Статистика показывает, что совершение организационных или систематических ошибок в организациях, занимающихся техническим обслуживанием воздушных судов, не ограничивается одной организацией или одним регионом. Из результатов проведенного здесь анализа трех летних происшествий видно, что поведение организаций и их отдельных сотрудников перед описанными событиями было одинаковым. Например:

- обслуживающий технический персонал и инспекторы нарушали установленные методы и процедуры (*активный отказ*);
- лица, ответственные за обеспечение соблюдения установленных процедур и методов, не осуществляли проверку не только "единичных нарушений", но и, что симптоматично, неправильных действий, совершаемых в течение длительного времени (*активные и скрытые отказы*);
- высшее руководство, ответственное за техническое обслуживание, не предпринимало необходимых мер для безусловного выполнения процедур, предписанных в их соответствующих организациях (*скрытые отказы*);
- операции технического обслуживания выполнялись лицами, не назначенными для выполнения этих обязанностей, которые из лучших побуждений по своей инициативе начинали работу (*активный отказ, которому способствовали два ранее рассмотренных скрытых отказа*);
- очевидно отсутствие полной и(или) надлежащим образом переданной информации, что увеличивает цепь ошибок, ведущих к авиационным происшествиям (*скрытый отказ*).

Как указано ранее, один из основных составных элементов авиационной системы — это **лица, принимающие решения** (в высшем эшелоне руководства, корпоративных или регламентирующих органах компании), которые несут ответственность за установление целей и управление имеющимися ресурсами для достижения и уравнивания двух четко обозначенных целей: обеспечение безопасности и своевременная и рентабельная перевозка пассажиров и грузов. И если рассматривать систему с использованием моделей Ризона или SHEL, будет нетрудно понять, почему и где совершаются ошибки.

Глава 3. Роль человеческого фактора при техническом обслуживании воздушных судов

Информационный обмен и связь

Возможно, что в сфере технического обслуживания воздушных судов роль человеческого фактора имеет наибольшее значение в области связи. Без связи между руководящими работниками сферы технического обслуживания, изготовителями, диспетчерами УВД, пилотами, общественностью, правительственными органами и т. п. было бы трудно выдерживать стандарты безопасности. В сфере технического обслуживания в процессе поддержания летной годности парка воздушных судов по необходимости создается, передается, потребляется и регистрируется огромный объем информации. В качестве примера часто приводится "гора" документов, ежегодно выпускаемых "Боинг эркрафт компани" для обеспечения работы авиатранспортных компаний, эксплуатирующих ее воздушные суда, — ее высота, по утверждениям, превышает высоту горы Эверест. Складские помещения авиатранспортных компаний буквально забиты документами, в которых содержатся в хронологическом порядке данные о техническом обслуживании их воздушных судов.

Самое важное — информация о техническом обслуживании должна быть понятна тому кругу ее потребителей, для которого она предназначена. А основными ее потребителями являются инспекторы и технические специалисты, выполняющие регламентное техническое обслуживание, диагностику и ремонт неисправностей воздушных судов. Новые руководства, бюллетени технического обслуживания, наряды на выполнение работ и другие информационные документы, используемые этим кругом лиц, необходимо проверить до их широкого распространения, чтобы убедиться, что они не могут быть неправильно поняты или истолкованы. Иногда для передачи информации, касающейся технического обслуживания, выбираются далеко не лучшие слова. В качестве анекдотического примера приводится такой случай: относительно некоей операции в бюллетене технического обслуживания было указано, что она "proscribed" (т. е. запрещена). Техник же при чтении решил, что она "prescribed" (т. е. предписана) и приступил к выполнению запрещенной технологической операции. Проблемы такого рода в настоящее время становятся преобладающими, поскольку транспортные воздушные суда изготавливаются в разных местах земного шара. Иногда технический язык изготовителя нелегко перевести на технический язык покупателя, вследствие чего может быть составлена трудно понимаемая документация на техническое обслуживание. Поскольку на английском языке записано так много информации по вопросу технического обслуживания, есть все основания использовать "упрощенный" английский язык. Слова, имеющие определенное значение для одного читателя, должны иметь то же самое значение для любого другого читателя. Например, слово "дверь" всегда должно означать дверь, и крышка люка или откидной щиток не должны называться дверью.

Связь с изготовителем воздушного судна, равно как и связь между авиакомпаниями, может иметь решающее значение. Если в одной компании возникла проблема с техническим обслуживанием воздушного судна, которая может снизить безопасность полетов, сообщение о ней должно быть передано изготовителю и другим эксплуатантам, имеющим воздушные суда такого же типа. Но это сделать не всегда просто. Введение мер контроля над издержками в отрасли и давление конкуренции могут сделать связь между авиатранспортными компаниями невыгодной. Однако полномочные органы гражданской авиации могут сыграть важную роль в поощрении подпадающих под их юрисдикцию авиакомпаний сотрудничать между собой и с

изготовителем воздушного судна, которое они эксплуатируют. Если бы информация об инциденте по вине "технического обслуживания, имеющем место в одной авиакомпании, передавалась другим эксплуатантам, было бы легко предотвратить авиационное происшествие. В отчетах об авиационных происшествиях немало таких, которые можно было бы предотвратить, если бы информация об инцидентах в авиакомпаниях доводилась до сведения отрасли. При расследовании летного происшествия с самолетом DC-10 авиакомпании "Америкэн эрлайн", имевшего место в 1979 году в Чикаго, выяснилось, что в другой авиакомпании применялась такая же неутвержденная технология замены двигателей, и было обнаружено, что она привела к появлению трещин вблизи места крепления пилона. По этой причине в последней авиакомпании вернулись к утвержденной технологии проведения таких работ. Считают, что, если бы данная компания поделилась своим опытом с другими эксплуатантами самолетов этого типа, то летное происшествие в Чикаго можно было бы предотвратить. Однако для успеха и расширения такого сотрудничества необходимо, чтобы распространяемая в его рамках информация использовалась только для предотвращения авиационных происшествий. Использование такой информации или злоупотребление ею в целях получения преимуществ в области маркетинга над компанией, представившей данные, может привести только к постепенному прекращению всякого взаимодействия между эксплуатантами в области обеспечения безопасности полетов.

Недостаточно налаженная связь внутри организации, выполняющей техническое обслуживание воздушных судов, может оказать также серьезное отрицательное влияние на работу авиакомпании. Авиационные происшествия, рассмотренные в главе 2, иллюстрируют данную проблему. Во всех этих случаях недостатки в передаче информации о предпринятых действиях или о действиях, которые необходимо было предпринять, представляли крайнюю опасность, ибо дополнили ряд последовательных ошибок и тем самым привели к авиационному происшествию. При расследовании каждого из них выявлены совершенно очевидные скрытые отказы и серьезные изъяны во взаимосвязях L—L (субъект—субъект) и L—S (субъект—программные установки).

В происшествии с самолетом EMB-120 диспетчер второй смены, ответственный за самолет, не потребовал устного рапорта об окончании (передаче) смены от двух техников, которым он дал задание заменить оба протектора противообледенительной защиты горизонтального стабилизатора. Более того, он не передал работу диспетчеру следующей, третьей смены и не заполнил бланк о выполнении этой процедуры, где указаны законченные и передаваемые операции, связанные с техническим обслуживанием и инспекцией. Он также пренебрег правилами и не выдал техникам наряды, в которых они могли бы в конце смены зарегистрировать начатую, но не законченную работу. Вероятнее всего, происшествия можно было бы избежать, если бы диспетчер потребовал от упомянутых двух техников устного рапорта о передаче смены, послал полученную от них информацию диспетчеру третьей смены, заполнил бланк о передаваемых операциях технического обслуживания и убедился, что техники, работавшие с протекторами противообледенительной защиты, заполнили наряды на выполнение соответствующих операций технического обслуживания, чтобы диспетчер третьей смены мог ознакомиться с ними (*скрытый отказ и недостаточное взаимодействие L—L*).

Два технических специалиста, о которых шла речь выше, были направлены к диспетчеру второй смены другим диспетчером, в обязанность которого входило проведение проверки категории "С" еще на одном воздушном судне. Именно этому второму из упомянутых диспетчеров и сообщил устно один из техников о передаче смены, информировав его о том, что

работа на левой секции стабилизатора не проводилась. Но сделал он это **после** устной передачи смены диспетчеру следующей, третьей смены. Этот диспетчер не заполнил бланк передаваемых при пересменке операций технического обслуживания и ничего не сказал диспетчеру третьей смены. Он не дал указание технику сообщить обо всем диспетчеру, действительно ответственному за выданное задание, или диспетчеру третьей смены. Вместо этого он дал ему указание доложить о том, какие работы закончены, технику третьей смены. Если бы этот диспетчер приказал технику устно сообщить всю требуемую при передаче смены информацию диспетчеру второй смены (ответственному за воздушное судно) или диспетчеру следующей, третьей смены, а также дал указание заполнить наряды на проведение технического обслуживания, то, вероятнее всего, авиационного происшествия не было бы (*ряд скрытых отказов и недостатки взаимодействия L—L на всех уровнях*).

Инспектор — контролер качества второй смены, помогавший двум техникам откручивать верхние винты с обеих секций горизонтального стабилизатора, расписался в карте передачи смены и ушел домой. Инспектор — контролер качества следующей, третьей смены, рано пришедший на работу, взял карту передачи смены, подписанную инспектором второй смены, и увидел, что в ней нет записей. К несчастью, он сделал это до того, как инспектор второй смены записал в карте: "Помог механику снять протекторы". Инспектор второй смены, кроме того, не выполнил процедуру устной передачи смены приступающему к работе инспектору третьей смены. Считают, что, если бы инспектор — контролер качества второй смены выполнил эту процедуру и сообщил о любой работе, связанной с удалением винтов на верхней поверхности передней кромки обеих секций горизонтального стабилизатора, то, вероятнее всего, авиационного происшествия не было бы. И еще одно обстоятельство: как инспектор он являлся "второй парой глаз", наблюдающих за работой техников. Помогая откручивать верхние винты, он фактически устранился от выполнения своих контрольных функций.

Один из техников, несший ответственность за выполнение работы на данном воздушном судне во время второй смены, вопреки требованиям Руководства по техническому обслуживанию при передаче смены не сделал устный доклад диспетчеру второй смены (ответственному за воздушное судно), который дал ему задание снять протекторы противообледенительной защиты. Кроме того, он не потребовал от диспетчера второй смены и не заполнил в конце смены перед уходом наряды на данный вид технического обслуживания (*и вновь ряд скрытых отказов и нарушение взаимодействия L—L*). Далее, можно предполагать, что, если бы этот техник сделал устный доклад о передаче смены или диспетчеру своей, второй смены, ответственному за данный самолет, или диспетчеру следующей, третьей смены, работавшему прямо в этом же ангаре, и если бы он потребовал от диспетчера второй смены наряд на проведение данного вида технического обслуживания, то, по всей вероятности, происшествия не было бы.

При расследовании²³ рассматриваемого авиационного происшествия были выявлены серьезные организационные изъяны в системе технического обслуживания, существующей в данной авиакомпании. В каждом из приведенных выше параграфов внимание обращалось на нарушение, допущенное отдельным — но не одним и тем же — лицом. А это — уже группа лиц, т. е. организация. Далее, при расследовании выяснилось, что действия этих лиц или группы лиц не были случайными разовыми ошибками. Две ранее выполненные работы по техническому обслуживанию воздушного судна, с которым произошло авиационное

23. National Transportation Safety Board. "Aircraft Accident Report, Continental Express Flight 2574", In-Flight Breakup, EMB-120RT, N33701. September 1991 (NTSB/AAR-92/04). Washington, D.C. 1992.

происшествие, также проводились с отступлением от утвержденной технологии, но другими работниками, не имеющими отношения к замене протекторов агрегатов противообледенительной защиты. И хотя эти нарушения никоим образом не связаны с авиационным происшествием, в отчете о расследовании указано, что "они наводят на мысль, о недостаточном внимании к установленным требованиям в отношении выполнения технического обслуживания и контроля качества, изложенным в Общем руководстве по техническому обслуживанию. Поведение технического обслуживающего персонала, как выявилось в ходе расследования, может быть истолковано только как демонстрация существующего уровня производственной культуры, при котором в организации остается безнаказанным применение неутвержденных методов выполнения работ и отсутствуют нормы, осуждающие *такое* поведение"²⁴. Пренебрежительное отношение к утвержденным процедурам технического обслуживания, установленным в организации правилам и стандартам нормативных документов связано с проблемами, выходящими за рамки выполнения работы отдельными лицами, поскольку такое поведение не складывается внезапно.

Проблема связи также имеет непосредственное отношение к авиационному происшествию, в котором вылетело наружу лобовое стекло²⁵. Кладовщик, имеющий стаж работы около 16 лет, сообщил сменному мастеру, отвечающему за техническое обслуживание, какие болты, согласно спецификации, требуются для крепления лобового стекла, но *не стал настаивать на своем (нарушение сопряжения элементов L—L)*. Неуверенно или неубедительно изложить информацию — это все равно, что не передать ее вовсе. Данное происшествие, кроме прочего, свидетельствует о существовании проблемы, с которой регулярно сталкиваются специалисты по техническому обслуживанию. Это — требование уложиться в отведенный интервал времени между рейсами. Из-за высокой стоимости воздушных судов авиакомпании не могут позволить себе роскошь иметь резервное воздушное судно на тот случай, когда нет возможности вовремя закончить техническое обслуживание. График обслуживания воздушных судов отражает хрупкий компромисс между желанием получить максимальное количество летных часов, приносящих прибыль, и необходимостью выполнить требуемое техническое обслуживание. Трудоемкие задачи технического обслуживания должны решаться быстро — так, чтобы уложиться в отведенный для самолета перерыв между рейсами. Пассажиры не любят задержки по техническим причинам, и если такие задержки в данной авиакомпании становятся слишком частыми, они отдают предпочтение ее конкурентам. Технический персонал, обслуживающий воздушные суда, хорошо знает об этом и прилагает все силы, чтобы закончить работу *вовремя*. Ясно, что иногда, и в особенности в тех случаях, когда не все идет по плану, — а это происходит довольно часто — дефицит времени ведет к компромиссу не в пользу технического обслуживания. Гарантировать, что подразделения авиакомпаний, осуществляющие техническое обслуживание, укомплектованы надлежащим персоналом и оборудованием, что исключает работу, ведущую к снижению летной годности, — это задача руководителей авиакомпаний. Данная проблема, не являющаяся, строго говоря, проблемой связи, наглядно показывает важное значение открытого двустороннего обмена информацией внутри организаций, выполняющих техническое обслуживание. Руководство авиакомпаний должно разработать процедуры, не допускающие вылет воздушного судна, не соответствующего требованиям летной годности, и гарантировать применение этих процедур. Один из лучших способов облегчить такую деятельность — это поддержка непрерывного диалога с обслуживающим

²⁴ Более подробные сведения по вопросу человеческого фактора и производственной культуры в организации см. в Сборнике материалов ИКАО № 10 по человеческому фактору — *Человеческий фактор. Управление и организация* (Циркуляр 247).

²⁵ AAIB Aircraft Accident Report 1/92, "Report on the Accident to BAC One-Eleven, G-BJRT" over Didcot, Oxfordshire on 10 June 1990, London: HMSO.

техническим персоналом и поощрение его сообщать об опасных ситуациях и методах выполнения работ.

Подготовка кадров

В разных странах используются различные методы подготовки специалистов, осуществляющих техническое обслуживание воздушных судов. Во многих государствах установлен общий порядок, согласно которому кандидат в авиационные техники поступает на относительно краткосрочные (двухлетние) курсы, организованные в центрах подготовки техников по обслуживанию воздушных судов. Здесь они получают знания и навыки выполнения работ, необходимые, чтобы сдать экзамены, устраиваемые полномочным органом гражданской авиации для выдачи удостоверения или свидетельства техника по обслуживанию планеров и двигателей воздушных судов. Кроме того, во многих государствах можно получить такое свидетельство после прохождения программы практического обучения, в процессе которого за годы учебы претенденты на свидетельство осваивают свою профессию, используя методы обучения на рабочем месте (ОРМ).

На практике — и это общая тенденция, характерная для всей авиационной отрасли, — большинство выпускников учебных заведений, готовящих специалистов по обслуживанию планеров и двигателей воздушных судов, не имеют достаточной подготовки для проведения их технического обслуживания на авиалиниях. Во время обучения они тратили большое количество времени на приобретение навыков ремонта деревянных конструкций, изделий из тканей, поршневых двигателей, а также навыков лакокрасочных работ. Это умение полезно при техническом обслуживании большого количества самолетов авиации общего назначения, но не часто находит применение при техническом обслуживании парка сложных транспортных самолетов с газотурбинными двигателями. Вследствие этого авиакомпании вынуждены большую часть подготовки штата своих специалистов проводить самостоятельно. В некоторых государствах кандидаты в специалисты по техническому обслуживанию вообще не проходят предварительной подготовки в учебных центрах. В таких случаях авиакомпании вынуждены проводить практически всю подготовку своих специалистов.

Подготовка кадров в авиакомпаниях должна представлять собой сочетание занятий в классе, проводимых по программе, и обучения на рабочем месте (ОРМ). Проблема второго вида обучения заключается в том, что оно с трудом поддается управлению, вследствие чего существует опасность, что результаты такого обучения будут меняться в широких пределах. ОРМ часто заключается в том, что более опытный техник показывает, как выполнять техническое обслуживание нижестоящему по должности или менее опытному сотруднику. Считается, что обучаемый усвоит уроки и, к удовлетворению наставника, продемонстрирует вновь приобретенные знания. Предполагается, что если все идет хорошо, то в будущем ученик успешно выполнит такую же работу и без надзора со стороны наставника. С другой стороны, старший техник/наставник может не быть хорошим учителем или условия обучения являются неблагоприятными (на открытом воздухе, в ночное время). Учащийся может не иметь достаточных знаний о системе, используемой для обучения, чтобы задавать вопросы относительно успешного или неуспешного выполнения учебного задания. К числу других проблем относится подготовка к реализации некоторых задач, которые трудно выполнить за одно занятие. Успешное решение таких задач в огромной степени зависит от мастерства того, кто эксплуатирует авиационную технику, поскольку в этом деле требуется столько же "искусства", сколько и "науки".

За обучением на рабочем месте следует установить контроль и надзор. Наставников необходимо проинструктировать относительно методики учебного процесса, что оптимизирует его. Для такого обучения их следует подбирать с учетом двух факторов — их технического мастерства и желания учить других. Руководители мастерских, в которых производится техническое обслуживание, должны понимать, что не всякий хороший техник является и хорошим наставником. Безотносительно к их способностям лично выполнять данную работу опытные техники могут быть хорошими или плохими учителями, и в соответствии с этим результаты обучения могут быть хорошими или плохими. Последствия этого обстоятельства для безопасности очевидны и не нуждаются в дальнейшем разъяснении. Обучающиеся должны накапливать производственный опыт постепенно. Например, вначале их следует обучать более легким операциям регламентного обслуживания и затем последовательно переходить ко все более трудным, а не начинать прямо со сложных операций технического обслуживания. Материалы, в которых регистрируются результаты выполнения заданий при обучении на рабочем месте, должны сохраняться, и при необходимости следует проводить занятия по устранению недостатков, допущенных при выполнении учебных заданий. Расписание занятий на рабочем месте следует составлять самым тщательным образом, и оно не должно зависеть от возможности использовать для обучения реальные неисправности воздушных судов, предсказать которые невозможно.

Растущая сложность современных транспортных воздушных судов приводит к необходимости увеличивать учебное время, отводимое для классных занятий по официально утвержденной программе. Например, для технического обслуживания "прозрачных" кабин летного экипажа и сложных электронных систем важно обеспечить глубокое изучение в классе принципов, на которых основана работа таких систем. Этого трудно достичь при обучении на рабочем месте. Здесь тоже очень важно, чтобы преподаватели, ведущие занятия в классах, были хорошо подготовлены к выполнению своих задач. Для этого недостаточно просто присвоить старшему технику звание учителя. Он должен быть не только специалистом в своей области, но, кроме того, должен знать методику преподавания, т. е. должен знать, как ясно излагать информацию, как организовать обратную связь от обучающихся, чтобы быть уверенным, что они усваивают знания.

Он обязан знать, как определить проблемные вопросы, и должен уметь объяснить ученикам, как исправлять допущенные ошибки. В большинстве крупных авиакомпаний штат сотрудников отделов производственного обучения укомплектован квалифицированными преподавателями. Однако это не всегда так в более мелких компаниях, а в тех, которые обслуживают местные авиалинии, вообще редко имеются такие отделы. Между тем воздушные суда местных авиалиний становятся такими же технически сложными, как те, которые эксплуатируются крупными авиакомпаниями. Перед этими эксплуатантами, обладающими ограниченными ресурсами, стоит проблема — разработать методы, которые обеспечат их техникам такую подготовку, которая требуется для технического обслуживания парка современных воздушных судов. В связи с этим максимальные выгоды сулит обучение, проводимое изготовителем самолета, и включение пункта о проведении последующего обучения в соглашение о приобретении воздушного судна.

Некоторые авиакомпании используют обучающие компьютерные средства (ОКС) в зависимости от объема и сложности программы обучения. Однако в настоящее время считается, что большинство таких средств основано на раннем уровне вычислительной техники или устаревшей технологии. Разрабатываются новые методы обучения, которые

дополняют — а в некоторых случаях и заменяют обучение на рабочем месте и классные занятия. Согласно прогнозам, они, безусловно, заменят старую методику ОКС. Все еще используемые старые ОКС с помощью экрана ЭВМ задают контрольные вопросы по изучаемой теме и предлагают несколько вариантов ответа на них. При вводе с клавиатуры неправильного ответа раздается звук зуммера и появляются слова "Ответ неверен. Попробуйте ответить еще раз". Учащийся может перебирать ответы, пока не найдет правильный, но обычно такие системы не дают ему никакой информации о том, почему неправилен его ответ.

Современные учащиеся ожидают большего от диалоговых вычислительных систем, в том числе и от обучающих. Во многих государствах, включая ряд развивающихся, учащиеся средних и высших учебных заведений уже имеют некоторый опыт работы на персональных ЭВМ и опыт компьютерных игр, для которых можно использовать домашние телевизоры. В обучающих системах, основанных на передовых технологиях, с помощью таких устройств действительно создается хорошая обратная связь и оцениваются характеристики и особенности ученика. Кроме того, более новые системы с ОКС предлагают обучение, которое подстраивается под знания и степень профессионального мастерства учащегося. Однако ОКС, основанные на усовершенствованных технологиях, должны обладать некоторым интеллектом, сопоставимым с интеллектом преподавателя. Системы на основе усовершенствованных технологий должны не только выдавать инструкции и создавать обратную связь, по которой передаются сообщения о том, что или как нужно сделать. Они должны также играть роль постоянного наставника. Системы, пытающиеся решить эту задачу, уже есть в некоторых учебных заведениях, оснащенных усовершенствованными техническими средствами. Такие новые системы названы интеллектуальными системами-наставниками (ИСН). Характерными особенностями, отличающими ИСН от менее интеллектуальных ОКС, являются программные модули, моделирующие учащихся, экспертов по изучаемому предмету и преподавателей. При этом очень тщательно воспроизводится свод правил, касающихся функций и методики эксплуатации изучаемой системы или устройства, а также связей между ее/его элементами.

Основные элементы ИСН показаны на рисунке 3. В центре рисунка — инструктирующая среда. Применительно к обучению техническому обслуживанию в авиации это — некая модель. Модель эксперта, или соответствующий программный модуль, находящаяся в правой части рисунка, содержит большую часть тех знаний о системе или устройстве, которыми обладал бы эксперт—человек. Модель учащегося, показанная в нижней части рисунка, может быть основана на необходимых ему знаниях и предписанных действиях, которые он должен предпринимать при взаимодействии с инструктирующей средой. Эта модель включает в себя также текущий файл действий учащегося, а также хронологически упорядоченные файлы, описывающие предпочитаемый им стиль обучения, ранее усвоенные уроки и типичные ошибки. Модель наставника, или педагога, в левой части рисунка излагает знания эксперта по изучаемому предмету в оптимальной форме для усвоения учащимся. Такая модель на основе характеристики учащегося упорядочивает последовательность инструкций и формирует соответствующую обратную связь, дает указания, как исправлять ошибки и, при необходимости, предлагает дальнейшие указания, выходящие за рамки инструктирующей среды ИСН.

Выяснилось, что ИСН чрезвычайно эффективны при обучении диагностике и техническому обслуживанию сложных систем, основанных на высоких технологиях. Они имеют ряд преимуществ перед традиционными методами обучения, в том числе способность обучать "как

раз в нужный момент" или способность непосредственно перед началом какой-либо операции технического обслуживания освежить в памяти полученные знания по этому вопросу. Кроме того, при использовании ИСН процесс обучения контролируется самим учащимся и может планироваться, разбиваться на последовательные этапы и повторяться по его усмотрению. В некоторых кругах, однако, высказывается опасение, что такие системы могут оказаться слишком сложными для широкого применения. Возможно, оно основано больше на недостатке опыта применения такой методики обучения, чем на оценке возможностей технических специалистов и преподавателей. Авиакомпаниям и полномочным органам гражданской авиации рекомендуется постоянно иметь в виду вопрос об использовании этих новых технологий, чтобы не лишиться свои авиатранспортные компании важных потенциальных возможностей, которые могут иметь значительные последствия при обеспечении безопасности.

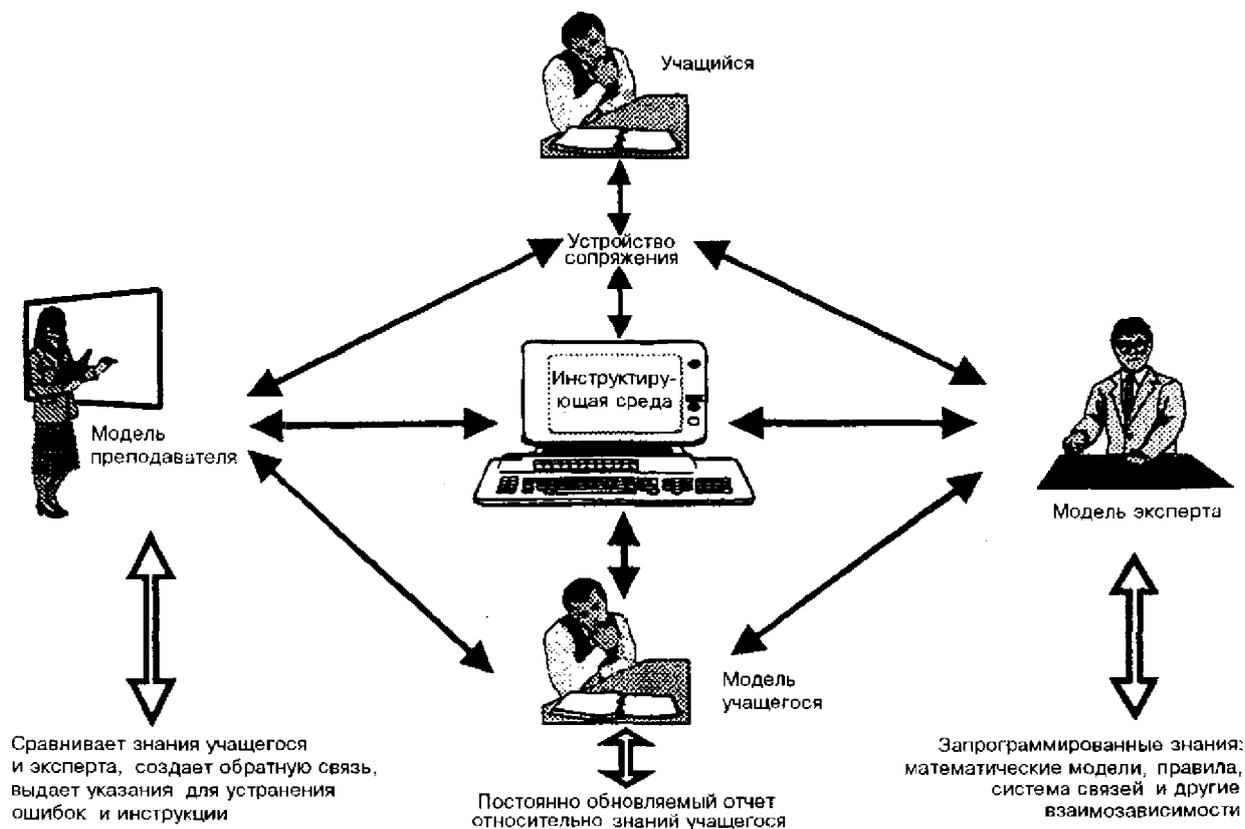


Рисунок 3 - Элементы интеллектуальной системы-наставника

(видоизмененный вариант из работы Полсона, Ричардсона, Псотка и др., 1988 г.)

Технический персонал для обслуживания воздушных судов

Из-за все возрастающей сложности новых воздушных судов их техническое обслуживание становится критической функцией. На заре авиации оно считалось просто высшим уровнем технического обслуживания самодвижущихся средств и не намного отличалось от технического обслуживания автомобилей, а для его успешного выполнения в любой из упомянутых категорий транспортных средств требовался приблизительно одинаковый уровень знаний и профессионального мастерства. Такое мнение не могло существовать в течение долгого времени, поскольку уровень авиационной техники быстро рос и она стала гораздо сложнее. Технический персонал, обслуживающий современные воздушные суда, должен иметь обширные знания в области теории построения систем, уметь выполнять сложные проверки и

правильно толковать их результаты, обеспечивать техническое обслуживание элементов, весьма отличающихся от клепаных алюминиевых конструкций, проявлять надлежащее отношение к чувствительным электронным и автоматическим системам, при работе с которыми неправильное выполнение простейшей операции может обернуться большими потерями из-за их повреждения. Тенденция в разработке воздушных судов и систем ясно указывает, что персонал, которому предстоит обслуживать воздушные суда в будущем, для успешного выполнения этой задачи должен быть высоко образован и иметь уровень подготовки инженера или эквивалентного ему специалиста.

Хотя в настоящее время многие, если не все, авиакомпании не испытывают трудностей с набором квалифицированного персонала по техническому обслуживанию воздушных судов, в будущем положение может измениться. Конкуренция с другими отраслями, где, возможно, лучшие условия и более интересная работа, а также увеличивающийся спрос на специалистов высшей квалификации для обслуживания воздушных судов — вот некоторые причины, по которым авиакомпании могут в будущем столкнуться с трудностями при комплектовании штата предприятий, выполняющих техническое обслуживание. Тем, кого ждет такая перспектива, следует дать несколько советов относительно возможных действий по улучшению комплектования своего штата техническим обслуживающим персоналом, получившим необходимую подготовку. Поддержка качественного среднего образования в школах своего округа и повышение осведомленности школьников о карьере, связанной с техническим обслуживанием воздушных судов — вот два относительно недорогостоящих способа решить эту задачу. К другим методам относятся: предоставление оборудования и преподавателей для временного использования в школах подготовки технических специалистов по обслуживанию воздушных судов и двигателей, предоставление ссуд и стипендий перспективным студентам в обмен на подписание трудового соглашения, разработка более четко построенных программ подготовки и обучения, а также набор талантливых сотрудников из числа нетрадиционных групп, таких как женщины. В скобках заметим, что, по-видимому, отрасль поддержит и будет содействовать более широкому обучению компьютерной грамоте в средней школе, поскольку, как показывает тенденция, в будущем деятельность в области технического обслуживания будет в значительной мере основана на применении вычислительных и автоматизированных систем даже в тех государствах, где в настоящее время электронные системы не применяются для поддержки технического обслуживания.

Техническое обслуживание воздушных судов часто выполняется ночью. Психологически и физически мы находимся в наиболее активном состоянии в дневные часы и предпочитаем отдыхать или спать ночью. Когда профессия требует нарушения данного стереотипа, это может приводить к снижению работоспособности. Несомненно, что при обслуживании воздушных судов, где безопасность самым непосредственным образом связана с безошибочной работой технического персонала, указанное обстоятельство ставит серьезную проблему. В большинстве авиационных происшествий, связанных с ошибками при техническом обслуживании, как и в тех, что рассмотрены в настоящем сборнике, неправильно выполненные операции технического обслуживания, ставшие одной из причин происшествия, выполнялись в ночную смену (*что вносило изъян во взаимодействие типа L—F*). Авиакомпании должны очень внимательно подходить к распределению производственных заданий, учитывая влияние этого фактора и на технический персонал, и на выполняемую им работу. За физически тяжелыми заданиями не должна следовать монотонная работа, требующая* сосредоточения внимания. Руководители должны понимать опасность, связанную с выполнением таких работ, как

повторяющиеся операции проверки идентичных деталей, например заклепок или лопаток турбин. Длительные исследования показали, что бдительность тех, кто выполняет такие задания, очень быстро притупляется, и затем легко допускаются ошибки. Использование некоторых видов оборудования также связано с ошибками при выполнении работ. Устаревшее контрольно- поверочное оборудование в значительной мере рассчитано на мастерство технических специалистов, работающих с ним, и на их умение правильно считывать и истолковывать неоднозначные показания приборов. Как только эти трудности дополняются усталостью технического персонала, вероятность ошибок резко возрастает. Сменным диспетчерам необходимо быть особенно наблюдательными, чтобы замечать усталость техников, надзирать за контролем или осуществлять последующий контроль за правильностью выполнения заданий, чтобы обнаружить ошибки, вызванные усталостью. Контроль в дневные часы качества технического обслуживания, выполненного ночью, — вот еще один путь значительного снижения вероятности ошибок, подобных тем, которые были допущены на воздушных судах, с которыми произошли авиационные происшествия.

Здоровье и физическое состояние технического обслуживающего персонала также могут влиять на его работу. Техническое обслуживание и инспекция воздушных судов иногда требуют хорошей физической формы. Ползание по крыльям и горизонтальному стабилизатору, работа в неудобной позе или в тесном и ограниченном отсеке — вот общие примеры таких работ. Они могут быть особенно трудными для техников с излишним весом, больных или находящихся в недостаточно хорошем состоянии. А это может привести к пропуску, незавершению или неправильному выполнению работ. Необходимость в хорошем зрении, а иногда и в нормальном восприятии цвета также важна. Пожилые люди часто нуждаются в коррекции зрения с помощью очков или контактных линз, но в настоящее время какие-либо медицинские требования к техническому персоналу, обслуживающему воздушные суда, не предъявляются. Как и многие люди, авиационные техники могут вовремя не придать должного значения недостаткам зрения. Такие недостатки, пока зрение не ухудшилось значительно, трудно выявить, особенно, если учесть, что периодические обследования проводятся довольно редко. Более того, техник может испытывать страх потери работы и по этой причине не сообщать об ухудшении зрения.

В настоящее время редко можно найти авиакомпанию или администрацию, которые требовали бы регулярного медицинского обследования технического обслуживающего персонала, чтобы выявить отклонения от нормы, которые могут ухудшить его работу. Однако из-за усиления зависимости авиационной безопасности от профессиональных характеристик технического обслуживающего персонала представляется своевременным рассмотреть вопрос о введении его регулярного медицинского обследования.

Производственные помещения и условия работы

Чтобы понять, почему при техническом обслуживании человек совершает ошибки, важно уяснить, какая ответственность возлагается на технический персонал, обслуживающий воздушные суда, и в каких условиях он работает. Условия работы могут иметь очень большое влияние на профессиональные характеристики технического персонала. И хотя желательно иметь идеальные условия работы — хорошо освещенный удобный ангар для технического обслуживания воздушных судов, это вряд ли возможно обеспечить в каждом аэропорту, обслуживаемом авиакомпанией, из-за высокой стоимости самих производственных помещений и больших расходов на их эксплуатацию. Вследствие этого большое количество работ по

техническому обслуживанию воздушных судов выполняется в далеко не идеальных условиях — на открытом воздухе, ночью в ненастную погоду.

Один из наиболее важных факторов, влияющих на обслуживание воздушных судов, — освещенность. Очень трудно обеспечить требуемую освещенность при выполнении всех операций технического обслуживания, включая инспекторские проверки и ремонт. При расследовании авиационных происшествий, рассмотренных в настоящем сборнике, плохая освещенность рабочих площадей внешним рассеянным светом была отмечена в качестве значительного недостатка. В том, что касается авиационного происшествия с самолетом ВАС 1-11, то при достаточной освещенности рабочих площадей сменный мастер, выполнявший техническое обслуживание, мог бы заметить чрезмерные кольцевые зазоры незакрытой конической зенковки, легко различимые при хорошей освещенности (*нарушение сопряжения элементов L—E*). При расследовании авиационного происшествия с самолетом ЕМВ-120 выяснилось, что инспектор качества третьей смены забрался на верхнюю поверхность горизонтального стабилизатора, чтобы помочь установить и проверить магистрали противообледенительной защиты на правой секции горизонтального стабилизатора. Позднее он заявил, что не знал об удалении винтов, расположенных на левой передней кромке стабилизатора, и *при плохом внешнем освещении ангара* не видел, что на верхней поверхности передней кромки левой секции стабилизатора не было винтов (*нарушение сопряжения элементов L—E*).

При выполнении специальных работ чаще всего используются переносные лампы и ручные фонари. Их преимущество в том, что они легко переносятся с места на место и не требуют времени для установки. К числу недостатков относятся слабая яркость и то, что они обычно лишают возможности использовать для работы одну из рук, принуждая выполнять техническое обслуживание или проверку с помощью одной свободной руки. В результате обследования нескольких ангаров была отмечена наиболее часто возникающая проблема — слабая освещенность производственных площадей. Очень часто рабочая зона ангара освещается потолочными светильниками. До них трудно добраться, они часто покрыты пылью и краской, а перегоревшие лампы иногда не заменяются в течение длительного времени. Кроме того, количество и расположение таких светильников часто не позволяет обеспечить хорошую освещенность производственных площадей. Освещенность в ангаре является достаточной в том случае, если она составляет по крайней мере порядка 100—150 кандел на квадратный фут.

В ходе операций технического обслуживания и проверок, выполняемых под конструкцией воздушного судна и в тесных отсеках, в отношении освещения возникают трудные проблемы. Элементы конструкции затеняют места проведения работ от осветительных приборов, а тесные отсеки для оборудования тоже не освещаются наружным светом из ангара. В таких случаях необходимо обеспечить специальное освещение. В зависимости от выполняемых задач требуется освещенность от 200 до 500 кандел на квадратный фут. Для этого существует большое количество портативных осветительных приборов различных размеров и мощности, что позволяет установить их вблизи мест работы или прикрепить к ближайшим элементам конструкции. Использование таких осветительных систем может помочь уменьшить трудности, возникающие из-за недостаточного сопряжения типа "субъект—среда".

Работы по техническому обслуживанию, проводимые на открытом воздухе в ночное время, требуют особого внимания к освещению. А именно в таких условиях и выполняется большой объем работ, связанных с техническим обслуживанием воздушных судов. К сожалению, существует тенденция выполнять их с использованием ручных фонарей или внешнего

освещения через открытые двери ангара из-за того, что переносных осветительных приборов либо нет, либо на их получение и установку требуется значительное время. Руководство должно понимать важность этого вопроса и требовать надлежащего освещения рабочих площадей и мест проведения отдельных видов работ. Это не тривиальная задача. Неблагоприятные события, причиной которых, по крайней мере отчасти, является недостаточная освещенность, очень часто фигурируют в отчетах о расследовании происшествий.

Шум — это другой важный фактор, характеризующий условия работы. Операции технического обслуживания обычно сопровождаются перемежающимися шумами, вызываемыми такими работами, как клепка, работа механизмов внутри ангара, запуск и гонка двигателей. Шум мешает разговаривать и может также вредно влиять на здоровье. Громкий или интенсивный шум имеет тенденцию вызывать повышенную реакцию вегетативной нервной системы человека. Одним из его следствий может быть усталость. Но, возможно, еще более важным является его влияние на слух. Регулярная подверженность громкому шуму может привести к долговременной потере слуха. Шум меньшей интенсивности может вызвать временную потерю слуха, которая отражается на безопасности рабочего места. Не услышанное или неправильно понятое из-за шума или ухудшения слуха сообщение может иметь серьезные последствия. К числу мер, которые может предпринять авиакомпания для борьбы с шумами, относятся: экранирование источников шума с помощью кожухов и шумопоглощающих устройств; обособление мест проведения шумных работ, чтобы меньше людей подвергалось воздействию шума; предоставление рабочим средств индивидуальной защиты и требование использовать их; сведение до приемлемого минимума времени запуска и гонки двигателей, а также измерение уровней шума в рабочих зонах. Путем установления контроля за шумами можно указать места наличия проблемы шума, что позволяет руководству предпринять соответствующие корректирующие действия. Необходимо обращать внимание рабочих на серьезность последствий воздействия шума, чтобы они понимали необходимость применения защитных средств и мер контроля за шумами во всех случаях, когда это возможно. Время воздействия шума, уровень которого превышает 110 Дб, не должно превышать 12 минут в течение 8-часового периода, а непрерывное воздействие шумов с интенсивностью до 85 Дб требует применения индивидуальных средств защиты. Уровни освещенности и шума легко измерить с помощью относительно недорогих ручных приборов. Эти задачи могут быть решены сотрудниками отделов здравоохранения и техники безопасности, существующими в авиакомпаниях, или даже диспетчерами, обученными использовать такую аппаратуру.

С появлением более сложных в техническом отношении воздушных судов, в конструкции которых используются композитные материалы, а также другие опасные вещества (герметики топливных баков или химикалии для соединения элементов), при техническом обслуживании воздушных судов преимущественно стали применяться токсичные материалы. Некоторые неразрушающие методы контроля, например с применением рентгеновского излучения, также представляют потенциальную опасность. Работники компании должны быть информированы об опасности работы с токсичными веществами и обучены обращению с ними. Они должны получить указания относительно правильных методов работы с такими веществами и должны быть снабжены защитными приспособлениями — защитной одеждой, резиновыми перчатками и защитными очками.

Есть и другие опасности, связанные с техническим обслуживанием воздушных судов. Главная среди них — это работа на технологических лесах или других рабочих платформах,

включая подвижные телескопические люльки, иногда называемые "вишнесборниками". Поскольку конструктивные элементы больших транспортных воздушных судов отстоят от земли на несколько десятков футов, то поскользнуться и упасть с рабочей платформы — это большая вероятность получить серьезные телесные повреждения. Ни в коем случае нельзя использовать подручные средства в качестве технологических лесов или небрежно установленные лестницы на скользком полу ангара. Применение надлежащим образом сконструированных вспомогательных средств для работы в конечном счете окупится, поскольку это приведет к уменьшению ошибок и травм технических работников.

Приведенные выше сведения о шумах, токсичных материалах, технологических лесах и платформах для доступа к месту работы — это хорошие примеры, показывающие, где и как могут проявиться изъяны в организации взаимодействия "субъект—среда" в условиях цеха, в котором производится техническое обслуживание воздушных судов. И хотя все они касаются здоровья и безопасности обслуживающего технического персонала, совершенно очевидно влияние указанных факторов и на авиационную безопасность вообще. Несомненно, что техник, чьи профессиональные качества снижены из-за плохого здоровья или недостаточных мер обеспечения личной безопасности, имеет больше шансов совершить ошибку, затрагивающую общую безопасность полетов воздушных судов. Данная проблема требует большого внимания, поскольку, как правило, последствия ошибок человека, совершенных при техническом обслуживании, проявляются на большом расстоянии во времени и в пространстве.

Глава 4 Производственные бригады и организационные проблемы при техническом обслуживании воздушных судов

Бригадный метод работы

Невозможно переоценить важность слаженной коллективной работы при техническом обслуживании воздушных судов. По мере роста сложности самих воздушных судов и установленных на них систем придается все большее значение техническим специалистам в отдельных областях авиационной техники (например, в листовом металловедении, конструкции планера, электрическом и электронном оборудовании, гидравлических системах). К сожалению, есть и параллельная тенденция — создавать отдельные специализированные технические подразделения — "специализированные делянки", что затрудняет организацию слаженной коллективной работы и связи.

В последние годы предпринимались большие усилия по изучению проблемы слаженной работы экипажей. В результате появились программы подготовки с хорошо известными названиями — "Подготовка летного экипажа", "Оптимизация работы экипажа в кабине (CRM)"²⁶. Результаты исследований подтверждают вывод о том, что безопасность увеличивается, если летные экипажи действуют как единые, соединенные множеством связей коллективы—команды, а не как совокупности индивидуумов, где каждый действует по своему усмотрению. Этот же вывод можно считать справедливым и для сферы технического обслуживания воздушных судов. Некоторые авиакомпании или планируют, или уже проводят подготовку специалистов по программе типа CRM для подразделений, осуществляющих техническое обслуживание. При такой подготовке, как и при обучении летных экипажей, особое внимание уделяется связям, лидерству, проявлению настойчивости, принятию решений и самообладанию в стрессовых ситуациях — качествам, которые важны для обеспечения *слаженных коллективных* действий. По крайней мере одна авиакомпания на своем примере продемонстрировала, насколько улучшились такие важные показатели качества ее работы, как своевременность вылетов и сокращение производственного травматизма, в результате подготовки ее обслуживающего технического персонала²⁷ по специально разработанной программе CRM.

Второй пример преимуществ, получаемых при бригадном методе организации технического обслуживания воздушных судов, основан на опыте тактического авиационного командования ВВС США (прежнее название). Эта организация первоначально применяла "диспетчерскую" систему технического обслуживания, при которой техники по отдельным специальностям (например, гидравлика, электроника) могли быть направлены работать на любой летательный аппарат, расположенный на данной базе. Централизованная организация, называемая "отдел планирования и составления графиков проведения работ", управляла всей деятельностью, связанной с техническим обслуживанием. Все запросы на техническое обслуживание поступали в подразделение, называемое "отдел управления работами". Оно рассматривало запросы, принимало решения о том, каких специалистов или какие цехи

²⁶ Подробное обсуждение вопроса о CRM см. Сборник материалов № 2 ИКАО по человеческому фактору — Подготовка летного экипажа, Оптимизация работы экипажа в кабине (CRM) и Летная подготовка в условиях, приближенных к реальным (LOFT) (Циркуляр 217).

²⁷ Robertson, M., J. Taylor, J. Stelly and R. Wagner. "Maintenance CRM Training". Assertiveness attitudes effect on maintenance performance in a matched sample. WEAAP Conference. March 1994, Dublin. См. также Stelly, J. and J. Taylor, "Crew Coordination Concepts for Maintenance Teams". Proceedings of the 7th International Symposium on Human Factors in Aircraft Maintenance and Inspection, 1992. Washington D.C.

назначить для выполнения работ, и уведомляло надлежащие подразделения-исполнители о поставленных перед ними заданиях. При такой системе отдел управления работами из-за слабой связи с подразделениями системы технического обслуживания часто принимал неправильные решения, в результате чего назначенные для выполнения задания техники иногда брали с собой не те инструменты или детали, или, прибыв на самолет, обнаруживали, что работа не по их специальности. Техники не были прикреплены к определенным воинским подразделениям. Отдел управления работами мог послать их работать на любой летательный аппарат, приписанный к данному авиационному крылу. Бригадный метод организации работ не применялся.

Результаты такой схемы организации работ были очевидны и выражались в неуклонном снижении боеготовности самолетов. Боевые подразделения, делавшие первоначально в среднем по 23 самолетовылета в месяц, через десять лет снизили этот показатель до 11,5. Было ясно, что необходимо предпринимать меры по исправлению такого положения. В качестве первого шага была установлена бригадная организационная структура. 72 самолета, имевшиеся в авиационном крыле, были закреплены за тремя авиаэскадрильями по 24 самолета в каждой. Техники, обслуживавшие самолеты, были разделены на группы и прикреплены к одной из трех эскадрилий. Теперь на самолетах данной эскадрильи работали только те техники, которые были к ней прикреплены. Была принята децентрализованная структура командования с несколькими уровнями полномочий и ответственности. Были поставлены задачи и установлены стандартные требования, включая число вылетов для каждого самолета. На вновь созданные бригады технического обслуживания была возложена ответственность за обеспечение боеготовности их самолетов. Конечно, эти бригады были обеспечены необходимыми ресурсами (детальями, материально-техническим снабжением), необходимыми для выполнения работ. Между эскадрильями поощрялось соревнование. Для этого на видных местах устанавливались стенды, на которых демонстрировалось заданное и выполненное эскадрилей число самолетовылетов. Престиж техников был поднят за счет ряда мер. Было продемонстрировано, что техник — ключевая фигура, а не "винтик". Большие усилия были затрачены на воспитание чувства принадлежности к своему боевому подразделению и полноправного членства в нем.

Результаты оказались потрясающими. За относительно короткий срок коэффициент использования увеличился на 43%, боеготовность самолетов — на 59%, а показатель своевременных вылетов увеличился с 75% до более чем 90%. Улучшение этих и других характеристик показывает, что принципы организации работ на конкретных рабочих местах могут оказывать большое влияние на техническое обслуживание воздушных судов. В зависимости от структуры организации может уменьшаться или повышаться ее производительность. Слаженная бригадная работа, ответственность и, в особенности, наличие лидера — вот ключевые факторы, определяющие качество работы. Представляется, что децентрализованная структура способствует появлению лидеров на уровне исполнителей работ. Очень важны также атмосфера соперничества и ощущение принадлежности к "команде". Предоставить техникам возможность участвовать в принятии решений — это значит помочь им осознать ценность своего вклада в результаты, достигнутые всей бригадой, и помочь им увеличить этот вклад. Если поддерживается существование четко укомплектованных групп техников, где все знают друг друга и свои возможности, то это способствует появлению чувства гордости за "команду" и улучшает работу всей группы. Желательными результатами такого подхода, безусловно, являются повышение качества технического обслуживания и создание штата техников, получающих удовольствие от своей работы.

Наблюдение за обслуживающими техническими подразделениями ряда международных авиатранспортных компаний показывает, что, по-видимому, преобладает принцип организации работ, подобный "диспетчерской" системе, когда-то применявшейся в ВВС США. Общеприняты отдельные подразделения и цехи, имеющие свои независимые линии подотчетности и ограниченные задачи. Больше поощряется индивидуальная, а не групповая работа. Для технического обслуживания очень важна способность правильно реагировать на необычные события, но ее легко лишиться из-за плохой работы одного цеха или отделения. Отсутствие ощущения принадлежности к определенному коллективу может иметь своим следствием безразличное отношение рабочих, результаты которого легко предсказать. Если отдельные техники придут к заключению, что результаты их стараний сводятся на нет из-за плохой работы других, вполне вероятно, что с течением времени старательность будет становиться все более редким качеством.

Создание бригад технического обслуживания нужно планировать; недостаточно просто разделить людей на группы и назвать эти группы бригадами. При создании рабочих бригад следует использовать принципы проектирования процесса выполнения работы. Ограниченный объем данного пособия не позволяет рассмотреть эти принципы более подробно. Хорошо организованные рабочие коллективы—бригады могут улучшить выполнение работ и вызвать чувство удовлетворения у работников; плохо организованные — могут привести к обратному результату. Без надлежащей организации и регулярной оценки работы бригад отрицательные результаты весьма вероятны. Например, если рабочим командам предоставить полную автономию на их производственных уровнях, то в результате может снизиться производительность труда. Кроме того, при отсутствии контроля в группах могут приниматься неверные решения и иногда возникать внутри- и межгрупповые конфликты. По разным вышеизложенным причинам может возникнуть необходимость переопределить задачи и цели бригад, а также перевести людей из одной бригады в другую или заменить отдельных ее членов. Конечно, это — функция руководства, и вопрос выходит далеко за рамки проблем, подробно рассматриваемых в данном пособии.

В настоящее время в основу проектирования процессов выполнения работ положен так называемый мотивационный подход. Его цель — организовать работу так, чтобы она имела характер соревнования, была престижной и мотивированной. Работники должны ощущать, что их работа важна и созидательна. Они должны участвовать в принятии решений и у них должна быть возможность влиять на методы выполнения работ. Исследования показали, что работы, требующие умственных усилий, более мотивированы и приносят большее удовлетворение. Представляется, что в этом отношении особенно подходит групповой принцип в связи с постоянной необходимостью взаимодействовать и общаться с другими членами группы, что стимулирует мышление и стремление к новому, более совершенному. Как правило, между членами группы ведется определенного вида соревнование за лидерство, что может быть положительным фактором, улучшающим работу всей группы.

В настоящее время во многих отраслях промышленности — от тяжелой (например, при сборке автомобилей) до индустрии услуг в чистом виде (например, в рекламных фирмах) — применяется бригадный метод работы. Есть основания полагать, что он может быть успешно и плодотворно применен и при техническом обслуживании воздушных судов, что подтверждает приведенный выше пример из опыта работы ВВС США. Однако для создания и сохранения рабочих бригад требуются тщательное планирование и организация их работы. Потенциальный выигрыш от хорошо работающих бригад — увеличение производительности

труда и получение ими большего удовлетворения от работы. При индивидуальном методе организации работ трудно одновременно достичь и того, и другого.

К числу наиболее важных аспектов, которые необходимо рассмотреть при проектировании бригадной схемы организации работ, относятся: проектирование схемы организации работ, система оплаты, отбор и комплектование штатов, подготовка кадров²⁸.

Проектирование схемы организации работ

Надлежащая схема организации работ может иметь большое влияние на производительность. И хотя этот факт уже признавался в течение некоторого времени, все еще требуется проведение значительного объема исследований для определения оптимальной схемы организации работ в различных конкретных областях деятельности. Поскольку существуют разные подходы к проектированию схемы организации работ, для выбора оптимальной схемы может потребоваться некоторый компромиссный подход. В настоящее время все больше внимания уделяется не отдельному работнику, а группам работников как основной трудовой единице. Это особенно характерно для обрабатывающей промышленности и связанных с ней отраслей.

Одним из наиболее важных вопросов, требующих решения при проектировании бригадной схемы организации работ, является предоставление бригадам самоуправления. Они должны нести максимально возможную ответственность за свою деятельность, включая такие ее стороны, как принятие решений относительно графика выполнения работы, назначение исполнителей и участие в отборе новых членов бригады. Главной обязанностью руководства является предоставление бригаде ресурсов, чтобы работа в ней шла гладко. Другое важное условие, которое необходимо рассмотреть, — это *участие* в деятельности всех членов бригады. Трудности следует разделить поровну и организовать работу так, чтобы для ее выполнения требовалось взаимодействие членов бригады. Есть еще одна очень *важная задача* — сделать так, чтобы члены бригады ощущали важность своего вклада в общее дело.

Переход к бригадному методу при техническом обслуживании воздушных судов нелегок. Он может не подходить для всех организаций, выполняющих работы такого рода. Однако, если данный метод применяется, бригадная схема должна быть тщательно продумана и организовано регулярное наблюдение за работой бригад. То, что хорошо в одной авиакомпании, может не сработать в другой. При проектировании организационной схемы рабочих бригад необходимо учитывать производственную культуру каждой компании. Потенциальные выгоды от увеличения удовлетворенности работой и повышения производительности путем хорошей организации бригад представляются настолько большими, что оправдывают усилия, которые необходимо затратить для внимательного изучения представленной концепции.

²⁸ Для более полного понимания этих концепций см. Campbell, R.J. "Measurement of Workforce Productivity". Proceedings of the Fifth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Work Environment in Aviation Maintenance. January 1992, Washington, D.C.

Система оплаты

Бригадная схема организации работ должна предусматривать *независимую обратную связь и оплату труда*. Должен быть механизм, позволяющий оценить работу каждого члена и его вклад в общий результат бригады. Если критерии оценки труда позволяют оценить работу только всей бригады, то нельзя объективно определить вклад отдельных ее членов. В таком случае некоторые работники могут увильнуть от выполнения своей доли работы. Если же работа каждого оценивается и соотносится с общим результатом всей бригады, то все ее члены чувствуют общую ответственность и знают, что получат справедливое вознаграждение.

Подбор и комплектование штатов

Рабочая бригада должна состоять из разных специалистов. Например, бригада, выполняющая техническое обслуживание самолета, не должна состоять только из специалистов по двигателям или электронному оборудованию. В нее должны входить техники по всем специальностям, необходимым для выполнения ряда задач, в решении которых и заключается цель всей работы. Например, для завершения технического обслуживания шасси могут потребоваться техники нескольких специальностей: гидравлики, электрики и специалисты по оснащению самолета.

Подготовка кадров

Члены бригады должны быть обучены выполнению своих обязанностей. Такая подготовка особенно необходима при комплектовании новых бригад из людей, привыкших к индивидуальным методам работы. Она должна включать методы группового принятия решений, выработку навыков межличностных отношений и взаимодействие с другими бригадами. Кроме того, члены бригады должны пройти подготовку по смежным специальностям, чтобы заменять своих отсутствующих товарищей. В таком случае продуктивность работы бригады не сильно пострадает, если кто-либо из ее членов не сможет выполнять свои обязанности.

И наконец, рабочие бригады должны состоять из тех, кто предпочитает работать коллективно. Таких столько же, сколько тех, кто любит индивидуальную работу. Это обстоятельство особенно важно, если делается попытка организовать бригады на основе самоуправления. Для успешной работы таких бригад необходимы люди с повышенной ответственностью за общее дело.

Глава 5 Автоматизация и современные средства контроля

Автоматизация и внедрение вычислительной техники

Уровень техники в промышленности стремительно растет, что справедливо также в отношении технического обслуживания воздушных судов. Совершенно ясно, что в промышленности всего мира начинается эра электроники, когда все больше и больше процессов, операций и решений осуществляются под управлением ЭВМ и систем на основе новых технологий. В настоящее время при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов уже применяется довольно много автоматических систем, но они в какой-то мере отдалены от техников, непосредственно работающих на воздушных судах. Вообще говоря, введение автоматизации дает наибольшие преимущества в области управления информацией. Все виды планирования и отчетности в настоящее время осуществляются с помощью электронных средств. Другие виды деятельности, такие как контроль за использованием инструментов и инвентаря, проектирование инструментов с помощью ЭВМ, сопровождение бюллетеней технического обслуживания и директив относительно мероприятий по обеспечению летной годности, также осуществляются с помощью вычислительных машин, по крайней мере в цехах технического обслуживания крупнейших авиатранспортных компаний.

Большинство изготовителей воздушных судов или уже имеют, или разрабатывают электронные версии своих руководств по техническому обслуживанию. В таком случае техник, вместо того чтобы в поисках нужной информации перелистывать страницы руководства, может искать ее на магнитной пленке или диске, используя для этого вычислительную машину или ее вынесенный монитор. Некоторые типы таких систем обладают в определенной мере искусственным интеллектом, так что информационная система, отреагировав на несколько ключевых слов, покажет на экране ту часть руководства по техническому обслуживанию, которая нужна технику для выполнения конкретного задания. Более совершенные версии таких систем позволяют технику с помощью "мыши" или другого указывающего устройства и представленного ему на экране меню указать на тот раздел руководства по техническому обслуживанию, который содержит необходимую информацию, а затем, нажав на клавишу, он получает доступ к этой информации.

Усовершенствованные вспомогательные средства

В настоящее время разрабатываются и другие технические средства автоматизированного поиска и обработки информации, которые могут найти применение при техническом обслуживании гражданских воздушных судов. Заслуживающим внимания примером такого средства является интегрированная система информационного и технического обслуживания (ИСИТО/IMIS). В ней воплощено множество достижений вычислительной техники, помогающих техникам поставить диагноз неисправному воздушному судну или системе и выполнить требуемое техническое обслуживание. Система портативная и, подобно другим инструментам, которые могут потребоваться технику, легко переносится к неисправному воздушному судну. ИСИТО имеет жидкокристаллический индикатор и может индцировать увеличенные изображения, каталоги деталей; специальности техников, которые нужны для ремонта конкретной системы, последовательность операций проверки и технического обслуживания и множество другой информации, которая, по большей части в печатной форме,

содержится в руководствах по техническому обслуживанию и каталогах деталей. Систему можно даже подсоединить к специальной самолетной шине технического обслуживания и автоматически получать информацию о состоянии установленных на самолете систем. А она, в свою очередь, даст технику оценку систем и укажет, какие действия необходимы для устранения недостатков. ИСИТО — хороший пример вспомогательного средства, существенно облегчающего работу специалистов по техническому обслуживанию. Одной из самых привлекательных ее особенностей является портативность, экономящая массу времени, которое обычно тратится на хождение от самолета к хранилищам информации, таким как технические библиотеки, и обратно. Сэкономленное время можно плодотворно употребить на выполнение задания, для чего техник экипирован наилучшим образом, т. е. на техническое обслуживание самолета.

Вычислительные машины, созданные на основе новых технологий, по размеру становятся все меньше и меньше, и некоторые из них способны распознавать рукописный текст. Это качество особенно полезно при составлении и заполнении многочисленных отчетов, требуемых при техническом обслуживании воздушных судов. По некоторым оценкам, техники тратят на бумаготворчество 25% своего времени, которое лучше было бы употребить на техническое обслуживание воздушных судов. Если бы подобная система была под рукой у техников, обслуживавших самолет ЕМВ-120, о котором шла речь выше, летное происшествие, вероятно, было бы предотвращено, поскольку законченные и незаконченные работы были бы зарегистрированы правильно и вовремя, и следующей смене было бы ясно, какие работы еще нужно закончить. Благодаря максимально возможной автоматизации процесса заполнения документов и дальнейшей автоматизации операций ввода этой информации в память больших вычислительных машин можно избежать ошибок, допускаемых при регистрации информации, и намного сократить штат канцелярских работников. Средства, которые в настоящее время тратятся на вспомогательные операции технического обслуживания, можно было бы направить туда, где можно получить более непосредственную отдачу для увеличения безопасности, например, употребить на дополнительное обучение. Более того, обслуживающий технический персонал имел бы больше времени для выполнения своих обязанностей, что уменьшило бы спешку и создало бы спокойную, менее способствующую совершению ошибок рабочую обстановку.

Недавно разработанные "перьевые" вычислительные машины представляются идеально подходящими для таких задач. "Перо" в действительности представляет собой инструмент, используемый для того, чтобы писать на экране вычислителя. Его можно использовать также для выбора одного из пунктов меню, индицируемого на экране, что позволяет технику быстро указать, какая хранящаяся информация нужна ему для выполнения технического обслуживания. Перьевые вычислительные машины, которые по размерам не больше этого пособия, могут использоваться совместно с такими носителями информации, как компакт-диски, что позволяет записывать и делает доступным огромный объем информации. Техник, выполняющий техническое обслуживание, непосредственно возле самолета может получить все руководство по его техническому обслуживанию и дополнительную информацию, такую как директивы по обеспечению летной годности, бюллетени обслуживания, наряды на выполнение работ и описание специальных поверочных процедур. После завершения обслуживания техник для документальной регистрации работы может вызвать бланк необходимого документа, заполнить его на экране с помощью пера или встроенной в вычислитель клавиатуры, записать эту информацию в память или сбросить ее прямо в главную вычислительную машину. Методы и технические средства, необходимые для решения таких

задач, уже существуют и в настоящее время проходят испытания. Нет сомнения, что автоматизация вспомогательных работ, которая не является ни сложной, ни дорогостоящей, найдет должное применение при техническом обслуживании воздушных судов. Для применения автоматизированных вспомогательных средств более чем достаточно той подготовки, опыта и технических способностей, которые необходимы в настоящее время технику для выполнения операций по техническому обслуживанию. Поэтому разумно ожидать, что этот вид автоматизации технического обслуживания воздушных судов найдет широкое применение во всем мире.

При дальнейшем повышении степени автоматизации и внедрении усовершенствованных систем автоматизированного технического обслуживания воздушных судов следует иметь в виду, что если эти системы будут проектироваться без учета возможностей и ограничений человека-оператора, то они могут стать источником ряда иных проблем и больше затруднят работу технического персонала, обслуживающего воздушные суда, чем помогут ему. Такая автоматизация неизбежно будет не в пользу безопасности и эффективности технического обслуживания воздушных судов. По этой причине целесообразно признать, что автоматические устройства, спроектированные и изготовленные для помощи человеку-оператору, должны соответствовать принципам автоматизации, ориентированной на человека¹. Учет этого обстоятельства поможет гарантировать, что усовершенствованные автоматизированные вспомогательные средства будут служить для тех целей, для которых они предназначены, не создавая новых и более трудных дополнительных проблем для организации, выполняющей техническое обслуживание.

На новых транспортных воздушных судах можно найти и другие виды автоматизированных вспомогательных средств. Подобные системы способны оценивать состояние бортового оборудования, например двигателей или электронных систем. Если на таких воздушных судах в полете отказывает оборудование, то информация о возникших проблемах без всякого вмешательства летного экипажа автоматически записывается и передается по линии телеметрической связи на базу, где может быть выполнено техническое обслуживание данного судна. Приземлившееся судно могут уже ждать специалисты по техническому обслуживанию с нужными запасными частями для быстрого разрешения проблем и восстановления готовности воздушного судна к полетам. Очевидно, что с помощью таких средств можно оценить состояние не каждого бортового устройства или системы, но если неисправности наиболее важных систем распознаются встроенными средствами контроля (ВСК/ВТЕ), то значительно сокращается время, необходимое для диагностики и выполнения проверок. Главный выигрыш от таких систем для безопасности заключается в том, что неисправности распознаются и устраняются на ранней стадии их появления, и для существующего метода разрешения проблем технического обслуживания на основе проб и ошибок место остается только в анналах истории. Одно из больших преимуществ ВСК состоит в том, что неисправности бортовых систем распознаются на очень ранней стадии их возникновения — до того, как они начинают угрожать безопасности воздушного судна и тех, кто в нем находится. Еще одно преимущество состоит в том, что члены летного экипажа могут получить предупреждение и подсказку относительно постепенно развивающейся неисправности, что благодаря точным и своевременным данным облегчает принятие правильных решений, обеспечивающих безопасное продолжение полета.

Работа техника сложна; различна по своему характеру и выполняется в нескольких разных местах, отдаленных одно от другого. Собственно техническое обслуживание часто связано с

работой в тесных отсеках или в труднодоступных местах, требует широкого применения самых разных инструментов, поверочной аппаратуры и других устройств. Оно отличается от работы пилота или диспетчера УВД, которые выполняют более предсказуемые действия на одном рабочем месте, будь то кабина пилота или пульт диспетчера. Из-за этих отличий очень трудно, если вообще возможно, автоматизировать многие из работ, выполняемых техником при обслуживании воздушного судна. Скорее всего, большая часть автоматизируемых операций технического обслуживания будет заключаться в улучшении вспомогательных диагностических систем. К таким вспомогательным системам непосредственно относятся обучающие вычислительные системы, рассмотренные в главе 4.

В данной главе кратко изложены основные сведения об автоматизации и усовершенствованных вспомогательных средствах, которые уже сейчас или в ближайшем будущем помогут техническому персоналу, обслуживающему воздушные суда, выполнять свои задачи. В настоящее время разрабатываются и другие концепции, например, использование автоматизированных устройств, перемещающихся снаружи воздушного судна по элементам его конструкции и проверяющих их состояние — наличие трещин, коррозии, поврежденных заклепок и других изъянов²⁹. Такие устройства значительно облегчают работу инспектора, проверяющего летную годность воздушного судна. Другие рассматриваемые в настоящее время концепции связаны с автоматизацией передачи накопленного человеком опыта. Значительный процент технического обслуживающего персонала в авиакомпаниях Соединенных Штатов или подошел, или подходит к пенсионному возрасту. Эти люди накопили огромное количество знаний о методах технического обслуживания и инспекции воздушных судов, которые будут утрачены, когда они прекратят активную деятельность. Если данный опыт можно как-то зафиксировать, надлежащим образом упорядочить и предоставить в распоряжение более молодых и менее опытных коллег, тогда можно будет поддержать и даже повысить авиационную безопасность (по крайней мере с точки зрения ее зависимости от технического обслуживания) и получить значительную экономию средств и времени. Некоторые авиакомпании уже работают над этой концепцией.

²⁹ Для более полного представления об автоматизации, ориентированной на человека, см. Сборник материалов ИКАО № 11 по человеческому фактору — *Человеческий фактор в системах CNS/ATM* (Циркуляр 249).

Глава 6. Анализ стратегических путей предотвращения ошибок

Часто заранее утверждают, что не бывает авиационных происшествий по одной причине, какими бы очевидными эти причины ни казались. Результаты анализа, проведенного с более широкой точки зрения, в соответствии с которой основное внимание уделяется угрозе безопасности не из-за ошибок отдельных личностей, а из-за системных недостатков, позволили обнаружить изъяны на нескольких уровнях авиационной системы. Цех по техническому обслуживанию воздушных судов как раз и является примером организации, в которой можно свести к минимуму частоту событий, возникающих из-за ошибок человека при техническом обслуживании, если вовремя сосредоточить внимание на системных, а не индивидуальных ошибках. Благодаря анализу потенциальных причин отказов и других недостатков удалось в значительной мере справиться с ошибками, допускаемыми человеком при техническом обслуживании. Уроки, усвоенные за последние девяносто лет развития авиации, быстро учитывались в методах проектирования воздушных судов и систем их технического обслуживания. Однако происходящие время от времени события показывают, что еще есть возможность введения значительных улучшений.

Серьезность ошибок, допускаемых при техническом обслуживании, варьируется в широком диапазоне — от простых ошибок (подобных той, когда техник, обслуживавший один из самолетов, забыл затянуть ключом слегка завинченные пальцами гайки) до ошибок, ведущих к отказу всей системы (подобных тем, которые были выявлены при расследовании авиационных происшествий, рассмотренных в главе 2). В случаях значительного нарушения системы технического обслуживания не только неправильно выполнялась основная его задача, но и должно было быть преодолено много уровней защиты (подобных рассмотренным при описании модели Ризона), чтобы существенно нарушить работоспособность системы, в конструкции которой заложена терпимость к ошибкам.

Между этими двумя крайностями находятся систематические ошибки, происхождение которых можно довольно легко проследить до какого-то недостатка в конструкции воздушного судна или в организации системы технического обслуживания. Специалисты в области технического обслуживания научились справляться с такими ошибками путем повторного проектирования и внесения изменений в процедуры. Например, элементы, такие как датчики, блоки радиотехнического или навигационного оборудования и т. п., для замены которых нет нужды завозить воздушное судно в ангар технического обслуживания (т. е. сменные блоки), в настоящее время проектируются с различными по размерам и форме электрическими и гидравлическими разъемами, исключающими возможность их неправильной установки при замене отказавшего оборудования. В том, что касается эксплуатантов, то в нескольких отделениях, осуществляющих техническое обслуживание воздушных судов, были установлены системы организации работ, гарантирующие, что работа, начатая одной сменой, будет надлежащим образом передана следующей смене.

Ошибки, такие как незатянутые гайки и болты, неустановленный крепеж, незакрытые смотровые люки, продолжают портить нервы конструкторам и руководящим работникам сферы технического обслуживания, потому что перепроектирование таких простых элементов оборудования или системы обслуживания представляется нецелесообразным, а иногда и вообще невозможным. Подобные ошибки могут не *всегда* угрожать жизни людей, однако их влияние на эксплуатационные и экономические показатели остается весьма значительным. Примером такой ошибки является ошибка техника, забывшего затянуть ключом гайку,

которую он завернул пальцами. Что можно изменить в технологии обслуживания воздушного судна, чтобы предотвратить такие ошибки или хотя бы уменьшить их частоту? Совсем отказаться от применения на воздушном судне гаек и винтов? Потребовать повторной затяжки всех таких крепежных деталей? Даже без учета экономических условий, в которых работают изготовители воздушных судов и коммерческие авиакомпании, ни одно из подобных изменений не имеет больших шансов на внедрение. Подобные ошибки являются не столько результатом системных недостатков, сколько отражают ограничения, присущие и технологическим особенностям конструкции воздушных судов, и технологии, реализуемой в системах их технического обслуживания. Теоретически, для того чтобы уменьшить частоту ошибок при демонтаже и монтаже, воздушное судно нужно конструировать из нескольких элементов, а не из трех—четырёх миллионов, как это сейчас имеет место на больших реактивных самолетах коммерческой авиации. Однако современная технология требует применения на самолете гаек и других крепежных деталей. В результате, рано или поздно, из-за неправильного выполнения какой-нибудь из операций технического обслуживания одна из таких деталей случайно отвалится в вылетающем в рейс воздушном судне³⁰.

Для следующего большого шага вперед в области снижения частоты ошибок при техническом обслуживании Граебер и Маркс предлагают рассмотреть три подхода к достижению этой цели³¹:

1. Данные, регистрирующие процесс технического обслуживания, должны быть упорядочены таким образом, чтобы можно было изучать, как характеристики человека влияют на этот вид деятельности:

При изучении ошибки человека с теоретической точки зрения много внимания уделяется классификации ошибок. В психологии познания есть много вариантов классификации: случайные сбои, ошибки-ляпсусы; действия или бездействия; ошибки из-за недостаточной квалификации, невыполнения правил или нехватки знаний; систематические и случайные ошибки. Каждый из таких вариантов классификации применим к ошибкам, совершаемым в различных условиях, в том числе и при техническом обслуживании воздушных судов. Хотя в этих классификациях указывается, какого порядка ошибку можно считать значимой, они по большей части не применяются специалистами в сфере технического обслуживания воздушных судов. Объясняется это тем, что для живущих в "реальном мире" технического обслуживания установление типа ошибки не имеет никакой практической пользы для определения ее скрытых причин³². Если не установлена понятная всем связь между имеющимися в теории вариантами классификации ошибок и возможностью влиять на частоту их появления с помощью организационных мер, предпринимаемых в "реальном мире" технического обслуживания, то для тех, кто работает в этом мире, разница между случайными сбоями, ляпсусами и другими ошибками не имеет практического значения.

В другом подходе к классификации ошибок, используемом в авиационной отрасли, основное внимание обращается на их причины или способствующие им факторы. Именно благодаря такому подходу в отрасли были получены статистические данные, показывающие высокий процент авиационных происшествий из-за ошибок человека,

³⁰ Из работы Marx, D.A. and C.R.Graeber (1994). *Human Error in Aircraft Maintenance*. В работе N. McDonald, N.Johnston, and R.Fuller (Eds.), *Aviation Psychology in Practice*. Aldershot — Ashgate Press.

³¹ Ibid.

³² Bamett, M.L. 1987. *Factors in the Investigation of Human Error in Accident Causation*. College of Maritime Studies. Warsash, Southampton, United Kingdom.

совершенных летным экипажем. И хотя такой подход справедлив в отношении отказов оборудования, его применение к ошибкам человека имеет значительные ограничения. В 1991 году компания "Боинг" провела анализ авиационных происшествий, связанных с техническим обслуживанием, которые имели место за предшествующий десятилетний период. После изучения имевшихся данных аналитики отнесли факторы, способствовавшие возникновению происшествий, к одной из указанных ниже семи широких категорий, определяющих характер факторов:

- задачи и процедуры;
- подготовка и квалификация;
- окружающая среда/рабочее место;
- связь;
- инструменты и поверочное оборудование;
- конструкция воздушного судна;
- организация и управление.

Чтобы не поддаваться искушению возложить вину на обслуживающих технических специалистов, их намеренно не включили в перечень категорий. Тем не менее окончательный результат представлялся в виде субъективно составленного списка причин, отнесенных к одной или более из указанных семи категорий. Следовательно, возникла неприятная, но неизбежная проблема возложения "вины" за каждое происшествие. Кроме того, были поставлены два важных вопроса:

а) Могут ли те конкретные вариации, которые, по-видимому, вносит каждый исследователь в результаты расследования, зависеть от его опыта, подготовки и области, в которой он является экспертом? Например, вероятно ли, чтобы преподаватель, ведущий обучение в области технического обслуживания, в качестве фактора, способствовавшего конкретному инциденту или происшествию, назвал недостатки в обучении?

б) Признают ли работающие в сфере технического обслуживания результаты исследования, если они в значительной мере основаны на субъективных оценках?

Оба эти вопроса указывают на необходимость совершенствования методов сбора данных о характеристиках человека и методов проведения расследований, чтобы обеспечить соблюдение установленных рамок, сведение к минимуму субъективных оценок, а также понимание и поддержку этих методов со стороны конструкторов воздушных судов и руководителей в сфере технического обслуживания.

Ответ на первый вопрос подробно рассматривается в Сборнике материалов ИКАО № 7 по человеческому фактору — "Изучение роли человеческого фактора при авиационных происшествиях и инцидентах" (Циркуляр 240) и в Сборнике № 10 — "Человеческий фактор в управлении и организации" (Циркуляр 247). Часто представляется, что исследование характеристик человека приводит просто к объяснению причин его ошибки такими факторами, как беззаботность и привычка к непрофессиональной работе отдельных лиц. Традиционно при расследовании происшествий ретроспективный анализ продолжается до тех пор, пока условия, имеющие к нему отношение, не объясняются ненормальными, но знакомыми событиями и действиями. При отказе элемента

воздушного судна его неисправность будет принята в качестве главной причины, если механизм возникновения отказа представлять "как обычно". Тот, кто проводит расследование, знаком с ошибками человека: человеку свойственно ошибаться. Поэтому расследование очень часто прекращается при установлении лица, совершившего ошибочные действия.

В Сборнике № 7 предлагается подход, позволяющий улучшить исследование характеристик человека и исключить преждевременные оценки не в пользу человека-оператора. Хотя в предложенном Сборнике № 7 и поддержанном в Сборнике № 10 подходе не делается скидки в отношении личной ответственности за допущенные промахи, в них утверждается, что безопасность системы обеспечивается лучше, если внимание концентрируется на тех элементах системы, которые поддаются управлению. Образ мыслей тех, кто непосредственно осуществляет техническое обслуживание (как и другого эксплуатационного персонала) очень часто как раз и является тем фактором, который наиболее трудно поддается управлению. Таким образом, чтобы провести анализ, помогающий улучшить систему, необходимо исследовать такие отличительные свойства ошибок технического обслуживания, которые не сводятся просто к указанию виновного техника и не требуют субъективной оценки недостатков. Для повышения общего уровня стандартов, определяющих безопасность всей системы, необходимо провести расследование связей в цепи авиационных происшествий, инцидентов и событий, что позволит организовать совместную работу всех специалистов, работающих в области технического обслуживания.

В исследовании, проведенном Управлением гражданской авиации Соединенного Королевства (UK CAA), которое обсуждалось в главе 2, приведен список семи наиболее часто встречающихся недостатков технического обслуживания в порядке убывания их встречаемости. Этот список характеризует подход, который связан больше с процессом технического обслуживания или поведенческими проблемами, чем с действительными ошибками человека и их причинами. На высшем уровне процесса технического обслуживания мы можем, например, указать на ошибки, связанные с:

- демонтажом оборудования;
- установкой оборудования;
- проведением проверок;
- определением неисправных блоков/поиском неисправностей;
- ремонтом; и
- обслуживанием.

Классификация ошибок технического обслуживания по выполняемым процессам или задачам может принести ощутимые выгоды краткосрочного характера. Например, разрушение в 1987 году конструкции самолета "Боинг-737" авиакомпании "Алоха" привело к более широкому признанию роли человеческого фактора при визуальных осмотрах силовых элементов конструкции. Вследствие этого значительная часть фонда Федерального авиационного управления Соединенных Штатов, предназначенного для исследований в области влияния человеческого фактора на техническое обслуживание, была выделена на решение проблем, связанных с визуальными проверками.

Более углубленное изучение этого подхода применительно к анализу и классификации ошибок человека при поиске неисправностей в процессе технического обслуживания авиационных двигателей оказалось полезным для проектирования системы обучения в области технического обслуживания³³. В случае авиационного происшествия с самолетом "Боинг-737" авиакомпании "Алоха" ошибки были разбиты на категории в соответствии с этапами процесса осмысливания информации, получаемой при решении конкретной задачи — поиске неисправностей. Основными категориями являлись: наблюдение за состоянием системы, выбор гипотезы, выбор процедуры и выполнение процедуры.

В процессе такой классификации, ориентированной на поведение человека, обходятся ошибки, характерные для рассмотренных выше подходов, основанных на причинных и способствующих факторах. Понятие "вины" в этой схеме классификации имеет меньшее значение, чем в ранее рассмотренных подходах. Поэтому большинство людей, вместо того чтобы реагировать в защитной Манере, рассматривают анализ такого типа как выявление простых фактов, указывающих на пути улучшения рассматриваемого процесса.

Кроме классификации ошибок, можно также классифицировать и *стратегии их предотвращения*. Такая классификация в области технического обслуживания имеет важное значение, поскольку помогает более зримо представить средства, с помощью которых изготовители воздушных судов и руководители подразделений технического обслуживания могут воздействовать на роль человеческого фактора в этом виде деятельности. Предложены три класса стратегий воздействия на человеческий фактор при техническом обслуживании воздушных судов. Каждый из них определяется с точки зрения метода воздействия на ошибки:

- а) *Снижение частоты ошибок*. Стратегии этого класса предназначены для непосредственного воздействия на источник самой ошибки. Примерами таких стратегий являются: облегчение доступа к обслуживаемым элементам, улучшение освещения в зоне выполнения работ и улучшение подготовки обслуживающего технического персонала. Большинство стратегий воздействия на ошибки, применяемых при техническом обслуживании воздушных судов, относится именно к этой категории.
- б) *Перехват ошибок*. Под перехватом ошибки понимается, что ошибка уже совершена и делается попытка "перехватить" ее до вылета воздушного судна в рейс. Примерами таких стратегий являются: контрольные проверки правильности выполнения какой-либо задачи технического обслуживания, проводимые после ее решения; проверки, подтверждающие правильность выполнения отдельных операций, необходимых для решения данной задачи; функциональные и эксплуатационные испытания, проводимые после решения конкретной задачи технического обслуживания.
- в) *Терпимость к ошибкам*. Терпимость к ошибкам — это способность системы реагировать на ошибку без катастрофических (или даже серьезных) последствий. В случае технического обслуживания воздушных судов

³³ Johnson, W.B. and W.B. Rouse, 1982. *Analysis and Classification of Human Errors in Troubleshooting Live Aircraft Power Plants*, IEEE. *Transactions on Systems, Man and Cybernetics*.

терпимость к ошибкам может обеспечиваться как конструкцией самого судна, так и структурой системы его технического обслуживания. Примерами являются: установка на воздушном судне многократно резервированных гидравлических и электрических систем (чтобы одна ошибка человека могла вывести из строя только одну из них) и программа проверки конструкции воздушного судна, предусматривающие несколько возможностей распознать усталостную трещину до того, как она достигнет опасных размеров.

Из трех рассмотренных классов стратегий предупреждения только стратегии, направленные на уменьшение частоты ошибок, непосредственно воздействуют на ошибки. Стратегии перехвата и терпимости к ошибкам непосредственно связаны с целостностью системы. С точки зрения безопасности системы ошибка человека при техническом обслуживании не ведет непосредственно или немедленно к нарушению безопасности воздушного судна. И так будет продолжаться до тех пор, пока техники не станут проводить техническое обслуживание в полете. И только воздушное судно, *выпущенное* в рейсовый полет с неисправностью, внесенной или не выявленной при техническом обслуживании, является проблемой, на которую необходимо обратить самое серьезное внимание.

2. Недооценку учета психологических аспектов в сфере технического обслуживания следует уменьшить. В течение последних пятнадцати лет пилоты и психологи, работающие в отрасли, все больше и больше находили общий язык. Благодаря совместным усилиям пилотов, инженеров и психологов был проведен большой объем работы по изучению роли человеческого фактора в кабине летного экипажа. Общей основой, на которой психологи и эксплуатанты воздушных судов смогли организовать совместную работу по увеличению безопасности авиационной системы, явились концепция связи ошибки с режимом работы и концепция оптимизации работы экипажа в кабине.

Однако, за редким исключением, конструкторы воздушных судов, их изготовители, обслуживающий технический персонал и психологи все еще живут в разных мирах. Если рассмотреть пример с детектором стружки на самолете L-1011, то возникает вопрос, способны ли психологи найти стратегию борьбы с такими недостатками, которая была бы лучше примененной эксплуатантами. В Сборниках материалов № 7 и № 10 по человеческому фактору указывается, что большинство работ, проведенных на сегодня в данной области, особенно в авиации, было направлено на улучшение непосредственного сопряжения человека с системой. Снижение частоты ошибок было главным направлением этой деятельности. Неполадки в детекторе стружки, однако, были лишь одним из примеров повседневных ошибок, связанных с относительно простыми элементами воздушного судна, в конструкцию которых вряд ли будут внесены изменения. В Сборниках № 7 и № 10 утверждается, что наиболее продуктивной стратегией борьбы с активными ошибками является контроль их последствий, а не стремление полностью исключить сами ошибки.

Преследуя цель — снизить частоту авиационных происшествий по причине технического обслуживания, психологи должны выйти за рамки проблем индивидуального взаимодействия "человек—машина" и взять на вооружение подход, основанный на анализе коллективных систем. Например, есть два главных этапа анализа ошибки. Целью первого из них — "анализ способствующих факторов" — является выяснение

причин ошибки. Например, определение причины, по которой техник, обслуживавший воздушное судно, забыл затянуть ключом завинченные пальцами гайки, можно рассматривать с точки зрения психологических аспектов обычного поведения/познавательных аспектов. Второй основной этап — "анализ стратегий вмешательства" — имеет целью определение таких изменений в воздушном судне или в системе его технического обслуживания, которые бы эффективно способствовали предотвращению ошибки технического обслуживания.

Разработка стратегий, касающихся вопросов возникновения ошибок технического обслуживания в будущем, требует квалификации и способностей, часто превышающих возможности инженера или психолога, специализирующихся в области человеческого фактора. Чтобы разработать конкретную стратегию вмешательства, необходимо понимать, какие ограничения накладываются на систему, оценить критичность ошибки и вызванной ею неисправности, а также знать практические методы исключения ошибок, которые в сфере технического обслуживания воздушных судов имеют свои специфические особенности.

3. Следует разработать методы и средства, помогающие конструкторам воздушных судов и руководящим работникам в области технического обслуживания применять более аналитический подход к проблемам, связанным с ошибкой человека. С момента зарождения авиации обслуживающий технический персонал постоянно вносил свою лепту в улучшение безопасности и эффективности полетов. **И** это в значительной мере достигалось без помощи "посторонних" дисциплин, таких как психология. Проектирование устройств, обеспечивающих взаимодействие человека со сложной бортовой системой технического обслуживания, представляет собой задачу, требующую больших аналитических способностей и знаний о познавательных способностях человека, чем те, которые приобретает инженер — специалист по техническому обслуживанию за годы работы. **И** хотя степень участия специалистов-практиков в анализе ошибок, совершаемых при техническом обслуживании, растет, нельзя упускать из виду тот факт, что огромный объем аналитических исследований и большое количество административных мероприятий осуществляются и будут осуществляться конструкторами воздушных судов, составителями руководств, преподавателями в области технического обслуживания и руководящим составом подразделений, выполняющих техническое обслуживание. Таким образом, сообществу специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов необходимо рассчитывать на поддержку специалистов других научных дисциплин, которые помогут лучше понять присущие им возможности и ограничения. При оказании такого рода помощи они должны сосредоточить свое внимание на разработке надежных методов и средств, которые затем можно было бы передать в конструкторские бюро и в цеха технического обслуживания. Благодаря таким усовершенствованным методам и средствам будет быстрее и планомернее достигнута цель — более эффективное предотвращение ошибок.

Изучение роли человеческого фактора при расследовании авиационных происшествий показало, что, уделяя больше внимания не индивидуальным ошибкам (*активным отказам*), а системным или организационным недостаткам (*скрытым отказам*), можно внести значительный вклад в сведение к минимуму частоты ошибок, совершаемых человеком. Признание этого фактора привело к тому, что многие организации, отвечающие за безопасность, стали уделять больше внимания организационным

вопросам и общей производственной культуре при поиске как причин происшествий, так и путей их предотвращения. Лучшее понимание роли человеческого фактора приведет и к осознанию ошибки человека в организационном контексте. В Сборнике материалов № 10 по человеческому фактору утверждается, что лучшее понимание управленческих и организационных факторов при поиске причин и путей предотвращения авиационных происшествий можно будет с успехом использовать в будущем при столкновении с проблемами минимизации ошибок человека в авиатранспортной отрасли.

Список литературы

1. Air Transport Association (1989). "ATA Specification 104 Guidelines for Aircraft Maintenance Training". Washington, D.C.: Air Transport Association.
2. Aviation Industry Computer Based Training Committee (1989). AICC Matrix Committee. "CBT Courseware/Hardware Matrix" (Report AGR 001, 22 December 1989). Washington: GMA Research Corporation.
3. Aviation Safety Research Act of 1988, PL 100-591, 102 Stat. 3011 (1988).
4. Baker, B. and A. Schafer. "Industrial Hygiene in Air Carrier Operations". Proceedings of the Fifth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Work Environment in Aviation Maintenance. January 1992. Washington, D.C.
5. Barnett, M. L. (1987). Factors in the Investigation of Human Error in Accident Causation. College of Maritime Studies. Warsash, Southampton, United Kingdom.
6. Campbell, R.J. "Measurement of Workforce Productivity". Proceedings of the Fifth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Work Environment in Aviation Maintenance. January 1992. Washington, D.C.
7. Campion, M.A. "Job Design and Productivity". Proceedings of the Fifth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Work Environment in Aviation Maintenance. January 1992. Washington, D.C.
8. DeHart, R.L. "Physical Stressors in the Workplace". Proceedings of the Fifth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Work Environment in Aviation Maintenance. January 1992. Washington, D.C.
9. Drury, C.G. (1991). "Errors in Aviation Maintenance: Taxonomy and Control". Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting. San Francisco, California.
10. Drury, C.G. "The Information Environment in Aircraft Inspection". Proceedings of the Second Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — Information Exchange and Communication. May 1990. Washington, D.C.
11. Drury, C.G. and A. Gramapadhye. "Training for Visual Inspection". Proceedings of the Third Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — Training Issues. November 1990. Washington, D.C.
12. Embrey, D. (1975) Training the Inspectors' Sensitivity and Response Strategy. In Drury, C.G. and J.G. Fox (Eds.), Human Reliability in Quality Control, pp. 123-132, London: Taylor & Francis.
13. Federal Aviation Administration. "The National Plan for Aviation Human Factors". Washington, D.C.
14. Gallwey, T.J. (1982). "Selection Tests for Visual Inspection on a Multiple Fault-Type Task". *Ergonomics*, 25.11, pp. 1077-1092.
15. Glushko, R. "CD-ROM and Hypermedia for Maintenance Information". Proceedings of the Second Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — Information Exchange and Communication. May 1990. Washington, D.C.

16. Goldsby, R.P. "Effects of Automation in Maintenance". Proceedings of the Fifth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Work Environment in Aviation Maintenance. January 1992. Washington, D. C.
17. Gregory, W. (1993). "Maintainability by Design". Proceedings of the Fifth Annual Society of Automotive Engineers Reliability, Maintainability, and Supportability Workshop. Dallas, Texas.
18. Hackman, J.R. (1990). *Groups that Work*. San Francisco: Jossey-Bass.
19. Harle, J. "Industry and School Cooperation for Maintenance Training". Proceedings of the Fourth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Aviation Maintenance Technician. June 1991. Washington, D.C.
20. Hollnagel, E. *Human Reliability Analysis — Context and Control*. Academic Press. San Diego, California. 1993.
21. IES (1987). *IES Lighting Handbook — Application Volume*. New York: Illuminating Engineering Society.
22. IES (1984). *IES Lighting Handbook — Reference Volume*. New York: Illuminating Engineering Society.
23. Inaba, K. "Converting Technical Publications into Maintenance Performance Aids". Proceedings of The Second Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — Information Exchange and Communication. May 1990. Washington, D.C.
24. Johnson, R. "An Integrated Maintenance Information System (IMIS): An Update". Proceedings of The Second Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — Information Exchange and Communication. May 1990. Washington, D.C.
25. Johnson, W.B. (1987). Development and Evaluation of Simulation-Oriented Computer-Based Instruction for Diagnostic Training. In W.B. Rouse (Ed.), *Advances in Man-Machine Systems Research*, Vol. 3 (pp. 99-127). Greenwich, Connecticut: JAI Press, Inc.
26. Johnson, W.B. and J.E. Norton. (1992). *Modelling Student Performance in Diagnostic Tasks: a Decade of Evolution*.
27. Johnson, W.B. and W.B. Rouse (1982). *Analysis and Classification of Human Errors in Troubleshooting Live Aircraft Power Plants*. IEEE. Transactions on Systems, Man and Cybernetics.
28. Kizer, C. "Major Air Carrier Perspective". Proceedings of the Second Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — Information Exchange and Communication. May 1990. Washington, D.C.
29. Majoros, A. "Human Factors Issues in Manufacturers' Maintenance — Related Communication". Proceedings of the Second Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection. May 1990. Washington, D.C.
30. Marx, D.A. (1992). "Looking towards 2000: The Evolution of Human Factors in Maintenance". Proceedings of the Sixth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection. Alexandria, Virginia.
31. Marx, D.A. and R.C. Graeber (1993). *Human Error in Aircraft Maintenance*. Boeing Commercial Airplane Group. Seattle, Washington.

32. Mayr, J. "Composites in the Workplace — Some Lessons Learned". Proceedings of the Fifth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Work Environment in Aviation Maintenance. January 1992. Washington, D.C.
33. Peters, R. "State and Aviation Industry Training Cooperation". Proceedings of the Fourth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Aviation Maintenance Technician. June 1991. Washington, D.C.
34. Rasmussen, J. and K.J. Vicente. (1989). "Coping with Human Errors through System Design: Implications for Ecological Interface Design". *International Journal of Man Machine Studies*, 31, 517-534.
35. Reason, J. (1990). A Framework for Classifying Errors. In J. Rasmussen, K. Duncan and J. Leplat (Eds.), *New Technology and Human Error*. London: John Wiley.
36. Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge University Press, United Kingdom.
37. Rogers, A. (1991). "Organizational Factors in the Enhancement of Military Aviation Maintenance". Proceedings of the Fourth International Symposium on Aircraft Maintenance and Inspection (pp. 43-63). Washington, D.C. Federal Aviation Administration.
38. Ruffner, J.W. (1990). "A Survey of Human Factors Methodologies and Models for Improving the Maintainability of Emerging Army Aviation Systems". US Army Research Institute for the Behavioural and Social Sciences. Alexandria, Virginia.
39. Сборник материалов № 7 ИКАО по человеческому фактору — Изучение роли человеческого фактора при авиационных происшествиях и инцидентах (Циркуляр 240), 1993 г.
40. Сборник материалов № 10 ИКАО по человеческому фактору — Человеческий фактор в управлении и организации (Циркуляр 247), 1993 г.
41. Сборник материалов № 11 ИКАО по человеческому фактору — Человеческий фактор в системах CNS/ATM (Циркуляр 249), 1994 г.
42. Shepherd, W.T., W.B. Johnson, C.G. Drury and D. Berninger. "Human Factors in Aviation Maintenance Phase 1: Progress Report". FAA Office of Aviation Medicine Report AM-91/16, 1991. Washington, D.C.
43. Shute, V. and W. Regian (Eds.). *Cognitive Approaches to Automated Instruction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 195-216.
44. Skinner, M. "Aviation Maintenance Practices at British Airways". Proceedings of the Fourth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Aviation Maintenance Technician. June 1991. Washington, D.C.
45. Taggart, W. "Introducing CRM into Maintenance Training". Proceedings of the Third Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — Training Issues. November 1990. Washington, D.C.
46. Taylor, J.C. (1989). "Allies in Maintenance: The Impact of Organizational Roles on Maintenance Programs". Proceedings of the Second Annual International Conference on Aging Aircraft (pp. 221-225). Washington, D.C. Federal Aviation Administration.
47. Taylor, J.C. "Facilitation of Information Exchange Among Organizational Units Within Industry". Proceedings of the Second Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Maintenance and Inspection — Information Exchange and Communication. May 1990. Washington, D.C.

48. Taylor, J.C. "Organizational Contact in Aviation Maintenance — Some Preliminary Findings". Proceedings of the Third Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — Training Issues. November 1990. Washington, D.C.
49. Tepas, D.I. "Factors Affecting Shift Workers". Proceedings of the Fifth Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection — The Work Environment in Aviation Maintenance. January 1992. Washington, D.C.
50. Thackray, R.I. (1992). "Human Factors Evaluation of the Work Environment of Operators Engaged in the Inspection and Repair of Aging Aircraft" (Report No. DOT/FAA/AM-92/3). Washington, D.C. Federal Aviation Administration.
51. United States Congress Office of Technology Assessment (1988). "Safe Skies for Tomorrow. Aviation Safety in a Competitive Environment" (OTA-SET-381). Washington, D.C. US. Government Printing Office.
52. Wiener, E.L. (1975). Individual and Group Differences in Inspection. In Drury, C.G. (Ed.), Human Reliability in Quality Control, pp. 19-30. London: Taylor & Francis.
53. Wiener, E.L. "Vigilance and Inspection Performance". Proceedings of the First Federal Aviation Administration Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection. October 1989. Washington, D.C.
54. Woods, D.D. (1989). Coping with complexity: The Psychology of Human Behaviour in Complex Systems. In Goodstein, L.P., H.B. Anderson and S.E. Olsen (Eds.), Tasks, Errors and Mental Models, London: Taylor and Francis, 128-148.