

## Внедрение принципа упреждающего технического обслуживания воздушных судов

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»*

Проведен анализ стратегий технического обслуживания ВС. Предлагается их усовершенствование путем внедрения удаленного мониторинга (технология PdM).

**Ключевые слова:** стратегии технического обслуживания, удаленный мониторинг, технология PdM.

Эффективность процесса технического обслуживания (ТО) во многом определяется особенностями действующих стратегий ТО.

Стратегия - совокупность принятых принципов, правил и управляющих воздействий, определяющих комплексное развитие эксплуатационных свойств конструкции АТ, методов организации и производственно-технической базы ее ТО.

С учетом возможных сочетаний времени и источников получения информации различают четыре вида стратегий ТО (таблица):

Таблица

Виды стратегий ТО ВС

По источнику	По времени	
	Априорная	Апостериорная
Обобщенная	1. По наработке для всех однотипных объектов, находящихся в эксплуатации (ТОНАР <sub>о</sub> )	3. По состоянию с контролем надежности всех объектов, находящихся в эксплуатации (ТОСКН)
Индивидуальная	2. По наработке индивидуально для каждого объекта (ТОНАР <sub>и</sub> )	4. По состоянию с контролем параметров ТС каждого объекта (ТОСКП)

Стратегии ТО по состоянию (ТОСКН, ТОСКП) отличаются от стратегий по наработке (ТОНАР) как по структуре, так и по распределению материально-технических ресурсов, связанных с их реализацией. Стратегии по состоянию предполагают комплексное развитие материально-технической базы эксплуатационных предприятий, проведение мероприятий по повышению эксплуатационной технологичности и контролепригодности ВС. Стратегии по наработке базируются на развитой базе ремонтных предприятий, совершенствовании методов и средств установления ресурсов изделий.

Общим признаком для рассматриваемых стратегий является их планово-предупредительный характер. Однако и здесь имеются существенные различия. Так, при реализации стратегий по состоянию планируются (регламентируются) только те мероприятия, которые связаны с определением технического состояния (ТС) ВС, а остальные выполняются по технической необходимости. Ограничения на межремонтные ресурсы изделий при этом отсутствуют.

*Стратегия ТОНАР* (метод технической эксплуатации по ресурсу - ТЭР) представляет собой принцип управления процессом технической эксплуатации

(ПТЭ), при котором объем и периодичность работ по ТО (режим ТО) устанавливаются в зависимости от наработки ВС с начала эксплуатации или после последнего капитального ремонта. Важнейшим требованием, предъявляемым к системе технической эксплуатации (ТЭ) при ТОНАР, является обеспечение заданного уровня надежности (безотказности) объекта при минимальных эксплуатационных расходах.

Поскольку отказы объектов ТОНАР не поддаются прогнозированию, проверки объектов обычно не увязываются с процессами изменения их ТС и направлены в основном на выявление скрытых производственных дефектов, а также разнообразных эксплуатационных повреждений. Требуемый уровень надежности (безотказности) объектов ТОНАР при этом обеспечивается за счет ограничения сроков их эксплуатации (ресурсов).

Стратегия ТОСКН (метод ТЭ до отказа - ТЭО) представляет собой принцип управления ПТЭ, при котором объем и периодичность работ по ТО устанавливаются в зависимости от уровня надежности (безотказности) всех однотипных изделий, находящихся в эксплуатации. Важнейшим требованием, предъявляемым к режиму ТО при ТОСКН, является поддержание заданного уровня надежности (безотказности) объекта при минимальных эксплуатационных расходах.

Стратегия ТОСКП (метод ТЭ по параметрам - ТЭП) представляет собой принцип управления ПТЭ, при котором объем и периодичность работ по ТО устанавливается с учетом положения текущих значений контролируемых параметров ВС относительно границ допусков.

Важнейшим требованием, предъявляемым к режиму ТО, при этом является поддержание заданного уровня надежности (безотказности) объектов между проверками при минимальных эксплуатационных расходах.

К объектам ТОСКП относится большая группа изделий ВС, для которых характерны постепенные отказы, оказывающие сильное влияние на безопасность полетов (БП), процесс развития которых доступен для наблюдения существующими средствами технической диагностики. К их числу относятся силовые элементы конструкций, подверженные усталостным разрушениям, источники давления (насосы), фильтры, узлы трения и т.д. Вероятность отказа объектов ТОСКП в значительной степени зависит от их наработки с начала эксплуатации, режима работы, качества ТО, ГСМ и т.д.

Период развития отказов объектов ТОСКП имеет протяженность во времени, соизмеримую с отдельными этапами эксплуатации ВС (формами ТО, капремонтами и т.д.). В силу этого при проведении проверок удается своевременно выявить и заменить (восстановить) объекты, находящиеся в предотказном состоянии, предупредив тем самым возникновение отказов. Таким образом, объекты ТОСКП эксплуатируются до момента возникновения предотказного состояния, а ограничения на межремонтные ресурсы при этом отменяются. Проверки проводятся с определенной периодичностью, которая устанавливается с учетом требований к безотказности объекта, "живучести" его конструкции, а также надежности контроля.

В виду постоянного совершенствования информационных технологий, многие компании рассматривают возможность использования мобильной технологии для трансформации производственных процессов и получения конкурентных преимуществ. Мобильная технология изменила способы коммуникации между людьми, доставки товаров, мониторинга оборудования и даже основные принципы управления производственными процессами. Удаленный мониторинг ресурсов и

инструменты диагностики позволяют существенно снизить эксплуатационные расходы и сократить простои оборудования, имеющие критическое значение для многих компаний. Стоимость "упреждающей" эксплуатации, достигаемой в процессе мониторинга, составляет лишь 1/10 от стоимости "корректирующей" эксплуатации и 1/5 от стоимости "профилактической" эксплуатации.

Сегодня большинство авиакомпаний осознают потребность в оптимизации деятельности служб и специалистов, работающих вне офиса (аэродрома базирования). Схема упреждающего технического обслуживания (УТО) позволяет сократить время простоев ВС и непосредственно влияет на итоговую прибыль компании. Встроенные бортовые устройства регистрации информации на самолетах последнего поколения позволяют не только осуществить удаленный мониторинг ТС, но и реализовать механизм упреждающего обслуживания с помощью дополнительной диагностики.

Учитывая тот факт, что доля рынка, принадлежащая компании, зависит не только от качества предоставляемой клиенту услуги, но также и от качества поддержания уровня БП, удаленный мониторинг ТС является ключевым отличительным свойством компании, дающим ей серьезные конкурентные преимущества.

Мобильность обслуживающего персонала, работающего в "полевых" условиях, обеспечивает интегрированный, всеобъемлющий подход, позволяющий предсказать возникновение проблемы и заблаговременно направить сервисных специалистов для принятия упреждающих мер. Обладая возможностями беспроводной связи, специалист, работающий в "полевых" условиях, может получить доступ к целому ряду необходимой для него информации:

- общие сведения: бортовой номер, заводской номер, дата выпуска и пр.;
- ремонтные данные;
- удостоверения и свидетельства;
- ресурсы и наработки;
- выполнение регламентных работ;
- история изменения ресурсов основных изделий (ОИ) ВС;
- движение ОИ в эксплуатации;
- справки за рейс;
- наработка ОИ по месяцам;
- выполнение бюллетеней и указаний;
- работы и текущий ремонт;
- история комплектации борта двигателями и ВСУ.

Такая оперативность доступа к информации позволяет повысить продуктивность работы авиаспециалистов и эффективность производственного процесса в целом.

Удаленный мониторинг встроенных устройств ("умных" машин) в сочетании с мобильными инструментами, позволяющими повысить качество сервиса в полевых условиях, помогает компаниям выгодно отличаться на рынке, высоким уровнем сервиса для клиентов и их лояльностью.

Преимущество предлагаемого удаленного мониторинга технического состояния (ТС) и диагностики для авиакомпаний заключается в том, что появляется возможность повысить надежность работы систем ВС, уменьшить время простоев, более эффективно организовать работу специалистов на удаленных площадках, снизить текущие затраты и риски.

Повышение БП полетов достигается благодаря возможности доступа в реальном времени к удаленным и распределенным ресурсам и встроенным датчи-

кам, "ответственным" за мониторинг параметров основных систем ВС.

Более эффективное использование человеческих ресурсов достигается за счет уменьшения потребности в непосредственном осмотре удаленного оборудования и датчиков на местах.

Таким образом, за счет "упреждающей" эксплуатации достигается максимальное время бесперебойной работы оборудования и систем ВС в целом.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений является разработка технологии упреждающего анализа (Predictive Analytics) ТС систем для улучшения эффективности работы и сокращения эксплуатационных затрат. Основанная на сборе и обработке информации технология, позволяющая прогнозировать дальнейшее развитие событий, реализовывается в пакете Macsea Dexter, который может осуществлять автоматический мониторинг и диагностику состояния любого оборудования. Система производит непрерывный анализ и обработку данных, оповещая оператора о появившихся или возможных проблемах, анализирует работу каждого компонента оборудования в реальном времени и прогнозирует его состояние и производительность в будущем.

Благодаря хорошей окупаемости технологий и методов упреждающего обслуживания, они стали новой ступенью развития в сфере технической поддержки. За последние тридцать лет подход к техническому обслуживанию значительно изменился, пройдя путь от обслуживания по необходимости (RM) к профилактическому (PM), а затем и к упреждающему обслуживанию (PdM).

Эффективность и окупаемость технологий PdM зависит от компании и отрасли промышленности. Быстро определить преимущества данного подхода очень сложно. В целом методы PdM обеспечивают большую экономию, чем технологии PM и RM. Исследования компании Emerson Process Management показывают, что расходы на профилактическое обслуживание будут в 5 раз выше, а на обслуживание по необходимости - в 15 раз выше, чем в случае упреждающего подхода. Экономия средств также достигается благодаря сокращению времени вынужденного простоя.

В среднем незапланированное время простоя для типичного технологического процесса может стоить 1-3% дохода и 30-40% прибыли в год. Другой источник дохода - это отказ от ненужного профилактического обслуживания и связанных с ним расходов на материалы, трудовые ресурсы, а самое главное - это сокращение объемов запасного оборудования и сопутствующих затрат на его содержание, которые могут составлять 25% стоимости.

## Выводы

По данным независимых опросов, средние показатели производственной экономии, достигнутые благодаря применению упреждающего подхода PdM, составляют:

- рентабельность инвестиций: 10%;
- сокращение расходов на обслуживание: 25-30%;
- сокращение количества аварий: 35-45%;
- увеличение производительности: 20-25%.

Прибыль может оказаться гораздо больше из-за значительной экономии от сокращения (устранения) повреждений вторичного оборудования благодаря упреждающему подходу. Технологии PdM сокращают затраты на ненужную техническую поддержку. Расходы трудовых ресурсов могут быть уменьшены благодаря сокращению количества заказов на обслуживание. Страховые взносы также могут

быть уменьшены с помощью PdM. Кроме этого, такой подход повышает безопасности работы персонала, что положительно влияет на моральное состояние сотрудников, качество продукции и т.д. Благодаря этому удастся сэкономить еще 10-30 %.

### Список литературы

1. Смирнов, Н. Н. Современные проблемы технической эксплуатации воздушных судов. / учеб. пособие/ Н. Н. Смирнов, Ю. М. Чинючин– М.: МГТУ ГА, 2007. – 83 с.
2. Гипич, Г. Н. Концепции и модели прогнозирования и снижения рисков при обеспечении лётной годности воздушных судов гражданской авиации. Теория и практика: монография. / Г. Н. Гипич. – М.: ТЕИ», 2005. - 308 с.
3. Никифоров, А. Д. Управление качеством / А. Д. Никифоров – М.: Дрофа, 2004. – 720 с.
4. Fitch E.C. Fluid contamination control // Technology transfer Series #4, Oklahoma, FFS, INC. 1988. - 433p.

**Рецензент:** д-р техн. наук, с.н.с. В.В. Логинов,  
Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков.

Поступила в редакцию 21.05.14

### Впровадження принципу упереджувального технічного обслуговування повітряних суден

Проведено аналіз стратегій технічного обслуговування повітряних суден. Запропоновано їх удосконалення шляхом впровадження віддаленого моніторингу (технологія PdM).

**Ключові слова:** стратегії технічного обслуговування, віддалений моніторинг, технологія PdM.

### Introduction of Principle of Aircraft Predictive Maintenance

The analysis of aircraft maintenance strategies has been performed. Their improvement by the introduction of remote monitoring (PdM technology) is proposed.

**Keywords:** maintenance strategies, remote monitoring, PdM technology.