

## ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

© 2015 В.Н. Писаренко\*

**Ключевые слова:** управление, авиационное предприятие, эффективность, стратегия, контроль, планирование.

Обоснована необходимость коренного изменения системы показателей технического обслуживания воздушных судов авиационных предприятий гражданской авиации в существующих рыночных условиях хозяйствования и обеспечения совершенствования управления авиационно-транспортной деятельности авиакомпаний. Предложены совершенные технико-экономические показатели поддержания летной годности воздушных судов гражданской авиации и новый метод оценки эффективности управления поддержанием летной годности воздушных судов, заключающийся в сближении показателей выполняемой работы по авиационно-транспортному производству с показателями технического обслуживания.

Поддержание летной годности воздушных судов (ВС) обеспечивается комплексом работ, выполняемых при техническом обслуживании (ТО) воздушных судов и их компонентов при подготовке к полетам, после полетов, при хранении и транспортировке<sup>1</sup>.

Новые экономические отношения в Российской Федерации, изменение принципов, правил и форм регулирования и управления в авиационно-транспортной системе гражданской авиации обусловили существенное изменение требований в части нормативного обеспечения и контроля характеристик летной годности при эксплуатации ВС. В соответствии с требованиями Overseas Territories Aviation Requirements (OTARs) Международного стандарта Part 39 Continuing airworthiness requirements<sup>2</sup> существовавшая в Российской Федерации система организации технической экс-

плуатации (ТЭ) гражданской авиации (ГА) изменена на более совершенную систему управления поддержанием летной годности (ПЛГ) гражданских ВС. Объем работ по ПЛГ ВС зависит от числа и типов самолетов, от налета часов, числа самолето-вылетов и от трудоемкости их ТО. Для обеспечения безопасности полетов и поддержания ВС в технически исправном состоянии выполняется оперативное ТО (ОТО) и периодическое ТО (ПТО) ВС. По регламенту ОТО выполняется предполетное и послеполетное обслуживание ВС и обеспечивается подготовка ВС к вылету. Периодическое ТО производится в зависимости от налета ВС по трудоемким формам регламентных работ, в том числе выполняются замена двигателей и различные доработки АТ по бюллетеням промышленности. Структура системы ПЛГ ВС приведена на рисунке.

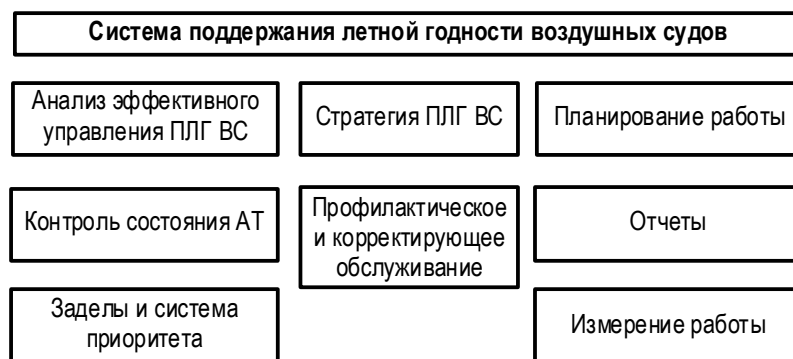


Рис. Структура системы поддержания летной годности воздушных судов

\* Писаренко Виктор Николаевич, кандидат технических наук, доцент Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). E-mail: victornpisarenko@gmail.com.

Составляющие системы ПЛГ ВС приведены ниже. Их актуальность составляет задачу выполненного в настоящей статье исследования.

Постановка задачи настоящей статьи состоит в анализе эффективности управления ПЛГ ВС, в оценке существующих показателей ТО ВС<sup>3</sup> и разработке более совершенных современных технико-экономических ключевых показателей эффективности управления ПЛГ ВС ГА, основанных на использовании современных технологий ТО ВС.

### ***Анализ эффективного управления ПЛГ ВС***

В настоящее время в условиях финансового кризиса резко возросла конкурентная борьба между авиатранспортными предприятиями на внутреннем и внешнем рынках. Улучшение технико-экономических показателей авиатранспортного предприятия, а значит и конкурентоспособности авиатранспортной продукции, является одним из основных способов выживания в нынешних непростых экономических условиях<sup>4</sup>. Резкий спад инвестиций в основной капитал в последнее время обусловил ускоренное физическое устаревание основных производственных фондов и, прежде всего, их наиболее активной части - воздушных судов и авиадвигателей. Износ основных фондов на большинстве предприятий авиатранспортного комплекса сегодня достигает 60-70%, причем выбытие основных фондов опережает их ввод<sup>5</sup>. Очевидно, что экономическая эффективность и конкурентоспособность предприятий авиатранспортного комплекса в значительной степени зависят от технического состояния воздушных судов и их компонентов, а также от эффективности управления ПЛГ ВС, обеспечивающей качество обслуживания и новый уровень сервиса авиапассажирам.

К показателям экстенсивного использования ВС относятся коэффициент использования ВС по налету, процент исправности ВС и простой летательных аппаратов (ЛА)<sup>6</sup>.

При оценке различных форм и методов ПЛГ ВС необходимо учитывать технико-технологические, организационные, экономические и социальные факторы. При анализе вариантов проведения работ по ПЛГ ВС необходимо учитывать: степень технической готовности воздушных судов; степень исполь-

зования ВС во времени; время пребывания ВС на техническом обслуживании и в ремонте; годовую, сезонную, ежемесячную наработку ВС в часах и единицах произведенной транспортной продукции. Экономические факторы должны включать в себя: уровень затрат на выполнение ТОиР и их оплату авиакомпанией; объем капитальных вложений, источники и условия их финансирования; осуществление определенных налоговых послаблений по отношению к предприятиям и предпринимателям, оказывающим производственно-технические услуги по ПЛГ ВС. Очевидно, что объективная и всесторонняя оценка экономической эффективности управления ПЛГ ВС и их компонентов может быть дана только на основе ряда экономических показателей, которые объединяются с техническими показателями в единую органичную систему.

Анализ существующих подходов оценки уровня организации ТОиР выявил, что, несмотря на использование комплекса показателей, их нельзя назвать системными, поскольку при оценке управления организацией технического обслуживания и ремонта учитывается большое количество разнородных, органически не связанных между собой показателей, не разработаны также методы достоверной оценки значимости их весовых коэффициентов.

### ***Стратегия ПЛГ ВС***

Стратегия ПЛГ ВС представляет собой один из наиболее важных элементов эффективного управления обслуживанием<sup>7</sup>. Она необходима для непрерывности действий и ясного понимания программы управления обслуживанием, независимо от его объема. Обычно организации ПЛГ ВС имеют организационный документ - руководство по техническому обслуживанию, содержащий такие пункты, как политика, программы, цели, обязанности, полномочия для всех уровней управления, сообщение о требованиях, полезных методах работы и управления, индексы измерения выполненной работы. Испытывая недостаток в такой документации, т.е. в стратегии руководства, документ стратегии обслуживания, описанный руководством по ТО, должен быть развит и содержать всю необходимую информацию.

### **Профилактическое и корректирующее обслуживание**

Основная цель выполнения профилактического обслуживания состоит в том, чтобы через осмотр, выполнение профилактических работ и устранение неисправностей поддерживать ВС в состоянии, удовлетворяющем систему ПЛГ ВС. Три фактора формируют требования и возможности профилактического обслуживания<sup>8</sup>: надежность процесса, экономика и соответствие стандартам ТО. Главные усилия организации технического обслуживания затрачиваются на корректирующее обслуживание. Таким образом, корректирующее обслуживание является важным фактором эффективности работы организации по ПЛГ ВС. Например, для самолета Ту-154 при расчетном назначенном ресурсе 30 000 летных часов профилактическим и корректирующим обслуживанием фактически назначенный ресурс обеспечивается в размере 40 000 летных часов<sup>9</sup>.

### **Контроль состояния АТ**

Главные цели контроля состояния ВС и их компонентов — выяснить текущее положение дел, установить тенденцию для определения будущего состояния и выработать мероприятия по поддержанию исправности ВС.

### **Планирование работы**

Планирование работы - необходимый элемент эффективного управления ПЛГ ВС. Часть задач придется выполнить до начала работы, например, приобретение запасных комплектующих изделий, инструментальных средств и материалов, координация поставок запчастей, идентификация методов и последовательности выполнения операций, координация с другими службами авиакомпании и получение разрешения службы безопасности и таможни.

Строго говоря, формальное планирование обслуживания должно охватить 100% рабочей нагрузки, но чрезвычайные задания и маленькие уточнения выполняются в менее формальной среде. Таким образом, в большинстве организаций обслуживания от 80 до 85% достижим плановый охват<sup>10</sup>.

Планирование обслуживания по ПЛГ ВС столь же важно, как и планирование полетов. Эффективность графика основана на

надежности плановой функции. Для больших заданий, в особенности тех, которые требуют координацию работ, серьезное внимание нужно уделить использованию методов типа оценки программы, методики обзора (планирование с использованием сетевого графика) и критического пути.

### **Измерение работы**

Для успеха организации ПЛГ ВС необходимо регулярно контролировать выполненную работу через различные средства измерения. Исследования выполнения работы способствуют эффективности организации технического обслуживания<sup>11</sup> и необходимы для раскрытия времени простоя ВС, технологического оборудования, особенностей в эксплуатационном поведении авиакомпании и заинтересованных организаций, планов развития и т.д.

### **Отчеты**

Отчеты играют критическую роль в оценке эффективности деятельности организации ПЛГ ВС<sup>12</sup>. Обычно отчеты сгруппированы по четырем категориям: выполнение технического обслуживания, стоимость технического обслуживания, стоимость запасных частей и расходных материалов и файлы.

### **Заделы и система приоритетов**

Количество задела в организации ПЛГ ВС - один из факторов определения эффективности управления обслуживанием<sup>13</sup>. Идентификация заделов важна, она позволяет сбалансировать требования рабочей нагрузки и личного состава. Кроме того, решения относительно сверхурочного времени, найма, заключение контракта, назначение поставщика и прочее в значительной степени основываются на неудовлетворительной информации.

Несмотря на изменение системы технического обслуживания ВС и на ориентацию ее на поддержание летной годности ВС, технико-экономические показатели новой системы ПЛГ ВС остались прежними на уровне показателей ТО ВС эксплуатационных авиапредприятий ГА. Система экономических показателей авиатранспортного рынка состоит из показателей перевезенных пассажиров /пасс/, пассажирооборота /пасс.км/, тоннокилометража /ткм/<sup>14</sup>. Пассажирооборот рассчитыва-

ется как сумма количества перевезенных пассажиров, умноженного на протяженность рейса. Тоннокилометраж рассчитывается как сумма выполненного пассажирооборота с учетом коэффициента приведения, учитывающего средний вес пассажира с учетом бесплатного провоза багажа и выполненного грузооборота, включая перевозку почты, груза и платного багажа. Существующая система экономических показателей ТО основывается на контроле ТО ВС, включая в себя время простоя ВС на ТО в календарных часах, объем работ по ТО в нормо-часах, затраты на ТО в рублях и др. Эта система в целом оторвана от показателей авиационной транспортной работы по перевозке пассажиров, почты, груза и оказалась недостаточной в настоящих рыночных условиях хозяйствования. В составе технико-экономических показателей поддержания летной годности воздушных судов ГА преобладают показатели затратного процесса технического обслуживания, а нужны показатели авиатранспортного рынка.

Технико-экономические показатели существующей системы ТО ВС ЭАП ГА основаны на трудоемкости обслуживания - на затратах времени в человеко-часах на обслуживание из нормативных объемов работ ОТО, на объемах работ ПТО и на определении расходов на периодическое и оперативное ТО ВС. Общий объем работ по ОТО и ПТО измеряется в человеко-часах и состоит из трудоемкости выполнения работ в зависимости от количества и форм обслуживания и объема работ, связанных с устранением отказов и неисправностей АТ, с временем простоя самолетов в неисправном состоянии, с временем простоя самолетов на техническом обслуживании, с временем нахождения ВС в исправном состоянии в процентах к календарному времени<sup>15</sup>.

Экономичность технической эксплуатации ЛА характеризуется затратами трудовых, топливно-энергетических и материальных ресурсов на единицу продукции ТО и ремонта АТ<sup>16</sup>.

Оптимальное управление системой ПЛГ ВС зависит от выбора наиболее выгодных (оптимальных) режимов управления системой ПЛГ ВС и обеспечивается контролируемыми параметрами технико-экономических показателей ПЛГ ВС.

Эффективность является ключом к полному успеху деятельности организации ПЛГ ВС. Для оценки эффективности управления ПЛГ ВС необходима система соответствующих показателей, на улучшение которых направлены предлагаемые в настоящем исследовании технико-экономические показатели. Так, например, обслуживание бытового обслуживания самолетов должно определяться не налетом часов на списочный самолет, а количеством перевезенных пассажиров и пассажиро-километрами, а обслуживание напряженных узлов стыковки крыла с фюзеляжем - эксплуатационными тонно-километрами. Предлагается к группе технико-экономических показателей эффективности управления системой ПЛГ ВС отнести показатели, приведенные в табл. 1.

Авторская система показателей позволяет: оценивать техническое состояние ВС и систему ПЛГ ВС авиакомпании, а следовательно, качество системы ПЛГ ВС; определять очередность ТО самолетов при одинаковой нагрузке; выполнять обслуживание ВС, обеспечившего больший объем авиатранспортной работы; осуществлять планирование самолета под конкретные авиалинии в зависимости от объема авиаперевозок. Вместе с тем, эта система дает возможность установить уровень затрат, обеспечивающих поддержание ВС в работоспособном состоянии и в конечном счете оценить эффективность работы по ПЛГ ВС. Эти показатели позволят определить эффективность управления поддержанием ЛГ по каждому ВС, по типу ВС и сравнить эксплуатационные характеристики ВС.

Например, по данным авиакомпании "Аэрофлот" за 2005 г., произведен следующий анализ показателей эксплуатации самолета Ил-96<sup>17</sup>.

Простой при выполнении ТОиР, доработок и бюллетеней на 1 списочное ВС (без оперативного ТО) - 2145 ч.

Удельный вес простоя при выполнении ТОиР, доработок и бюллетеней на 1 списочное ВС в годовом фонде времени - 27,3%.

Годовой налет часов на парке самолетов Ил-96 - 18724 летных часа.

Годовой налет на 1 списочный самолет - 3121 ч, на исправный самолет - 4798 ч. Фактический годовой налет на исправное ВС - 4469 ч.

Таблица 1

Технико-экономические показатели эффективности управления поддержанием летной годности

№ п/п	Наименование показателя	Расчетная формула показателя и единицы измерения	Примечания
1	Наработка ВС на ТО (в налете ВС), единицы транспортной продукции	$T_{ТО} = 0,5 T_{АД}$ (летные часы) /Отправки пасс./ /Пассажиरोоборот/ /Тоннокилометраж/	
2	Наработка ВС на ремонтный цикл, единицы транспортной продукции	$T_P = П \cdot k_1 \cdot k_2$ /Отправки пасс. Пассажирооборот Тоннокилометраж/	$k_1$ - коэффициент условий эксплуатации ВС; $k_2$ - коэффициент восстановления ресурса
3	Наработка ВС на смену авиадвигателей	$T_{АД} = П \cdot k_3$ (летные часы)	$k_3$ - коэффициент, отношение среднего ресурса АД к производительности ВС
4	Средняя наработка ВС на отказ	$T_0 = \sum_{i=1}^n \frac{T_{O_i}}{N}$ (летные часы)	$T_{O_i}$ - наработка на единичный отказ компонентов ВС или интервал времени между последовательными отказами компонентов ВС; $N$ - число отказов за время наблюдения
5	Наработка ВС на отказ	$T_{OC} = \frac{1}{\frac{1}{T_{O1}} + \frac{1}{T_{O2}} + \dots + \frac{1}{T_{On}}}$ (единицы транспортной продукции)	$T_{O1}, T_{O2}, T_{On}$ - наработка на отказ составляющих компонентов ВС
6	Коэффициент технической готовности ВС	$K_z = \frac{T_0}{T_0 + T_B}$ (относительные единицы)	$T_0$ - средняя наработка ВС на отказ оборудования; $T_B$ - продолжительность восстановления работоспособности ВС
7	Время фактической технической готовности ВС к летной эксплуатации	$T_{ЧГ} = T_{КФВ} - T_{РЕМ}$ (летные часы)	$T_{КФВ}$ - календарный фонд времени; $T_{РЕМ}$ - время устранения неисправности на ВС
8	Удельная продолжительность ТОиР ВС	$t_{Hi} = Q^{\text{ЧЭ}i} \cdot \sum \frac{П_{Yi}}{g_{Yi}}$ (летные часы)	$Q^{\text{ЧЭ}i}$ - часовая эталонная производительность ВС, расчетное летное время выполнения авиатранспортной работы; $П_{Yi}$ - продолжительность $i$ -го ТО ( $i$ -го ремонта) ВС; $g_{Yi}$ - наработка ВС до $i$ -го ТО ( $i$ -го ремонта)
9	Средняя стоимость 1 летного часа работы ВС	$C_{Yi} = \frac{C_{ВСi} + Z_{Эi}}{T_i}$ (руб./летные часы)	$C_{ВСi}$ - стоимость $i$ -го воздушного судна; $Z_{Эi}$ - затраты на эксплуатацию $i$ -го ВС; $T_i$ - количество отработанных летных часов $i$ -го ВС
10	Цена 1 летного часа технической готовности ВС	$Ц_{ЛЧi} = \frac{Z_{\text{рем.факт}}}{M_{ЧГ\text{факт}}}$ (руб./летные часы)	$Z_{\text{рем. факт}}$ - фактические затраты на ТО ВС; $M_{ЧГ\text{факт}}$ - фактическая готовность ВС
11	Трудоемкость технического обслуживания и ремонта ВС	$t_{Hi} = Q^{\text{ЧЭ}i} \cdot \sum \frac{T_{Yj}}{g_{Yj}}$ (чел.-ч)	$T_{Yj}$ - трудоемкость $j$ -го ремонта (техобслуживания) для $i$ -го ВС
12	Стоимость 1 ч ремонта ВС	$C_P = \sum \frac{Z}{t_{Hi}}$ (руб./летные часы)	$Z$ - затраты на проведение всех видов ремонтов ВС за рассматриваемый период времени

Процент исправности ВС - 69,9 %. Количество исправных ВС - 4,2.

Количество досрочных съёмов с крыла авиационных двигателей ПС-90А - 18 двигателей в год.

Удельный вес двигателей, не дорабатывающих до гарантийной наработки, - 50 %.

Расходы на поддержание двигателей в исправном состоянии - 10,63 млн долл.

Расходы на содержание и техническое обслуживание в структуре себестоимости 1 летного часа - 2183,6 долл., из всей себестоимости летного часа - 8306,2 долл., или 26,3%. Структура сравнительной себестоимости летного часа самолетов Ил-96 и Boeing B-767 приведена в табл. 2.

Выполнено одинарное количество рейсов - 2506. Перевозки пассажиров - 413,3 тыс. чел. Пассажирооборот - 2575,5 млн пкм. Грузооборот - 300,5 млн ткм. Перевозки грузов - 10156,1 т. Процент занятости кресел - 70,5 %. Процент коммерческой загрузки - 56,2 %. Сравнение технико-экономических показателей воздушных судов Ил-96 и Boeing B-767 приведено в табл. 3.

Недостатки самолета Ил-96, влияющие на структуру себестоимости летного часа, очевидны. Разница между максимальным взлетным весом Ил-96 и Boeing B-767, составляющая 30% (на основе этого показателя рас-

считываются аэропортовые и аэронавигационные сборы), оказывается далеко не в пользу отечественного самолета. Часовой расход топлива у Boeing B-767 на 38% ниже, чем у Ил-96. При этом налет на списочный самолет у Boeing B-767 на 69% больше, чем у Ил-96. У Boeing B-767 на 27% выше показатель исправности и на 30% меньше состав летного экипажа.

По итогам 2005 г. на шести списочных самолетах Ил-96 авиакомпанией было выполнено 13,1% всего объема перевозок в тоннокилометрах, 12,4% - в пассажирокилометрах, 6,2% от общего пассажиропотока в количестве перевезенных пассажиров. По расчетам авиакомпании "Аэрофлот" в условиях 2005 г. годовую программу работ Ил-96 можно было бы выполнить четырьмя самолетами Boeing-767 и добиться улучшения финансового результата от эксплуатационной деятельности на 33 млн долл. за счет экономии затрат, зависящих только от летно-технических характеристик самолетов.

Таким образом, на основе предложенных показателей возможен сравнительный анализ эффективности системы ПЛГ различных типов ВС, а также выполненного объема авиатранспортной работы предприятия гражданской авиации.

Таблица 2

Структура себестоимости летного часа Ил-96 и Boeing 767

Расходы, долл.	Ил-96	Boeing 767
На владение (амортизация/лизинг)	156,1	1455,1
На содержание и техническое обслуживание ВС	2183,6	1405,2
На авиаГСМ	4165,9	2625,0
На экипаж	737,7	644,5
На обслуживание в аэропорту	388,2	324,4
На аэронавигацию	674,7	592,8
Итого	8306,2	7047,0

Таблица 3

Сравнение технико-экономических показателей воздушных судов Ил-96 и Boeing B-767

Максимальная взлетная масса, т	250	187
Максимальная пассажироместимость (конструктивная), чел.	300	290
Предельная коммерческая загрузка ВС (эксплуатационная), т	33,6	31,6
Фактическая дальность, км	6643	7945
Фактический расход топлива, кг/ч	7977	4979
Налет в год на 1 списочное ВС, ч	3067	5168
Процент исправности, %	63,9	91,2
Состав летного экипажа (с учетом усиленных и проверяющих), чел.	4,6	3,2
Часть календарного фонда времени на выполнение ТОиР на 1 ВС (неиспользование ВС в эксплуатации, т.е. для выполнения рейсов)	2689	750

<sup>1</sup> *Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М.* Основы теории технической эксплуатации летательных аппаратов / МГТУ ГА. М., 2015. 579 с.

<sup>2</sup> Air Safety Support International Limited 2004. International (ASSI) Issue Overseas Territories Aviation Requirements. URL: [www.airsafety.aero](http://www.airsafety.aero).

<sup>3</sup> *Ногин В.Д.* Введение в оптимальное управление : учеб.-метод. пособие. СПб. : ЮТАС, 2008. 92 с.

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> *Фридлянт А.А.* Экономика авиатранспортного рынка, текущие тенденции, проблемы и возможности. URL: AEX\_RU\_ (дата обращения 16.06.2015).

<sup>6</sup> Экономика гражданской авиации : учеб. пособие / под общ. ред. Н.И. Степановой ; МГТУ ГА. М., 2014. 130 с.

<sup>7</sup> *Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М.* Указ. соч.

<sup>8</sup> *Писаренко В.Н.* Развитие и современное состояние отрасли : электрон. учеб.-метод. комплекс. Самара : Изд-во СГАУ, 2015. 272 с.

<sup>9</sup> *Чинючин Ю.М., Полякова И.Ф.* Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники / МГТУ ГА. М., 2004. 81 с.

<sup>10</sup> *Маркова В.Д.* Внутрифирменное планирование. СПб. : Высш. шк. экономики, 2015. 63 с.

<sup>11</sup> Экономика ...

<sup>12</sup> *Маркова В.Д.* Указ. соч.

<sup>13</sup> Там же.

<sup>14</sup> Экономика...

<sup>15</sup> См.: *Фридлянт А.А.* Указ. соч.; Экономика ...

<sup>16</sup> *Чинючин Ю.М., Полякова И.Ф.* Указ. соч.

<sup>17</sup> Сравнение эксплуатационной экономики Ил-96-300 и Boeing 767-300 на опыте "Аэрофлота" (дата обращения: 01.08.2006). URL: [www.ato.ru](http://www.ato.ru).

*Поступила в редакцию 07.10.2015 г.*