

УДК 629.7.081

*Қаныбекова Ә. - магистрант 2 - курса АО «Академия гражданской авиации»***КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ****ӘУЕ КЕМЕЛЕРІН ТЕХНИКАЛЫҚ ПАЙДАЛАНУ ПРОЦЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУДЫҢ КЕШЕНДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ****INTEGRATED TECHNOLOGY FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE PROCESS OF TECHNICAL OPERATION OF AIRCRAFT**

Аннотация. Статья посвящена решению важнейшей проблемы науки и техники обеспечение эффективности эксплуатации воздушных судов (ВС) гражданской авиации (ГА) на основе интенсификации их применения при опережающем росте конечных итогов по сравнению с ростом расходов требует постоянных усилий специалистов авиапредприятий по выявлению и оптимальному применению резервов производства. Важное место в решении данной задачи принадлежит подразделениям, занятым технической эксплуатацией ВС. Конечными итогами их работы считается своевременное и абсолютное обеспечение необходимостей авиапредприятий в исправных ВС, повышение безопасности и регулярности полётов при наименьших затратах времени, средств и труда на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) ВС. Снижение этих затрат является важной задачей науки и производства, потому что они составляют заметную часть эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: эффективность процесса технической эксплуатации воздушных судов, исправность парка воздушных судов, комплексная технология, маршрутная технология, маршрутная карта повышения эффективности процесса технической эксплуатации воздушных судов.

Аңдатпа. Мақала ғылым мен техниканың маңызды мәселелерін шешуге арналған, Азаматтық авиацияның (АА) әуе кемелерін (ӘК) пайдалану тиімділігін оларды қолдануды қарқындату негізінде шығыстардың өсуімен салыстырғанда түпкілікті қорытындылардың озыңқы өсуі кезінде қамтамасыз ету өндіріс резервтерін анықтау және оңтайлы қолдану бойынша авиакәсіпорындар мамандарының тұрақты күш-жігерін талап етеді. Бұл міндетті шешуде ӘК-ні техникалық пайдаланумен айналысатын бөлімшелерге маңызды орын беріледі. Олардың жұмысының түпкілікті қорытындылары жарамды ӘК-де авиакәсіпорындардың қажеттілігін уақтылы және абсолютті қамтамасыз ету, ӘК-ге техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге (Тқкж) ең аз уақыт, қаражат және еңбек шығындары кезінде ұшу қауіпсіздігі мен тұрақтылығын арттыру болып саналады. Бұл шығындарды азайту ғылым мен өндірістің маңызды міндеті болып табылады, өйткені олар пайдалану шығындарының маңызды бөлігін құрайды.

Түйін сөздер: әуе кемелерін техникалық пайдалану процесінің тиімділігі, әуе кемелері паркінің жарамдылығы, кешенді технология, маршруттық технология, әуе кемелерін техникалық пайдалану процесінің тиімділігін арттырудың маршруттық картасы.

Annotation. The article is devoted to the solution of the most important problem of science and technology ensuring the efficiency of the operation of civil aviation aircraft on the basis of the intensification of their use with the outstripping growth of final results in comparison with the

growth of costs requires constant efforts of airline specialists to identify and optimize the use of production reserves. An important place in solving this problem belongs to the units engaged in the technical operation of the aircraft. The final results of their work are considered to be timely and absolute provision of the needs of airlines in serviceable aircraft, improving the safety and regularity of flights at the lowest cost of time, money and labor for maintenance and repair (MRO) of aircraft. Reducing these costs is an important task of science and production, because they make up a significant part of operating costs.

Keywords: efficiency of the process of technical operation of aircraft, serviceability of the aircraft fleet, integrated technology, route technology, route map of improving the efficiency of the process of technical operation of aircraft.

Введение. Процесс технической эксплуатации (ПТЭ) ВС – последовательная во времени смена состояний эксплуатации в соответствии с принятой стратегией. К состояниям эксплуатации относятся: использование по назначению, различные виды ТОиР, перевозка, хранение, ожидание поступления в любое из этих состояний и др.

Эффективность ПТЭ ВС – наиболее общее, определяющее свойство любой целенаправленной деятельности, которое раскрывается через категорию цели, объективно выражается степенью достижения цели с учетом затрат ресурсов и времени.

Показатель эффективности ПТЭ ВС – количественная характеристика одного или же нескольких качеств эффективности ПТЭ ВС.

Управление ПТЭ ВС – выработка и осуществление целенаправленных управляющих воздействий на процессы (объект) ПЭ ЛА, нацеленных на сохранение соответствия ЛА действующим требованиям.

Объектом управления по эффективности считается ПТЭ парка однотипных ВС соответствующего уровня: отрасли, региона, предприятия. Условия управления эффективностью ПТЭ ВС реализуются сквозь поставленные входные управляющих воздействий и выходных параметров, а также предназначение методов управления эффективностью ПТЭ ВС (рис. 1).

Входными управляющими воздействиями при управлении эффективностью ПТЭ ВС считаются внутренние резервы времени, труда и средств, применяемые для улучшения производства с целью увеличения его производительности.

Выходными параметрами считаются характеристики безопасности и регулярности полётов, безотказности авиационной техники, интенсивности применения, экономичности процесса их технической эксплуатации.

Связь входных управляющих воздействий и выходных характеристик устанавливается моделью ПТЭ ВС и аналитическими зависимостями показателей эффективности от уменьшения числа отказов, простоев самолётов, трудовых и материальных расходов на ТОиР.

Целевой подход к управлению эффективностью ПТЭ ВС позволяет расчленить генеральную цель системы технической эксплуатации ВС на ряд подцелей методом построения многоуровневой структуры целей. При управлении эффективностью на каждом уровне применяется свой локальный аспект, не противоречащий глобальному (общему) критерию и соответствующий целям задач, решаемых на верхнем уровне. Важным в целевом подходе является то, что при формировании целей управления на низших уровнях уже предусматривается генеральная цель в виде подцели собственного уровня.

Управление эффективностью ПТЭ ВС учитывает эффективное и планомерное использование всех технических, финансовых, организационных и социальных возможностей для достижения целей системы технической эксплуатации ВС [5, 6].

Ключевой целью системы технической эксплуатации ВС считается абсолютное и своевременное удовлетворение потребностей в исправных самолётах, обеспечение их безотказности и интенсивности применения по назначению при наименьших затратах времени, труда и средств на ТОиР.

Для достижения главной цели системы технической эксплуатации самолётов нужно обеспечить осуществление совокупности взаимосвязанных основных целей, определяющих области и целевую направленность работы предприятий и их подразделений по увеличению эффективности ПТЭ ВС.

Степень достижения главной цели управления ПТЭ ВС характеризуется системой показателей эффективности, включающей показатели: □

- безотказности авиационной техники и безопасности полётов ВС; □
- регулярности отправления ВС в рейсы; □
- эффективности использования ВС по времени; □
- экономичности ПТЭ ВС [7].

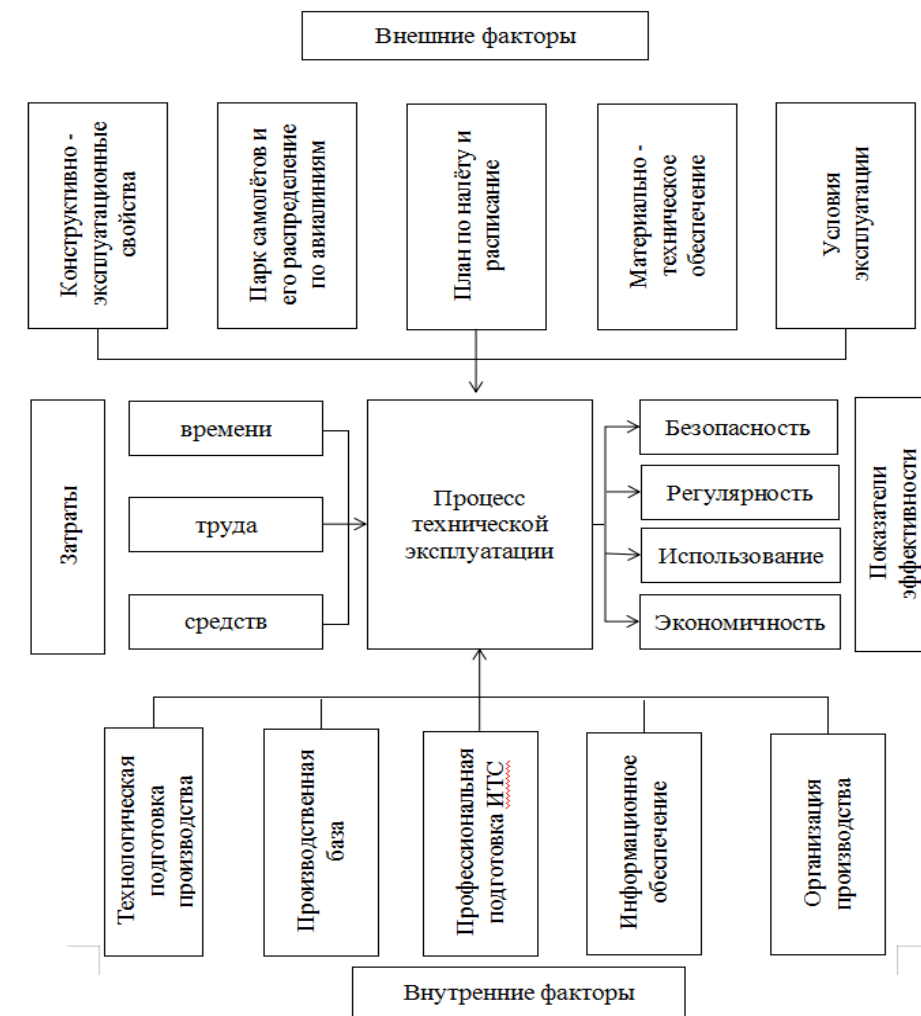


Рис. 1. Управляемый по эффективности ПТЭ ВС
 Fig. 1. Managed according to aircraft technical operation process efficiency

В процессе ПТЭ ВС ГА производится разнообразный комплекс мероприятий по поддержанию лётной годности, связанных с их ТОиР, подготовкой к полётам. Комплекс

мероприятий ТОиР ВС условно подразделяется на две группы: плановые профилактические работы, связанные с предупреждением отказов и повреждений, основной целью которых является поддержание работоспособного состояния; работы по обнаружению и уничтожению неожиданных отказов и повреждений, нацеленные на восстановление работоспособного состояния АТ [8].

Между данными группами работ на практике могут существовать всевозможные соотношения в зависимости от принятых критериев оптимальности и стратегий проведения профилактики [1]. Но в условиях современного мирового рынка ПТЭ ВС кроме обеспечения данного уровня безопасности и регулярности полётов обязан быть финансовым выгодным в отношении расходов времени, труда и средств с целью поддержания парка ВС в исправном состоянии. Решение данного вопроса может быть достигнуто методом управления деятельностью авиапредприятий по увеличению производительности ПТЭ ВС.

Эффективность ПТЭ ВС считается результатом работы авиапредприятия по поддержанию требуемого значения безопасности полётов, регулярности полётов, интенсивности применения парка ВС, его исправности и экономичности эксплуатации [9].

Основные положения. В процессе эксплуатации появляются отказы авиационной техники (АТ), приводящие к задержкам или же отменам рейсов, заменам ВС, авиационным событиям (инцидентам) и простоям ВС по причине неисправности. Всё это и многое другое ведёт к увеличению времени пребывания парка в неисправном состоянии.

Анализ предоставленной информации и распределение её по системам ВС дают возможность квалифицировать не только наиболее уязвимые системы, но и составляющие ВС, нередко вызывающие ситуации Aircraft on ground (AOG).

AOG-ситуация – это ситуация, когда по техническим основаниям ВС не имеет возможность эксплуатироваться и при этом не располагается на плановом ТОиР. Встречаются такие ситуации, как AOG-дефект, AOG поставка компонентов, AOG ВС. Эти ситуации ведут к запозданиям, сбоям в графике и, как следствие, убыткам авиакомпаний, а сверхплановые простои ВС, как правило, связаны с большими затратами. Для восстановления ВС нередко важна замена определённого компонента или же детали. Данный компонент обязан быть доставлен как можно быстрее, и в следствие этого в логистике такая ситуация также рассматривается как AOG.

На базе проведённого анализа массива эксплуатационных сведений, взаимосвязей характеристик эксплуатационной технологичности и с учётом аналитических практик эксплуатантов в качестве целевого показателя производительности ПТЭ принят показатель безотказности K_{1000} , представляющий собой численность отказов АТ на 1000 часов налёта.

По итогам анализа статистической информации, данной одной из российских авиакомпаний, эксплуатирующих самолёт RRJ-95, обусловлена и выбрана система оценки ценностей ранжирования и формирования порядка проведения мероприятий по сокращению показателя K_{1000} и постоянно возникающих AOG ситуаций по компонентам.

Поскольку мы имеем дело с новым ВС, находящимся в эксплуатации всего 6 лет, и, учитывая то, что уровень исправности парка напрямую влияет на эффективность ПТЭ, особенно важно создать комплексную технологию повышения эффективности ПТЭ.

Комплексная технология повышения эффективности ПТЭ даёт собой совокупность технологий, нацеленных на увеличения уровня исправности парка ВС с учётом влияющих факторов.

Предоставленная комплексная технология включает в себя маршрутную технологию увеличения эффективности ПТЭ, которая учитывает выполнение комплекса

мероприятий с сокращённым их описанием в маршрутной карте и указанием выходов и входов на каждом этапе.

Каждый этап, прописанный в маршрутной карте (рис. 2), даёт собой один из ведущих факторов, влияющих на исправность парка ВС. Влиять на любой из этих факторов можно за счёт определённых входных управляющих воздействий, свойственных для каждого фактора. Выходными параметрами, являющимися итогом реализации управляющих воздействий, станут показатели безотказности АТ, безопасности полётов, регулярности вылетов, интенсивности применения, экономичности ПТЭ, т. е. характеристики эффективности ПТЭ, по которым и определяется уровень достижения главной цели.

Суть комплексной технологии увеличения эффективности ПТЭ ВС состоит в организации и учёте совместной деятельности разработчика, изготовителя и эксплуатанта ВС, направленной на увеличения уровня исправности парка. Следует отметить, что ряд факторов, таких как «Надёжность ВС», «Технология» и «Материалы», находятся в совместной ответственности разработчика, изготовителя и эксплуатанта ВС, а ряд факторов, таких как «Персонал» и «Оборудование», находятся в зоне ответственности только эксплуатанта, осуществляющего ТОиР ВС.

Маршрутная карта учитывает влияние на уровень исправности парка ВС не только за счёт конструктивных доработок и качества сборки, влияющих на надёжность ВС, но и за счёт: рационального планирования работ, высококачественной обработки поступающих запросов в Центр поддержки заказчиков (ЦПЗ), исправления ошибок в технической документации, присутствия необходимого количества квалифицированного инженерно-технического персонала (ИТП), своевременного удовлетворения потребности и необходимого количества средств наземного обслуживания (СНО) и оборудования, нормирования времени нахождения ВС в ангаре и расширения номенклатуры подпитывающего склада и его наполненность необходимым количеством партийных номеров изделий во избежание простоя ВС при ожидании запасных частей. Эти факторы присутствуют во взаимодействии друг с другом, изменение одного из факторов имеет возможность повлечь изменения других, и не всегда в позитивную сторону, поэтому важно комплексно рассматривать их воздействие на эффективность ПТЭ ВС.

Данная технология позволит не только увеличить исправность парка, но и принимать во внимание экономическую составляющую ПТЭ ВС.

Эффективность ПТЭ ВС – это сложное всеохватывающее свойство, характеризующее работу авиапредприятия по обслуживанию самолётов. Оно делится на ряд отдельных качеств, называемых «критериями эффективности» [4, 10]. Каждому аспекту соответствуют определённые показатели эффективности ПТЭ ВС.

Под показателями эффективности ПТЭ ВС [7] понимается количественная характеристика свойств, определяющих его способность обеспечить выполнение стоящих перед авиационным предприятием задач. Взаимосвязь критериев и показателей эффективности содержит следующий вид. □

Безопасность полётов:

- количество отказов на 1000 часов налёта K_{1000} . □

Регулярность вылетов:

- коэффициент регулярности вылетов $P_{100\text{ТП}}$. □

Использование самолётов:

- коэффициент использования самолётов по назначению $K_{И}$;
- коэффициент использования самолётов в рейсах $K_{ИР}$;
- коэффициент возможного использования самолётов в рейсах $K_{Вир}$. □

Исправность парка самолётов:

- удельные суммарные простои на ТОиР $K_{П}$;;
- коэффициент исправности $K_{ИСПР}$;. □
- Экономичность ТОиР:
- удельная суммарная трудоёмкость ТОиР $K_{Т}$;;

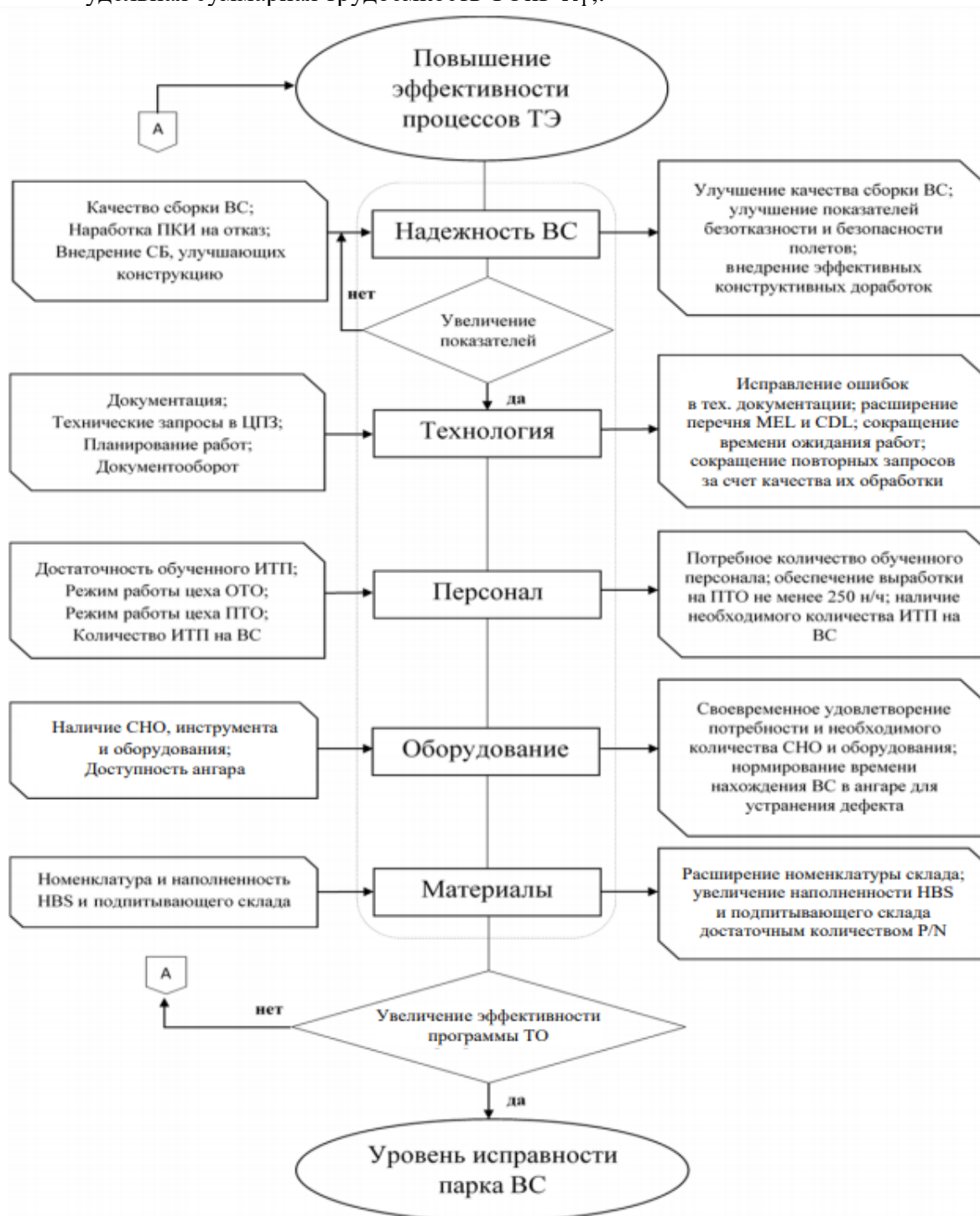


Рис. 2. Маршрутная карта повышения эффективности ПТЭ ВС

Fig. 2. Road sheet of improvement of the process of aircraft technical operation efficiency

В общем виде влияние данных критериев на эффективность ПТЭ представим как зависимость

$$K_{\text{ЭФ.ПТЭ}}=f(K_{1000}; P_{100\text{ТП}}; K_{\text{ИСП}}; K_{\text{ИСПР}}; K_{\text{ЭКОНОМ.ТОИР}}). \quad (1)$$

В качестве целевого выбран критерий эффективности ПТЭ – исправность парка $K_{\text{ИСПР}}$, зависимость которого в соответствии с маршрутной картой содержит вид

$$K_{\text{ИСПР}}=f(K_{1000}; P_{\text{Технолог}}; P_{\text{Персонал}}; P_{\text{Оборуд}}; P_{\text{Матер}}). \quad (2)$$

Целевым показателем исправности парка избран показатель K_{1000} , для которого анализ статистических данных, скопленных при эксплуатации парка самолётов RRJ-95 в авиапредприятии, позволил обнаружить надлежащую зависимость $K_{1000}(K_{\text{ИСПР}})$. Как видим из графика (рис. 3), зависимость носит линейный характер.

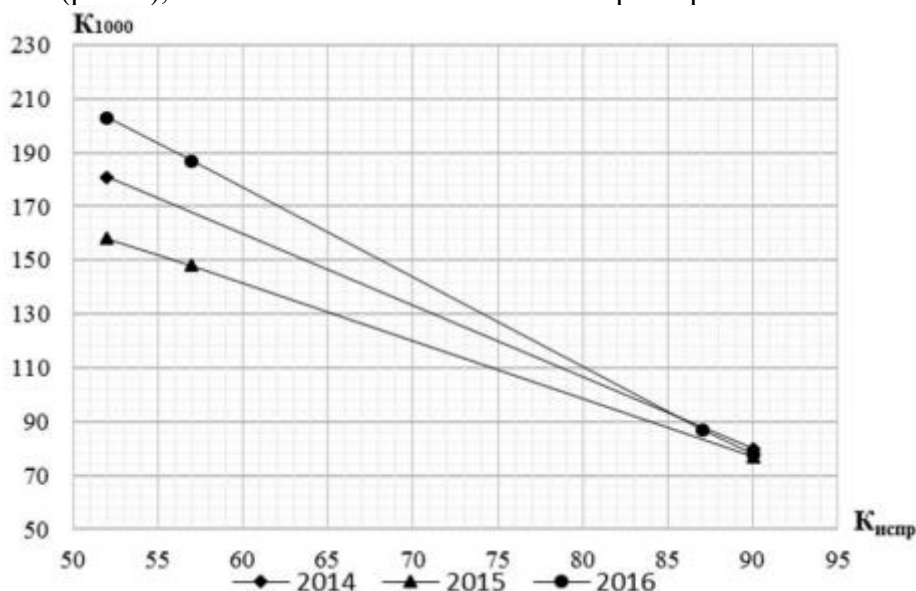


Рис. 3. График зависимости коэффициента K_{1000} от коэффициента $K_{\text{ИСПР}}$.

Fig. 3. The graph of dependence of coefficient K_{1000} to $K_{\text{ИСПР}}$.

Совершенствование каждого из показателей, входящих в зависимость (2), ведёт к улучшению показателя K_{1000} , что в свою очередь приводит к увеличению исправности парка. В результате применения разработанной комплексной технологии по повышению уровня исправности парка ко всем системам ВС диапазон показателя K_{1000} достигнет 110–126 при увеличении значения исправности парка до 75 %, собственно, что считается наименьшим целевым показателем [10].

Заключение. В данной статье обусловлена необходимость в разработке комплексной технологии увеличения эффективности процесса технической эксплуатации путём управляющих воздействий с целью повышения уровня исправности парка ВС.

Разработана маршрутная карта комплексной технологии с сокращённым описанием комплекса мероприятий по направлениям взаимодействия и указанием входов и выходов на каждом этапе.

Показаны преимущества применения комплексной технологии на примере улучшения одного из целевых показателей эффективности процесса технической эксплуатации воздушных судов – K_{1000} .

Данная технология позволит не только повысить исправность парка, но и принимать во внимание экономическую составляющую процесса технической эксплуатации воздушных судов.

Для организации общей работы и взаимодействия разработчика, изготовителя и эксплуатанта ВС по увеличению эффективности ПТЭ ВС, в том числе уровня исправности

парка ВС, целесообразно использовать предложенную комплексную технологию увеличения эффективности ПТЭ ВС.

Список использованной литературы

1. Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники гражданской авиации. НТЭРАТ ГА-93. Приказ ДВТ 20.06.94 № ДВ. М.: ДВТ, 1994. 318 с.
2. Надежность и эффективность в технике: справочник в 10 т. Т. 3. Эффективность технических систем / под ред. В.С. Авдеевского (предисл.) и др. М.: Машиностроение, 1988. 328 с.
3. Ицкович А.А., Файнбург И.А. Управление процессами технической эксплуатации летательных аппаратов. Ч. 1. Системный анализ процессов технической эксплуатации летательных аппаратов: учеб. Пособие. М.: МГТУ ГА, 2012. 84 с.
4. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. М.: Транспорт, 1987. 272 с.
5. Далецкий С.В. Формирование эксплуатационно-технических характеристик воздушных судов гражданской авиации. М.: Воздушный транспорт, 2005. 417 с.
6. Далецкий С.В., Деркач О.Я., Петров А.Н. Эффективность технической эксплуатации самолетов гражданской авиации. М.: Воздушный транспорт, 2002. 211 с.
7. Ицкович А.А., Файнбург И.А. Показатели эффективности процессов поддержания летной годности воздушных судов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2012. № 178. С. 21–26.
8. Алексанян А.Р. Маршрутная технология поэтапного формирования процедур поддержания летной годности воздушных судов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2012. № 178 (4). С. 78–84.
9. Ицкович А.А. Повышение эффективности технической эксплуатации самолетов. М.: ЦНТИ ГА, 1982. 46 с.
10. Макаровский И.М. Основы технической эксплуатации и диагностики авиационной техники: учеб. пособие. Самара: СГАУ, 2004. 115 с.