

УДК 629.735.017.85

МЕТОД ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЦЕДУР ПОДДЕРЖАНИЯ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

А.Р. АЛЕКСАНЯН, А.А. ИЦКОВИЧ, И.А. ФАЙНБУРГ

Приведены результаты исследований по разработке метода интегрированной логистической поддержки (ИЛП) формирования процедур поддержания летной годности (ПЛГ) воздушных судов (ВС), включающего анализ, структуризацию, алгоритмизацию, функциональное и имитационное формирование процедур, сетевое планирование и оперативное управление процедурами.

Ключевые слова: метод ИЛП процедуры ПЛГ ВС, комплексная технология формирования процедур, анализ, структуризация и алгоритмизация, функциональное и имитационное формирование процедур, сетевое планирование и оперативное управление процедурами.

В международных, федеральных, межотраслевых, отраслевых и региональных нормативных документах содержатся требования к процедурам ПЛГ ВС, процедурам системы менеджмента качества, процедурам сертификации авиационной техники (АТ) и организаций по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) АТ. В авиакомпаниях и организациях по ТОиР АТ разрабатываются документы авиапредприятий по процедурам ПЛГ ВС.

Однако единый научно-методический подход к формированию процедур ПЛГ ВС в нормативных документах до настоящего времени не разработан. Отсутствуют установленные понятия, термины, определения, алгоритмы, модели процедур ПЛГ ВС и методические рекомендации по их формированию. Не проводилось исследований по разработке методов формирования процедур ПЛГ ВС.

Сокращение затрат на поддержку жизненного цикла (ЖЦ) изделия является одной из целей внедрения концепции и стратегии CALS (Continuous Acquisition and Life-cycle Support) – идеологии создания единой информационной среды для процессов проектирования, производства, испытаний, поставки и эксплуатации продукции. Комплекс управленческих процессов и процедур, направленных на сокращение затрат на постпроизводственных стадиях ЖЦ, объединяется понятием ИЛП – интегрированной логистической поддержки (Integrated Logistic Support), основанной на применении CALS-технологий [6].

Согласно ГОСТ Р 53394 – 2009 «ИЛП промышленных изделий – совокупность видов инженерной деятельности, реализуемых посредством управленческих, инженерных и информационных технологий, ориентированных на обеспечение высокого уровня готовности изделий (в том числе показателей, определяющих готовность – безотказности, долговечности, ремонтпригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности и др.), при одновременном снижении затрат, связанных с их эксплуатацией и обслуживанием».

ГосНИИ ГА создана информационно-аналитическая система мониторинга лётной годности ВС, представляющая собой совокупность нормативно-технической базы, аппаратно-программных средств и алгоритмов обработки информационных потоков, связанных с ЖЦ ВС и его компонентов, обеспечивающих непрерывный контроль и анализ летной годности ВС в рамках единого информационного пространства государственного контроля разработки, производства, поставки и эксплуатации АТ (ГОСТ Р 54080-2010).

В работе [5] приведены результаты исследований по разработке системы ИЛП управления процессами ПЛГ ВС.

В связи с этим возникает необходимость в создании метода ИЛП формирования процедур ПЛГ ВС на основе современных информационных технологий (ИТ).

Метод ИЛП формирования процедур ПЛГ ВС реализует системный, многофакторный и комплексный методологический подход, обеспечивающий с использованием ИТ прямые контакты разработчика/производителя с заказчиком/потребителем по формированию процедур ПЛГ ВС в период от разработки проекта ВС до завершения его эксплуатации, включая ТОиР.

Полноценное использование ИТ требует консолидации усилий самостоятельных участников процесса, которые образуют логистические цепочки.

Метод ИЛП формирования процедур ПЛГ ВС представляет собой совокупность способов формирования условных алгоритмов формирования процедур ПЛГ ВС, функционального и имитационного формирования процедур ПЛГ ВС, сетевого планирования и оперативного управления процедурами ПЛГ ВС.

Метод ИЛП формирования процедур ПЛГ ВС содержит постановку и последовательное решение на основе применения ИТ следующих задач (рисунок):

- 1) анализа и структуризации процедур ПЛГ ВС;
- 2) алгоритмизации процедур ПЛГ ВС;
- 3) статистического мониторинга показателей эффективности процедур ПЛГ ВС;
- 4) разработки комплексной технологии формирования процедур ПЛГ ВС:
 - маршрутной технологии поэтапного формирования процедур ПЛГ ВС;
 - технологии функционального формирования процедур ПЛГ ВС;
 - технологии имитационного формирования процедур ПЛГ ВС;
 - сетевого планирования и оперативного управления (СП и ОУ) процедурами ПЛГ ВС при ТЭ.

Проведен анализ основных аспектов проблемы ПЛГ ВС: требований международных, федеральных, межотраслевых, отраслевых и региональных нормативных документов, документов авиакомпаний и организаций по ТОиР, документов по процедурам ПЛГ ВС, опыта эксплуатации воздушных судов в Российских авиакомпаниях. Результат проведенных исследований позволил выявить отсутствие единого научно-методического подхода к формированию процедур ПЛГ ВС, установленных понятий, терминов, определений, алгоритмов и моделей процедур ПЛГ ВС.

Выявлена иерархическая структура процедур ПЛГ ВС и выполнены структуризация и классификация процедур по основным признакам: по назначению (организационные, технологические процедуры); по объёмам работ (постоянный, переменный объём работы); по планированию работ (планируемые, непланируемые работы); другие виды процедур (материально-техническое обеспечение, сертификация экземпляра ВС, управление надёжностью и режимами ПЛГ ВС, управление качеством и эффективностью процедур ПЛГ ВС).

Разработаны технология алгоритмизации процедур ПЛГ ВС и условные алгоритмы реализации процедур ПЛГ ВС, обеспечивающие принятие решений с учетом условий эксплуатации ВС, в частности состояния производственной базы авиапредприятий [2].

Разработана комплексная технология формирования процедур ПЛГ ВС, включающая маршрутную технологию поэтапного формирования процедур ПЛГ ВС, технологию функционального формирования процедур ПЛГ ВС, технологию имитационного формирования процедур ПЛГ ВС, технологию СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС.

Метод ИЛП формирования процедур ПЛГ ВС *включает следующие этапы:*

- функциональное формирование процедур ПЛГ ВС, которое содержит разработку функциональных моделей с применением ИТ моделирования IDEF0, отражающих организационно-техническую структуру и качественные характеристики формируемых процедур ПЛГ ВС [3];
- имитационное формирование процедур ПЛГ ВС, которое включает разработку математической модели процедур ПЛГ ВС как замкнутой системы массового обслуживания (СМО) на основе применения ИТ Arena-12, отражающей количественную оценку вероятностно-статистических характеристик функциональных моделей [4];

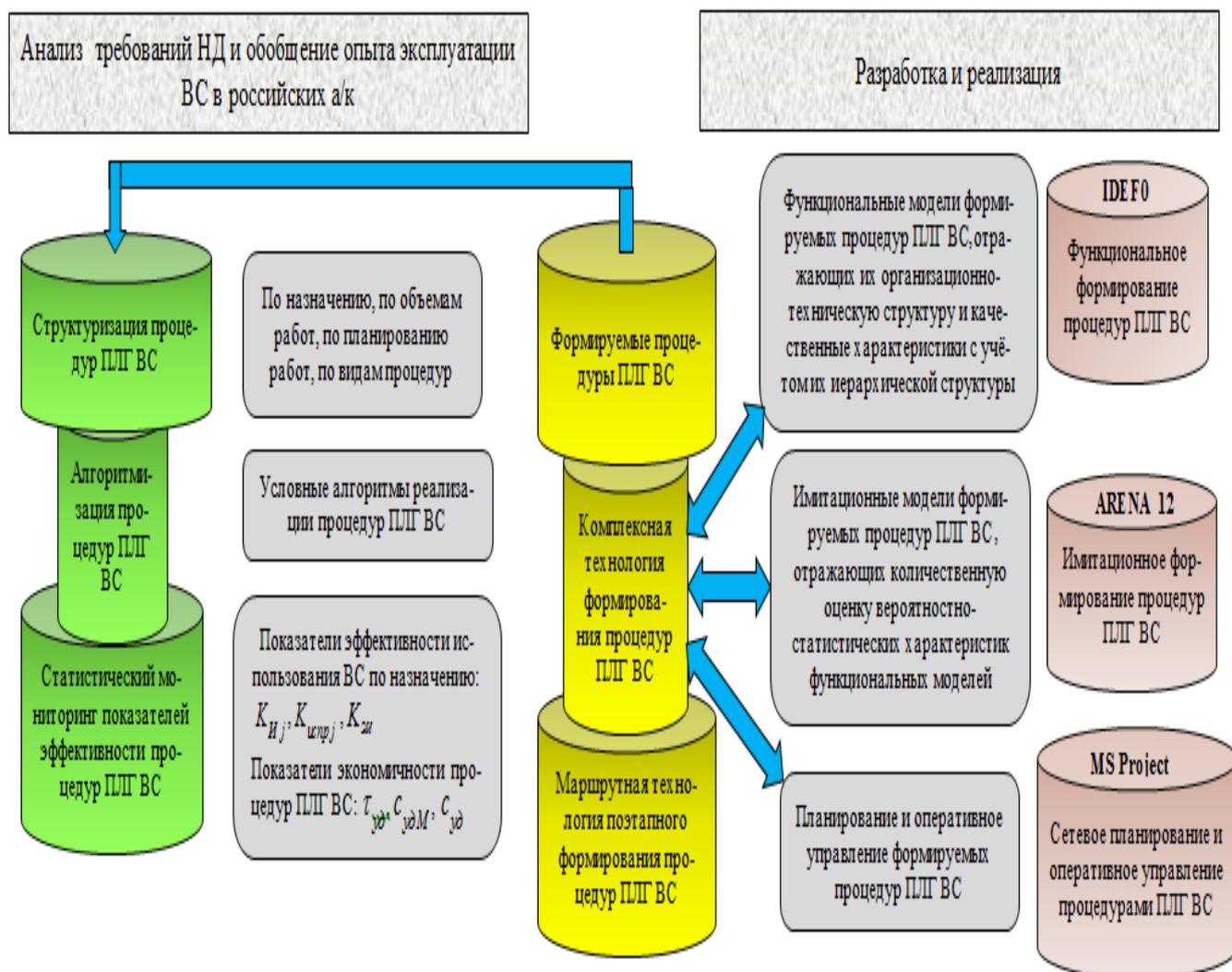


Рисунок. Интегрированная логистическая поддержка формирования процедур ПЛГ ВС:

$K_{Иj}$ - коэффициент использования на j -м уровне управления; $K_{испрj}$ - коэффициент исправности на j -м уровне управления; $K_{эфj}$ - коэффициент эффективности использования на j -м уровне управления; $\tau_{уд}$ - удельные трудовые затраты на ПЛГ ВС; $c_{удM}$ - удельные материальные затраты на ПЛГ ВС; $c_{уд}$ - удельная себестоимость работ по поддержанию летной годности ВС

- СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС путём применения сетевых моделей с помощью автоматизированной технологии, реализованной в программном продукте Microsoft Project, что позволило более чётко выявить взаимосвязи этапов реализации процедур, а также определить наиболее оптимальный порядок выполнения этих этапов в целях сокращения сроков выполнения всего комплекса работ [1].

Выполнена разработка и реализация функциональных моделей процедур ПЛГ ВС при ТЭ, отражающих организационно-техническую структуру и качественные характеристики с применением программного продукта IDEF0.

Описание IDEF0 модели построено в виде иерархической пирамиды, в вершине которой представлено самое общее описание системы, а основание представляет собой множество более детальных описаний.

Функциональная модель древовидной структуры, отражающая иерархическое построение системы, содержит следующие элементы: *перечень узлов; дерево узлов; контекстную диаграмму; декомпозиции.*

Отображение иерархической структуры модели в форме *перечня узлов*, которая представляет информацию о входящих в модель узлах, показано на примере фрагмента функциональной модели процедуры ПЛГ ВС «Выполнение регламентных работ»:

A0 - формировать процедуры ПЛГ ВС;

A1 - выполнить регламентные работы;

A11 - осуществить планирование регламентного обслуживания;

A111 - принять и оценить техническое и ресурсное состояние ВС;

A112 - проверить наличие и соответствие программы ТОиР и НТД;

A113 - ввести пункты регламента в АСУ учёта ресурсного состояния, осуществить перспективное планирование выполнения работ, сверить НТД;

A114 - выполнить анализ возможности проведения регламентных работ в условиях авиакомпании;

A12 - подготовить производство и выполнить регламентные работы в авиакомпании;

A121 - составить перечни запасных частей, расходных материалов, оборудования и инструмента;

A122 - обеспечить необходимыми запасными частями, расходными материалами, оборудованием и инструментом;

A123 - обеспечить необходимой нормативно-технической документацией, сертифицированным персоналом, другими ресурсами;

A124 - подготовить карты-наряды на выполнение регламентных работ;

A125 - выполнить регламентные работы в авиакомпании;

A126 - осуществить контроль качества выполненных работ и оформить рабочую документацию;

A127 - принять карты-наряды, внести информацию в АСУ ресурсного состояния ВС, информировать о готовности самолёта, оформить формуляр ВС и двигателей;

A13 - выполнить регламентное обслуживание в условиях сервисного центра;

A131 - осуществить запрос, согласование и утверждение выполнения регламентных работ в условиях сервисного центра.

Для количественного описания процедур ПЛГ ВС используются имитационные модели, описывающие процессы в функциональных блоках IDEF0 модели, учитывающие продолжительность, трудоёмкость, стоимость выполнения операций и их вероятностно-статистические характеристики.

Выполнено имитационное моделирование процедур ПЛГ ВС как замкнутой СМО на примере процедуры «Выполнение регламентных работ».

Разработана технология имитационного моделирования процедур ПЛГ ВС при ТЭ на основе применения программного продукта Arena-12.

Для определения критерия принятия решений и обеспечения заданной достоверности результатов имитационного моделирования процедур ПЛГ ВС минимальное число реализаций случайной величины определяется по числу реализаций наиболее редкого события.

Выполнены СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС.

Определены оценки средних характеристик СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС:

- ранний срок (ожидаемый момент) свершения *i*-го события;
- поздний срок свершения *i*-го события;
- резерв времени события;
- полный резерв времени работы.

Для интервальной оценки характеристик СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС используются значения продолжительности выполнения работ при минимальной (оптимистической) оценке, максимальной (пессимистической) оценке и дисперсия.

Сформированы исходные данные, построена сетевая модель, в которой моделируется совокупность взаимосвязанных работ и событий, отображающих процесс достижения поставленной цели, найден критический путь. Применение метода СП и ОУ при организации сложных комплексов работ возможно только при условии непрерывного контроля плана и оперативного управления с помощью автоматизированной технологии.

Применение ИТ Microsoft Project для решения задач СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС при ТЭ даёт возможность реализации процедуры в режиме реального времени.

В качестве основного средства представления данных о процедуре «Выполнения регламентных работ» используется линейная диаграмма (диаграмма Ганта). Длительность задач, находящихся на критическом пути, проанализирована по методу PERT.

Таким образом, разработан метод ИЛП формирования процедур ПЛГ ВС, включающий анализ и структуризацию процедур ПЛГ ВС, статистический мониторинг показателей эффективности процедур ПЛГ ВС, алгоритмизацию процедур ПЛГ ВС, разработку комплексной технологии формирования процедур ПЛГ ВС, функциональное и имитационное формирование процедур ПЛГ ВС, СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС, направленные на повышение их эффективности путём сокращения простоев и снижения затрат на ПЛГ ВС с учётом заданного уровня безопасности полётов.

Реализация метода ИЛП формирования процедур ПЛГ ВС предоставляет авиапредприятиям разработчика/производителя и заказчика/потребителя широкие возможности для получения конкурентных преимуществ в ПЛГ ВС на стадиях жизненного цикла ВС и позволяет существенно повысить эффективность деятельности, определяемую как способность авиапредприятия рационально и качественно решать задачи, связанные: с разработкой эксплуатационно-ремонтной и нормативно-методической документации по ПЛГ ВС в системе управления безопасностью полетов; с разработкой процессной документации в системе менеджмента качества; с разработкой доказательной документации для сертификации организаций по ТООР АТ и экземпляра ВС; с разработкой и корректировкой программ ПЛГ ВС; с оценкой эффективности процедур ПЛГ ВС; с освоением ТЭ новых типов ВС и отработки вопросов в целях оптимизации и уменьшения затрат в процессах планирования и оперативного управления процедурами ПЛГ ВС и их стоимостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексанян А.Р. Планирование процедур ПЛГ ВС с применением информационных технологий сетевого планирования // Научный Вестник МГТУ ГА. - 2011. - № 173 (11). - С. 65-69.
2. Алексанян А.Р. Формирование процедур ПЛГ ВС // Научный Вестник МГТУ ГА. - 2011. - № 173 (11). - С. 52-60.
3. Алексанян А.Р., Ицкович А.А., Файнбург И.А. Мониторинг процессов ПЛГ ВС на основе применения методов моделирования IDEF0 // Научный Вестник МГТУ ГА. - 2010. - № 162(12). - С. 51-58.
4. Алексанян А.Р., Киселев Д.Ю., Файнбург И.А. Формирование процедур выполнения регламентных работ с применением информационных технологий имитационного моделирования // Научный Вестник МГТУ ГА. - 2011. - № 173(11). - С. 98-108.
5. Ицкович А.А., Файнбург И.А. Интегрированная логистическая поддержка управления процессами ПЛГ ВС // Статья в данном Вестнике.
6. Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.В., Чубарова Е.В. Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения. - М.: Издательский дом «ИнформБюро», 2006.

THE METHOD OF INTEGRATED LOGISTICS SUPPORT WHEN FORMING PROCEDURES FOR MAINTENANCE OF AIRCRAFT AIRWORTHINESS

Aleksanyan A.R., Itskovich A.A., Faynburg I.A.

The results of research to develop a method of integrated logistics support when forming procedures for maintaining airworthiness of aircraft, which involves analysis, structuring, algorithmization, functional and simulation formation of procedures, network planning and operational procedures control are given.

Key words: method of integrated logistics support of procedures of maintenance of airworthiness of aircraft, a complex technology of forming procedures, analysis, structuring and algorithmization, functional and simulation formation of procedures, network planning and operational control of procedures.

Сведения об авторах

Алексанян Армен Размикевич, 1976 г.р., окончил МАИ (2007), кандидат технических наук, инженер отдела мониторинга летной годности воздушных судов и оценки аутентичности Информационно-аналитического центра ФГУП ГосНИИ ГА, автор 15 научных работ, область научных интересов - поддержание лётной годности воздушных судов.

Ицкович Александр Абрамович, 1934 г.р., окончил УАИ (1957), профессор, доктор технических наук, профессор кафедры технической эксплуатации летательных аппаратов и авиадвигателей МГТУ ГА, автор более 280 научных работ, область научных интересов - эксплуатационная надежность и эффективность эксплуатации авиационной техники, управление процессами технической эксплуатации и поддержания летной годности летательных аппаратов, интегрированная логистическая поддержка.

Файнбург Инна Александровна, окончила МИИВТ (1989), кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации летательных аппаратов и авиадвигателей МГТУ ГА, автор более 60 научных работ, область научных интересов – управление процессами технической эксплуатации и поддержания летной годности летательных аппаратов, интегрированная логистическая поддержка.