

УДК 629.735.017.86

ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕДУРАМИ ПОДДЕРЖАНИЯ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

А.Р. АЛЕКСАНИАН, А.А. ИЦКОВИЧ, И.А. ФАЙНБУРГ, С.В. КОВАЛЬ

Приведены результаты исследований по разработке технологий интегрированной логистической поддержки (ИЛП) управления процедурами поддержания летной годности (ПЛГ) воздушных судов (ВС), включающей маршрутную технологию, технологии алгоритмизации, функционального и имитационного управления, сетевого планирования и оперативного управления (СП и ОУ) процедурами ПЛГ ВС.

Ключевые слова: интегрированная логистическая поддержка, управление процедурами, поддержание летной годности, воздушные суда, технологии, анализ, структурирование, классификация, алгоритмизация.

Тенденции развития гражданской авиации (ГА) характеризуются повышением требований к летной годности ВС.

Проблема ПЛГ ВС поднималась в работах В.С. Шапкина, М.С. Громова, И.Г. Кирпичева, А.А. Кулешова, С.В. Далецкого, Г.Н. Гипича, Б.В. Зубкова, Н.Н. Смирнова, Ю.М. Чинючина, А.Н. Петрова, В.М. Рухлинского, авторов настоящей статьи и других ученых. В этих работах рассматривались различные аспекты указанной проблемы, в том числе методологические основы управления процессами ПЛГ ВС.

Основные положения по разработке требований к плановому техническому обслуживанию самолетов содержатся в документе MSG-3. Этот документ определяет состав работ: что нужно делать, для того чтобы ВС использовалось по назначению и поддерживалась его летная годность в процессе эксплуатации. В настоящей статье решаются вопросы не только типа что делать, но и когда делать.

Документ MSG 3 параметр «когда» определяет только для небольшого количества работ, имеющих существенное влияние на безопасность полетов. Все остальные работы, в зависимости от организации и технологий, применяемых на авиапредприятии, могут варьировать периодичность работ. Состав определяется, а периодичность варьируется. Поэтому для каждого эксплуатанта на один и тот же тип ВС может быть разная программа технического обслуживания и ремонта (ТОиР). К программе ТОиР прилагается технология, которая, в свою очередь, составляется отдельно для каждой работы.

Наша задача заключается в организации выполнения этих работ в комплексе, наиболее эффективным способом, учитывая, какие методы организации использует эксплуатант: поэтапный, блочный, зонный, а также какие технологии применяет эксплуатант: визуальный контроль (это одна периодичность), рентген-контроль состояния целостности конструкции (это другая периодичность). Эти обстоятельства подтверждают актуальность научной задачи: увязать все это в комплексе с помощью разработки технологий ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС с целью повышения их эффективности путем сокращения простоев и снижения затрат на ПЛГ ВС при заданном уровне безотказности авиационной техники (АТ) [1].

В документах ИКАО, МАК, УПЛГ ВС, ОАО «Аэрофлот-РАЛ» содержатся требования к процедурам ПЛГ ВС, технической эксплуатации (ТЭ), ТОиР ВС и получила широкое распространение терминология по процедурам: процедуры ПЛГ ВС, процедуры управления процессами ПЛГ, процедуры ТОиР, процедуры сертификации, процедуры системы менеджмента качества. Однако в

нормативных документах и опубликованных работах логистические аспекты проблемы управления процедурами ПЛГ ВС практически не нашли отражения.

В связи с этим в настоящей статье рассматриваются результаты исследований авторов по разработке технологий ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС.

Сокращение затрат на поддержку жизненного цикла (ЖЦ) изделия является одной из целей внедрения концепции и стратегии CALS-технологий – идеологии создания единой информационной среды для процессов проектирования, производства, испытаний, поставки и эксплуатации продукции [2].

В области информационных технологий (ИТ) в ГосНИИ ГА разработана и успешно развивается информационно-аналитическая система мониторинга летной годности ВС (ИАС МЛГ 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 55256-2012), обобщенными результатами которой являются количественные показатели ее базы данных, содержащие сведения об авиакомпаниях, их ВС, ЖЦ компонентов ВС, об аутентичности компонентов.

Процедура поддержания летной годности, в соответствии с документами УПЛГ ВС, представляет собой обязательные положения и указания о порядке действий и правилах выполнения работ по ПЛГ ВС, излагаемые в руководящих и технологических документах по ТЭ, ТОиР АТ. При этом рассматриваются следующие виды процедур: организационные процедуры, устанавливающие порядок и правила взаимодействия подразделений и/или лиц авиационного персонала; и технологические процедуры, устанавливающие технологию выполнения различных видов работ инженерно-техническим персоналом при ТОиР АТ.

В статье приняты следующие термины и определения.

Комплексная технология ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС – совокупность взаимосвязанных технологий управления процедурами ПЛГ ВС: алгоритмизации процедур, функционального и имитационного управления процедурами, СП и ОУ процедурами на основе применения информационных технологий (ИТ).

Маршрутная технология ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС – последовательное выполнение взаимосвязанных операций ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС с сокращенным их описанием в маршрутной карте и указанием входов и выходов на каждом этапе.

Технология ИЛП алгоритмизации процедур ПЛГ ВС – разработка условных алгоритмов реализации процедур ПЛГ ВС при ТЭ.

Технология ИЛП функционального управления процедурами ПЛГ ВС – разработка и реализация функциональных моделей процедур ПЛГ ВС, отражающих организационно-техническую структуру и качественные характеристики.

Технология ИЛП имитационного управления процедурами ПЛГ ВС – разработка и реализация имитационных моделей процедур ПЛГ ВС, отражающих количественную оценку их вероятностно-статистических характеристик.

Технология ИЛП СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС – разработка и реализация совокупности расчетных методов, организационных и контрольных мероприятий по планированию и оперативному управлению процедурами ПЛГ ВС с помощью сетевого графика (сетевой модели) или ее автоматизированной технологии.

Основные задачи выполненных исследований по разработке комплексной технологии ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС:

1. анализ, структурирование и классификация процедур ПЛГ ВС;
2. разработка технологий ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС:
 - маршрутной технологии ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС;
 - технологии алгоритмизации процедур ПЛГ ВС;
 - технологии функционального управления процедурами ПЛГ ВС;
 - технологии имитационного управления процедурами ПЛГ ВС;
 - технологии СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС.

С использованием результатов анализа требований международных и национальных нормативных документов к процедурам ПЛГ ВС и обобщения опыта ПЛГ ВС отечественного и иностранного производства выполнены структурирование процедур ПЛГ ВС и их классификация по следующим признакам: по назначению (организационные, технологические процедуры); по объемам работ (постоянный, переменный объем работы); по планированию работ (планируемые, непланируемые работы); по видам процедур (материально-техническое обеспечение, сертификация экземпляра ВС, управление надежностью и режимами ПЛГ ВС, управление качеством и эффективностью процедур ПЛГ ВС) [3]. Варьирование содержащихся в этой классификации видов процедур и является объектом технологий ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС.

Нормативная база разработки технологий ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС содержит: принципы формирования, цели формирования, объект формирования, орган формирования, задачи формирования, информационные технологии, типовые и управленческие решения.

Разработана маршрутная технология последовательного выполнения взаимосвязанных операций ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС (рис. 1) [4].

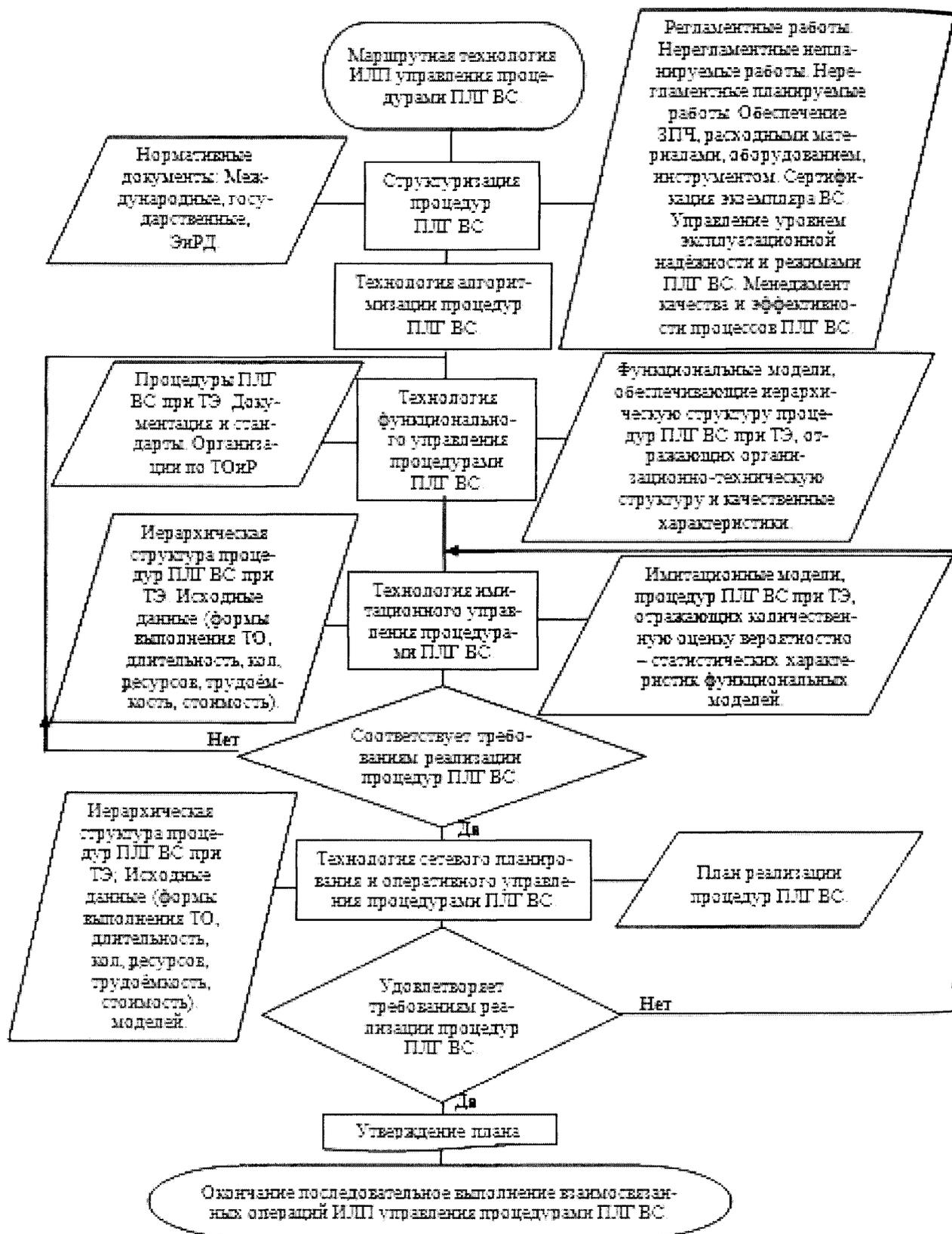


Рис. 1. Маршрутная технология ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС

Выполнен статистический мониторинг показателей эффективности процедур ПЛГ ВС при ТЭ на основе эксплуатационных наблюдений за показателями эффективности процедур с целью объективной оценки, моделирования и прогнозирования показателей эффективности процедур ПЛГ ВС при ТЭ и принятия адекватных управленческих решений по ПЛГ ВС при ТЭ [1].

Технология ИЛП функционального управления процедурами ПЛГ ВС предусматривает применение программного продукта BPWin и предназначена для описания организационно-технической структуры и качественных характеристик процедур ПЛГ ВС. Описание IDEF0 модели построено в виде иерархической пирамиды, в вершине которой представлено самое общее описание системы, а основание представляет собой множество более детальных описаний [5].

После описания системы в целом произведено разбиение сложного процесса на составляющие функции (декомпозиция), диаграмма декомпозиции представлена на рис. 2. Процесс декомпозиции описан до уровня детализации, необходимого для достижения целей задачи.

Технология ИЛП имитационного управления процедурами ПЛГ ВС предусматривает применение программного продукта Арена – 12 и предназначена для количественного описания процедур ПЛГ ВС. Используются имитационные модели, описывающие процессы в функциональных блоках IDEF0 модели, учитывающие продолжительность, трудоемкость, стоимость выполнения операций и их вероятностно-статистические характеристики [6]. Имитационное формирование процедур ПЛГ ВС выполнено на примере процедуры «Выполнение регламентных работ» для парка самолетов типа А-320 с применением модели замкнутой системы массового обслуживания (рис. 3). Так как в программном продукте Арена – 12 используется английский язык, на рисунке представлен также перевод с английского на русский.

Результаты имитационного моделирования: средняя продолжительность пребывания ВС в системе или время простоя – 2,01 суток; среднее число ВС в очереди и проходящие регламентные работы – 4; средняя продолжительность пребывания ВС в очереди – 0,66 суток; соответственно, среднее время обслуживания – 1,36 суток.

Разработана технология ИЛП СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС, предусматривающая применение программного продукта Microsoft Project и предназначенная для организации сложных комплексов работ при условии непрерывного контроля плана и оперативного управления с помощью автоматизированной технологии в режиме реального времени [7].

В качестве основных групп данных можно выделить следующие: описание работ процедуры, описание взаимосвязи работ, распределение ресурсов по работам процедуры, календарное расписание основных видов ресурсов.

В качестве основного средства представления данных о процедуре рассмотрим фрагмент линейной диаграммы (диаграмма Ганта) для операции «Выполнение регламентных работ» одной из процедур ПЛГ ВС, представленный на рис. 4. Из диаграммы Ганта можно получить визуальное представление о последовательности задач, их относительной длительности и длительности процедуры в целом.

В качестве базовой методики вычисления главных показателей графика процедуры используем хорошо зарекомендовавший себя метод критического пути, который является основой метода СП и ОУ.

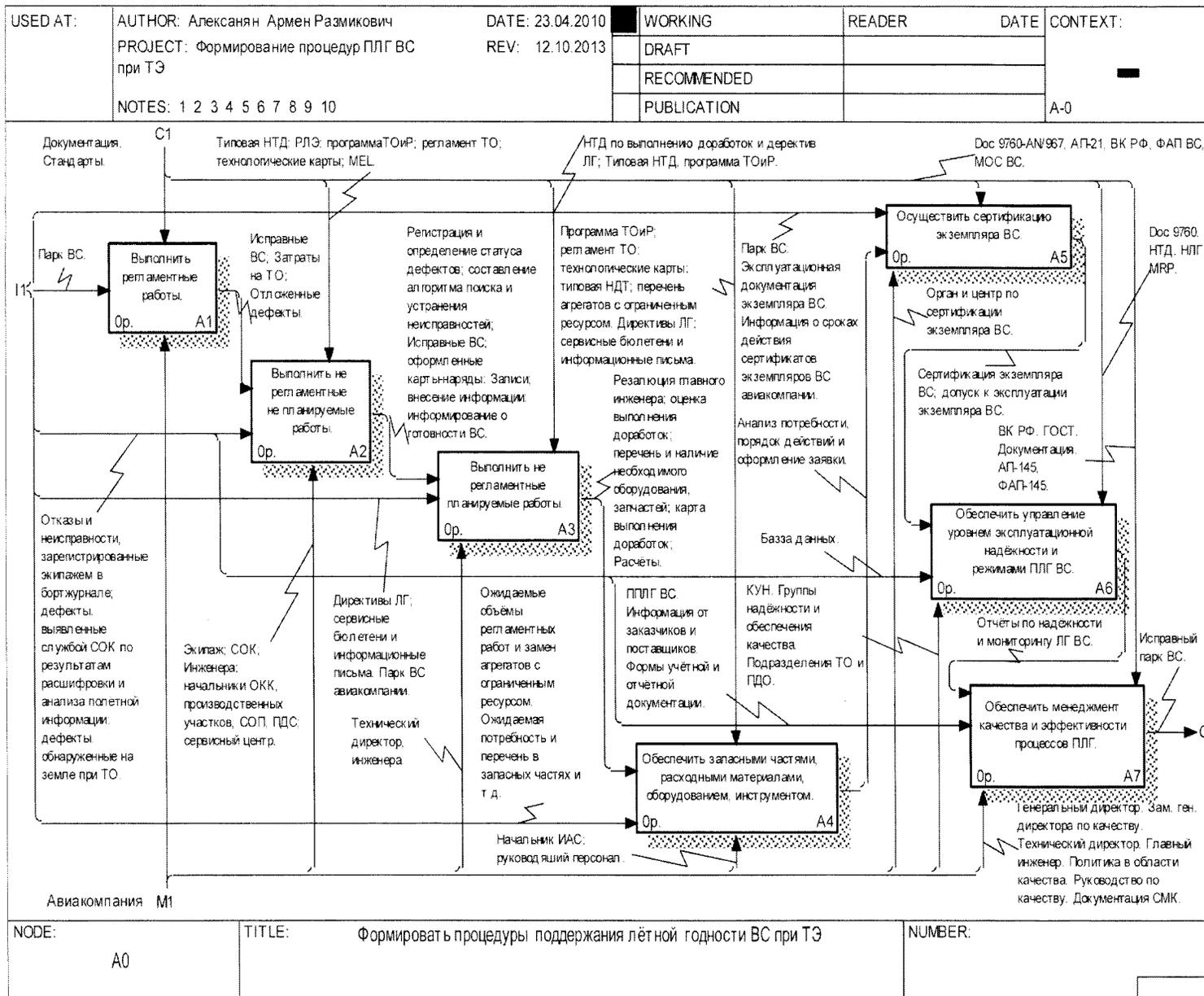


Рис. 2. Декомпозиция контекстной диаграммы блока А0 функциональной модели управления процедурами ПЛГ ВС

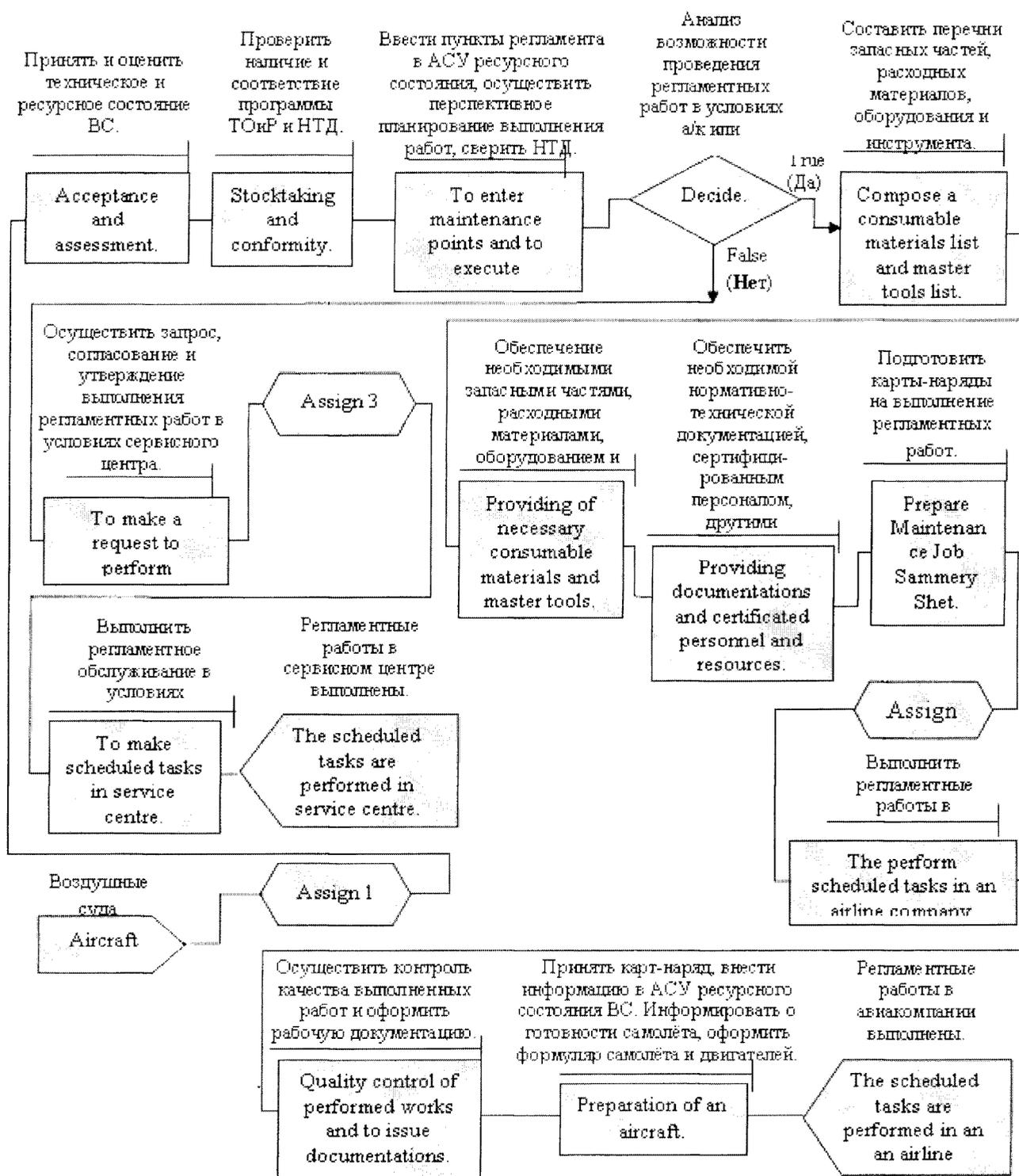


Рис. 3. Имитационная модель процедуры ПЛГ ВС «Выполнение регламентных работ»

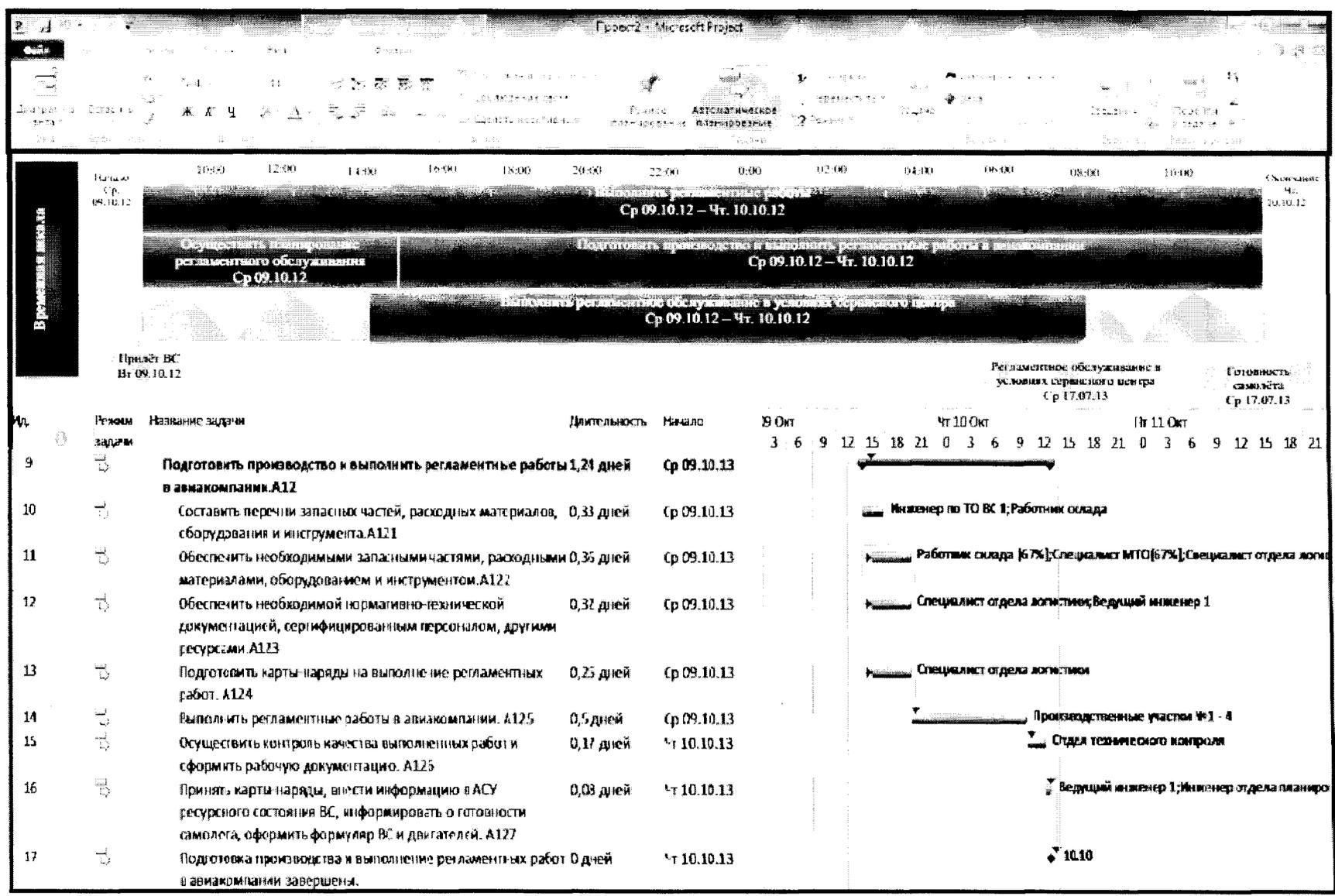


Рис. 4. Диаграмма Ганта СП и ОУ процедуры ПЛГ ВС «Выполнение регламентных работ»

Длительность работ процедуры, находящихся на критическом пути, проанализирована по методу PERT, суть которого заключается в использовании трех сценариев: пессимистичного (с максимально возможными длительностями работ), оптимистичного (с минимально возможными длительностями) и ожидаемого сценария, наиболее реального.

Таким образом, применение комплексной технологии ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС, включающей анализ, структуризацию и классификацию процедур ПЛГ ВС, статистический мониторинг показателей эффективности процедур ПЛГ ВС, технологии ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС, направлено на повышение эффективности процедур ПЛГ ВС за счет сокращения простоев и затрат на ПЛГ ВС при заданном уровне безотказности АТ.

Реализация технологий ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС обеспечивает получение конкурентных преимуществ при ПЛГ ВС на стадиях жизненного цикла ВС и позволяет существенно повысить эффективность деятельности авиапредприятий при решении задач: разработки эксплуатационно-ремонтной и нормативно-методической документации по ПЛГ ВС в системе управления безопасностью полетов; разработки процессной документации в Системе менеджмента качества; разработки доказательной документации для сертификации Организаций по ТООР и экземпляра ВС; разработки и корректировки программ ПЛГ ВС; оценки эффективности процедур ПЛГ ВС; освоения ТЭ новых типов ВС; планирования и оперативного управления процедурами ПЛГ ВС в целях сокращения простоев ВС и затрат на ПЛГ ВС при заданном уровне безотказности АТ. Предложенные технологии ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС могут также найти применение в ГосНИИ ГА при дальнейшем развитии ИАС МЛГ ВС.

Применение стандартных программных продуктов BPWin – для функционального моделирования, Арена – 12 – для имитационного моделирования и Microsoft Project – для СП и ОУ процедурами ПЛГ ВС создает благоприятные условия для применения предложенных технологий ИЛП управления процедурами ПЛГ ВС на предприятиях и в организациях ГА и в учебном процессе при эксплуатационной подготовке магистров в МГТУ ГА по направлениям 163300 и 25.04.01 [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ицкович А.А., Файнбург И.А., Алексанян А.А.** Статистический мониторинг надёжности компонентов ВС // Научный вестник МГТУ ГА. – 2010. – № 160 (10). – С. 25–33.
2. **Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.В., Чубарова Е.В.** Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения. – М.: ООО Издательский дом «ИнформБюро», 2006.
3. **Алексанян А.Р.** Формирование процедур поддержания летной годности воздушных судов // Научный вестник МГТУ ГА. – 2011. – № 173 (11). – С. 52–60.
4. **Алексанян А.Р.** Маршрутная технология поэтапного формирования процедур поддержания летной годности ВС // Научный вестник МГТУ ГА. – 2012. – № 178 (4). – С. 78–84.
5. **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.
6. **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.
7. **Алексанян А.Р.** Планирование процедур ПЛГ ВС с применением информационных технологий сетевого планирования // Научный вестник МГТУ ГА. – 2011. – № 173 (11). – С. 65–69.
8. **Ицкович А.А., Алексанян А.Р., Файнбург И.А.** Управление системами и процессами эксплуатации авиационной техники: Пособие по выполнению практических занятий «Функциональное моделирование систем и процессов эксплуатации авиационной техники». – М.: МГТУ ГА, 2014.

THE TECHNOLOGY OF INTEGRATED LOGISTICS SUPPORT WHEN FORMING OF PROCEDURES OF CONTINUING AIRWORTHINESS OF AIRCRAFT

Aleksanyan A.R., Itskovich A.A., Faynburg I.A., Koval S.V.

The results of research to develop a technology of integrated logistics support when forming of procedures of continuing airworthiness of aircraft, which involves routing technology, technology of algorithmization, functional and simulation formation procedures, network planning and operational control procedures.

Keywords: integrated logistics support, control of procedures, continuing airworthiness, aircraft, technology, analysis, structuring, classification, algorithmization.

Сведения об авторах

Алексанян Армен Размирович, 1976 г.р., окончил: магистратуру МАИ (2007), аспирантуру МГТУ ГА (2011), 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 летной годности воздушных судов.

Ицкович Александр Абрамович, 1934 г.р., окончил с отличием УАИ (1957), профессор, доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая эксплуатация 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 с отличием МИИВТ (1989), кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и авиадвигателей» МГТУ ГА, автор более 60 научных работ, область научных интересов – управление процессами технической эксплуатации и поддержания летной годности летательных аппаратов.

Коваль Сергей Васильевич, 1958 г.р., окончил ВВИА им. Н.Е. Жуковского (1990), заместитель начальника отдела «Информационно-аналитического центра» ФГУП ГосНИИ ГА, автор 13 научных работ, область научных интересов – мониторинг летной годности ВС и оценка аутентичности АиКИ.