

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

---

Кафедра технической эксплуатации летательных аппаратов  
и авиационных двигателей

А.А. Ицкович, И.А. Файнбург, Г.Д. Файнбург

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

**Учебно-методическое пособие**  
по изучению дисциплины  
и выполнению контрольной работы

*для студентов IV курса  
направления 25.03.01  
заочной формы обучения*

Москва  
ИД Академии Жуковского  
2018

УДК 656.7(07)  
ББК 052-082  
И96

Рецензент:

*Найда В.А.* – канд. техн. наук, доц.

**Ицкович А.А.**

И96      Эффективность процессов технической эксплуатации летательных аппаратов [Текст] : учебно-методическое пособие по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы / А.А. Ицкович, И.А. Файнбург, Г.Д. Файнбург. – М. : ИД Академии Жуковского, 2018. – 40 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины «Эффективность процессов технической эксплуатации ЛА» для студентов IV курса направления 25.03.01 заочной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 27.02.2018 г. и методического совета 14.03.2018 г.

**УДК 656.7(07)**  
**ББК 052-082**

*В авторской редакции*

Подписано в печать 13.09.2018 г.

Формат 60x84/16 Печ. л. 2,5 Усл. печ. л. 2,325

Заказ № 301/0514-УМП05 Тираж 50 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского

125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А

Тел.: (495) 973-45-68

E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический  
университет гражданской авиации, 2018

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. Цель освоения дисциплины

Получение студентами необходимых знаний, научных и теоретических основ технической эксплуатации летательных аппаратов (ЛА), а также практических навыков и умений в решении задач анализа эффективности процесса эксплуатации, выбора стратегий и режимов технического обслуживания, поддержания летной годности ЛА и обеспечения технической эффективности их использования.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Эффективность процессов технической эксплуатации ЛА» направлен на формирование у студентов общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК) производственно-технологической деятельности:

ОПК-3. Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

ОПК-6. Готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии.

ПК-15. Способность решения вопросов обеспечения качества технического обслуживания и ремонта авиационной техники для поддержания и сохранения летной годности воздушных судов.

ПК-17. Способность участвовать в проведении комплекса планово-предупредительных работ по обеспечению исправности, работоспособности и готовности объектов авиационной техники к эффективному использованию по назначению.

ПК-25. Способность к проведению работ и мероприятий по поддержанию летной годности воздушных судов и обеспечению эффективности процессов их технической эксплуатации.

В результате изучения дисциплины «Эффективность процессов технической эксплуатации ЛА» студент должен:

*По компетенции ОПК-3:*

знать:

- физическую и научную сущность проблемы обеспечения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА;

- основы вероятностно-статистических методов решения задач обеспечения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА;

уметь:

- структурировать проблемы обеспечения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА;

- осуществлять постановку задач повышения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА;

владеть:

- навыками обоснования актуальности проблемы повышения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

*По компетенции ОПК-6:*

знать:

- источники данных эксплуатационных наблюдений для анализа эффективности процессов технической эксплуатации ЛА;

- методы статистической оценки, анализа и прогнозирования характеристик процессов технической эксплуатации ЛА;

уметь:

- использовать данные эксплуатационных наблюдений для анализа эффективности процессов технической эксплуатации ЛА;

- применять современные методы статистической оценки, анализа и прогнозирования характеристик процессов технической эксплуатации ЛА;

владеть:

- навыками формирования исходных данных для анализа эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

*По компетенции ПК-15:*

знать:

- характеристики процессов технической эксплуатации ЛА для поддержания летной годности ЛА;

- методы обеспечения эффективности процессов технической эксплуатации авиационной техники для поддержания летной годности ЛА;

уметь:

- выполнять анализ характеристик процессов технической эксплуатации авиационной техники ЛА для поддержания летной годности ЛА;

владеть:

- навыками анализа эффективности процессов технической эксплуатации ЛА по показателям безотказности авиационной техники и регулярности полетов ЛА.

*По компетенции ПК-17:*

знать:

- полумарковскую модель процессов ТЭ ЛА;

- систему показателей эффективности процессов ТЭ ЛА;

уметь:

- выполнять оценку показателей эффективности процессов ТЭ ЛА;

- выполнять анализ показателей эффективности процессов ТЭ ЛА;

владеть:

- навыками анализа эффективности процессов ТЭ ЛА по показателям эффективности использования ЛА.

*По компетенции ПК-25:*

знать:

- методы планирования и оперативного управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА;

- информационные технологии оценки, анализа и прогнозирования показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА;

уметь:

- осуществлять планирование и оперативное управление эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА;

- применять информационные технологии оценки, анализа и прогнозирования показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА;

владеть:

- навыками анализа эффективности процессов технической эксплуатации ЛА по показателям их экономичности.

### **1.3. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата**

Дисциплина «Эффективность процессов технической эксплуатации ЛА» относится к основным дисциплинам по выбору, модуль 1, «Инженерно-авиационное обеспечение полетов» образовательной программы (далее - ОП) направления подготовки 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, квалификации: бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными дисциплинами ОП бакалавриата: «Высшая математика», «Информатика и информационные технологии», «Моделирование систем и процессов», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Динамика и прочность авиационных конструкций», «Основы теории надежности»; в частности, студент должен:

знать:

- основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики, способы построения математических моделей простейших систем и процессов в технике;

- физическую сущность явлений, процессов и эффектов, лежащих в основе устройства и функционирования объектов авиационной техники;

- методы решения задач идентификации и оптимизации;

- основы конструкции и прочности авиационных конструкций;

- количественные характеристики надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий; законы распределения, методы статистической оценки надежности изделий в эксплуатации;

уметь:

- проводить конкретные расчеты, используя методы математического анализа и других разделов высшей математики;

- практически работать на персональном компьютере, используя системные и прикладные программные средства;

владеть:

- навыками составления алгоритмов решаемых прикладных задач и осуществлять их реализацию на персональном компьютере;
- навыками расчетов характеристик надежности, определять точность и достоверность статистических оценок надежности;
- навыками оценивания основных эксплуатационно-технических свойств ЛА;
- навыками обоснования требований и мероприятий по совершенствованию программ технической эксплуатации и повышению эффективности использования летательного аппарата;
- основными приемами обработки экспериментальных данных;
- математической символикой для выражения количественных и качественных соотношений объектов.

#### **1.4. Общие требования к контрольной работе**

Выполнение контрольной работы (КР) «Анализ эффективности процессов технической эксплуатации ЛА» является этапом изучения дисциплины «Эффективность процессов технической эксплуатации летательных аппаратов» и предусматривает практическое освоение методов анализа эффективности процессов технической эксплуатации процессов (ТЭ) летательных аппаратов (ЛА) по показателям безотказности, безопасности, регулярности полетов, использования по времени и экономичности.

При оформлении КР необходимо соблюдать определенные требования. Изложение материалов КР должно быть конкретным и четким. Заимствованные цитаты, таблицы и другие материалы должны иметь ссылку на источник. В тексте необходимо соблюдать единую техническую терминологию, принятую в учебных пособиях и стандартах.

Оформление материала, изложенного в КР, производится в соответствии со Стандартами «Единой системы конструкторской документации»: ГОСТ 2.105-95. «Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ 2.106-96 «Текстовые документы». Титульный лист КР должен быть в соответствии с требованиями настоящего пособия (Приложение 1). За ним следует «Содержание».

Текст КР должен быть написан разборчиво на одной стороне листа формата А4 (297x210 мм). При наборе КР на компьютере текст набирается шрифтом Times New Roman, размер шрифта – 14 пт., интервал – 1,5. Текст КР должен быть отформатирован по «ширине», отступ первой строки абзаца – 1,25. Числовые значения в формулах объясняются. Окончательный результат приводится с указанием размерности. Таблицы, помещенные в тексте, должны иметь номера и названия. При приведении результатов расчетов в табличной форме даются примеры расчетов с подстановкой исходных данных в расчетные формулы. Рисунки должны иметь номера и подрисуночные подписи. На графиках указывать масштаб и размерность изображаемых величин. На все таблицы и рисунки в тексте должны быть ссылки.

В тексте необходимо выделить заголовки отдельных частей КР, их разделов и подразделов в соответствии с «Содержанием». В конце пояснительной записки приводится литература, используемая при выполнении КР.

При выполнении КР выполняются следующие задания:

- 1) Анализ эффективности процессов ТЭ ЛА по показателям безотказности, безопасности и регулярности полетов.
- 2) Анализ эффективности процессов ТЭ ЛА по показателям использования по времени.
- 3) Анализ эффективности процессов ТЭ ЛА по экономическим показателям.

Пояснительная записка КР должна включать:

- 1) Титульный лист (Приложение 1);
- 2) Содержание;
- 3) Техническое задание (№ варианта задания, формулировка задач, исходные данные);
- 4) Основную часть, которая должна содержать применяемые термины и определения, последовательное изложение материалов по решению задач согласно техническому заданию, а именно: расчеты, построенные графики, пояснения к ним, выводы. Результаты расчетов приводятся в табличной форме, при этом должны быть даны примеры расчетов с подстановкой исходных данных в расчетные формулы;
- 5) Выводы по результатам решения отдельных задач и в целом по КР;
- 6) Список использованной литературы.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. Общие методические указания**

При самостоятельном изучении материала данной дисциплины студент должен работать с литературными источниками, указанными в конце настоящего издания. Для усвоения материала студент должен пользоваться основной и дополнительной литературой. При использовании литературы надо учитывать, что ряд аналогичных вопросов излагается в нескольких источниках, поэтому изучение их может ограничиваться одним из них. Другие источники приведены для получения дополнительных материалов.

Каждый студент должен вести конспект изучаемой литературы. Кроме самостоятельного изучения материала для студентов читаются в университете лекции (8 ч) по вопросам курса, проводятся практические занятия (4 ч).

Материал должен изучаться последовательно, согласно данным методическим указаниям. Изучение теоретического материала следует сопровождать решением задач [2-7].

Студент должен выполнить контрольную работу и пройти по ней собеседование.

Качество изучения материала проверяется умением правильно и полно отвечать на вопросы самопроверки, представленные в конце каждой части и решать задачи, приведенные в пособиях [2-7].

При изучении определенных тем рекомендуется знакомиться с материалами по эксплуатации конкретных типов летательных аппаратов и подбирать соответствующие примеры из личной практической деятельности.

Студент может получить от преподавателя письменную или устную консультацию по интересующим его вопросам данного курса.

## **2.2. Методические указания по изучению разделов дисциплины**

### ***Раздел 1. Основы теории эффективности процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.***

*Тема 1.1.* Предмет и задачи эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

Содержание и значение проблемы обеспечения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА. Содержание и научная основа курса. Связь с другими дисциплинами. Основные предметы исследования, задачи обеспечения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА. Статистическое регулирование процессов технической эксплуатации ЛА. Свойства и модели процессов технической эксплуатации ЛА. Роль стандартизации в повышении эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

*Тема 1.2.* Методологические основы управления эффективностью процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.

Основные понятия, термины и определения. Системы типа «объект» и типа «процесс». Технический процесс как элемент системы преобразований (операнд, операторы, средства преобразований). Классификация процессов эксплуатации. Процесс выработки и реализации решений (проблема, ситуация, проблемная ситуация, операция, стратегия).

Структура процесса технической эксплуатации ЛА. Цели совершенствования и показатели эффективности процессов эксплуатации ЛА. Принципы совершенствования процессов эксплуатации ЛА. Функции и методы совершенствования процессов эксплуатации ЛА. Типовые решения по повышению эффективности процессов эксплуатации ЛА.

*Литература:* [1, 5, 6].

При изучении 1-го раздела студент рассматривает процессы технической эксплуатации как объект управления. Основными задачами управления является разработка методов повышения их эффективности процессов технической эксплуатации при проектировании, производстве и эксплуатации. Обратить внимание на связь учебной дисциплины с системным анализом, теорией эффективности.

Основными предметами изучения и задачами являются:

процессы технической эксплуатации и их математические модели;



система управления эффективностью процессов технической эксплуатации;

методы текущего планирования и оперативного управления процессами технической эксплуатации;

информационное обеспечение системы управления процессами технической эксплуатации.

Обратить внимание на связь процесса технической эксплуатации с процессом изменения технического состояния.

Рассматривая процесс технической эксплуатации как последовательную смену состояний в эксплуатации следует обратить внимание на состав состояний технической эксплуатации. Условия управления процессами технической эксплуатации реализуется через установление входных управляющих воздействий и выходных параметров, назначения методов управления процессами технической эксплуатации. Цели управления определяются с учетом иерархической структуры авиационно-транспортной системы. Показатели эффективности процессов технической эксплуатации характеризуют уровни безопасности и регулярности полетов, интенсивности использования и экономичности процессов.

Вопросы для самопроверки

1. Какую актуальность имеет проблема обеспечения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?

2. В чем заключаются содержание и научная основа дисциплины?

3. Дайте определение процесса технической эксплуатации ЛА.

4. Какую структуру имеет авиационная транспортная система?

5. Охарактеризуйте структуру процесса технической эксплуатации ЛА.

6. Раскройте содержание понятий: система, система типа «объект», система типа «процесс», технический процесс.

7. Раскройте содержание понятий: эффективность, цель, проблема.

8. Что является предметом изучения и какие задачи содержит дисциплина эффективность ПТЭ ЛА?

9. Что относится к физическим объектам эксплуатации?

10. Какие используются математические модели процессов?

11. Какие используются методы обеспечения эффективности?

12. Какие используются средства обеспечения эффективности?

13. С какими задачами связано программное управление, текущее планирование и оперативное управление?

14. Приведите классификацию ПТЭ ЛА.

15. Охарактеризуйте условия управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА.

16. Охарактеризуйте процесс эксплуатации летательных аппаратов как объект управления.

17. Как осуществляется формирование целей и показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?

18. Какие используются принципы управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?

19. Какие используются функции и методы управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?

20. Какие принимаются управленческие решения по повышению эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?

## ***Раздел 2. Построение системы управления эффективностью процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.***

*Тема 2.1.* Основные требования к системе управления процессами технической эксплуатации летательных аппаратов.

Основные задачи и иерархическая структура предприятий воздушного транспорта. Организационная структура предприятий воздушного транспорта. Задачи и организационная структура Организаций по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) ЛА. Функции структурных подразделений Организации по ТОиР. Перспективы развития организационных структур инженерно-авиационной службы воздушного транспорта. Формирование требований к системе управления эффективностью процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.

*Тема 2.2.* Структура системы управления процессами технической эксплуатации летательных аппаратов и специальные функции подсистем.

Структура и задачи системы управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА. Схема управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА. Построение системы управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА. Специальные функции управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА. Функциональные и целевые подсистемы управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА. Условия автоматизации управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА.

*Литература: [1, 3].*

При изучении 2-го раздела обратите внимание на то, что система управления эффективностью должна охватывает все стадии жизненного цикла (проектирование, изготовление, эксплуатация), все этапы эксплуатации (использование по назначению, техническое обслуживание, ремонт), все периоды планирования (перспективное, текущее, оперативное), все уровни организационной структуры системы технической эксплуатации.

Основные задачи и иерархическую структуру инженерно-авиационной службы рассматривать с учетом современных требований к системе государственного управления на отраслевом и региональном уровнях. Задачи и структура Организаций по ТОиР ЛА должны отражать требования международных, государственных и отраслевых нормативных документов. Основные задачи инженерно-авиационного обеспечения полетов в

соответствии с требованиями отраслевых нормативных документов. Обратить особое внимание на роль Центров ТОиР ЛА в развитии организационных структур инженерно-авиационной службы воздушного транспорта.

При построении системы управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА рассмотреть специальные функции управления с учетом сочетания функциональных и целевых подсистемы управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА.

Рассмотреть требования к автоматизированной информационно управляющей системе, назначение, цели и условия ее создания, функциональную структуру, информационное, техническое и программное обеспечение.

Вопросы для самопроверки

1. Чем определяется эффективность операции и что такое показатель эффективности ПТЭ ЛА?
2. Приведите схему управляемого по эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.
3. Что понимается под управлением эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?
4. В чем заключается главная цель системы (процесса) эксплуатации ЛА?
5. Назовите основные области и цели деятельности по повышению эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.
6. Какие виды показателей включает система показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
7. Какие показатели служат для оценки уровня эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
8. Какие требования предъявляются к составу показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
9. Какие группы показателей содержат единичные показатели эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
10. Дайте определения понятий: программное управление, оперативное управление, стратегия эксплуатации, режимы технической эксплуатации ЛА.
11. Что представляет собой система управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?
12. Что представляет собой механизм управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?
13. Представьте схему управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА. Как осуществляется функционирование системы управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?
14. Приведите типовое содержание работ по управлению эффективностью процессов технической эксплуатации на стадиях жизненного цикла ЛА.
15. Какую структуру имеет система управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?

16. Представьте принципиальную схему построения системы управления эффективностью ПТЭ ЛА.

17. Раскройте содержание специальных функций управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА.

18. Приведите перечень специальных функций управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА.

19. Для чего предназначена автоматизация управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?

20. Назовите главную цель автоматизации управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА.

21. Каковы основные направления и цели автоматизации функций и процессов управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?

22. Назовите основные задачи предприятия по автоматизации управления эффективностью ПТЭ ЛА.

### ***Раздел 3. Моделирование процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.***

*Тема 3.1.* Построение полумарковской модели процесса технической эксплуатации летательных аппаратов.

Свойства процессов технической эксплуатации ЛА. Параметры и характеристики состояний и переходов процессов технической эксплуатации ЛА. Классификация математических моделей процессов технической эксплуатации ЛА. Марковские и полумарковские модели процессов технической эксплуатации ЛА. Имитационные модели процессов технической эксплуатации ЛА.

Порядок построения полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА. Иерархическая структура процессов технической эксплуатации ЛА. Построение полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА с учетом их иерархической структуры. Содержание полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА. Взаимодействие процесса пребывания ЛА в состояниях процессов технической эксплуатации ЛА и процесса переходов ЛА из одного состояния в другое.

*Тема 3.2.* Основные характеристики полумарковской модели процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.

Статистическая оценка вероятностей перехода ЛА из одного состояния в другое. Свойства процессов технической эксплуатации ЛА: эргодичность, стационарность, ординарность, отсутствие последействия. Статистическая оценка абсолютных частот  $\pi_i$  попадания объекта в  $i$ -е состояние. Условия применения полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА. Характеристиками полумарковской модели ПТЭ ЛА. Граф состояний и переходов ПЭ ЛА.

Формы статистической отчетности, характеризующие распределение фонда календарного парка ЛА между состояниями процессов технической

эксплуатации ЛА. Целевые функции и критерии оптимальности полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА.

*Литература [1, 3, 4-6]*

При изучении 3-го раздела обратить внимание на статистические свойства процессов технической эксплуатации: ординарность, отсутствие последействия, стационарность и эргодичность процессов. Выбор модели процесса технической эксплуатации следует осуществлять с учетом этих свойств.

Для полумарковских процессов важным является понятие встроенного процесса или встроенной цепи, обладающих Марковскими свойствами. Изучить способы представления процесса технической эксплуатации в виде графа состояний и переходов, и формулы определения характеристик процесса. Рассмотреть способы составления и расчета параметров сетевых моделей процессов технической эксплуатации. Определить область применения и способы распространения имитационных моделей процессов технической эксплуатации.

Вопросы для самопроверки

1. Опишите порядок построения полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА. Раскройте содержание полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА.

2. Как осуществляется взаимодействие процесса пребывания ЛА в состояниях процессов технической эксплуатации ЛА и процесса переходов ЛА из одного состояния в другое?

3. Как осуществляется статистическая оценка вероятностей перехода ЛА из одного состояния в другое?

4. Какой процесс называется стационарным?

5. Какой процесс называется эргодическим?

6. Как осуществляется статистическая оценка абсолютных частот  $\pi_i$  попадания объекта в  $i$ -е состояние?

7. Какие условия определяют возможность применения полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА?

8. Какими характеристиками можно задать полумарковскую модель процессов технической эксплуатации ЛА?

9. Что представляет собой граф состояний и переходов процессов технической эксплуатации ЛА?

10. Как осуществляется построение полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА с учетом его иерархической структуры?

**Раздел 4. Методы анализа эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.**

*Тема 4.1.* Статистические методы анализа и прогнозирования показателей эффективности процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.

Дифференциальный метод анализа показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА на основе временных рядов. Комплексный

метод анализа показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА на основе многофакторного анализа. Виды прогнозирования показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА. Регрессионные модели прогнозирования показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

*Тема 4.2. Методика анализа эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.*

Иерархическая структура процессов технической эксплуатации ЛА и показатели эффективности. Расчет показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА. Определение доминирующих состояний процессов технической эксплуатации ЛА. Анализ влияния организационных и технических факторов на эффективность процессов технической эксплуатации ЛА.

*Литература [1, 2, 6, 7].*

При изучении 4-го раздела рассмотреть методы оценивания переходных вероятностей и параметров закона распределения времени пребывания объектов в состояниях процесса технической эксплуатации. Дифференциальный анализ характеристик процесса технической эксплуатации предусматривает представление временного ряда значений единичных показателей в виде сочетания регулярной (тренда), гармонической, сезонной и случайной составляющих. Комплексный метод позволяет описать динамику показателей через независимые факторы, отражающие обобщенные свойства процесса технической эксплуатации. При дифференциальном прогнозировании используются точечные и интервальные оценки показателей для аддитивной или мультипликативной модели. Комплексный прогноз показателей осуществляется на основе методов прогнозной экстраполяции и регрессионных моделей динамики выделенных факторов в зависимости от технико-экономических показателей.

Вопросы для самопроверки

1. С какой целью выполняется дифференциальный анализ показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
2. Какой математический аппарат используется при дифференциальном анализе показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
3. Какие задачи решают при дифференциальном анализе показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
4. В виде сочетания каких компонент может быть временной ряд?
5. По зависимостям какого параметра от времени можно определить компонентный состав временного ряда?
6. Какие признаки зависимости интенсивности спектра от времени свидетельствуют о наличии тренда, гармонической, сезонной составляющих компонент временного ряда?
7. В виде каких моделей могут сочетаться составляющие компонент временного ряда?

8. Из каких этапов состоит процесс выравнивания сглаженных значений теоретической кривой?

9. Как можно подобрать тип кривой среди гладких функций, используя линеаризацию?

10. В чем заключается процедура выбора кривой?

11. Как осуществляется точечная оценка прогноза на период упреждения  $L$  и оценка доверительных границ прогноза при дифференциальном анализе показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?

12. Поясните сущность задач комплексного анализа показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

13. Поясните сущность задач многофакторного анализа показателей эффективности ПТЭ ЛА.

14. Как осуществляется определение корреляционной матрицы?

15. Как осуществляется определение факторных нагрузок?

16. Как осуществляется формирование факторной модели?

### ***Раздел 5. Оценка показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.***

*Тема 5.1.* Метод оценки показателей эффективности использования ЛА.

Классификация показателей эффективности ПТЭ ЛА. Система показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА. Оценка показателей безотказности и безопасности полетов ЛА. Оценка показателей регулярности полетов ЛА. Оценка показателей интенсивности использования ЛА. Оценка показателей экономичности процессов технической эксплуатации ЛА. Оценка относительных показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

*Тема 5.2.* Оценка и моделирование показателей эффективности использования летательных аппаратов на разных уровнях иерархической структуры процесса их технической эксплуатации.

Оценка коэффициента использования на разных уровнях процесса технической эксплуатации ЛА. Зависимость, устанавливающая связь показателей эффективности использования на разных уровнях иерархической структуры процесса технической эксплуатации ЛА с коэффициентом использования. Определение в терминах полумарковских процессов показателей эффективности использования на разных уровнях иерархической структуры процессов технической эксплуатации ЛА. Метод оценки показателей эффективности использования процессов технической эксплуатации ЛА.

*Литература [1, 2, 6, 7].*

При изучении 5-го раздела рассмотреть систему показателей эффективности, которая включает обобщенные, частные, относительные, единичные и комплексные показатели.

Обобщенные показатели характеризуют эффективность процесса в целом, не различая причин вызвавших их изменение.

К единичным показателям относятся следующие группы показателей: безотказности и безопасности полетов ЛА, регулярности отправления ЛА в рейсы, использование ЛА по времени, показатели экономичности процессов ПТЭ ЛА. Частные показатели дифференцированно оценивают степень влияния отдельных (частных) причин на эффективность процесса в целом. Уровень эффективности ПТЭ ЛА оценивается по относительным показателям.

Охарактеризовать метод оценки показателей эффективности ПТЭ ЛА, учитывающий его иерархическую структуру, характер исходной информации и обеспечивающий на каждом уровне управления целенаправленную деятельность инженерно-технического персонала авиапредприятий по переводу ЛА в соответствующее данному уровню целевое состояние за счет сокращения простоев ЛА. Оценка и моделирование показателей эффективности использования ЛА на разных уровнях иерархической структуры процесса их эксплуатации.

Вопросы для самопроверки

1. Раскройте иерархическую структуру процессов технической эксплуатации ЛА.

2. Охарактеризуйте форму статистической отчетности, характеризующую распределение фонда календарного парка ЛА между состояниями процессов технической эксплуатации ЛА.

3. Приведите формулы для целевых функции и критериев оптимальности для полумарковской модели процессов технической эксплуатации ЛА.

4. Приведите формулы для относительных показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

5. Приведите формулы для определения показателей безотказности и безопасности полетов ЛА.

6. Приведите формулы для определения показателей регулярности полетов ЛА.

7. Приведите формулы для определения показателей интенсивности использования ЛА.

8. Приведите формулы для определения показателей экономичности ЛА.

9. Определите в терминах полумарковских процессов показатели эффективности использования на разных уровнях иерархической структуры процессов технической эксплуатации ЛА.

10. Приведите формулы для оценки коэффициента использования на разных уровнях процессов технической эксплуатации ЛА в терминах полумарковских процессов.

11. Поясните зависимость, устанавливающую связь показателей эффективности использования на разных уровнях иерархической структуры процессов технической эксплуатации ЛА с показателем использования.

12. В чем заключается сущность нового метода оценки показателей эффективности использования процессов технической эксплуатации ЛА?



13. Какая исходная информация по эксплуатации парка самолетов используется для оценки показателей эффективности использования?

14. Каков характер изменения коэффициента использования парка самолетов от уровня иерархической структуры процессов технической эксплуатации?

15. Каков характер изменения коэффициента эффективности использования парка самолетов от уровня иерархической структуры процессов технической эксплуатации?

16. Как осуществляется моделирование зависимости коэффициента использования от абсолютного коэффициента использования?

17. Как осуществляется моделирование зависимости коэффициента эффективности использования от абсолютного коэффициента использования?

18. Как осуществляется нормирование коэффициентов эффективности использования и коэффициентов использования на каждом уровне иерархической структуры ПТЭ?

### ***Раздел 6. Методы текущего планирования и оперативного управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА.***

*Тема 6.1.* Методы текущего планирования и оперативного управления эффективностью процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.

Механизм текущего планирования повышения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА. Определение целесообразности и рациональной последовательности внедрения организационных и технических мероприятий по повышению эффективности процессов технической эксплуатации ЛА. Оценка экономического эффекта и стимулирование повышения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

*Тема 6.2.* Методы оперативного управления эффективностью процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.

Механизм оперативного управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА. Контроль эффективности процессов технической эксплуатации ЛА. Анализ причин снижения эффективности процесса технической эксплуатации ЛА. Формирование управляющих воздействий по повышению эффективности процесса технической эксплуатации ЛА.

*Литература [1, 2, 6].*

При изучении 6-го раздела рассмотреть порядок текущего планирования повышения эффективности на различных уровнях организационной структуры эксплуатационного авиапредприятия. При определении последовательности внедрения мероприятий выполнить анализ доминирующих состояний и определить достаточность планируемых мероприятий с учетом использования имеющихся внутренних резервов. При прогнозировании располагаемого резерва готовых для выполнения рейсов ЛА используется модель на основе динамики средних. Оценка экономического эффекта от внедрения мероприятий выполняется с учетом сокращения простоев, трудовых и материальных затрат.

Рассмотреть основные задачи и функции оперативного управления процессами технической эксплуатации ЛА. Контроль эффективности процесса технической эксплуатации ЛА осуществляется на основе планирования эксплуатационных наблюдений. Рассмотреть технологию оперативного управления, включающую анализ и выработку управляющих воздействий. Оперативное управление на основе моделирования сетей Петри позволяет учитывать динамические характеристики процессов с учетом принятых стратегий управления.

Вопросы для самопроверки

1. Как осуществляется планирование повышения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
2. В чем заключается механизм планирования повышения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
3. Какая рекомендуется последовательность операций планирования повышения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
4. Как осуществляется разработка плана повышения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
5. За счет чего достигается повышение уровня безотказности АТ?
6. За счет чего достигается повышение регулярности отправок?
7. За счет чего достигается повышение исправности и интенсивности использования?
8. За счет чего достигается снижение трудовых и материальных затрат? Какие механизмы управления содержит полумарковская модель процессов технической эксплуатации ЛА?
9. По каким величинам осуществляется анализ изменения уровня эффективности процессов технической эксплуатации по показателям интенсивности использования и экономической эффективности?
10. Как определяются доминирующие состояния процессов технической эксплуатации ЛА?
11. Как определяются зависимости относительных показателей эффективности от относительных значений затрат времени, труда и средств в доминирующих состояниях?
12. Какой рекомендуется порядок определения рациональной последовательности внедрения мероприятий по повышению эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
13. Как определяется достаточность мероприятий по повышению эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?
14. Как определяются внутренние резервы в случае достижения планируемых значений показателей?
15. Как определяется потребность в простоях ЛА на земле для внедрения каждого мероприятия и проверяется наличие условий по простоям для реализации мероприятий?

16. Что понимается под оперативным управлением эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА? Какие задачи решаются при оперативном управлении эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?

17. Назовите специальные функции оперативного управления повышением эффективностью ПЭ ЛА.

18. В чем заключается механизм оперативного управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА?

19. В чем заключается особенность оперативного управления эффективностью процессов технической эксплуатации ЛА на уровне цехов и участков (смен)?

20. Как осуществляется контроль эффективности процессов технической эксплуатации ЛА при оперативном управлении?

21. Как осуществляется планирование эксплуатационных наблюдений при контроле эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?

22. Как осуществляется анализ причин снижения эффективности процессов технической эксплуатации ЛА?

23. Охарактеризуйте содержание анализа эффективности процессов технической эксплуатации ЛА по основным направлениям: по безотказности АТ, по регулярности отправлений, по интенсивности использования ЛА, по экономичности процессов технической эксплуатации ЛА.

24. Охарактеризуйте основную информационную базу при выполнении анализа эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

25. Охарактеризуйте основные этапы разработки предложений по повышению эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

26. Охарактеризуйте схемы анализа и выработки управляющих воздействий по повышению безотказности АТ, регулярности отправлений, интенсивности использования ЛА, экономичности процессов технической эксплуатации ЛА.

27. Опишите схему организации работ при оперативном управлении эффективностью процессов технической эксплуатации самолетов.

28. Как осуществляется оценка эффективности разработанных предложений по повышению эффективности процессов технической эксплуатации ЛА.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ «АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛА»**

#### **3.1. Общие теоретические сведения. Основные понятия, термины и определения**

*Процесс* ТЭ ЛА представляет собой любую деятельность по ТЭ ЛА, использующую ресурсы и управляемую для обеспечения способности превращать входящие элементы в выходящие. Совокупность взаимосвязанных

процессов ТЭ ЛА образует последовательную во времени смену состояний эксплуатации в соответствии с принятой стратегией.

*Процессный подход* представляет собой применение в Авиапредприятиях системы процессов ТЭ совместно с идентификацией этих процессов, их взаимодействием и управлением этими процессами (ГОСТ Р ИСО 9001-2015).

*Формирование иерархической структуры модели процессов ТЭ ЛА.*

При построении модели процесса ТЭ ЛА все этапы эксплуатации объекта следует разбить на непересекающиеся подмножества (состояния)  $S_i, i = \overline{0, r}$ .

С формальной точки зрения выбор  $S_i, i = \overline{0, r}$  должен подчиняться единственному условию: события «объект находится в состоянии  $S_i, i = \overline{0, r}$ » образуют полную группу событий.

Одним из вариантов выделения состояний  $S_i, i = \overline{0, r}$  является разбиение множества всех ПТЭ ЛА на группы, в соответствии с порядком среднего времени пребывания в этих состояниях. Пусть, например, такое разбиение имеет вид:

$$S_0 = (s_1, \dots, s_{r_0}), S_1 = (s_{r_0+1}, \dots, s_{r_1}), S_2 = (s_{r_1+1}, \dots, s_{r_2}), S_3 = (s_{r_2+1}, \dots, s_r),$$

где время пребывания объекта в состояниях  $S_0, S_1$ - порядка нескольких часов, в состояниях из  $S_2$ - порядка нескольких суток, из  $S_3$ - порядка нескольких недель и больше.

Исходная структура процесса ТЭ ЛА (табл. 1) сформирована с учетом существующей в системе государственной статистической отчетности формы № 34-ГА «Сведения о календарном времени самолетов, вертолетов». В этой ситуации совершенно ясно, что какие-либо меры по улучшению процесса ТЭ ЛА в состояниях групп  $S_0, S_1$  можно обосновать и применить гораздо быстрее, чем соответствующие меры по отношению к группе  $S_2$  или  $S_3$ .

При таком подходе следует строить модели процесса ТЭ ЛА на разных уровнях управления его иерархической структуры следующим образом (табл. 2)  $U_j, j = \overline{0, 3}$ :

0-й уровень  $U_0$  – состояния  $s_1, \dots, s_{r_0}$ ,

1-й уровень  $U_1$  – состояния  $S_0, s_{r_0+1}, \dots, s_{r_1}$

2-й уровень  $U_2$  – состояния  $S_1, s_{r_1+1}, \dots, s_{r_2}$ ,

3-й уровень  $U_3$  – состояния  $S_2, s_{r_2+1}, \dots, s_r$ .

Это означает, что  $U_0 = (S_0), U_1 = (S_0 \cup S_1), U_2 = (S_0 \cup S_1 \cup S_2), U_3 = (S_0 \cup S_1 \cup S_2 \cup S_3)$ .

Использование приведенных методических рекомендаций по построению модели управления процессом ТЭ ВС направлено на повышение его эффективности.

*Эффективность ПТЭ ЛА*

В теории эффективности систем формализация цели осуществляется путем введения множества параметров целеполагания  $Y_{\text{тр}}$ , задающих желаемый (требуемый) результат, который может быть получен путем выполнения определенных действий по преобразованию некоторых ресурсов в требуемый

результат. Такую совокупность действий называют операцией. Реальный результат операции  $Y$  может отличаться от требуемого  $Y_{тр}$ .

Эффективность операции есть степень соответствия реального результата требуемому или степень достижения цели операции. Показатель эффективности – мера степени соответствия реального результата операции требуемому и мера достижения цели операции. Целевой подход к управлению процессами ТЭ ЛА позволяет определить главную цель управления и расчленив ее на ряд подцелей с учетом иерархической структуры процесса ТЭ ВС.

Результативность – степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов.

Эффективность – связь между достигнутым результатом использованными ресурсами.

Главной целью управления процессами ТЭ ЛА является полное и своевременное удовлетворение потребностей авиапредприятия в исправных, соответствующих нормам летной годности ЛА, обеспечение безопасности и регулярности полетов, интенсивности использования ЛА при минимальных затратах времени, труда и средств на реализацию процессов ТЭ ЛА.

Степень достижения главной цели управления процессами ТЭ ЛА характеризуется системой показателей эффективности (табл. 3), включающей показатели: безотказности ЛА и безопасности полетов; регулярности отправления ЛА в рейсы; использования ЛА по времени; экономичности процессов ТЭ ЛА.

### **3.2. Порядок выполнения контрольной работы**

При выполнении КР выполняются следующие задания:

- 1) Анализ эффективности процессов ТЭ ЛА по показателям безотказности, безопасности и регулярности полетов.
- 2) Анализ эффективности процессов ТЭ ЛА по показателям использования по времени.
- 3) Анализ эффективности процессов ТЭ ЛА по экономическим показателям.

Пояснительная записка КР должна включать:

- 1) Титульный лист (Приложение 1);
- 2) Содержание;
- 3) Техническое задание (№ варианта задания, формулировка задач, исходные данные);
- 4) Основную часть, которая должна содержать применяемые термины и определения, последовательное изложение материалов по решению задач согласно техническому заданию, а именно: расчеты, построенные графики, пояснения к ним, выводы. Результаты расчетов приводятся в табличной форме, при этом должны быть даны примеры расчетов с подстановкой исходных данных в расчетные формулы;
- 5) Выводы по результатам решения отдельных задач и в целом по КР;

## 6) Список использованной литературы.

Исходные данные для выполнения КР приведены в таблицах 4, 6, 7, 9, 11 и 12.

*Выбор варианта задания студентами производится согласно шифру зачетной книжки по последней цифре. Например, для шифра М -73495, вариант № 5.*

**Задание 1. Анализ эффективности ПТЭ ЛА по показателям безотказности, безопасности и регулярности полетов.**

*1.1. Оценка показателей безотказности ЛА, безопасности и регулярности полетов.*

Сформировать исходные данные для анализа эффективности ПТЭ ЛА по показателям безотказности ЛА, безопасности и регулярности полетов для своего варианта (табл.4).

Выполнить оценку показателей безотказности ЛА, безопасности и регулярности полетов по формулам таблицы 3 (п.1, п.2).

**А. Показатели безотказности ЛА, безопасности полетов:**

- количество отказов, выявленных в полете на 1000 ч налета  $K_{1000 п}$  (табл. 3, п. 1.1),

- количество отказов, приведших к инцидентам на 1000 ч налета  $K_{1000 инц}$  (табл. 3, п. 1.2),

- суммарное количество отказов и повреждений, выявленных в полете и на земле на 1000 ч налета  $K_{1000 Сj}$  (табл. 3, п. 1.3),

- наработка на отказ  $T_0$  (табл. 3, п. 1.4),

- вероятность невозникновения отказов, приведших к инцидентам  $P_{инц}(t)$  (табл. 3, п. 1.5),

**Б. Показатели регулярности полетов:**

- вероятность регулярности отправок ВС в рейсы с учетом задержек по техническим причинам  $P_{рот}(t)$  (табл. 3, п. 2.1),

- средняя продолжительность задержки вылета по техническим причинам  $t_{з ср}$  (табл. 3, п. 2.2).

Результаты вычислений представить по форме таблицы 5.

Сделать вывод о динамике изменения показателей.

*1.2. Анализ распределения отказов и повреждений (подтвердившихся, не подтвердившихся) по функциональным системам ЛА и способам устранения.*

По исходным данным, приведенным в таблице 6, выполнить оценку частных показателей безотказности - количество отказов на 1000 ч налета  $K_{1000 jk}^{1k}$  для j-го уровня управления (в полете, суммарно в полете и на земле), для i-й функциональной системы, по l-му признаку (заявленных, подтвердившихся, не подтвердившихся), при k-м способе устранения (устранены на ЛА, сняты с ЛА, сняты с эксплуатации) по формуле

$$K_{1000\ ji}^{1k} = \frac{n_{ji}^{1k} 1000}{H},$$

Варианты выбрать по последней цифре зачетной книжки с учетом годового налета  $H$ , ч по таблице 7.

Результаты расчетов представить по форме таблицы 8. Построить гистограммы распределения показателей  $K_{1000\ ji}^{1k}(t)$  по функциональным системам, способам устранения, признаку подтверждения для отказов и повреждений, выявленных в полете и суммарно (в полете и на земле).

***Задание № 2. Анализ эффективности ПТЭ ЛА по показателям использования по времени.***

Сформировать исходные данные для анализа эффективности ПТЭ ЛА по показателям использования по времени с учетом иерархической структуры ПТЭ ЛА (варианты заданий приведены в таблице 9).

2.1. Выполнить оценку коэффициента исправности ЛА  $K_{испр\ j}$ ,  $j=\overline{0,3}$  (табл. 3, п.3.2) с учетом иерархической структуры ПТЭ ЛА.

2.2. Оценить удельные простои ЛА по техническим причинам  $K_{П\ j}$ ,  $j=\overline{0,3}$  (табл. 3, п.3.3) с учетом иерархической структуры ПТЭ ЛА.

2.3. Выполнить оценку ПТЭ ЛА по показателям эффективности использования ЛА по времени,  $K_{И\ j}$ ,  $j=\overline{0,3}$  (табл. 3, п.3.1) и  $K_{ЭИ\ j}$ ,  $j=\overline{0,3}$  (табл. 3, п.3.4) с учетом иерархической структуры ПТЭ ЛА. Представить результаты расчетов по форме таблицы 10.

2.4. Выполнить моделирование показателей эффективности использования ЛА по времени  $K_{И\ j} = J_l$ ,  $l=\overline{0,3}$  и  $K_{ЭИ\ j}$ ,  $j=\overline{0,3}$  по форме таблицы 10.

Построить зависимости коэффициентов использования  $I_l(j)$ ,  $l=\overline{0,3}$  и коэффициентов эффективности использования ЛА  $J_l(j)$ ,  $l=\overline{0,3}$  от абсолютного коэффициента использования  $J = J_3$ . по данным таблицы 10.

***Методика оценки эффективности ПТЭ ЛА по показателям использования по времени***

2.1. Оценить коэффициент исправности ЛА  $K_{испр\ j}$ ,  $j=\overline{1,3}$ , с учетом иерархической структуры ПТЭ ЛА (варианты заданий приведены в табл. 9)

Оценку коэффициента исправности ЛА  $K_{испр\ j}$ ,  $j = \overline{1,3}$  выполнить по формуле (табл. 3, п.3.2), где:

$$K_{испр\ j} = \frac{t_{испр\ j}}{T_j},$$

где  $t_{испр\ j}$  - суммарное время пребывания парка ЛА в исправном состоянии на  $j$ -м уровне управления

$T_j$  - календарный фонд времени парка ЛА на  $j$ -м уровне управления

$$t_{испр\ 1} = T_K + T_\Gamma + T_M + T_A,$$

$$T_1 = T_K + T_\Gamma + T_M + T_A + T_E,$$

где  $T_K, T_E, T_G, T_A, T_M$  – время пребывания в состояниях К, Е, Г, А, М (табл. 9);

$$K_{\text{испр1}} = \frac{t_{\text{испр1}}}{T_1},$$

$$T_2 = T_1 + T_{TO} + T_3 + T_{ДВ} + T_{Д} + T_{Ж} + T_{Л} + T_{В},$$

где  $T_{TO}, T_3, T_{ДВ}, T_{Д}, T_{Ж}, T_{Л}, T_{В}$  - время пребывания в состояниях ТО, З, Дв, Д, Ж, Л, В (табл. 9);

$$K_{\text{испр2}} = \frac{t_{\text{испр1}}}{T_2},$$

$$T_3 = T_2 + T_{ОР} + T_P + T_{Жр}, + T_C,$$

где  $T_{ОР}, T_P, T_{Жр}, T_C$  – время пребывания в состояниях ОР, Р, Жр, С (таблица 9).

$$K_{\text{испр3}} = \frac{t_{\text{испр1}}}{T_3}.$$

2.2. *Оценить удельные простои ЛА по техническим причинам  $K_{Пj}, j=\overline{0,3}$ , с учетом иерархической структуры ПТЭ ЛА (варианты заданий приведены в таблице 9)*

Удельные простои ЛА по техническим причинам на  $j$ -м уровне управления (табл.3, п.3.3)

$$K_{Пj} = \frac{t_{П\text{ сум}j}}{H},$$

где  $t_{П\text{ сум}j}$ -суммарные простои парка ЛА по техническим причинам;  $H$  - налет парка ЛА

$$t_{П\text{ сум}0} = t_K - H,$$

$$t_{П\text{ сум}1} = t_{П\text{ сум}0} + T_G + T_M + T_A + T_E,$$

$$t_{П\text{ сум}2} = t_{П\text{ сум}1} + T_{TO} + T_3 + T_{ДВ} + T_{Д} + T_{Ж} + T_{В} + T_{ПР} + T_C,$$

$$t_{П\text{ сум}3} = t_{П\text{ сум}2} + T_{ОР} + T_P + T_{Жр}.$$

$$K_{П0} = \frac{t_{П\text{ сум}0}}{H},$$

$$K_{П1} = \frac{t_{П\text{ сум}1}}{H},$$

$$K_{П2} = \frac{t_{П\text{ сум}2}}{H},$$

$$K_{П3} = \frac{t_{П\text{ сум}3}}{H}.$$

2.3. *Выполнить оценку ПТЭ ЛА по показателям эффективности использования ЛА по времени, с учетом иерархической структуры ПТЭ ЛА*

Определить фонды времени (простои) непересекающихся подмножеств ЛА: исправных в рейсе  $T_0$ , исправных в авиапредприятии  $T_1$ , неисправных в авиапредприятии  $T_2$ , неисправных в Центре технического обслуживания и ремонта (авиаремонтном заводе)  $T_3$  по формулам:

$$T_0 = T_K - H,$$

где  $T_K$  - время пребывания в рейсе,



$$T_1 = T_{\Gamma} + T_M + T_A + T_E,$$

где  $T_{\Gamma}, T_M, T_A, T_E$  - время пребывания в состояниях  $\Gamma, M, A, E$  (табл. 9),

$$T_2 = T_1 + T_{T0} + T_3 + T_{ДВ} + T_{Д} + T_{Ж} + T_{Л} + T_{В},$$

где  $T_{T0}, T_3, T_{ДВ}, T_{Д}, T_{Ж}, T_{Л}, T_{В}$  - время пребывания в состояниях  $T0, 3, ДВ, Д, Ж, Л, В$  (табл. 9),

$$T_3 = T_2 + T_{OP} + T_P + T_{ЖР}, + T_C,$$

где  $T_{OP}, T_P, T_{ЖР}, T_C$  - время пребывания в состояниях  $OP, P, ЖР, C$  (табл. 9).

Определить сумму простоев

$$T_{\Sigma} = T_0 + T_1 + T_2 + T_3.$$

внести результаты расчетов в таблицу 10.

Определить коэффициенты простоев в непересекающихся подмножествах состояний

$$K_0 = \frac{T_0}{T_{\Sigma}}, \quad K_1 = \frac{T_1}{T_{\Sigma}}, \quad K_2 = \frac{T_2}{T_{\Sigma}}, \quad K_3 = \frac{T_3}{T_{\Sigma}}.$$

Внести результаты расчетов в таблицу 10.

Определить фонды времени, накопленные по уровням управления иерархической структуры процесса ТЭ ЛА: исправных в рейсе  $T_{U_0}$ , исправных в рейсе и исправных в авиапредприятии  $T_{U_1}$ , исправных в рейсе, исправных в авиапредприятии и неисправных в авиапредприятии  $T_{U_2}$ , исправных в рейсе, исправных в авиапредприятии, неисправных в авиапредприятии и неисправных в Центре технического обслуживания и ремонта (авиаремонтном заводе)  $T_{U_3}$  (табл.2) по формулам

$$\begin{aligned} T_{U_0} &= T_K, & T_{U_1} &= T_{U_0} + T_1, \\ T_{U_2} &= T_{U_1} + T_2, & T_{U_3} &= T_{U_2} + T_3. \end{aligned}$$

Внести результаты расчетов в таблицу 10

Выполнить оценку показателей эффективности использования ЛА по времени для исходного варианта по формулам (табл. 3, п. 3)

а) коэффициенты использования по уровням управления (табл.3, п.3.1)

$$J_0 = \frac{H}{T_{U_0}}, \quad J_1 = \frac{H}{T_{U_1}}, \quad J_2 = \frac{H}{T_{U_2}}, \quad J_3 = \frac{H}{T_{U_3}}.$$

абсолютный коэффициент использования  $J = \frac{H}{\Phi} J_3$ ;

Внести результаты расчетов в таблицу 10.

б) коэффициенты эффективности использования (табл. 3, п.3.4)

$$I_0 = \frac{H}{T_{U_0}}, \quad I_1 = \frac{T_{U_0}}{T_{U_1}}, \quad I_2 = \frac{T_{U_1}}{T_{U_2}}, \quad I_3 = \frac{T_{U_2}}{T_{U_3}}.$$

Внести результаты расчетов в таблицу 10.

2.4. Моделирование показателей эффективности использования ЛА по времени  $K_{И_l} = J_l, l = 0,3$ , и  $K_{ЭИ_l} = I_l, l = 0,3$

а) фиксируем значение общего фонда времени  $\Phi$ ;

б) задаем значения абсолютного коэффициента использования для вариантов моделирования  $J_l = 0,1; 0,5$ , с интервалом 0,1;

в) для каждого значения  $J_l = 0,1; 0,5$ , определяем

налет парка ЛА  $H_l = \Phi J_l$ , суммарные простои  $T_{\Sigma l} = \Phi - H_l$ ;

простои в непересекающихся подмножествах состояний

$$T_{0l} = K_0 T_{\Sigma l}, \quad T_{1l} = K_1 T_{\Sigma l}, \quad T_{2l} = K_2 T_{\Sigma l}, \quad T_{3l} = K_3 T_{\Sigma l}$$

г) Определяем для моделируемых вариантов фонды времени ЛА, накопленные по уровням управления иерархической структуры процесса ТЭ ЛА: исправных в рейсе  $T_{U0l}$ , исправных в рейсе и исправных в авиапредприятии  $T_{U1l}$ , исправных в рейсе, исправных в авиапредприятии и неисправных в авиапредприятии  $T_{U2l}$ , исправных в рейсе, исправных в авиапредприятии, неисправных в авиапредприятии и неисправных в Центре технического обслуживания и ремонта (авиаремонтном заводе)  $T_{U3l}$  (табл. 2) по формулам

$$T_{U0l} = H_l + T_{0l}; \quad T_{U1l} = T_{U0l} + T_{1l}; \quad T_{U2l} = T_{U1l} + T_{2l}; \quad T_{U3l} = T_{U2l} + T_{3l}.$$

д) определяем коэффициенты использования по уровням управления для моделируемых вариантов

$$J_{0l} = H_l / T_{U0l}, \quad J_{1l} = H_l / T_{U1l}, \quad J_{2l} = H_l / T_{U2l}; \quad J_{3l} = H_l / T_{U3l},$$

е) определение коэффициентов эффективности использования для моделируемых вариантов

$$I_{0l} = H_l / T_{U0l}; \quad I_{1l} = T_{U0l} / T_{U1l}; \quad I_{2l} = T_{U1l} / T_{U2l}; \quad I_{3l} = T_{U2l} / T_{U3l}.$$

Внести результаты расчетов в таблицу 10.

Построить зависимости коэффициентов использования  $I_l(j)$ ,  $l=\overline{0,3}$  и коэффициентов эффективности использования ЛА  $J_l(j)$ ,  $l=\overline{0,3}$  от абсолютного коэффициента использования  $J = J_3$ . по данным таблицы 10

**Задание № 3. Анализ эффективности ПТЭ ЛА по экономическим показателям.**

Сформировать исходные данные для анализа эффективности процессов ТЭ ЛА по показателям экономичности (варианты заданий приведены в таблице 11 и таблице 12). Оценить:

- удельные трудовые затраты на ТЭ ЛА  $\tau_{уд}$  (табл. 3, п. 4.1),
- удельные материальные затраты на ТЭ ЛА  $c_{Муд}$  (табл. 3, п. 4.2),
- удельную себестоимость работ по ТЭ ЛА  $c_{уд}$  (табл. 3, п.4.3).

Представить результаты расчетов по форме таблицы 13.

Построить гистограммы показателей экономичности процессов ТЭ ЛА по данным таблицы 13.

Таблица 1

Фонд времени		Структура процесса ТЭ ЛА														
		Исправные (И)				Неисправные (Н)										
Состояния	В рейсе	В ожидании рейса		Техническое обслуживание	Простои по оргпричинам	Простои по КПН	Расследование АП, восстановление	Ремонт, списание								
		Обеспечение вылета	В резерве					Простои по метео	Не совершавшие полетов	Отсутствие запчастей	Отсутствие двигателей	Доработки по бюллетеням	Рекламации промышленности	Раследование АП	Восстановление повреждений	Ожидание ремонта
Обозначения	К	Е	Г	М	А	ТО	3	Дв	Д	Ж	Л	В	Ор	Р	Ж	С
Уровни управления	U <sub>0</sub>		U <sub>1</sub>				U <sub>2</sub>						U <sub>3</sub>			

Условные обозначения: Ф – общий фонд времени парка ЛА, в том числе фонды времени И – исправных ВС и Н – неисправных ВС.

Таблица 2

## Иерархическая структура процесса эксплуатации ЛА

Уровни управления		Подмножества состояний процесса ТЭ ЛА		Состояния процесса эксплуатации ЛА	
$U_0$	$U_1$ $U_2$ $U_3$	Обозначение, $S_j, j=0,3$	Наименование	Обозначение	Наименование
+	+	$S_0 = (s_{11}, \dots, s_{r0})$	Исправные в рейсе	$K$	В рейсе
	+	$S_1 = (s_{r0+1}, \dots, s_{r1})$	Исправные в авиапредприятии	$L$	в том числе в полете
				$E$	Обеспечение вылета
				$G$	В резерве
				$M$	Простой по метео
				$A$	Исправные, не совершавшие полетов
	+	$S_2 = (s_{r1+1}, \dots, s_{r2})$	Неисправные в авиапредприятии	$TO$	<i>Техническое обслуживание</i>
				$З$	Отсутствие запасных частей
				$Дв$	Отсутствие двигателей
				$Д$	Доработки по бюллетеням
				$Ж$	Рекламации промышленности
				$В$	Восстановление поврежденных
				$Пр$	Продление ресурсов и сроков службы
				$Э$	Сертификация экземпляра ЛА
				$Л/С$	Расследование происшествий, списание
	+	$S_3 = (s_{r2+1}, \dots, s_r)$	Неисправные в Центре ТОиР (АРЗ)	$Op$	Ожидание ремонта
				$P_K$	Ремонт
				$Жр$	Рекламации ремонтным заводам

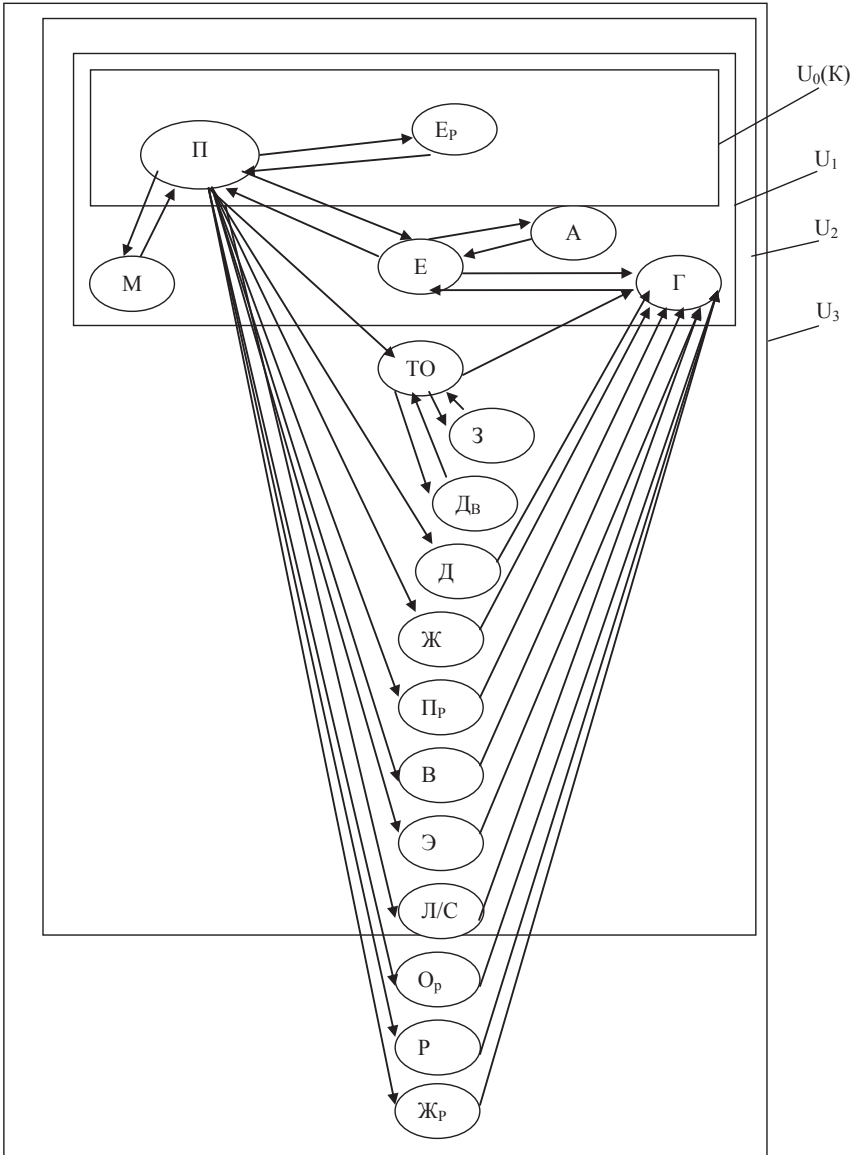


Рис. 1. Иерархическая структура модели процесса ТЭ ЛА:

U<sub>0</sub> – нулевой уровень управления (цикл использования по назначению), U<sub>1</sub> – 1-ый уровень управления (оперативный цикл), U<sub>2</sub> – 2-ой уровень управления (периодический цикл), U<sub>3</sub> – 3-ий уровень управления (ремонтный цикл). Обозначения состояний приведены в табл. 2.

Таблица 3

Наименование показателя		Система показателей эффективности ПТЭ ЛА		Оценка показателей	
		Обозначения показателей	Расчетные формулы	Исходные данные	
1	2	3	4		
1. Безотказность ЛА и безопасность полетов					
1.1.	Количество отказов, выявленных в полете на 1000 ч налета	$K_{1000П}$	$K_{1000П} = \frac{n_{П} \cdot 1000}{H}$	$n_{П}$ - суммарное количество отказов, выявленных в полете, $H$ - наработка (налет) парка ЛА	
1.2.	Количество отказов, приведших к инцидентам на 1000 ч налета	$K_{1000инц}$	$K_{1000инц} = \frac{n_{инц} \cdot 1000}{H}$	$n_{инц}$ - суммарное количество отказов, приведших к инцидентам, $H$ - наработка (налет) парка ЛА	
1.3.	Суммарное количество отказов и повреждений, выявленных в полете и на земле на 1000 ч налета	$K_{1000сj}$	$K_{1000сj} = \frac{n_{сj} \cdot 1000}{H}$	$n_{сj}$ - суммарное количество отказов и повреждений, выявленных в полете и на земле	
1.4.	Нарботка на отказ	$T_o$	$T_o = \frac{H}{n_{сj}}$	$H$ - наработка (налет) парка ЛА	
1.5.	Вероятность возникновения отказов, приведших к инцидентам	$P_{инц}(t)$	$P_{инц}(t) = 1 - \frac{n_{инц}}{N_{П}}$	$n_{инц}$ - количество особых ситуаций в $i$ -го вида за время $t$ , $N_{П}$ - общее количество полетов	
2. Регулярность отправления ЛА в рейсы					
2.1.	Вероятность регулярности отправления ЛА в рейсы с учетом задержек по техническим причинам	$P_{Рог}(t)$	$P_{Рог}(t) = 1 - \frac{n_3(t)}{N_{П}}$	$n_3(t)$ - количество задержек отпавлений ЛА в рейсы по техническим причинам, $N_{П}$ - общее количество полетов	

Продолжение табл.3

	2	3	4
2.2. Средняя продолжительность задержки вылета по техническим причинам	$t_{з\text{ ср}}$	$t_{з\text{ ср}} = \frac{t_{з\text{ сум}}}{n_3(t)}$	$t_{з\text{ сум}}$ - суммарное время задержки рейсов, $n_3(t)$ - количество задержек отпавлений ЛА в рейсы по техническим причинам
3. Использование ЛА по времени			
3.1 Коэффициент использования на j-м уровне управления	$K_{И}$	$K_{И} = \frac{H}{T_j}$	$H_j$ - налет парка ЛА на j-м уровне управления; $T_j$ - календарный фонд времени парка ЛА на j-м уровне управления
3.2. Коэффициент исправности	$K_{Испр}$	$K_{Испр\ j} = \frac{t_{Испр\ j}}{T_j}$	$t_{Испр\ j}$ - суммарное время пребывания парка ЛА в исправном состоянии на j-м уровне управления
3.3. Удельные простои ЛА по техническим причинам на j-м уровне управления	$K_{П}$	$K_{П} = \frac{t_{П\text{ сум}\ j}}{H}$	$t_{П\text{ сум}\ j}$ - суммарные простои парка ЛА по техническим причинам
3.4. Коэффициент эффективности использования на j-м уровне управления	$K_{ЭИ}$	$K_{ЭИ} = \frac{T_{j-1}}{T_j}$	$T_{-1}$ , $T_j$ - фонд календарного времени на j-1, j уровнях управления соответственно
4. Экономичность процессов			
4.1. Удельные трудовые затраты на техническую эксплуатацию ЛА	$\tau_{уд}$	$\tau_{уд} = \frac{\tau_{сум\ j}}{H}$	$\tau_{сум}$ - суммарные трудовые затраты на техническую эксплуатацию ЛА
4.2. Удельные материальные затраты на техническую эксплуатацию ЛА	$C_{Муд}$	$C_{уд\ М} = \frac{C_{сум\ М}}{H}$	$C_{сум\ М}$ - суммарные материальные затраты на техническую эксплуатацию ЛА
4.3. Удельная себестоимость работ по технической эксплуатации ЛА	$C_{уд}$	$C_{уд} = \frac{C_{сум}}{H}$	$C_{сум}$ - суммарные затраты по технической эксплуатации ЛА

Таблица 4

Исходные данные для оценки эффективности ПТЭ ЛА по показателям безотказности ЛА, безопасности и регулярности полетов

Вариант, №	Тип ЛА	Год	Исходные данные							$n_3(t)$ количество задержек отправлений ЛА в рейсы по техническим причинам	$t_3$ сумм ое время задержк и рейсов
			Н налет	$N_{п}$ общее количество полетов	$n_{п}$ суммарное количество отказов, выявленны х в полете	$n_{инд}$ суммарное количество отказов, приведших к инцидентам	$n_c$ суммарное количество отказов и повреждений, выявленных в полете и на земле	$n_{инд}$ суммарное количество отказов, приведших к инцидентам	$n_{п}$ суммарное количество отказов, выявленны х в полете		
0, 1	Ил-96-300	1	1645	210	284	3	803	21	126		
	Ил-96-300	2	6136	807	983	11	1705	32	185,6		
2, 3	Ил-96-300	3	8655	1154	1667	6	2600	40	220		
	Ил-96-300	4	13337	1667	2035	13	3294	62	328,6		
4, 5	Ил-96-300	5	16054	2006	2120	7	3182	78	413,4		
	Ил-96-300	6	17620	2202	2210	8	3215	79	331,8		
6, 7	Ил-96-300	7	14445	1805	1789	8	2785	53	212		
	Ил-96-300	8	14450	1762	1878	13	3946	36	154,8		
8, 9	Ил-96-300	9	15880	1936	1534	14	3184	38	155,8		
	Ил-96-300	10	17362	2530	1371	15	2847	67	261,3		



Таблица 5

Результаты расчетов показателей безотказности ЛА, безопасности и регулярности полетов

Вариант	Год	Н налет	$K_{1000п}$ Количество отказов, выявленных в полете на 1000 ч налета	$K_{1000инц}$ Количество отказов, приведших к инцидентам на 1000 ч налета	$K_{1000сж}$ Суммарное количество отказов и повреждений, выявленных в полете и на земле на 1000 ч налета	$T_{0j}$ Наруботка на отказ на j-м уровне управления	$P_{инц}(t)$ Вероятность возникновения отказов, приведших к инцидентам	$P_{р.от}(t)$ Вероятность регулярности ЛА в рейсы с учетом задержек по техническим причинам	$t_{э ср}$ Средняя продолжительность задержки вылета по техническим причинам

Таблица 6

Функциональные системы	Заявлены отказы и повреждения		Подтверждены отказы и повреждения		Способ устранения отказов и повреждений				
	всего, $n_{ci}$	в полете, $n_{п}$	всего, $n_{ci}^{II}$	в полете, $n_{п}^{II}$	устранены на ЛА, $n_{п}^{у}$	сняты с ЛА, $n_{п}^{сл}$	сняты с эксплуатации, $n_{п}^{сэ}$	не подожжены, $n_{п}^{н}$	
									всего, $n_{ci}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
021 - КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА	317	215	157	94	176	152	92	140	
025 - БЫТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	149	86	109	64	67	83	8	31	
026 - ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	29	4	20	3	7	24	10	9	
027 - УПРАВЛЕНИЕ САМОЛЕТОМ	249	184	74	49	192	60	30	161	
028 - ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА	63	36	37	19	49	18	0	28	
029 - ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	164	112	146	99	84	84	31	19	
030 - ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	124	86	87	60	89	47	18	42	
032 - ШАССИ	106	53	82	41	54	54	37	23	
035 - КИСЛОРОДНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	12	2	11	2	1	11	0	1	
038 - ВОДОСНАБЖЕНИЕ И УДАЛЕНИЕ ОТВРССОВ	29	14	21	11	20	9	6	7	
049 - ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ СИЛОВАЯ УСТ-КА	78	9	29	4	58	22	5	49	
052 - ДВЕРИ, ЛЮКИ, СТВОРКИ	107	70	72	47	107	0	0	31	
053 - ФЮЗЕЛЯЖ	17	1	14	1	17	0	0	3	
054 - ТОНДОЛЫ ДВИГАТЕЛЕЙ И ПИЛОНЫ	10	1	10	1	10	0	0	0	
055 - ОПЕРЕНИЕ	16	4	14	3	16	0	0	2	

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
056 - ФОНАРЬ, ОКНА	43	29	36	24	36	7	4	6
057 - КРЫЛО	38	5	33	3	38	0	1	5
072 - ДВИГАТЕЛЬ	234	60	131	25	194	40	25	88
073 - ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ	231	48	161	25	194	40	29	65
075 - СИСТЕМА ОТБОРА ВОЗДУХА	2	1	1	1	1	1	0	1
076 - СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ	9	4	5	3	9	0	0	4
077 - ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ДВИГАТЕЛЯ	420	136	213	60	169	264	50	196
079 - МАСЛЯНАЯ СИСТЕМА	2	0	0	0	2	0	0	2
080 - СИСТЕМА ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ	53	2	10	0	48	5	3	43

Варианты заданий к таблице 6

Вариант №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Налет, H, ч	17632	17900	16890	16450	17340	18180	16230	18890	15880	18895

Таблица 7

Таблица 8

Оценка показателей безотказности функциональных систем самолетов Ил96-300 Авиакомпании за один год

Система	Заявлены всего, K <sub>1000ci</sub>	Заявлены в полете, K <sub>1000п</sub>	Подтвер- ждены всего, K <sub>1000сi</sub> <sup>п</sup>	Подтвер- ждены в полете, K <sub>1000пi</sub> <sup>п</sup>	Устранены на ЛА, K <sub>1000сi</sub> <sup>у</sup>	Сняты с ЛА, K <sub>1000пi</sub> <sup>сл</sup>	Сняты с эксплу- атации, K <sub>1000пi</sub> <sup>сэ</sup>	Не подтвер- ждены, K <sub>1000пi</sub> <sup>н</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Всего								

Таблица 9

## С В Е Д Е Н И Я

о календарном времени воздушных судов Авиапредприятия

за

20 г.

Вариант задания	Квартал, год	Тип ВС	Календарное время ВС, ч	В том числе																			
				Исправные						Неисправные													
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
																							Всего
0	1 кв. 204			Ф	И	К	Н	Е	Г	М	А	ТО	3	Дв	Д	Ж	В	П	Э	Л/С	Р	Ж	-
				4368	2461	1277	707	228	-	-	956	995	-	-	912	-	-	-	-	-	-	-	-
1	2 кв. 204			4368	2909	1732	1138	309	0	-	868	1459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				4424	3915	2027	1433	338	0	-	1550	509	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3 кв. 204			4064	3566	1750	1026	118	72	-	1626	498	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				17224	12851	6786	4852	993	72	-	5000	3461	-	-	912	-	-	-	-	-	-	-	-
3	4 кв. 204																						
4	Год																						



Таблица 11

Варианты заданий для оценки показателей экономической эффективности ПТЭ ЛА  
Авиапредприятия

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип ЛА	АН-24 АН-26 ТУ-154Б	АН-26 Ту-214 ТУ-154М	ТУ-154Б ТУ-154М Ту-214	ТУ-154М Ту-214 АН-26	АН-24 ТУ-154Б Ту-214	АН-26 ТУ-154М АН-24	Ту-214 Ту-154М АН-24	АН-26 Ту-214 ТУ-154М	Ту-214 ТУ-154М АН-24	Ту-214 ТУ-154Б ТУ-154М

Таблица 12

Исходные данные по расходам на оперативное и периодическое ТО (ОТО и ПТО)  
парка ЛА Авиапредприятия

№ п/п	Статьи расходов	АН-24	АН-26	ТУ-154Б	ТУ-154М	Ту-214
1	2	3	4	5	6	7
1.	Материальные расходы на ПТО	3433,5	1067,2	4967,1	11707,5	28339,8
2.	Объем работ по ПТО, чел.-ч	28143,6	15930,6	32476,7	50743,7	48512,9
3.	Итого расходы на периодическое ТО, тыс. руб	20847,1	10717,0	22987,8	40671,2	72108,3
4.	Материальные расходы на ОТО, тыс. руб.	2862,4	466,2	5459,9	5676,3	25654,3
5.	Объем работ по ОТО собственного парка ВС, чел.-ч	32225,5	8500,6	27931,9	79274,8	73512,0
6.	Итого расходы на ОТО собственного парка ВС, тыс. руб	23221,2	5822,0	19328,9	44590,5	62776,9
7.	Фактический налет часов, ч	6300,0	355,0	3103,0	9052,0	9524,0

Таблица 13

Расчет показателей экономичности процесса ТЭ ЛА в Авиапредприятии за \_\_\_ год

№ п/п	Показатели	Оценка показателей для типа ЛА		
		1	2	3
1	2	3	4	5
1.	Удельные материальные затраты на ОТО, руб./ч налета			
2.	Удельные трудовые затраты на ОТО, чел.-ч/ч налета			
3.	Удельная себестоимость ОТО, руб./ч налета			
4.	Удельные материальные затраты на ПТО, руб./ч налета			
5.	Удельные трудовые затраты на ПТО, чел.-ч/ч налета			
6.	Удельная себестоимость ПТО, руб./ч налета			
7.	Удельные материальные затраты на ТО, руб./ч налета			
8.	Удельные трудовые затраты на ТО, чел.-ч/ч налета			
9.	Удельная себестоимость ТО, руб./ч налета			

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

---

**Кафедра технической эксплуатации ЛАиАД**

«Проверена»

«Защищена»

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(степень, звание, Ф. И. О.

(подпись, дата)

\_\_\_\_\_ (Ф. И. О.)

**Контрольная работа**

**«Анализ эффективности  
процессов технической эксплуатации ЛА»**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Эффективность ПТЭ ЛА»**

Шифр студента:

Контрольную работу  
вариант № \_\_\_\_\_ выполнил

студент \_\_\_\_\_  
(Ф. И. О.)

группа \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (дата)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ицкович А.А., Файнбург И.А. Эффективность процессов эксплуатации летательных аппаратов. Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2011.
2. Ицкович А.А., Файнбург И.А. Эффективность процессов эксплуатации ЛА. Пособие по выполнению лабораторных работ для студентов IV курса направления 160900 (Б) дневного обучения. - М.: МГТУ ГА, 2010.
3. Ицкович А.А., Файнбург И.А. Управление процессами технической эксплуатации летательных аппаратов. Пособие по выполнению лабораторных работ: М.: МГТУ ГА, 2011.
4. Ицкович А.А., Кабков П.К. Вероятностно-статистические модели эксплуатации ЛА: учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 2009.
5. Файнбург И.А. Построение полумарковской модели управления процессом поддержания летной годности воздушных судов. // Научный вестник МГТУГА № 123 (13), серия Эксплуатация воздушного транспорта и ремонт авиационной техники. – М.: МГТУ ГА, 2007.- С. 147-152.
6. Файнбург И.А. Метод оценки эффективности процесса поддержания летной годности воздушных судов // Научный вестник МГТУГА № 123 (13), серия Эксплуатация воздушного транспорта и ремонт авиационной техники. – М.: МГТУ ГА, 2007. - С. 153-157.
7. Ицкович А.А., Файнбург И.А. Эффективность процессов эксплуатации летательных аппаратов. Пособие по выполнению курсового проекта на тему «Анализ эффективности процессов эксплуатации летательных аппаратов» - М.: МГТУ ГА, 2005.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	3
1.1. Цели освоения дисциплины.....	3
1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	3
1.3. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата.....	5
1.4. Общие требования к контрольной работе.....	6
2. Методические указания по изучению дисциплины.....	7
2.1. Общие методические указания.....	7
2.2. Методические указания по изучению разделов дисциплины .....	8
3. Методические указания по выполнению контрольной работы «Анализ эффективности процессов технической эксплуатации ЛА».....	19
3.1. Общие теоретические сведения. Основные понятия, термины и определения.....	19
3.2. Порядок выполнения контрольной работы.....	21
Приложение 1.....	39
Литература.....	40