

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

В.Д. Константинов Г.А. Куликов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к изучению содержания и к контрольной работе
по дисциплине

**"ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ
ТЕХНИКИ"**

*для студентов специальности 160903
заочного обучения*

Общий объем учебных аудиторных занятий 12 ч.
Лекции..... 8 ч.
Практические занятия4ч.
Контрольная работа.....4 курс
Экзамен 4 курс.

Москва -2004

ББК 0561
К65

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.И. Кривенцев.

Константинов В.Д., Куликов Г.А. Методические указания к изучению содержания и к контрольной работе по дисциплине "Основы технической эксплуатации авиационной техники".

М.: МГТУ ГА. 2005.-

Данные методические указания издаются в соответствии с учебным планом для студентов специальности 131000 заочного обучения.

Рассмотрены и одобрены на заседаниях кафедры 22.06.2004 г. и методического совета 29.06.2004 г.

Программа дисциплины "Основы технической эксплуатации авиационной техники" (ОПД Ф.08.01)

1. Цель и задачи дисциплины

Цель и задачи преподавания дисциплины - получение студентами необходимых знаний научных и теоретических основ эксплуатации летательных аппаратов и их бортового оборудования, а также практических навыков и умений в решении задач анализа эффективности процесса эксплуатации, выбора стратегий и режимов технического обслуживания, сохранения летной годности АТ и обеспечения технической эффективности ее использования.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

По итогам изучения дисциплины студенты должны иметь следующий минимально необходимый комплекс знаний и умений.

На уровне "Иметь представление":

- о современных методах системного анализа и теории эффективности процессов эксплуатации АТ;
- о состоянии и перспективах развития методов и средств технической эксплуатации АТ.

На уровне "Знать":

- методы анализа и оценки изделий АТ как объектов технической эксплуатации, оценки влияния эксплуатационных факторов на надежность и др. эксплуатационно -технические характеристики;
- пути улучшения конструктивно - эксплуатационных характеристик АТ;
- методику назначения методов эксплуатации и стратегий технического обслуживания и ремонта (ТОиР);
- модели процессов эксплуатации АТ;
- структуру и задачи системы ТОиР;
- методы обеспечения исправности и готовности к использованию АТ.

На уровне "Уметь":

- оценивать основные эксплуатационные свойства АТ;
- разрабатывать и предъявлять эксплуатационно - технические требования к новым образцам авиационной техники;
- обосновывать требования и мероприятия по повышению безопасности полетов, а также технической эффективности использования АТ.

На уровне "Иметь навыки":

- анализа эффективности процесса технической эксплуатации АТ;
- обоснование технико-экономических требований к эксплуатационно-техническим характеристикам новых типов АТ.

3. Перечень дисциплин (разделов), усвоение которых студентам необходимо для изучения данной дисциплины.

Введение в специальность:

Высшая математика: теория вероятностей, математическая статистика, теория массового обслуживания, алгебра логики.

Материаловедение и технология материалов: износ, коррозия, старение, усталость и изменение структуры материала.

Надежность АТ: физика отказов, показатели надежности, методы оценки показателей надежности элементов и систем.

Техническая диагностика АТ: теоретические основы, процессы, методы и средства диагностирования АТ;

Метрология, стандартизация и сертификация;

Летательные аппараты и авиадвигатели;

Авиационные электрические машины;

Электрифицированное оборудование воздушных судов;

Авиационные приборы и информационно-измерительные системы;

Системы автоматического управления полетом.

4. Содержание программы дисциплины и методические указания по ее изучению.

Раздел 1. Методологические вопросы науки о технической эксплуатации авиационной техники.

Тема 1. Введение. Основные понятия о эксплуатации авиационной техники и о сохранении ее летной годности.

Цели и задачи изучения дисциплины. Научная база дисциплины. Основные понятия, термины и определения эксплуатации, технической эксплуатации, технического обслуживания авиационной техники. Структура процесса сохранения летной годности АТ. Факторы, формирующие летную годности. [1, стр.5-13].

Контрольные вопросы по теме.

- 1.1. Пояснить определение "Эксплуатация авиационной техники"
- 1.2. Пояснить определение "Техническая эксплуатация авиационной техники"
- 1.3. Пояснить определение и составляющие "Технического обслуживания авиационной техники"
- 1.4. Пояснить понятие "Система технической эксплуатации".

- 1.5. Определить содержание и смысл понятия "Летная годность" и структуру ее поддержания в ГА.
- 1.6. Факторы, формирующие летную годность АТ.
- 1.7. Определить назначение служб СЛЭ, СОВД, СКЭ, САЭ, СГСМ.

Тема 2. Техническая эксплуатация - объект науки.

Определение и структура науки. Составляющие теоретической базы эксплуатационной науки. Направления научных исследований в области технической эксплуатации. Направления и задачи развития науки и практики эксплуатации АТ.[1, стр. 14-27].

Контрольные вопросы по теме.

- 2.1. Понятие "Наука" и ее общие задачи.
- 2.2. Научное содержание понятия "Техническая эксплуатация АТ".
- 2.3. Основные направления научных работ по технической эксплуатации.
- 2.4. Значение учета Эргономики в процессах проектирования и эксплуатации авиационной техники.
- 2.5. Классификация авиационного оборудования.
- 2.6. Свойства оператора в эргатическом комплексе самолета.
- 2.7. Как можно оценить уровень автоматизации в эргатическом комплексе (системе) самолета?

Методическое замечание: Следует уяснить, что эргатическими называются технические системы управления, в которых человек (оператор) является звеном соответствующей системы.

Тема 3. Общая структура организации технической эксплуатации авиационной техники ГА.

Классификация летательных аппаратов ГА. Ресурсы и сроки службы АТ. Исправный и готовый к полету ЛА. Общая структура инженерно-авиационной службы ГА и её задачи. Историческая справка и современное состояние. Система эксплуатационной документации ИАС. [1, стр. 28-50].

Контрольные вопросы по теме.

- 3.1. Классификация воздушных судов ГА.
- 3.2. Понятия и классификация ресурсов и сроков службы АТ.
- 3.3. Определения и содержание понятий "исправность" и готовность АТ.
- 3.4. Назначение инженерно-авиационной службы.
- 3.5. Задачи и функции ИАС.
- 3.6. Краткая история развитие структуры ИАС.
- 3.7. Современная структура управления ГА и ИАС ГА.
- 3.8. Структура департамента поддержания ЛГ.
- 3.9. Основные задачи деятельности Департамента поддержания ЛГ.
- 3.10. Назначение и структура эксплуатационной документации ИАС.

- 3.11. Классификация эксплуатационной документации ИАС.
- 3.12. Состав и назначение нормативно-правовой документации ИАС.
- 3.13 Состав и назначение учетно-отчетной документации ИАС.

Раздел 2. Процессы технической эксплуатации и система технического обслуживания и ремонта (ТОиР).

Тема 4. Модель и структура процесса эксплуатации ЛА.

Система ТОиР. Виды и формы ТОиР, их назначение, сроки и общее содержание. Состояния процесса эксплуатации ЛА. Структура состояний. [1, стр.51-59].

Контрольные вопросы по теме.

- 4.1. Виды, формы и сроки оперативного технического обслуживания АТ.
- 4.2. Назначение форм А, А1, А2 оперативных ТО.
- 4.3. Назначение, структура и сроки форм А – Ж оперативных ТО.
- 4.4. Назначение, формы и сроки выполнения периодических ТО.
- 4.5. Назначение и содержание сезонных, специальных и хранения ТО .
- 4.6. Пояснить понятие о состояниях и динамике процесса ТО ВС.
- 4.7. Изобразить и пояснить структурную схему состояний ВС.
- 4.8. Представить и пояснить граф состояний процесса ТЭ ВС.

Тема 5. Законы распределения времени состояний процесса эксплуатации.

Законы распределения: экспоненциальный, Вейбулла, Релея, нормальный, логарифмически нормальный, Гамма, Альфа, Эрланга. Области применения. [1, стр. 60-67].

Контрольные вопросы по теме.

- 5.1. Характеристики, график и области применения экспоненциального закона.
- 5.2. Характеристики, график и области применения закона Вейбулла.
- 5.3. Характеристики, график и области применения закона Релея.
- 5.4. Характеристики, график и области применения нормального распределения.
- 5.5. Характеристики, график и области применения логарифмически нормального распределения.
- 5.6. Характеристики, график и области применения гамма-распределения.
- 5.7. Характеристики, график и области применения распределения Эрланга.

Тема 6. Динамика технического состояния объектов АТ в процессе их эксплуатации.

Факторы, вызывающие изменение технического состояния объектов эксплуатации. Характеристики состояний процесса эксплуатации ВС и их бортовых систем. Определяющие параметры объекта. Случайность изменения технического состояния объектов АТ. [1, стр.68-76].

Контрольные вопросы по теме.

- 6.1. Объективные факторы (температура, влажность), вызывающие изменение технического состояния объектов эксплуатации.
- 6.2. Объективные факторы (атмосферное давление, биологические факторы), вызывающие изменение технического состояния объектов эксплуатации.
- 6.3. Объективные факторы (электризация, износ, старение), вызывающие изменение технического состояния объектов эксплуатации.
- 6.4. Объективные факторы (механические перегрузки), вызывающие изменение технического состояния объектов эксплуатации.
- 6.5. Субъективные факторы, вызывающие изменение технического состояния объектов эксплуатации.
- 6.6. Понятие об определяющих параметрах объектов авиационного оборудования.
- 6.7. Пояснить характеристики состояний процесса эксплуатации ВС (полет, ожидание начала ТО, оперативное ТО).
- 6.8. Пояснить характеристики состояний процесса эксплуатации ВС (ремонт, готовность к полету, задержка вылета).

Тема 7. Методологические основы управления процессами технической эксплуатации авиационной техники.

Авиационная транспортная система и ее свойства Предмет и задачи управления процессами ТОиР АТ. Цели управления. Требования к системе управления. Структура технических процессов при эксплуатации авиационной техники. Общие принципы управления ПТЭ АТ. [1, стр.79-87].

Контрольные вопросы по теме.

- 7.1. Определение авиационной транспортной системы и ее свойства.
- 7.2. Пояснить понятия "процесс".
- 7.3. Представить и пояснить структуру технических процессов при эксплуатации авиационной техники.
- 7.5. Пояснить обобщенную схему управления процессами ТЭ.
- 7.6. Раскрыть общие принципы управления процессами ТЭ АТ.
- 7.7. Цели методологии управления процессами ТЭ АТ, принципы управления.

Раздел 3. Эксплуатационно-технические характеристики авиационной техники.

Тема 8. Характеристики эффективности процессов ТОиР АТ.

Классификация и назначение показателей эффективности ТОиР АТ. Соотношения для показателей. Требования к значениям показателей эффективности процессов ТЭ АТ (ПТЭ АТ). [1, стр. 104-111].

Контрольные вопросы к теме.

- 8.1. Виды и характеристика показателей эффективности ПТЭ.
- 8.2. Показатели надежности изделий.
- 8.3. Показатели безопасности и регулярности полетов.
- 8.4. Коэффициенты эффективности ПТЭ.
- 8.5. Относительные времена состояний ПТЭ.
- 8.6. Анализ реальных характеристик эффективности отечественных самолетов.

Тема 9. Методика оценки показателей эффективности ПТЭ АТ.

Математические модели ПТЭ АТ. Вероятности состояний и переходов состояний объектов в процессе их эксплуатации. Матрица переходных вероятностей. Определение характеристик процесса технической эксплуатации. Связь характеристик исправности и готовности с надежностью АТ. [1, стр. 111-128].

Контрольные вопросы по теме.

- 9.1. Пояснить динамику изменения состояний случайного ПТЭ ВС.
- 9.2. Составить и пояснить матрицу переходных вероятностей состояний.
- 9.3. Статистическая вероятность состояния. Вектор-строка вероятностей.
- 9.4. Определение характеристик ПТЭ из матрицы переходных вероятностей.
- 9.5. Построить упрощенный граф состояний и получить его матрицу переходных вероятностей..
- 9.6. Определение вероятности состояний из матрицы переходных вероятностей.
- 9.7. Расчет среднего времени между полетами по матрице переходных вероятностей.

Тема 10. Общие требования к безопасности полетов, определяемые Нормами летной годности самолетов ГА (НЛГС 3).

Летная годность и безопасность полетов. Общие требования НЛГС к АЭС и ПНК. Долговечность и живучесть изделий АТ. Факторы, определяющие долговечность и живучесть изделий. Оценка живучести и долговечности изделий. [1, стр. 128-133]

Контрольные вопросы по теме.

- 10.1. Пояснить свойство "Безопасность полетов" и связь с летной годностью.
- 10.2. Пояснить четыре группы особых ситуаций.
- 10.3. Требования НЛГС к вероятностям событий в полете по причинам отказов техники.
- 10.4. Требования НЛГС к качеству проектирования и изготовления бортового оборудования из условий безопасности полетов.
- 10.5. Требования НЛГС к бортовым системам электроснабжения из условий безопасности полетов.
- 10.6. Общие требования НЛГС к АЭС и ПНК.
- 10.7. Определение долговечности и живучести изделий АТ.
- 10.8. Факторы, влияющие на долговечность изделий АТ.
- 10.9. Количественная оценка живучести бортовых систем.

Тема 11. Эксплуатационная технологичность изделий.

Понятие эксплуатационной технологичности изделий АТ. Факторы, определяющие эксплуатационную технологичность изделий АТ. Показатели эксплуатационной технологичности. Расчет показателей. Требования НЛГС к показателям ЭТ. Обеспечение эксплуатационной технологичности АТ в процессе создания ЛА и его бортового оборудования. [1, стр. 134-144].

Контрольные вопросы по теме.

- 11.1. Определение технологичности и ее свойств.
- 11.2. Обобщенные показатели технологичности изделий.
- 11.3. Единичные (частные) критерии технологичности.
- 11.4. Содержание программы обеспечения эксплуатационной технологичности при создании АТ.
- 11.5. Структура программы обеспечения эксплуатационной технологичности при создании АТ.
- 11.6. Обеспечение доступности и легкоъемности объектов ТОиР.
- 11.7. Взаимосвязь требований эксплуатационной технологичности и требований эргатичности бортового комплекса.

Раздел 4. Методы эксплуатации, стратегии, программы и обеспечение ТОиР АТ.

Тема 12. Методы эксплуатации и стратегии технического обслуживания АЭС и ПНК.

Определения и виды методов эксплуатации и стратегий ТОиР изделий АТ. Условия использования различных методов ТЭ и стратегий ТОиР. Структурные схемы управления техническим состоянием изделий при различных стратегиях ТОиР. Взаимосвязи методов ТЭ и стратегий ТОиР. Особенности использования МЭР и МЭП. [1, стр. 134-144].

Контрольные вопросы по теме.

- 12.1. Определение, виды и содержание методов эксплуатации АТ.
- 12.2. Определение, виды и содержание стратегий ТО АТ.
- 12.3. Сочетания методов эксплуатации и стратегий ТО.
- 12.4. Структурная схема управления процессом ТО при ТОН.
- 12.5. Структурная схема управления процессом ТО при ТОС.
- 12.6. Недостатки использования МЭР.
- 12.7. Особенности использования МЭП.

Тема 13. Программы ТОиР.

Характеристик и структура программы ТОиР ЛА. Общие требования к программе. Принципы разработки программ ТОиР АТ. Содержание программы. [1, стр. 154-158].

Контрольные вопросы по теме.

- 13.1. Назначение и общее содержание программы ТОиР АТ.
- 13.2. Порядок разработки программы ТОиР АТ.
- 13.3. Разделы содержания программы ТОиР АТ.
- 13.4. Содержание 1 и 2 разделов программы ТОиР АТ.
- 13.5. Содержание 3 и 4 разделов программы ТОиР АТ.
- 13.6. Содержание 5-7 разделов программы ТОиР АТ.

Тема 14. Информационное обеспечение процесса технической эксплуатации АТ.

Потребность практики эксплуатации в её информационном обеспечении. Использование компьютерных технологий в информационном обеспечении ТЭ АТ. Информационно-управляющая система для обеспечения технической эксплуатации воздушных судов (ГОСТ Р 50596-93). Структура и задачи ИУС ЭП ГА. [1, стр. 159-167].

Контрольные вопросы по теме.

- 14.1. Обоснование необходимости внедрения ИУС ИАС.
- 14.2. Общие задачи, решаемые с помощью ИУС ИАС.
- 14.3. Требования к качеству информации, вводимой в ИУС.
- 14.4. Структура потоков информации и решений в ИУС ИАС.
- 14.5. Общие требования к ИУС ИАС.
- 14.6. Структура ИУС ИАС.
- 14.7. Частные задачи, решаемые в ИУС ИАС.

Раздел 5. Управление эффективностью технической эксплуатации АТ.

Тема 15. Структура и направление деятельности системы управления эффективностью ПТЭ.

Структура и этапы работы системы управления. Влияние основных характеристик системы ТОиР на ее экономическую эффективность. Методы повышения эффективности ТОиР. [1, стр. 181-186].

Контрольные вопросы по теме.

- 15.1. Задачи и структурная схема системы управления эффективностью ПТЭ.
- 15.2. Содержание работ по управлению эффективностью ПТЭ.
- 15.3. Факторы, влияющие на эффективность ПТЭ.
- 15.4. Способы повышения эффективности ПТЭ.
- 15.5. Основные параметры ПТЭ, определяющие их эффективность.
- 15.6. Расчет максимального (теоретического) налета ВС.
- 15.7. Расчет затрат на различные состояния ПТЭ ВС.

Тема 16. Система сертификации на воздушном транспорте.

Назначение системы сертификации и её задачи. Структура системы сертификации. Сертификация организаций по техническому обслуживанию авиационной техники. Сертификация персонала инженерно-авиационной службы ГА. [1, стр. 168-180].

Контрольные вопросы по теме.

- 16.1. Факторы, определяющие летную годность АТ.
- 16.2. Как контролируется уровень безопасности полетов в ГА?
- 16.3. Назначение и задачи системы сертификации в ГА.
- 16.4. Структура полномочных органов и документов сертификации организаций ТОиР.
- 16.5. Сертифицируемые объекты и характеристики организаций ТОиР.
- 16.6. Условия получения допуска к ТО. Виды допусков.

Тема 17. Оценка уровня надежности изделий, выбор метода эксплуатации, стратегии технического обслуживания и периодичности регламентных работ.

Контроль уровня надежности изделий в процессе их эксплуатации. Методика выбора метода эксплуатации и стратегии технического обслуживания изделий АТ. Расчет периодичности регламентных работ. [1, стр. 187-196].

Контрольные вопросы по теме.

- 17.1. Методика оценки уровня надежности изделий АТ.
- 17.2. Выбор допустимого уровня надежности изделия, эксплуатируемого до безопасного отказа
- 17.3. Деление изделий на группы надежности при выборе методов ТЭ.
- 17.4. Методика альтернатив при выборе метода ТЭ.
- 17.5. Методика расчета периодичности регламентных (контрольных) работ.

Тема 18. Прогнозирование технического состояния изделий АТ и выбор упреждающих допусков.

Виды допусков на контролируемые параметры. Прогнозирование технического состояния объекта с использованием формулы Лагранжа. Расчет упреждающих допусков на контролируемые параметры изделия. Оценка $\sigma_x(t)$ и $m_x(t)$ по данным о характеристиках надежности объекта. [1, стр. 197-210].

Контрольные вопросы по теме.

- 18.1. Виды допусков на контролируемые параметры.
- 18.2. Прогнозирование технического состояния объекта методом коэффициентов Лагранжа.
- 18.3. Динамика распределений контролируемых параметров.
- 18.4. Оценка $\sigma_x(t)$ и $m_x(t)$ по данным о характеристиках надежности объекта.
- 18.4. Методика расчета упреждающих допусков на контролируемые параметры изделия.

Тема 19. Оптимизация количества средств ТО с использованием методов теории массового обслуживания.

Задачи ИАС и теория массового обслуживания. Характеристики системы технического обслуживания АТ при ограниченном и неограниченном парках изделий. [1, стр. 211-220].

Контрольные вопросы:

- 19.1. Какие задачи ИАС можно решать методами ТМО?
- 19.2. Перечень характеристик, определяющих свойства СМО.
- 19.3. Получить формулы для вероятностей $p_k(t)$ СМО с ограниченным парком объектов обслуживания.
- 19.4. Получить зависимость для вероятности p_0 .
- 19.5. Написать и пояснить выражения для всех характеристик СМО с ограниченным потоком требований.
- 19.6. Написать и пояснить выражения для всех характеристик СМО с неограниченным потоком требований.
- 19.7 Составить алгоритм вычисления характеристик СМО при заданных N, λ, μ, n .

5. Контрольная работа.

Контрольная работа выполняется в форме решения задачи по расчету характеристик, определяющих эффективность технической эксплуатации авиационной техники.

Текст контрольной работы должен выполняться на стандартных листах А4 компьютерной печатью шрифтом 12, или 14. Все символы параметров и ход решения задачи должны иметь пояснения.

Для расчетов на компьютере можно использовать программу Excel, Mathcad и другие.

В табл. 5.1 дан перечень состояний эксплуатации, которые приняты для условий задачи. В соответствии с этой таблицей **необходимо построить** граф состояний, подобный примерам, представленных на рис. 4.3 и 10.1 учебного пособия [1]. В правом столбце таблицы указаны номера состояний, из которых стрелки переходов входят в рассматриваемое состояние.

Таблица 5.1 Перечень состояний процесса эксплуатации.

№№	Состояния	Исходные состояния
1	Рейсовый полет	8, 9
2	Послеполетное ТО (пс.о)	1
3	ТО Ф1	1
4	ТО Ф2	1
5	ТО Ф3	1
6	Ремонт	1
7	Простой по ожиданию зап. агрегатов (зип)	3, 4, 5, 6,
8	Предполетное ТО (пр.о)	1, 3, 4, 5, 6, 9, 10
9	Задержка вылета	8
10	Простой исправного	2, 3, 4, 5, 6

В таблице 5.2. представлены варианты исходных данных для расчетных работ. В таблице 5.3 приведена форма представления результатов расчетов. (Эта форма для всех вариантов). Параметры таблиц соответствуют построенному Вами графу состояний.

Номер варианта контрольной работы определяется последними цифрами зачетной книжки студента.

Определению подлежат характеристики, рассмотренные в главах 9 и 10 [1].

В табл.5.2 и 5.3 приняты следующие обозначения (в основном соответствующие [1]):

N – число самолетов рассматриваемого парка;

$T_{Н1.СР}$ – средний годовой налет одного самолета;

$T_{Ф1}, T_{Ф2}, T_{Ф3}, T_{РЕМ}$ – плановая периодичность (в часах) поступления

каждого самолета на формы периодического ТО Φ_1, Φ_2, Φ_3 и на капитальный ремонт;

$\mu_{\Pi}, \mu_{\Phi_1}, \mu_{\Phi_2}, \mu_{\Phi_3}, \mu_{РЕМ}, \mu_{ОП}, \mu_{В}$ – соответственно средние времена рейса (полета), выполнения работ по формам, ремонту, поиску и устранению одного отказа;

$t_{\text{ПР.И}\Sigma}, t_{\text{ЗИП.}\Sigma}, t_{\text{ЗР}\Sigma}$ – суммарные за год по парку простои самолетов (час) соответственно исправных, по отсутствию запасных агрегатов, по задержке рейса не по техническим причинам;

$t_{\text{H}\Sigma}$ – суммарный годовой налет парка;

$n_{\Phi_1}, n_{\Phi_2}, n_{\Phi_3}, n_{РЕМ}, n_{\Pi}, n_{\text{ПСПО}}, n_{\text{ПРПО}}, n_{ОП}$ – числа попаданий самолетов в состояния форм ТО, ремонта, полета, послеполетного ТО, предполетного ТО, оперативного ТО;

$t_{\text{ОП.}\Sigma}, t_{\Phi_1\Sigma}, t_{\Phi_2\Sigma}, t_{\Phi_3\Sigma}, t_{\text{ПЕР.}\Sigma}, t_{\text{РЕМ.}\Sigma}, t_{\text{В.}\Sigma}$ – суммарные по парку времена оперативного ТО, форм оперативного ТО, суммы периодических ТО, поиска и устранения отказов;

$\Phi_{\text{КВ}}$ – фонд календарного времени парка самолетов;

K_{H} – коэффициенты налета, простоя исправными, оперативного ТО, периодического ТО, ремонта, по отсутствию запасных агрегатов, на устранении отказов, по задержке вылета парка;

K_{HM} – максимально возможный коэффициент налета;

$\bar{T}_{\text{ПР.И}}, \bar{T}_{\text{ОП}}, \bar{T}_{\text{ПЕР}}, \bar{T}_{\text{РЕМ}}, \bar{T}_{\text{ЗР}}, \bar{T}_{\text{В}}, \bar{T}_{\text{ЗИП}}$ – относительные

времена простоя исправных самолетов, затрат на оперативное, периодические и ремонтные работы, задержки рейсов, устранение отказов, простоя по отсутствию зип.

Ниже приводится перечень формул, используемых для решения задачи. Эти формулы обоснованы в гл. 9 [1]. При этом в формулах устраняются опечатки, имеющиеся в [1].

$t_{\text{H}\Sigma} = N * t_{\text{H1.ср.}}$	$n_{\text{ОП}} = n_{\text{ППП}} + n_{\text{ПРП}}$
$n_{\Phi_i} = t_{\text{H}\Sigma} / T_{\Phi_i}$	$K_{\text{H}} = t_{\text{H}\Sigma} / \Phi_{\text{КВ}}$
$t_{\text{ПЕР.}\Sigma} = n_{\Phi_1} * t_{\Phi_1} + n_{\Phi_2} * t_{\Phi_2} + n_{\Phi_3} * t_{\Phi_3}$	$t_{\Phi_i\Sigma} = \mu_{\Phi_i} * n_{\Phi_i}$
$n_{\text{РЕМ}} = t_{\text{H}\Sigma} / T_{\text{РЕМ}}$	$t_{\text{ОП.}\Sigma} = \mu_{\text{ОП}} * n_{\text{ОП}}$
$n_{\Pi} = t_{\text{H}\Sigma} / \mu_{\Pi}$	$\bar{T}_i = t_{i\Sigma} / t_{\text{H}\Sigma}$
$n_{\text{ПСПО}} = n_{\Pi}$	$K_i = t_{i\Sigma} / \Phi_{\text{КВ}}$
$n_{\text{ПРРО.}} = 1,1 * n_{\Pi}$	$K_{\text{HM}} = K_{\text{H}} + K_{\text{ПР.И}}$
$\Phi_{\text{КВ}} = \sum_{i=1}^N t_{i\Sigma}, \text{ или:}$ $\Phi_{\text{КВ}} = t_{\text{H}\Sigma} + t_{\text{ОП.}\Sigma} + t_{\text{ПЕР.}\Sigma} + t_{\text{РЕМ}} + t_{\text{ЗИП.}\Sigma} + t_{\text{ЗР}\Sigma} + t_{\text{В}\Sigma}$	

Таблица 5.2. Варианты исходных данных для расчета характеристик.

Вариант	N	T _{Н1.СР}	T _{ф1}	T _{ф2}	T _{ф3}	T _{РЕМ}	μ _П	μ _{ф1}	μ _{ф2}	μ _{ф3}	μ _{РЕМ}	n _В	μ _В	μ _{ОП}	t _{ПР.О}	T _{ЗИП.Σ}	t _{ЗРС}	
1	20	2700	300	900	1800	8000	4,6	48	96	150	950	650	5	2,5	43800	22000	4250	
2	25	2600	300	900	1800	9000	3	50	97	150	1000	700	5	2,5	43800	22000	4250	
3	30	2450	300	900	1800	10000	4	48	98	150	1050	800	5	2,5	43800	22000	4250	
4	26	1500	300	900	1800	1100	3,5	52	99	150	1100	750	5	2,5	43800	22000	4250	
5	27	2600	200	600	1200	6000	3,5	48	100	160	1150	850	5	2,5	35000	22000	4250	
6	28	2800	200	600	1200	7000	3,5	60	110	170	1200	900	5	2,5	35000	22000	4250	
7	29	2900	200	600	1200	8000	3,5	45	115	180	1250	950	6	2,5	35000	22000	4250	
8	30	3000	200	600	1200	9000	3,5	46	120	190	1300	1000	7	2,5	35000	22000	4250	
9	31	3100	200	600	1200	10000	3,5	47	125	200	950	650	8	2,5	35000	22000	4250	
10	32	3200	200	600	1200	11000	3,5	48	130	210	1000	700	9	2,5	35000	22000	4250	
11	33	3300	200	600	1200	12000	3,5	49	95	215	1050	800	1	2,5	35000	22000	4250	
12	34	3400	300	900	1800	13000	3,5	50	100	220	1100	750	2	2,5	35000	22000	4250	
13	35	3500	300	900	1800	14000	4	51	105	225	1150	850	3	2,5	35000	22000	4250	
14	36	3600	300	900	1800	15000	5	52	110	228	1200	900	4	2,5	35000	22000	4250	
15	37	3700	300	900	1800	16000	4	53	115	230	1250	950	5	2,5	35000	22000	4250	
16	38	3800	300	900	1800	17000		54	120	235	1300	1000	6	2,5	35000	22000	4250	
17	39	3900	300	900	1800	18000	4	55	95	240	950	650	5	2,5	35000	22000	4250	
18	40	4000	300	900	1800	19000	5	56	98	250	1000	700	6	2,5	35000	22000	4250	
19	41	4100	300	900	1800	20000	4	67	100	255	1050	800	7	2,5	35000	22000	4250	
20	42	4200	300	900	1800	5000	8	58	105	260	1100	750	8	2	10000	500	3000	
21	43	4300	300	900	1800	6000	3	59	110	215	1150	850	9	2	10000	500	3000	
22	44	4500	300	900	1800	7000	4	60	115	220	1200	900	1	2	10000	500	3000	
23	45	4600	300	900	1800	8000	5	40	120	225	1250	950	2	2	10000	500	3000	
24	46	4700	300	900	1800	9000	6	41	125	228	1300	1000	3	2	10000	500	3000	
25	47	4800	300	900	1800	9000	7	42	130	230	950	650	4	2	10000	500	3000	
26	48	4900	300	900	1800	10000	2	43	95	235	1000	700	5	2	10000	500	3000	
27	49	5000	300	900	1800	11000	3	44	100	240	1050	800	1	2	10000	500	3000	

Таблица 5.2. Продолжение.																		
28	50	5100	300	900	1800	12000	4	45	105	250	1100	750	2	2	10000	500	3000	
29	25	5200	300	900	1800	13000	5	46	110	255	1150	850	3	2	10000	500	3000	
30	26	5400	300	900	1800	14000	6	47	115	260	1200	900	4	2	10000	500	3000	
31	24	5300	300	900	1800	15000	7	48	120	215	1250	950	5	2	10000	500	3000	
32	23	5500	300	900	1800	16000	8	49	125	220	1300	1000	6	2	10000	500	3000	
33	22	5600	300	900	1800	17000	9	50	130	180	950	975	4	2	10000	500	3000	
34	20	5700	300	900	1800	18000	10	51	98	180	950	975	4	2	10000	500	3000	
35	30	5800	500	1500	3000	12000	6	52	98	240	1000	700	1	2	10000	500	3000	
36	30	5900	500	1500	3000	12000	6	53	105	250	1050	800	2	2	10000	500	3000	
37	30	6000	500	1500	3000	12000	6	54	98	255	1100	750	3	2	10000	500	3000	
38	30	6100	500	1500	3000	12000	6	55	110	260	1150	850	4	2	10000	500	3000	
39	30	2500	500	1500	3000	12000	6	56	115	215	1200	900	5	2	10000	500	3000	
40	30	2800	500	1500	3000	12000	6	58	120	220	1250	950	6	2	10000	500	3000	

Таблица 5.3. Результаты расчетов.

$t_{H\Sigma} =$		$t_{OP.\Sigma} =$		$K_{ПР.И} =$		$T_{ПР.И} =$	
$n_{\Phi 2} =$		$t_{\Phi 1\Sigma} =$		$K_{OP} =$		$T_{OP} =$	
$n_{\Phi 3} =$		$t_{\Phi 2\Sigma} =$		$K_{ПЕР} =$		$T_{ПЕР} =$	
$n_{\Phi 4} =$		$t_{\Phi 3\Sigma} =$		$K_{РЕМ} =$		$T_{РЕМ} =$	
$N_{РЕМ} =$		$t_{ПЕР.\Sigma} =$		$K_{ЗИП} =$		$T_{ЗР} =$	
$N_{П} =$		$t_{РЕМ.\Sigma} =$		$K_{И} =$		$T_{В} =$	
$N_{ПС.О} =$		$t_{В.\Sigma} =$		$K_{ЗР} =$		$T_{ЗИП} =$	
$N_{ПР.О} =$		$\Phi_{КВ} =$		$\Sigma K_{\Sigma} =$			
$N_{OP} =$		$K_{H} =$		$K_{ИМ} =$			

Примечание к расчету. В результате расчета чисел состояний Π_i возможно получение дробного (не целого) числа состояний. Следует считать это нормальным: в момент получения статистики часть самолетов находилась в i -м состоянии (на форме ТО и др.) и на текущий момент выполнена только часть объема ТО.

6. Учебно-методическая литература.

6.1. Основная литература:

1. В.Д. Константинов. Основы технической эксплуатации авиационной техники. Учебное пособие. М.: МГТУ ГА, 2004, 224с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Ицкович А.А. Управление процессами технической эксплуатации летательных аппаратов. Учебное пособие. М.: МИИ ГА, 1994.

2. Смирнов Н.Н. Основы теории технической эксплуатации ЛА. Учебное пособие. М.: МГТУ ГА, 2001.

7. Приложение.

Ниже приводятся правильные написания формул, в которых замечены опечатки в учебном пособии [1]. В первой колонке таблицы указывается номер соответствующей формулы [1].

№ формулы	Правильное написание
9.5	$\Phi_{KB} = \sum_{i=1}^N t_{i\text{э}},$
10.10	$K_u = \frac{t_n + t_{nu}}{t_n + t_{nu} + t_{on} + t_{nep} + t_{рем} + t_{зип} + t_{\text{в}}}$
10.12	$K_u = \frac{1 + \bar{T}_{nu}}{1 + \bar{T}_{nu} + \bar{T}_{on} + \bar{T}_{nep} + \bar{T}_{рем} + \bar{T}_{зип} + \frac{t_{\text{в}}}{t_n}}$
10.13	$K_u = \frac{1 + \bar{T}_{nu}}{1 + \bar{T}_{nu} + \bar{T}_{on} + \bar{T}_{nep} + \bar{T}_{рем} + \bar{T}_{зип} + \omega T_B}$
10.14	$K_u = \frac{1}{1 + \bar{T}_{on} + \bar{T}_{nep} + \bar{T}_{рем} + \bar{T}_{зип} + \omega T_B}$

После 10.29	$K_{Гс}(t, \Delta t) = \frac{\frac{\Delta t_{H\Sigma}(t, \Delta t)}{\Delta n(t, \Delta t)}}{\frac{\Delta t_{H\Sigma}(t, \Delta t)}{\Delta n(t, \Delta t)} + \frac{\Delta t_{B\Sigma}(t, \Delta t)}{\Delta n(t, \Delta t)}}.$
12.1	$K_{II} = \frac{1}{t_{H\Sigma}} \left(\sum_{i=1}^{n_O} \Pi_{oi} + \sum_{j=1}^{n_P} \Pi_{pj} \right),$
12.2	$K_T = \frac{1}{t_{H\Sigma}} \left(\sum_{i=1}^{n_O} T_{oi} + \sum_{j=1}^{n_P} T_{pj} \right),$
Стр.151	$\Delta T = T_0 - T_{nc} = \int_{t_{PEC}}^{\infty} p(t) dt$
18.18	$x(t) = \frac{(t-t_1)(t-t_2)\dots(t-t_n)}{(t_0-t_1)(t_0-t_2)\dots(t_0-t_n)} x(t_0) +$ $+ \frac{(t-t_0)(t-t_2)\dots(t-t_n)}{(t_1-t_0)(t_1-t_2)\dots(t_1-t_n)} x(t_1) + \dots +$ $+ \frac{(t-t_1)(t-t_2)(t-t_3)\dots(t-t_{n-1})}{(t_n-t_0)(t_n-t_1)\dots(t_n-t_{n-1})} x(t_n)$
Стр.203	$L_2 = \frac{m(m+2)(m+3)}{(2-0)(2-1)(2-3)} = -20;$
Стр. 202-203	n – число межконтрольных периодов; n+1 - число выполненных измерений параметра.
19.1	$p_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t},$
19.10	$\mu_k = \mu n$ при $k \geq n$.
19.11	при $k \geq n$: $p_{k-1} \lambda [N - (k-1)] - p_k [\lambda (N - k) + \mu n] + p_{k+1} \mu n = 0.$
19.25	$T_{ожс} = \frac{P_{k \geq n}}{n \mu - \lambda}$

В [1] встречаются опечатки и по тексту. Однако читатель в состоянии их заметить и исправить самостоятельно.

Оглавление.

1. Цель и задачи дисциплины.....	3
2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.....	3
3. Перечень дисциплин (разделов), усвоение которых студентам необходимо для изучения данной дисциплины.....	4
4. Содержание программы дисциплины и методические указания по ее изучению.....	4
5. Контрольная работа.....	13
6. Учебно-методическая литература.....	18
7. Приложение.....	18