

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Н.Н. Смирнов

ПОСОБИЕ
по изучению дисциплины
**«ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ»**

*для студентов IV курса
специальности 130300
заочного обучения*

Москва-2004

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

**Кафедра технической эксплуатации летательных
аппаратов и авиадвигателей**

Н.Н. Смирнов

ПОСОБИЕ

по изучению дисциплины

**«ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ»**

*для студентов IV курса
специальности 130300
заочного обучения*

Москва-2004

ББК 052-082

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.П. Фролов
Смирнов Н.Н.

Пособие по изучению учебной дисциплины «Основы теории эксплуатации авиационной техники» – М.: МГТУ ГА.

Данное пособие издается в соответствии с учебным планом для студентов четвертого курса специальности 130300 (специализация 130301) заочного обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры ТЭЛА и АД «....»
2004 г. и методического совета по спец. 130300 «....» 2004 г.

1. Учебный план дисциплины.

Дисциплина «Основы теории эксплуатации авиационной техники» (ОПД.Ф.08.01) является одной из блока общепрофессиональных дисциплин для студентов четвертого курса заочного обучения специальности 130300, специализация 130301.

Рабочей программой по дисциплине предусмотрены:

Общий объем уч. часов на дисциплину – 100 час.

Объем работы студента с преподавателем – 12 час.

Лекции - 6 час.

Практические занятия - 6 час.

Лабораторные работы - час.

Самостоятельная работа - 88 час.

Курсовая работа - 4 курс, 7 сем.

Экзамен - 4 курс, 7 сем.

2. Цель и задачи дисциплины

2.1. Цель преподавания дисциплины – получение студентами необходимых знаний научных и теоретических основ эксплуатации авиационной техники, а также практических навыков и умений в решении задач по выбору стратегий ТЭ, сохранению летной годности ЛА и обеспечению технической эффективности их использования.

2.2. Задачи изучения дисциплины (минимально - необходимый комплекс знаний и умений):

2.2.1. иметь представление о:

современных методах системного анализа и теории эффективности процессов эксплуатации ЛА;

состоянии и перспективах развития методов и средств технической эксплуатации ЛА.

2.2.2. знать:

методы анализа и оценки ЛА как объектов эксплуатации, оценки влияния эксплуатационных факторов на их надежность и работоспособность;

эксплуатационно-технические характеристики ЛА, методы их анализа, оценки и улучшения;

пути и методы совершенствования стратегий и режимов ТО и Р ЛА;

содержание технических требований к вновь создаваемой и перспективной АТ и программам ее технического обслуживания и ремонта (ТО и Р);

описание структуры и модели процесса эксплуатации ЛА, показатели эффективности процесса ТЭ;

структуру и задачи системы ТО и Р ЛА, требования к системе;
методы обеспечения исправности парка ЛА и регулярности полетов;
методы контроля технического состояния ЛА;
методы управления качеством технического обслуживания ЛА.

2.2.3. уметь:

оценивать основные конструктивно-эксплуатационные свойства ЛА;
разрабатывать и предъявлять эксплуатационно-технические требования к новым образцам АТ;

определять рациональные режимы технического обслуживания изделий и систем ЛА;

обосновать требования и мероприятия по повышению безопасности и регулярности полетов ЛА, а также технической эффективности их использования.

2.2.4. иметь навыки:

анализа эффективности процесса технической эксплуатации ЛА;
обследования технико-экономических требований к эксплуатационно-техническим характеристикам новых типов ЛА;

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

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

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

Конструкция и прочность ЛА: механика разрушения и живучесть ЛА, конструктивные способы повышения надежности ЛА.

Конструкция и прочность АД: живучесть авиационных двигателей, допустимые повреждения элементов двигателя, конструктивные способы повышения надежности авиадвигателей.

Гидравлика и гидро-механические системы: изменение технического состояния систем, конструктивные способы обеспечения их надежности.

Надежность ЛА и АД: физика отказов, показатели надежности, методы оценки показателей надежностей элементов и систем.

Диагностика ЛА и АД: теоретические основы, процессы, методы и средства диагностирования ЛА и АД.

3. Рекомендуемая литература.

№№ п/п	Автор	Наименование издательства, год издания
1. Основная литература		
1.1.	Под ред. проф. Смирнова Н.Н.	Техническая эксплуатация ЛА. Учебник для вузов ГА. М.: Транспорт, 1990.
1.2.	Смирнов Н.Н.	Основы теории технической эксплуатации ЛА и АД. Учебное пособие, части 1 и 2. М.:МГТУ ГА, 2001-2003.
1.3.	Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М.	Эксплуатационная технологичность ЛА. Учебное пособие. М.:Транспорт, 1994.
1.4.	Смирнов Н.Н. Ицкович А.А.	Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. М.: Транспорт, 1987.
2. Учебно-методическая литература.		
2.1.	Смирнов Н.Н.	Пособие по выполнению практических занятий «Определение периодичности технического обслуживания изделий ФС самолета». М.:МГТУ ГА, 2002.
2.2.*)	Смирнов Н.Н. Герасимова Е.Д.	Методические указания по проведению лабораторной работы «Группировка работ по техническому обслуживанию изделий ФС в оптимальные формы регламента». М.: МГТУ ГА, 1997.
2.3.*)	Чинючин Ю.М. Смирнов Н.Н.	Методические указания по проведению лабораторной работы «Определение потребного уровня исправности парка самолетов в эксплуатационном авиапредприятии». М.:МГТУ ГА, 1996.
2.4.	Смирнов Н.Н.	Пособие по выполнению практических занятий «Определение показателей и оценка эффективности процесса технической эксплуатации самолета». М.:МГТУ ГА, 2003.
2.5.	Смирнов Н.Н. Герасимова Е.Д.	Пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «ОТЭАТ». М.:МГТУ ГА, 2004.
*) Лабораторные работы проводятся в форме практических занятий.		
3. Дополнительная литература		
3.1.	Далецкий С.В. Деркач О.Я. Петров А.Н.	Эффективность технической эксплуатации самолетов ГА. М.: «Воздушный транспорт», 2002.
3.2.	Смирнов Н.Н.	Научные основы построения системы технического обслуживания и ремонта самолетов. Учебное пособие. М.:МГТУ ГА, 1994.

4. Структура дисциплины

Учебная дисциплина «Основы теории эксплуатации авиационной техники» состоит из пяти разделов.

Раздел 1. Методологические вопросы науки и теории технической эксплуатации.

Изучаются: структура жизненного цикла самолета; характеристики основных стадий жизненного цикла; место, роль и назначение технической эксплуатации самолетов, техническая эксплуатация как объект науки и теории; общая структура организации технической эксплуатации.

Раздел 2. Процесс технической эксплуатации и система технического обслуживания и ремонта ЛА.

Изучаются: модель и структура процесса технической эксплуатации; характеристики отдельных состояний процесса; взаимосвязь процессов технической эксплуатации и изменения технического состояния объектов эксплуатации; факторы и показатели, определяющие эффективность процесса технической эксплуатации; структура и назначение системы технической эксплуатации; требования к системе; основы построения системы; создание инфраструктуры системы.

Раздел 3. Эксплуатационно-технические характеристики ЛА.

Изучаются: основные эксплуатационно-технические характеристики ЛА такие как: безотказность, долговечность, эксплуатационная технологичность, контролепригодность, живучесть; показатели и методы оценки эксплуатационно-технических характеристик.

Раздел 4. Обеспечение технической эффективности использования АТ.

Изучаются вопросы: обеспечения потребной исправности парка ЛА; определения технически-возможного годового налета на самолет; обеспечения технической регулярности вылетов самолетов, повышения эффективности использования самолетов; система контроля технического состояния ЛА; система управления качеством технического обслуживания.

Раздел 5. Стратегии, программы и режимы технического обслуживания и ремонта АТ.

Изучаются: классификация стратегий технического обслуживания и ремонта изделий авиационной техники; условия применения стратегий ТО и Р по состоянию; техническое обслуживание по состоянию с контролем уровня надежности; техническое обслуживание с контролем параметров; формирования программ ТО и Р; определения периодичности технического обслуживания изделий; группировки работ по техническому обслуживанию в оптимальные формы регламента.

5. Программа дисциплины и методические указания к изучению разделов программы

Установочная (вводная лекция).

Понятия эксплуатация и техническая эксплуатация. Основные термины и определения. Содержание учебной дисциплины и ее связь с другими учебными дисциплинами. Роль технической эксплуатации в решении задач сохранения летной годности ВС и эффективности их использования. Порядок проведения всех видов занятий по дисциплине. Обеспечение дисциплины литературой.

Раздел 1. Методологические вопросы науки и теории эксплуатации.

Техническая эксплуатация – этап жизненного цикла самолета и часть эксплуатации. Характеристика стадий жизненного цикла. Виды и формы ТО и Р ЛА.

Укрупненная модель эксплуатации. Техническая эксплуатация – объект науки и теории. Области научных исследований в сфере технической эксплуатации. Основные компоненты теории технической эксплуатации. Методы научного познания и формирования теории технической эксплуатации. Общая структура организации технической эксплуатации.

Методические указания к изучению раздела 1.

Литература:[1.2] стр.5-30, [3.2] стр.3-7, [1.4] стр.5-18.

Центральные вопросы раздела: стадии жизненного цикла самолета; характеристики стадий жизненного цикла; укрупненная модель эксплуатации; назначение и задачи технической эксплуатации ЛА; техническая эксплуатация – объект науки; предмет теории технической эксплуатации; компоненты теории; методы научного познания технической эксплуатации. Общая структура организации технической эксплуатации.

Вопросы для самопроверки.:

1. Назовите стадии жизненного цикла, входящие в структуру эксплуатации и технической эксплуатации.
2. Дайте характеристику каждой из стадий жизненного цикла самолета.
3. Изобразите модель эксплуатации ЛА и укажите место технической эксплуатации.
4. Каково основное назначение технической эксплуатации?
5. Какова научная основа технической эксплуатации ЛА?
6. Области научных исследований в сфере технической эксплуатации.
7. Каковы основные компоненты теории технической эксплуатации?
8. Методы научного познания технической эксплуатации?
9. Каковы виды и формы ТО и Р ЛА?

Раздел 2. Процесс технической эксплуатации и система ТО и Р ЛА.

Модель процесса технической эксплуатации. Структура процесса технической эксплуатации. Характеристики отдельных состояний процесса технической эксплуатации. Процессы повреждаемости конструкции при эксплуатации. Взаимосвязь процессов технической эксплуатации и изменения технического состояния объектов. Факторы, определяющие эффективность ПТЭ. Показатели эффективности ПТЭ. Система ТО и Р ЛА. Формирование системы ТО и Р ЛА и ее инфраструктуры.

Методические указания к изучению раздела 2.

Литература:[1.1] стр.102-114, 196-207; [1.2] стр.30-47, 78-98; [3.2] стр.31-43, 84-104.

Центральные вопросы раздела: модель ПТЭ; структура ПТЭ; состояния ПТЭ; анализ эффективности ПТЭ. Требования, предъявляемые к системе ТО и Р. Составные части инфраструктуры системы ТО и Р.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение процесса технической эксплуатации ЛА.
2. Что понимается под моделью ПТЭ ЛА?
3. Как представляется ПТЭ в виде модели?
4. Что понимается под структурой ПТЭ?
5. Назовите наиболее характерные процессы повреждаемости конструкций.
6. Связь ПТЭ с процессами изменения технического состояния объектов эксплуатации.
7. Назовите факторы, определяющие эффективность ПТЭ.
8. Показатели эффективности ПТЭ.
9. Система ТО и Р и требования к ней.
10. Составные части инфраструктуры ТО и Р.

Раздел 3. Эксплуатационно-технические характеристики ЛА.

Безотказность объектов АТ. Показатели безотказности. Долговечность и живучесть конструкций. Показатели долговечности. Методы установления ресурсов и сроков службы объектов АТ. Контролепригодность конструкций. Показатели контролепригодности. Эксплуатационная технологичность ЛА. Показатели эксплуатационной технологичности. Способы задания показателей в требованиях на новые типы ЛА. Оценка эксплуатационной технологичности ЛА.

Методические указания к изучению раздела 3.

Литература:[1.1] стр.8-52, [1.2] стр.48-77, [1.3] стр.111-143.

Центральные вопросы раздела: факторы безотказности; показатели безотказности; факторы долговечности; ресурсы и сроки службы; факторы живучести; факторы и показатели эксплуатационной технологичности, нормирование показателей и задание их в требованиях; факторы и показатели контролепригодности.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте классификацию отказов и повреждений.
2. Каковы факторы и показатели безотказности?
3. Основные законы распределения времени безотказной работы объектов эксплуатации.
4. Понятия долговечности и живучести конструкций.
5. Факторы, определяющие долговечность.
6. Виды ресурсов и сроков службы ЛА.
7. Факторы, определяющие живучесть.
8. Основные факторы и показатели эксплуатационной технологичности.
9. Способ нормирования показателей эксплуатационной технологичности.
10. Задание показателей в требованиях на новые типы ЛА.
11. Методы анализа и оценки эксплуатационной технологичности.
12. Основные факторы и показатели контролепригодности.

Раздел 4. Обеспечение технической эффективности использования АТ.

Структура парка и годового фонда времени ЛА. Показатели исправности и использования ЛА. Потребная исправность парка ЛА. Факторы, влияющие на техническую регулярность вылетов ЛА по расписанию. Показатели использования ЛА, их связь с показателями исправности. Технически возможный годовой налет на самолет, способы его определения. Система контроля технического состояния АТ. Организация и виды контроля. Система управления качеством ТО ЛА. Факторы, влияющие на качество ТО.

Методические указания к изучению раздела 4.

Литература:[1.1] стр.82-93, 207-230; [1.2 часть 2] стр.51-85; [1.3] стр.25-31.

Центральные вопросы раздела: исправность парка ЛА; показатели исправности; показатели использования ЛА; технически-возможный годовой налет ЛА; техническая регулярность вылетов; факторы и показатели регулярности вылетов ЛА; виды контроля технического состояния ЛА; методы и средства контроля; контроль качества ТО; система обеспечения и управления качеством ТО; факторы, определяющие качество ТО.

Вопросы для самопроверки:

1. Структура парка и годового фонда времени ЛА.
2. Понятие и показатели исправности парка ЛА.
3. Потребная и располагаемая исправность парка ЛА.
4. От каких факторов зависит технически-возможный годовой налет на самолет.
5. Способ определения технически-возможного годового налета на самолет.
6. Понятие и показатели технической регулярности (надежности) вылетов ЛА.
7. Факторы, влияющие на регулярность очередного вылета ЛА.
8. Организация и виды контроля технического состояния ЛА.
9. Методы и средства контроля объектов АТ.
10. Система качества ТО.
11. Управление качеством ТО.
12. Факторы, определяющие качество ТО.

Раздел 5. Стратегии, программы и режимы ТО и Р ЛА.

Понятие стратегии ТО и Р. Классификация стратегий ТО и Р АТ, Стратегии ТО и Р по наработке. Стратегии ТО и Р по состоянию. Выбор стратегий ТО и Р. Условия применения стратегий ТО и Р по состоянию. Взаимосвязь стратегий эксплуатации (использования) изделий АТ со стратегиями ТО и Р.

ТО изделий по состоянию с контролем уровня надежности (КУН). Характеристика и область применения. Контроль уровня надежности. Метод определения ВГР.

ТО изделий по состоянию с контролем параметров (КП). Характеристика и область применения. Контроль технического состояния по параметрам. Упреждающий допуск.

Характеристика и структура программы ТО и Р. Формирование программ ТО и Р планера и функциональных систем. Содержание программы обеспечения ТО и Р.

Режимы ТО и Р АТ: понятие и классификация. Основы формирования режимов ТО и Р.

Определение периодичности ТО изделий ФС ЛА. Методы и критерии определения периодичности ТО изделий. Группировка работ ТО изделий в формы регламента.

Методические указания к изучению раздела 5.

Литература: [1.1] стр.49-68,114-125), 162-173; [1.2 часть 2] стр.4-50; [1.4] стр.19-24, 49-68, 97-116; [3.2] стр.23-26, 75-83.

Центральные вопросы раздела: классификация стратегий ТО и Р; выбор стратегий ТО и Р; условия применения стратегий ТО и Р; статистическое регулирование надежности; контроль уровня надежности; предельное и предотказное значения параметра; упреждающий допуск на параметр; структура программы ТО и Р; формирование программы; программа обеспечения ТО; периодичность ТО; критерии для определения периодичности ТО изделий; формирование оптимального регламента ТО ФС и самолета.

Вопросы для самопроверки:

1. Классификация стратегий ТО и Р.
2. Понятия стратегий ТО и Р по наработке и по состоянию.
3. Условия применения стратегий ТО и Р по состоянию.
4. Классификация стратегий использования изделий АТ.
5. Как осуществляется связь стратегий использования изделий со стратегиями ТО и Р?
6. Характеристика и область применения стратегий ТО изделий с КУН.
7. Как определяется верхняя граница регулирования (ВГР).
8. Как осуществляется управление ПТЭ изделий при техническом обслуживании с КУН.
9. Схема принятия решений для определения возможности дальнейшей эксплуатации изделий при их обслуживании с КУН.
10. Характеристика и условия применения стратегий технического обслуживания с КП?
11. Дайте определения понятий предельного и предотказного значений параметра?
12. Понятие упреждающего допуска на параметр?
13. Какие факторы влияют на выбор величины упреждающего допуска?
14. Каковы структура и содержание программы ТО и Р?
15. Каков механизм формирования программы?
16. Структура и содержание программы обеспечения ТО и Р самолета.
17. Содержание понятия и классификация режимов ТО и Р?
18. Какие используются критерии оптимизации периодичности ТО изделий?
19. Как осуществляется группировка работ по ТО изделий в оптимальные формы регламента для ФС и ЛА?

6. Практические занятия.

Программой предусмотрено проведение шести часов практических занятий (три занятия по два часа каждое).

Возможные темы занятий.

Занятие 1. Расчет показателей эффективности процесса технической эксплуатации самолетов.

Целью занятий является изучение методики и получение практических навыков по расчету показателей эффективности анализируемого процесса технической эксплуатации парка самолетов заданного типа.

Основные вопросы, поставленные студентам при проведении занятия: модель ПТЭ, граф состояний и переходов ПТЭ, показатели эффективности ПТЭ, получение исходных данных для расчета, формулы для расчета показателей эффективности ПТЭ, эталонные значения показателей, расчет показателей и оценка.

Занятие 2. Определение нормативных значений показателей эксплуатационной технологичности самолета для задания в требованиях (технических условиях).

Целью занятий является закрепление лекционного материала по анализу, оценке и нормированию показателей эксплуатационной технологичности самолетов.

Основные вопросы, поставленные студентам при проведении практического занятия: состав показателей эксплуатационной технологичности самолета, концепция нормирования показателей, связь однотипных показателей эксплуатационной технологичности и системы ТО и Р, статистические коэффициенты, принципы построения номограмм для определения нормативных значений показателей эксплуатационной технологичности самолета.

Занятие 3. Определение оптимальной периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем самолета.

Целью занятий является изучение методики и получение практических навыков по расчету и оптимизации периодичности технического обслуживания заданных типов изделий функциональных систем самолета.

Основные вопросы, поставленные студентам при проведении практического занятия: критерии оптимизации периодичности ТО изделий, выбор критериев для различных групп изделий, расчетные формулы, исходные данные для расчета, определение оптимальной периодичности ТО изделий по различным критериям.

Занятие 4. Расчет показателей потребной и располагаемой исправности парка самолетов авиапредприятия.

Целью занятий является закрепление материала лекций по анализу и обработке статистических данных по налету и простоям самолетов в процессе эксплуатации и определению располагаемого и потребного уровней исправности приписного парка.

Основные вопросы, поставленные студентам при проведении практического занятия: структура парка и годового фонда времени самолетов, структура простоев самолетов по техническим причинам, удельные простои по техническим причинам и их зависимость от годового налета самолета, расчетные формулы для определения располагаемой и потребной исправности парка самолетов для обеспечения заданного годового налета на самолет.

7. Курсовая работа и ее характеристика.

Целью курсовой работы является привитие студентам навыков решения отдельных задач теории технической эксплуатации ЛА. Самостоятельное выполнение курсовой работы является одним из этапов творческого применения на практике знаний, полученных студентами в процессе изучения дисциплины «Основы теории эксплуатации АТ».

Курсовая работа состоит из определенной совокупности задач, представляющих различные разделы изучаемой дисциплины. В числе этих задач значатся:

1. Определение показателей безотказности ФС (подсистемы) самолета.
2. Определение обобщенных показателей эксплуатационной технологичности самолета.
3. Выбор рациональных стратегий ТО изделий ФС (подсистемы) самолета.
4. Формирование оптимального регламента ТО самолета на примере ФС (подсистемы).
5. Построение модели ПТЭ и расчет показателей его эффективности.

Курсовая работа выполняется в соответствии с пособием по выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы теории эксплуатации АТ» [2.5].

При решении отдельных задач курсовой работы в качестве объекта исследования выступают: самолет, функциональная система (подсистема) самолета, конкретные изделия функциональной системы (подсистемы).

Тип самолета, его функциональная система (подсистема), типы изделий выбираются преподавателем с учетом пожеланий студента и записываются в техническом задании на курсовую работу. Там же указываются условия эксплуатации парка самолетов заданного типа.

Все необходимые исходные данные для выполнения курсовой работы содержатся в приложениях к пособию по выполнению курсовой работы [2.5].

Содержание:

1. Учебный план дисциплины	4
2. Цель и задачи дисциплины	4
3. Рекомендуемая литература	6
4. Структура дисциплины	7
5. Программа дисциплины и методические указания к изучению разделов программы	8
6. Практические занятия	13
7. Курсовая работа и ее характеристика	14