



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

В.А. Найда

**ИНЖЕНЕРНЫЕ ОСНОВЫ  
ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛА И АД**

Учебно-методическое пособие  
по изучению дисциплины

Москва  
2019

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (МГТУ ГА)»**

---

**Кафедра Технической эксплуатации и ремонта летательных  
аппаратов и авиадвигателей**

**В.А. Найда**

# **ИНЖЕНЕРНЫЕ ОСНОВЫ ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛА И АД**

**Учебно-методическое пособие  
по изучению дисциплины**

*для студентов IV курса  
специальности 25.03.01  
заочной формы обучения*

Москва  
2019

ББК 052-082.02

Н-20

Рецензент:

*Чичерин А.С.* – канд. техн. наук, доцент

**Найда В.А.**

Н-20 Инженерные основы летно-технической эксплуатации ЛА и АД: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины./ В.А. Найда. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 16 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Инженерные основы летно-технической эксплуатации ЛА и АД» по учебному плану для студентов IV курса специальности 25.03.01 заочной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 02.04.2019 г. и методического совета 25.04.2019 г.

*В авторской редакции.*

Подписано в печать 14.06.2019 г.

Формат 60x84/16 Печ.л. 1 Усл. печ. л. 0,93

Заказ 486/8293 Тираж 80 экз.

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

Отпечатано ООО «МИР»

394033, г. Воронеж, Ленинский пр-т 119 А, лит. Я, оф. 215

© Московский государственный  
технический университет ГА, 2019

## **Введение**

Изучение дисциплины «Инженерные основы летно-технической эксплуатации летательных аппаратов» необходимо для подготовки инженера по направлению подготовки 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» (направление подготовки 25.03.01 – техническое обслуживание).

### **ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является получение студентами знаний по основным характеристикам этапов полёта ВС, основным правилам лётно-технической эксплуатации двигателей и бортовых систем в полёте.

Задачи изучения дисциплины  
(необходимый комплекс знаний и умений)

Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть знаниями и умениями следующих дисциплин: Безопасность жизнедеятельности, Основы теории надёжности, Техническая диагностика, Системы самолёта, Практическая аэродинамика самолёта.

### **КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Инженерные основы летно-технической эксплуатации ЛА и АД» направлен на формирование у обучаемых следующих компетенций:

- способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях;
- способность понимать роль охраны окружающей среды и рационального природопользования;
- способность проводить измерения и инструментальный контроль при эксплуатации АТ, проводить обработку результатов измерений (ПК-4)
- способность к решению задач планирования и организации производственных процессов ТОиР АТ;
- способность к ведению технической документации по утвержденным формам;
- способность к управлению информационным и материально-техническим обеспечением ПТЭ ЛА;

- способность к использованию и обслуживанию технологического оборудования АТ к использованию по назначению;

- способность применять средства наземного обслуживания АТ, средств механизации и автоматизации производственных процессов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- правила лётно-технической эксплуатации ВС на различных этапах полёта;

- основные параметры и характеристики этапов полёта.

**Уметь:**

- анализировать влияние эксплуатационных факторов на взлётные характеристики самолёта.

**Владеть:**

- методами выполнения инженерных расчётов элементов полёта ВС.

## **I. Общие методические указания к изучению дисциплины**

При самостоятельном изучении материала по данной дисциплине студент должен работать с литературными источниками, указанными в конце методических указаний. 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 ограничиться одним из них. Другие источники приведены для получения дополнительных материалов.

Каждый студент должен вести конспект изучаемой литературы. Кроме самостоятельного изучения материала для студентов читаются для в университете установочные и обзорные лекции по основным вопросам дисциплины, проводятся лабораторные и практические занятия.

Материал должен изучаться последовательно, согласно, согласно данным методическим указаниям. Изучение теоретического материала следует сопровождать решением задач.

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 темы, и решать задачи, приведённые в методических указаниях.

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

Студент должен получить от преподавателя письменную или устную консультацию по интересующим его вопросам данной дисциплины.

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

### **Раздел 1. Методологические основы системы лётно-технической эксплуатации летательных аппаратов**

#### **1.1. Предмет и задачи системы лётно-технической эксплуатации летательных аппаратов и авиадвигателей (ЛТЭ)**

Основные предметы исследования (задачи) системы ЛТЭ летательных аппаратов и авиадвигателей. Основные термины и понятия системы ЛТЭ ЛА и АД. Роль стандартизации в повышении эффективности системы ЛТЭ ЛА и АД. Характеристика нормативной базы системы ЛТЭ летательных аппаратов и авиадвигателей.

В соответствии с наставлением по технической эксплуатации и ремонту АТ [1] лётно-техническая эксплуатация (ЛТЭ) ЛА представляет собой комплекс операций, выполняемых экипажем по использованию ЛА, его систем, изделий и оборудования на земле и в полёте. Наставление по производству полётов [2] определяет время полёта как период от начала движения самолёта при взлёте до окончания пробега при посадке.

Определение наивыгоднейшей стратегии контроля и управления функциональными системами (ФС) ЛА объединяет лётную и техническую эксплуатацию ЛА. Поэтому ЛТЭ можно определить как процесс функционирования подсистемы «экипаж – воздушное судно» при решении задач контроля и управления режимами работы ФС является одной из форм операторской деятельности экипажа. Следовательно, функциональную схему системы ЛТЭ можно представить как функциональную схему системы «экипаж – воздушное судно» [3], реализующую функцию управления режимами работы ФС.

Входными параметрами системы ЛТЭ являются программные параметры полёта, определяющие режим работы двигателей и функциональных систем ЛА, внесистемные факторы (опасные метеоусловия, столкновения с птицами и др.) и внутрисистемные параметры (параметры технического состояния и параметры режимов работы ФС). Выходные параметры системы ЛТЭ являются результатом сравнения и обработки входных параметров и отображаются экипажу с помощью средств визуальной и звуковой индикации. В качестве критерия эффективности системы ЛТЭ можно принять [3] вероятность невыполнения полётного задания по техническим причинам и по причине неадекватных действий экипажа с целью парирования последствий отказа в полёте.

## **Раздел 2. Эксплуатация двигателей и систем ЛА при выполнении полёта в ожидаемых условиях эксплуатации.**

### **2.1. Взлёт самолёта**

*Взлётом* называется ускоренное движение самолёта от начала разбега до набора высоты 10 м и достижения эволютивной (безопасной) скорости полёта. В практике лётной эксплуатации находит применение также понятие «полный взлёт», который заканчивается выходом самолёта на высоту круга (400-500 м) и достижением полётной конфигурации самолёта.

Траектория движения самолёта при нормальном<sup>1</sup> взлёте состоит из четырёх этапов: 1 – разбег, 2- начальный набор высоты 10 м и увеличение скорости до безопасной, 3 – разгон самолёта до высоты и скорости уборки механизации крыла, 4 – окончание перехода самолёта к полётной конфигурации.

На процессе взлёта самолёта оказывают влияние различные факторы, конструктивные (форма крыла в плане, тип шасси и давление в пневматиках колёс, количество и расположение двигателей и др.); эксплуатационные, не зависящие от пилота (тяга двигателя, масса самолёта, температура и давление атмосферного воздуха, состояние аэродрома, направление и скорость ветра, величина и направление уклона ВПП; эксплуатационные зависящие от пилота (угол атаки при отрыве, скорость при подъёме колеса носовой опоры шасси или хвостового колеса, техника выдергивания направления самолёта при разбеге и др.)

В практике лётной эксплуатации самолётов с ГТД применяются следующие режимы взлёта: традиционный (в нормальных условиях), с кратковременной остановкой на взлётно-посадочной полосе, без остановки на взлётно-посадочной полосе.

### **2.2. Набор высоты**

Установившимся набором высоты называется равномерное и прямолинейное движение самолёта вверх по наклонной траектории.

Основными режимами набора высоты являются: режим максимальной скороподъёмности и максимальный крейсерский режим (скоростной).

---

<sup>1</sup>нормальным взлётом называется взлёт самолёта в условиях нормального функционирования бортовых систем и в соответствии с требованиями руководства по лётной эксплуатации.



При использовании режима максимальной скороподъёмности увеличивается рейсовое время и общий расход топлива на набор высоты. Скорость по траектории, при которой достигается максимальная скороподъёмность, называется наивыгоднейшей скоростью набора высоты. Режим максимальной скороподъёмности применяется для прохождения зоны интенсивного воздушного движения, обледенения, атмосферной турбулентности, облачности, при наборе высоты в зоне аэродрома и при быстрой смене эшелона.

Максимальный крейсерский режим набора высоты характеризуется значительно большей приборной скоростью (отсюда название «скоростной»), которая остается постоянной в течении всего времени набора высоты. Применение этого режима обеспечивает удельный расход топлива, близкий у минимальному и сокращение рейсового времени.

Для набора высоты на самолётах с ГТД в нормальных условиях используют номинальный режим двигателей по светосигнальным табло и приборам. Кроме основных параметров (частоты вращения роторов и температуры выходящих газов) проверяются давление топлива перед форсунками, давление и температура масла, расход топлива, уровень вибрации.

### **2.3. Полёт по маршруту**

Горизонтальный полёт является частью крейсерского полёта и выполняется на заданном эшелоне. Горизонтальный полёт разрешается производить на любом режиме работы двигателя, до номинального включительно.

Режимы полёта летательных аппаратов определяются рядом независимых параметров, характеризующих движение летательного аппарата в каждый момент времени и степень напряженности работы силовых установок. Для самолётов с ГТД основными параметрами, определяющими режим горизонтального полёта, являются высота –  $H_{г.п.}$  и  $V_{г.п.}$ . Они однозначно определяют и режим работы двигателя.

После выхода самолёта на заданный эшелон крейсерского полёта устанавливается крейсерский режим работы двигателей (вплоть до номинального), обеспечивающий расчётную скорость горизонтального полёта. В дальнейшем производится периодическая оценка работы двигателей сравнением показателей приборов и светосигнальных табло всех двигателей.

### **2.4. Снижение с эшелона**

*Снижением* называется полёт самолёта по наклонной траектории вниз при постоянной или малоизменяющейся скорости и на частично задросселированных двигателях. Задачей снижения является вывод самолёта в исходную точку предпосадочного маневра в заданное время и с заданной предпосадочной скоростью. Этап снижения существенно влияет на баланс затрат времени топлива за полёт. Снижение происходит по установленным схемам.

В качестве критериев для классификации режимов снижения с эшелона обычно принимают экстремальные (максимальные и минимальные) значения характеристик этапа снижения:

- Минимальное время снижения (режим экстренного снижения);
- Максимальная дальность рейса;
- Минимальное расстояние, проходимое при снижении;
- Минимум расхода топлива за полёт или минимум себестоимости эксплуатации (экономический режим).

Снижение с эшелона производится на частично задросселированных двигателях. Степень дросселирования определяется заданными значениями вертикальной и приборной скоростей снижения. Как правило снижение самолёта производится на режиме полётного малого газа. При достижении высоты круга устанавливается режим работы, соответствующий скорости захода на посадку. Перед включением автомата тяги проверяется отсутствие стопорения рычагов управления двигателями.

## **2.5. Заход на посадку и посадка**

Заход на посадку и посадка воздушного судна являются самыми сложными этапами полёта. Задачей этапа захода на посадку является: вывести самолёт на посадочный курс и обеспечить посадочную конфигурацию самолёта и посадочную скорость. Основным параметром полёта при заходе является скорость захода на посадку -  $V_{зп}$ , которая устанавливается в зависимости от посадочной массы самолёта в соответствии с таблицами руководства по лётной эксплуатации.

Заход на посадку начинается с предпосадочного маневра, который выполняется с момента освобождения эшелона перехода<sup>2</sup> с последующим «вписыванием» в прямоугольный маршрут на высоте круга. Построение предпоса-

---

<sup>2</sup> Эшелон полёта при снижении, на котором экипаж выставляет на высотомерах величину атмосферного давления на аэродроме посадки.

дочного маневра производится в соответствии с установленной для каждого аэродрома схемой и указаниями службы движения.

В зависимости от рельефа местности и интенсивности движения ВС применяются следующие режимы захода на посадку:

- заход на посадку по прямоугольному маршруту;
- заход на посадку с выходом на ДПРМ.

Посадка является наиболее сложным этапом полёта. Сложность посадки обусловлена большим объёмом информации, поступающей к экипажу, и малым временем для ответных действий экипажа. Назначение этапа посадки: приземление самолёта и пробег после приземления до полной остановки или скорости руления.

Посадка состоит из следующих участков: предпосадочное снижение, выравнивание, выдерживание, парашютирование (приземление), пробег.

## **Раздел 3. Комплексная<sup>3</sup> подготовка летательных аппаратов к полётам**

### **1.1. Организация процесса комплексной подготовки ЛА к полёту**

Общее управление и координацию деятельности всех служб авиапредприятия в процессе КП ЛА к полёту осуществляет производственно-диспетчерская служба предприятия (ПДСП).

Контроль и оперативное управление процессом КП ЛА к полёту выполняется с применением технологических графиков. Используются две модели технологического графика: сетевая и масштабно-линейная в координатах «время-исполнители». Для непосредственного управления процессов КП ЛА к полёту используются рабочие технологические графики, некоторые разрабатываются на основе типовых технологических графиков путём расчёта параметров работ переменной трудоёмкости: заправка ЛА топливом, разгрузка-погрузка бортового питания, посадка-высадка пассажиров, заправка водой и химжидкостью, уборка пассажирских и грузовых кабин, выгрузка-загрузка багажа. В случае необходимости рабочий технологический график дополняется фрагментами, учитывающими необходимость буксировки ЛА к месту запуска двигателей, а также дополнительные затраты времени на устранение неисправностей, подогрев двигателей, обработку поверхностей ЛА от снега, льда, инея и другие дополнительные работы, учитывающие конкретные условия аэропорта вылета и условия выполняемого рейса.

### **1.2. Подготовка ЛА к полёту экипажем**

Техническая подготовка ЛА к полёту выполняется экипажем в процессе предполётной подготовки, которая начинается не позже чем за 1 час до вылета. Техническая подготовка ЛА заключается в проведении внешнего осмотра ЛА членами экипажа и проверке исходного положения органов управления. Маршруты и объекты осмотра определяются РЛЭ.

---

<sup>3</sup> Под комплексной подготовкой ЛА к полёту понимается полный комплекс работ технического и других видов обслуживания ЛА, выполняемых инженерно-техническим персоналом, членами экипажа и другими службами аэропорта с целью своевременной подготовки ЛА к выполнению рейса.

На самолётах, оборудованных комплексной информационной системой сигнализации (КИСС), проверяется техническое состояние бортовых систем путём вызова на экран КИСС советующих мнемокадров.

## **II. Перечень практических занятий и лабораторных работ**

- №1. Исследование характеристик полётного загрузателя системы управления самолётом.
- №2. Пособие по выполнению практической работы «Запуск и опробование вспомогательной силовой установки на самолёте Ил-86». Найда В.А., - М.: РИО МГТУ ГА, 2010, - 23с.
- №3. Пособие по выполнению практической работы «Анализ технологии предполётного осмотра самолёта экипажем». Найда В.А., - М.: РИО МГТУ ГА, 2012, - 21с.
- №4. Поиск причин отказов гидросистемы самолёта на специализированном тренажёре. Найда В.А., - М.: РИО МГТУ ГА, 2015, - 30с.
- №5. Поиск причины отказа системы питания топливом ГТД самолёта на специализированном тренажёре. Найда В.А., - М.: РИО МГТУ ГА, 2018, - 25с.
- №6. Запуск и опробование вспомогательной силовой установки на самолёте Ил-96. Найда В.А., Чинючин Ю.М. - М.: РИО МГТУ ГА, 2009, - 20с.
- №7. Технологические графики комплексной подготовки ВС к полёту. Найда В.А., - М.: РИО МГТУ ГА, 2007, - 12с.

## **III. Тема контрольной работы**

1. Анализ влияния эксплуатационных факторов на взлётно-посадочные характеристики ВС. Найда В.А., Чичерин А.С. - М.: РИО МГТУ ГА, 2018, - 20с.

## **IV. Вопросы для самоподготовки**

1. Анализ влияния эксплуатационных факторов на техническое состояние и работоспособность систем управления самолётом.
2. Виды коррозии и её внешнее проявление. Вероятные зоны коррозионного повреждения конструкции планера.
3. Влияние условий полёта на отрицательную тягу ТВД.
4. Влияние условий эксплуатации на изменение технического состояния элементов конструкции шасси.

5. Влияние эксплуатационных факторов на работу топливных систем.
6. Технология подогрева авиадвигателей. Требования безопасности.
7. Требования безопасности к технологическим процессам ТО силовых установок ЛА. Противопожарные меры и требования по охране окружающей среды при обслуживании силовых установок ЛА.
8. Параметры и характеристики этапа взлёта.
9. Параметры и характеристики этапа набора высоты.
10. Параметры и характеристики этапа горизонтального полёта.
11. Параметры и характеристики этапа снижения.
12. Параметры и характеристики этапа захода на посадку.
13. Параметры и характеристики этапа посадки.
14. Лётно-техническая эксплуатация ВС на взлёте.
15. Лётно-техническая эксплуатация ВС в наборе высоты.
16. Лётно-техническая эксплуатация ВС в горизонтальном полёте.
17. Лётно-техническая эксплуатация ВС на этапе снижения.
18. Лётно-техническая эксплуатация ВС на заходе на посадку.
19. Лётно-техническая эксплуатация ВС при посадке.
20. Организация комплексной подготовки ВС к полёту инженерно-техническим персоналом.
21. Участие в комплексной подготовке ВС к полёту экипажа.
22. Линейно-масштабный график технологической подготовки ВС к полёту.
23. Сетевой график технологической подготовки ВС к полёту.
24. Характеристика сбойных ситуаций в процессе комплексной подготовки ВС к полёту.
25. Организация поиска и устранения неисправностей в оперативном цикле технической эксплуатации.
26. Особенности лётно-технической эксплуатации иностранных ВС.

## V. Литература

1. Смирнов Н.Н. и др. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: Учеб. для ВУЗов/Под ред. Н.Н. Смирнова. – М: Транспорт, 423с.
2. Найда В.А. Инженерные основы лётно-технической эксплуатации летательных аппаратов. Учебное пособие. – М: РИО МГТУ ГА, 108с.
3. Рисухин В.Н. и др. Высокоавтоматизированный самолёт. – М: Авиационная школа аэрофлота, 2011. – 280с.

### Содержание

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>I. Общие методические указания к изучению дисциплины .....</b>	<b>5</b>
<b>II. Методические указания по изучению разделов дисциплины.....</b>	<b>6</b>
<b>Раздел 1. Методологические основы системы лётно-технической эксплуатации летательных аппаратов.....</b>	<b>6</b>
<b>Раздел 2. Эксплуатация двигателей и систем ЛА при выполнении полёта в ожидаемых условиях эксплуатации. ....</b>	<b>7</b>
<b>Раздел 3. Комплексная подготовка летательных аппаратов к полётам</b>	<b>11</b>
<b>III. Перечень практических занятий и лабораторных работ .....</b>	<b>13</b>
<b>IV. Тема контрольной работы .....</b>	<b>13</b>
<b>V. Вопросы для самоподготовки.....</b>	<b>13</b>
<b>VI. Литература .....</b>	<b>15</b>