

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)

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

---

Кафедра авиатопливообеспечения  
и ремонта летательных аппаратов

А.Н. Козлов, К.И. Грядунов, К.Э. Балышин

## ВВЕДЕНИЕ В ПРОФЕССИЮ

**Учебное пособие**

*Утверждено редакционно-  
издательским советом МГТУ ГА  
в качестве учебного пособия*

Москва  
ИД Академии Жуковского  
2021

УДК 629.7+665.6/.7

ББК 052-082

К59

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Московского государственного технического университета ГА

Рецензенты:

*Самуленков Ю.И.* (МГТУ ГА) – канд. техн. наук, доцент;

*Урявин С.П.* (ПАО «Татнефть») – канд. техн. наук

**Козлов А.Н.**

К59

Введение в профессию [Текст] : учебное пособие / А.Н. Козлов, К.И. Грядунов, К.Э. Бальшин. – М. : ИД Академии Жуковского, 2021. – 80 с.

ISBN 978-5-907490-07-9

Учебное пособие издаётся в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Введение в профессию» учебного плана для студентов направления подготовки 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» профиля подготовки «Обеспечение полётов воздушных судов авиационными горюче-смазочными материалами и специальными жидкостями» всех форм обучения.

Учебное пособие состоит из нескольких глав; ряд из них посвящены организации учебного процесса в университете и общим авиационным вопросам, последние главы – непосредственно введению в специальность обучающихся указанного профиля подготовки. Пособие является подводящим к изучению всех специальных дисциплин учебного плана.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 27.05.2021 г. и методического совета 31.05.2021 г.

**УДК 629.7+665.6/.7**

**ББК 052-082**

Св. тем. план 2021 г.

поз. 11

КОЗЛОВ Александр Николаевич, ГРЯДУНОВ Константин Игоревич,

БАЛЬШИН Кирилл Эдуардович

**ВВЕДЕНИЕ В ПРОФЕССИЮ**

Учебное пособие

*В авторской редакции*

Подписано в печать 15.09.2021 г.

Формат 60x84/16 Печ. л. 5 Усл. печ. л. 4,65

Заказ № 818/0709-УП01 Тираж 30 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

**ISBN 978-5-907490-07-9**

© Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2021

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В УНИВЕРСИТЕТЕ .....	5
1.1. Структура университета и его подразделений .....	5
1.2. Учебный процесс и его обеспечение .....	9
1.3. Основные требования к обучающимся .....	17
ГЛАВА 2. ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ КАК ОТРАСЛЬ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА .....	22
2.1. Гражданская авиация в период 1923–1941 гг. ....	22
2.2. Гражданская авиация в период 1941–1945 гг. ....	26
2.3. Гражданская авиация в период 1945–1960 гг. ....	27
2.4. Первое поколение гражданских турбореактивных самолётов .....	27
2.5. Второе поколение гражданских турбореактивных самолётов .....	28
ГЛАВА 3. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САМОЛЁТОВ И ВЕРТОЛЁТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ .....	31
3.1. Классификация самолётов, вертолётов и авиационных двигателей .....	31
3.2. Требования к лётно-техническим и эксплуатационным характеристикам ВС .....	40
3.3. Основные элементы конструкции самолёта .....	41
3.3. Теоретические основы осуществления полёта ВС .....	44
ГЛАВА 4. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ВС И АД .....	50
ГЛАВА 5. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АВИАТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЯ	53
5.1. Авиационные ГСМ .....	53
5.2. Теоретические основы химмотологии ГСМ .....	55
5.3. Технические средства авиатопливообеспечения .....	59
5.4. Технология обеспечения полётов воздушных судов авиаГСМ .....	68
5.5. Автоматизация процессов авиатопливообеспечения .....	72
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЁТОВ ВС АВИАЦИОННЫМИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ...	76
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	79
ЛИТЕРАТУРА .....	80

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие гражданской авиации (ГА) России связано с созданием и оснащением ГА новыми типами летательных аппаратов (ЛА), которые по своим лётно-техническим и эксплуатационным характеристикам должны обеспечивать более высокий в сравнении с существующим уровень безопасности и интенсивности полётов, **экономии авиатоплива**, снижение расходов на техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р) и в целом снижение себестоимости авиаперевозок.

Сложные условия и характер задач технической эксплуатации, высокая ответственность за обеспечение безопасности и экономичности полётов диктует особые требования к инженерно-техническому персоналу, занятому в сфере аэропортовой деятельности по обеспечению воздушных перевозок.

В этой связи Федеральным Государственным образовательным стандартом третьего поколения по подготовке специалистов с высшим образованием для инженерно-авиационной службы ГА в рамках учебного плана по направленности подготовки «Обеспечение полётов воздушных судов авиационными горюче-смазочными материалами и специальными жидкостями» предусматривается изучение новой специальной учебной дисциплины Введение в профессию, которая занимает особое место в теоретической и профессиональной подготовке студентов на начальном этапе их обучения.

Данное учебное пособие предназначено для студентов первого курса, обучающихся по направлению 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленности **«Обеспечение полётов воздушных судов авиационными горюче-смазочными материалами и специальными жидкостями»**. Данная направленность введена Федеральным государственным образовательным стандартом *3-го поколения (ФГОС-3++) с 2018 года*. Пособие позволяет обеспечить введение студента в сферу эксплуатации воздушного транспорта на начальном этапе обучения в университете.

**Основная цель учебного пособия** – помочь студентам адаптироваться к условиям обучения в ВУЗе, получить первоначальные знания об объектах эксплуатации воздушного транспорта, ознакомиться с особенностями будущей профессиональной деятельности.

# ГЛАВА 1. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В УНИВЕРСИТЕТЕ

## 1.1. Структура университета и его подразделений

Московский государственный технический университет гражданской авиации (МГТУ ГА) является Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования (ФГБОУ ВО), находится в ведении Федерального агентства воздушного транспорта (ФАВТ) (Росавиации) Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс РФ). Организационная структура университета и его подразделений приведена на рис. 1.1.

Университет осуществляет свою деятельность в соответствии с Конституцией РФ, Федеральным законом РФ «Об образовании в Российской Федерации» и иными федеральными конституционными законами и федеральными законами, актами Президента РФ, Правительства РФ, уполномоченных органов исполнительной власти и органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и уставом МГТУ ГА.

Университет имеет шесть филиалов, два из них реализуют высшее образование, остальные – среднее профессиональное. В университете реализуются все **уровни образования**: среднее профессиональное, высшее – бакалавриат, специалитет и магистратура, подготовка кадров высшей квалификации, – с присвоением лицам, успешно прошедшим государственную итоговую аттестацию, соответствующих квалификаций и выдачей необходимых документов. Также ведётся подготовка лиц, прикрепленных к университету для подготовки кандидатских и докторских диссертаций.

Руководство деятельностью Университета осуществляет **ректор**, которому подчинены проректоры по соответствующим направлениям деятельности:

- первый проректор;
- проректор по учебно-методической работе (**УМР**);
- проректор по коммерческой деятельности и модернизации (**КД и М**);
- проректор по научной работе и инновациям (**НР и И**);
- проректор по административно-хозяйственной работе (**АХР**);
- проректор по работе с регионами (**РР**).

На проректоров Университета возложена ответственность за уровень развития и функционирование Университета по закрепленным за ними направлениям деятельности, при этом общими для всех проректоров обязанностями являются:

- планирование, организация и контроль качества работы подчинённых подразделений и должностных лиц;
- подбор кандидатов на вакантные должности руководителей подчинённых подразделений;
- обеспечение организованности и порядка, трудовой дисциплины в подчинённых подразделениях;

**Структура МГТУ ГА**  
 (с 16 июня 2020 года)

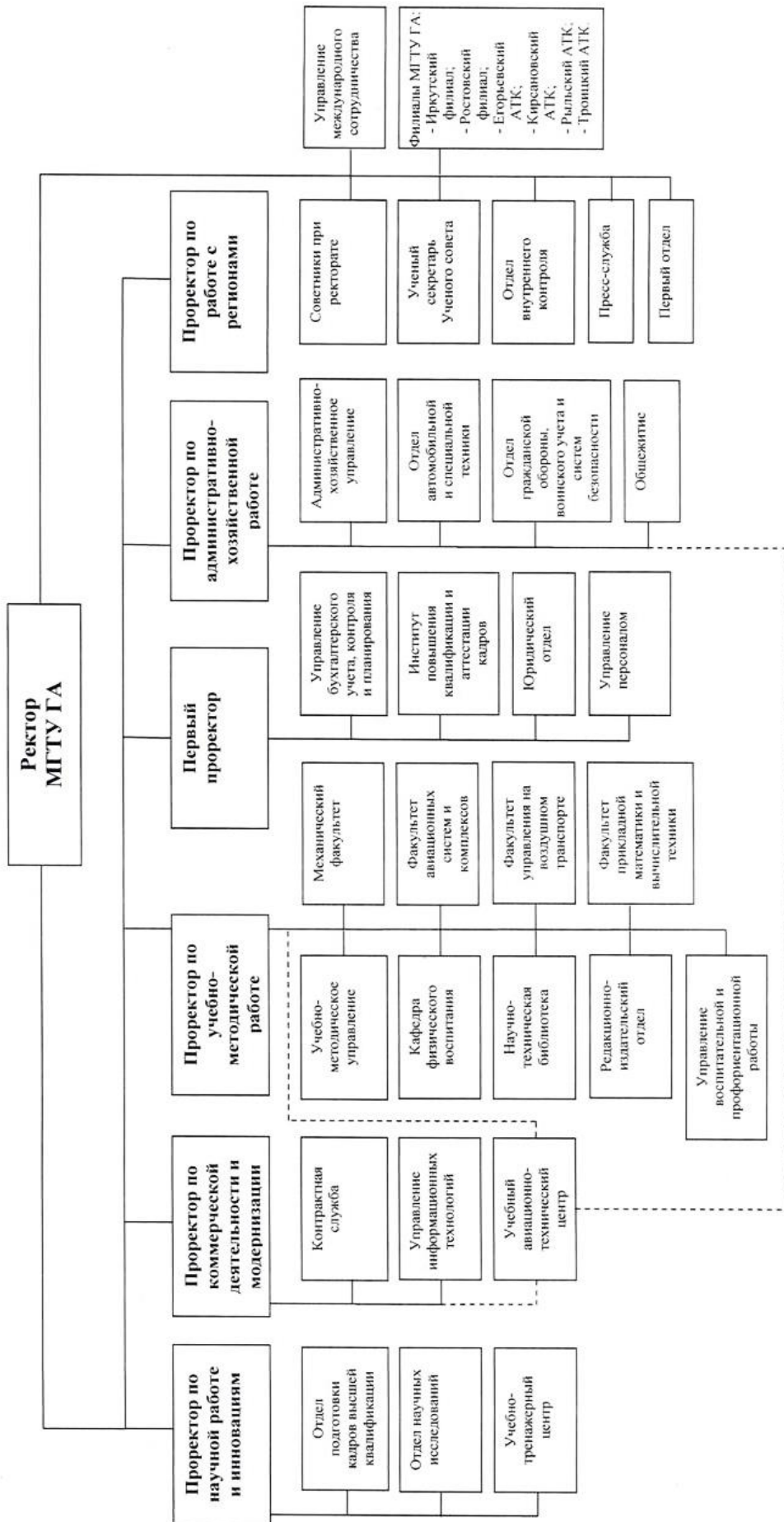


Рис. 1.1. Организационная структура  
 Московского государственного технического университета гражданской авиации

- организация, координация и контроль работы факультетов и кафедр по закреплённым направлениям деятельности;
- руководство работой по созданию и совершенствованию внутри университетской организационно-распорядительной, методической и нормативной документации по закреплённым направлениям деятельности;
- контроль за выполнением законов, других нормативно-правовых актов, локальных документов Университета по направлению деятельности в подчинённых подразделениях;
- обеспечение представления достоверной отчётной, статистической и другой информации по закреплённым направлениям деятельности;
- выполнение функций по направлению деятельности, связанных с функционированием системы менеджмента качества Университета;
- организация взаимодействия и развития связей с учебными заведениями и предприятиями России и иностранных государств с целью обмена опытом и установления взаимовыгодного сотрудничества;
- внедрение передового отечественного и зарубежного опыта работы по закреплённым направлениям деятельности;
- регулярное обновление информации на сайте Университета по направлению деятельности;
- организация и контроль работы подразделений по охране труда, обеспечению техники безопасности и соблюдению правил пожарной безопасности;
- организация, координация и контроль работы, определённой специальными приказами по Университету, в области предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, гражданской обороны и режимной деятельности.

Общее руководство деятельностью университета осуществляет **Учёный совет**, который является выборным представительным органом, действующим на основании Устава МГТУ ГА. Учёный совет реализует предоставленную Университетом автономию через самоуправление, необходимое для эффективного принятия решений в своей уставной деятельности на основе принципа сочетания единоначалия и коллегиальности.

Учёный совет – это коллективный орган, в состав которого входят руководители Университета, ведущие учёные и преподаватели, студенты и аспиранты, а также представители структурных подразделений и профсоюзных организаций. Возглавляет учёный совет ректор университета – председатель учёного совета. Основные задачи учёного совета определены Уставом МГТУ ГА и Положением об учёном совете Университета.

Основным результатом деятельности учёного совета является решение совета, принятое на его заседании.

Следующий уровень административного руководства, который непосредственно связан с организацией обучения студентов, это **факультеты** (см. рис. 1.1):

- механический факультет (**МФ**);
- факультет авиационных систем и комплексов (**ФАСК**);
- факультет управление воздушным транспортом (**ФУВТ**);
- факультет прикладной математики и вычислительной техники (**ФПМВТ**).

Возглавляют факультеты **деканы**, которые вместе со своими заместителями и методическим персоналом формируют деканаты. Деканаты курируют студентов нескольких направлений и специальностей. На рис. 1.2 представлена организационная структура Механического факультета.



Рис. 1.2. Организационная структура Механического факультета:

АТО и РЛА – авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов; АКПЛА – аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов; ТМ и ИГ – технической механики и инженерной графики; БП и ЖД – безопасности полётов и жизнедеятельности; ДЛА – двигателей летательных аппаратов; ТЭЛА и АД – технической эксплуатации летательных аппаратов и авиационных двигателей

Преподаватели, которые непосредственно проводят занятия, а также и учебно-вспомогательный персонал организационно объединены в **кафедры**. **Кафедра** – это базовое организационное звено ВУЗа, которое определяет содержание и обеспечивает требуемое качество подготовки специалистов в соответствии с квалификационными требованиями, устанавливаемыми Федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС), учебными планами и программами. Выпускающие кафедры по направлениям и специальностям формируют облик специалиста на заключительных этапах обучения. Кафедры, как правило, входят в состав соответствующих факультетов. Отдельные кафедры являются общеуниверситетскими, так как обеспечивают учебный процесс на нескольких факультетах (рис. 1.1). Например, некоторые дисциплины кафедры АТО и РЛА – химия, материаловедение и др. – читаются практически на всех факультетах.



## 1.2. Учебный процесс и его обеспечение

**Направления, специальности, направленности подготовки.** Все направления подготовки и специальности, по которым реализуются образовательные программы в ВУЗах России, разбиты на группы, каждой из них присвоен шестизначный номер. МГТУ ГА в настоящее время осуществляет подготовку по 11 направлениям и специальностям в очной и заочной формах обучения, которые имеют коды и наименования, представленные в табл. 1.1.

Общероссийский классификатор направлений подготовки и специальностей по образованию предназначен для использования в процессе автоматизированной обработки и обмена информацией на всех установленных государством образовательных уровнях в России с охватом как государственных, так и негосударственных образовательных учреждений при решении следующих основных задач:

- определение прогнозной потребности, регулирование приёма и выпуска специалистов;

- регламентация лицензионной деятельности и статистического учёта в образовании;

- интеграция системы высшего профессионального образования и среднего профессионального образования Российской Федерации в международное образовательное пространство.

Объектами классификации являются направления подготовки и специальности высшего и среднего профессионального образования.

Под **направлением подготовки или специальностью** понимают совокупность знаний, умений и навыков, приобретённых в результате обучения и обеспечивающих постановку и решение определённых профессиональных задач. Обучение осуществляется на основе Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), которые являются основными нормативными документами, регламентирующими подготовку выпускников ВУЗа по конкретному направлению подготовки или специальности.

Исходя из особенностей и характера направления или специальности, внутри них могут вводиться **направленности** (профили, маршруты, специализации), которые предполагают получение более углубленных профессиональных знаний в различных областях деятельности по выбранному направлению или специальности. Студент, обучающийся по данному направлению или специальности, может выбирать одну направленность. В целом классификатор представляет собой свод кодовых обозначений объектов классификации, наименований этих объектов и их дополнительных классификационных признаков (табл. 1.1.).

Направление подготовки 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» включает две направленности: «Поддержание лётной годности воздушных судов» и «Обеспечение полётов воздушных судов авиационными горюче-смазочными материалами и специальными жидкостями».

Таблица 1.1.

## Классификатор направлений и специальностей

Код	Наименование направления (специальности)	Квалификация – срок обучения
01.03.04	Прикладная математика (ПМ)	Бакалавриат – 4 года
09.03.01	Информатика и вычислительная техника (ЭВМ)	
20.03.01	Техносферная безопасность (ТБП)	
23.03.01	Технология транспортных процессов (ОП)	
25.03.01	Техническая эксплуатация ЛА и двигателей, направленность «Поддержание лётной годности воздушных судов» (М)	
	<b>Техническая эксплуатация ЛА и двигателей, направленность «Обеспечение полётов воздушных судов авиационными горюче-смазочными материалами и специальными жидкостями» (ГСМ)</b>	
25.03.02	Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов	
25.03.03	Аэронавигация, направленность «Управление воздушным движением» (УВД)	
	Аэронавигация, направленность «Организация бизнес-процессов на воздушном транспорте» (ОБП)	
25.04.01	Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность «Управление техническими и технологическими процессами эксплуатации воздушных судов»	
	<b>Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность «Управление технологическими процессами авиатопливообеспечения воздушных судов»</b>	
25.04.02	Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов, направленность «Управление процессами технической эксплуатации бортового оборудования воздушных судов»	
10.05.02	Информационная безопасность телекоммуникационных систем	Специалитет – 5,5 лет
25.05.03	Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования	
25.05.05	Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения, специализация «Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов»	
	Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения специализация «Организация технического обслуживания авиационного и радиоэлектронного оборудования воздушных судов»	

Профилирующей и выпускающей кафедрой по направленности «Поддержание лётной годности воздушных судов» является кафедра

Технической эксплуатации летательных аппаратов и авиационных двигателей (ТЭЛА и АД), а направленности **«Обеспечение полётов воздушных судов авиационными горюче-смазочными материалами и специальными жидкостями»** – кафедра **Авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов (АТО и РЛА)**.

Выпускник ВУЗа, окончивший бакалавриат, может пройти вступительные испытания для продолжения обучения в магистратуре, а после её окончания – в аспирантуре; а окончивший специалитет – в аспирантуре. Последующие уровни образования дают большие возможности в научно-производственной и педагогической деятельности.

**Учебный план.** На основе ФГОС учебное заведение разрабатывает учебные планы по направлениям и специальностям. Они регламентируют содержание, уровень теоретической и практической подготовки обучающихся ВУЗа. В учебном плане указывается:

- перечень учебных дисциплин;
- перечень курсовых проектов, курсовых и контрольных работ;
- объём общих и аудиторных часов по каждой дисциплине;
- распределение дисциплин по курсам и семестрам;
- распределение учебных часов по видам учебных занятий;
- формы контроля знаний (зачеты, экзамены);
- продолжительность и трудоёмкость практик, написания выпускных квалификационных работ (магистерских диссертаций, дипломов, научно-квалификационных работ); государственной итоговой аттестации и пр.

В учебном плане предусмотрено изучение учебных дисциплин по следующим модулям:

- обязательная часть;
- часть, формируемая участниками образовательных отношений;
- практики;
- государственная итоговая аттестация;
- факультативы.

Учебный план составляется таким образом, чтобы максимальный объём учебной нагрузки не превышал 54 часа в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы. За создание учебных планов по соответствующим направлениям подготовки и специальностям отвечают профилирующие кафедры. Учебный план предусматривает выделение значительного количества общего времени по изучению дисциплины на самостоятельную работу студента.

Учебный план по профилю подготовки «Обеспечение полётов воздушных судов авиационными горюче-смазочными материалами и специальными жидкостями» представлен в приложении 1. Обучающимся первого курса следует внимательно изучить учебный план.

На основании учебного плана учебным отделом университета разрабатывается **расписание занятий**. Расписанию занятий организует посещение студентами различных видов учебных занятий (лекций,

лабораторных, практических и семинарские занятия и т. п.) по неделям, дням и часам с указанием места (аудиторий) их проведения.

По каждой дисциплине учебного плана составляется **рабочая программа**, в которой отражается её содержание.

Рабочие программы разрабатываются и регулярно обновляются преподавателями, читающими данную дисциплину, с учётом постоянного совершенствования и внедрения эффективных методик преподавания дисциплины, а также с отражением в них изменений в науке и технике, происшедших в период от разработки учебной программы до текущего момента.

В каждом модуле учебного плана дисциплины делятся на **обязательные** и **по выбору** (элективные). Первые из них студенты изучают в обязательном порядке. Из перечня дисциплин по выбору студенту предоставляется право выбора дисциплины для изучения, после чего выбранная дисциплина также становится обязательной. Выбор дисциплины студентом осуществляется на основании письменного заявления на имя декана факультета.

Для удобства студентов деканатом также разрабатывается **график самостоятельной работы обучающихся (СРО)**, в котором указываются дисциплины учебного плана, изучаемые в данном семестре, форма отчётности по дисциплине во время промежуточной аттестации (сессии) – зачёт, дифференцируемый зачет (зачёт с оценкой) или экзамен; виды и сроки сдачи самостоятельных работ по дисциплинам. График СРО выдаётся командирам групп заместителем декана МФ по методической работе в начале каждого семестра.

**Виды учебных занятий.** Основными видами учебных занятий и работ студентов в ВУЗе являются: лекции, семинары, практические и лабораторные занятия, консультации, контрольные домашние задания, расчётно-графические работы, курсовые проекты, курсовые и контрольные работы, выпускные квалификационные работы (ВКР) – дипломные проекты и работы, бакалаврские квалификационные работы, магистерские диссертации, научно-квалификационные работы.

**Лекция** является одним из важнейших и наиболее сложных видов учебных занятий, на которой в устной форме систематически и последовательно студентам излагается теоретический учебный материал. На лекциях читается наиболее важный (узловой) материал. Каждая лекция является логически завершённой и имеет целевую установку. Лекция требует от студентов хорошо развитого абстрактного мышления, а от преподавателей – умения руководить их мыслительной деятельностью. Все другие виды занятий так или иначе связаны с содержанием лекции, логически следуют за ней и опираются на неё.

Каждому студенту, слушающему преподавателя, рекомендуется вести **конспект лекций**. Конспектировать лекции необходимо для того, чтобы развивать свою память. Чтобы запечатлеть в сознании нужный материал, необходимо использовать как можно большее количество чувств. Впоследствии следует прочесть конспект лекций вслух, при этом включается, зрительная и

моторная память. Кроме того, делая записи, пометки, оказывается значительно легче сосредоточиться на подаваемом материале.

Рекомендуется записывать название и план лекции, основные мысли, те сведения, которые оказались новыми или забытыми, формулировки определений, законов, излагаемые на доске выкладки, чертежи, рисунки и основные выводы. Не следует при конспектировании дословно записывать весь текст лекций. При составлении конспекта лекций необходимо уметь отличать главное от второстепенного, понимать и отражать связи между основными частями лекций, чётко оформлять рисунки. Лучше всего оформлять конспект в виде графиков и схем с небольшим количеством необходимых записей. **Ошибочно полагать**, что записи не следует делать, т. к. материал прост и его легко запомнить или что его всегда можно почерпнуть из соответствующей литературы или прочих источников. **В случае разбора на лекциях примеров решения отдельных сложных задач или выполнения сложных построений следует записывать весь порядок действий с необходимыми пометками и комментарии преподавателя максимально подробно.**

Следует обращать внимание на интонацию лектора, чтобы легче различать, что надо записать в конспект. По каждой дисциплине необходимо иметь отдельную тетрадь. Чтобы запись лекции не мешала, а помогала умственной деятельности, следует применять различные вспомогательные технические приёмы, которые дают возможность меньше писать, а больше думать.

Можно рекомендовать, например, такое составление конспекта лекций:

- оставлять поля в тетради, свободные места, что даст возможность дополнять конспект материалом учебника;
- разделять материал лекции на разделы, главы, параграфы и пункты, обозначая их порядковыми номерами;
- подразделять текст на абзацы, подчеркивая главное;
- формулы нумеровать, а особо важные – выделять;
- применять различные условные знаки, скобки и т. п., а иногда и сокращать слова в записи;
- факты и примеры, иллюстрирующие общие положения, записывать кратко;
- вырабатывать умение слушать и следить за записью на доске и вести записи в тетради.

**Семинар** – важнейшая форма подведения итогов и контроля самостоятельной работы студентов над научной и учебной литературой.

Семинар обычно следует за лекцией и является формой усвоения и закрепления теоретического материала и проверки умения применять теоретические положения к решению практических задач. На семинарах студенты отрабатывают навыки ясного и чёткого изложения своих мыслей по существу вопроса.

**Практические занятия**, проводимые в аудиториях, имеют целью связать теоретические знания, полученные на лекциях, с их практическим применением. На этих занятиях студенты обучаются методам и приёмам решения конкретных

задач, приобретают навыки их самостоятельного решения, учатся применению теории к практике.

Формы проведения практических занятий зависят от содержания изучаемой дисциплины, уровня подготовки студентов, имеющейся учебно-материальной базы и целей обучения. Основу этих занятий составляет практическая работа каждого студента по приобретению умений и навыков использования закономерностей и методов, составляющих содержание дисциплины, в профессиональной деятельности или в подготовке к изучению дисциплины, формирующих профессию выпускника.

Практические занятия могут проводиться в составе учебной группы или индивидуально с каждым студентом. В большинстве случаев на этих занятиях используются макеты, схемы, модели, разрезы изучаемых узлов и агрегатов.

**Лабораторные работы (занятия)** проводятся, как правило, после проведения лекций по соответствующим темам учебных дисциплин и являются связующим звеном между теорией и практикой.

Лабораторные занятия проводятся методом выполнения эксперимента на лабораторном оборудовании с последующим анализом полученных результатов. К этим занятиям студенты должны готовиться заранее, руководствуясь соответствующими методическими пособиями и указаниями преподавателя.

Перед проведением лабораторного занятия студенты должны:

- знать тему и место проведения занятий;
- знать содержание работы, требования техники безопасности при её проведении;
- оформить теоретическую часть отчёта по лабораторной работе;
- сдать зачёт, подтверждающий готовность студента к проведению занятия.

По окончании лабораторной работы проводится анализ и обработка полученных данных и составляется отчёт с формулировкой выводов.

Лабораторные занятия способствуют усвоению основ теории и установлению в сознании студентов связи между теорией и практикой.

К практическим и лабораторным занятиям студент **обязательно** должен проработать соответствующий лекционный материал. Иначе теряется всякий смысл занятий. Студент должен усвоить основные определения, формулировки теорем и положений, все выводы и формулы, а также самостоятельно решить задачи и примеры, предложенные преподавателем.

С целью контроля качества освоения программы дисциплины и самостоятельной работы студентов в рамках проводимых занятий преподаватель может организовывать текущую проверку знаний в различных формах: тесты, контрольные работы, устные и письменные опросы, круглые столы и т. п. Наилучшие результаты даёт обучение, при котором осуществляется контроль каждой пройденной темы.

**Консультации** – одна из форм проведения учебного процесса. С помощью консультаций преподаватель контролирует самостоятельную работу студентов и оказывает им помощь в работе с учебной и научно-технической литературой.

Для студентов консультации являются формой разрешения затруднений при изучении лекционного и другого учебного материала.

**Контрольное домашнее задание** закрепляет материал читаемого раздела (темы) дисциплины путём решения примеров (задач) или расчёта, например, устройства, процесса и т. д.

**Расчётно-графическая работа** предназначена для развития у студентов пространственного представления, например, конструкции или изображения схемы отдельного устройства, а также для выработки навыков по разработке и оформлению элементов конструкций и схем в соответствии с требованиями ЕСКД (единой системы конструкторской документации).

**Курсовые проекты (работы)** – это учебные инженерные работы студентов, проводимые для приобретения навыков проектирования изделий или их узлов, а также систем и процессов в Гражданской авиации.

Перед студентами ставится задача разработать конкретное устройство (или его часть), выполняющее заданные функции с заданными параметрами.

Студентам предоставляется творческая свобода при самостоятельном выборе методов и средств решения поставленной задачи. Они должны при этом комплексно использовать всю совокупность знаний, навыков и умений, приобретённых на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях по конкретной дисциплине (или по нескольким учебным дисциплинам).

В соответствии с учебным планом для всех направлений и специальностей курсовое проектирование предусматривается, как правило, по основополагающим учебным дисциплинам. В результате проведения курсового проектирования студенты должны быть подготовлены к решению более сложной инженерной или научной задачи (проблемы), которую предстоит реализовать студенту на этапе дипломного проектирования.

Курсовое проектирование завершается выполнением курсового проекта или курсовой работы, которые защищаются студентами перед комиссией, назначенной заведующим кафедрой.

Курсовые проекты (работы) состоят из пояснительной записки и графической части. В пояснительной записке объёмом 25...30 страниц излагается содержание выполненной работы. В графической части содержатся рисунки и чертежи, выполненные в соответствии с ЕСКД.

Учебные, производственные и преддипломные практики проводятся в сроки, установленные учебным планом.

Все виды домашних заданий выполняются студентами в определённый срок и по определённым требованиям.

**Учебная практика** является одним из основных видов подготовки студентов, в ходе которой формируются профессиональные первичные умения путём ознакомления с реальным производством по специальности и приобретения навыков работы в коллективе. Учебная практика является также начальным звеном подготовки студентов к работе на производстве. Она закрепляет и углубляет теоретические знания, готовит их к изучению последующих дисциплин, позволяет эффективнее знакомиться с основами

будущей профессиональной деятельности. По итогам учебной практики предусматривается дифференцированный зачёт на основе отчётов студентов.

**Производственные и преддипломные практики** проводятся под руководством преподавателей выпускающих кафедр на базе отраслевых предприятий и организаций, с которыми университет заключает соответствующие договоры.

Преддипломная практика проводится, как правило, по месту будущей работы выпускника. Руководителем преддипломной практики, как правило, является руководитель дипломной работы (проекта).

Производственная и преддипломная практики студентов являются важнейшей частью подготовки высококвалифицированных специалистов. Они позволяют студенту знакомиться с деятельностью предприятий, организаций и учреждений; изучать работу их служб; закреплять и расширять теоретические и практические знания; приобретать более глубокие практические навыки по своей специальности; собирать, обобщать и анализировать материал для дипломного проекта (работы).

При прохождении практик студенты должны строго придерживаться определённых правил, с которыми можно ознакомиться в Положении по проведению практик. По каждой практике студент обязан оформлять отчёты в установленном виде (дневник практики, индивидуальное задание на практику) и сдавать дифференцированный зачёт.

**Дипломное проектирование** является заключительным этапом обучения студента в вузе, а дипломный проект (работа) является выпускной квалификационной работой (ВКР), характеризующей степень соответствия уровня подготовки выпускника квалификационным требованиям по соответствующему направлению или специальности.

Основной целью дипломного проектирования является приобретение студентами навыков самостоятельного решения комплексных инженерных задач по совершенствованию процессов и систем технической эксплуатации и ремонта авиационной техники, способствующих успешной деятельности и быстрому вводу в строй выпускников университета на инженерных должностях авиапредприятий ГА.

Студент, получивший высшее базовое образование и квалификацию **бакалавр**, может продолжить обучение в МГТУ ГА на следующем уровне образования – в магистратуре – с последующей защитой **магистерской диссертации и присвоением квалификации магистр**.

Образовательные программы подготовки магистров имеют научно-исследовательскую направленность и реализуются преподавателями университета под руководством заведующих кафедрами.

Студенты могут принимать участие в очных соревнованиях по творческому применению знаний по дисциплинам, изучаемым в университете. Такие соревнования проводятся в форме **студенческих олимпиад** как внутри МГТУ ГА, так и во всероссийском масштабе. Основной задачей студенческих олимпиад является совершенствование учебной и внеучебной работы студентов. Проводятся они с целью повышения качества подготовки специалистов,



развития творческих способностей студентов, а также выявления творчески одарённой молодёжи.

**Обеспечение учебного процесса.** Учебную и научно-исследовательскую работу ведут кафедры и научно-исследовательские подразделения университета, возглавляемые опытными учёными-педагогами, среди которых академики, заслуженные деятели науки и техники, отличники воздушного транспорта Российской Федерации и др. Около 30 % преподавателей университета – доктора наук, профессора. На сегодняшний день на Механическом факультете одновременно обучается порядка двух тысяч человек.

Многие учебные и научные лаборатории оснащены современной аппаратурой, компьютерной техникой, тренажерами, стендами, макетами, действующими образцами авиационного и радиоэлектронного оборудования самолётов, техническими средствами обучения и контроля знаний.

Единая университетская телекоммуникационная сеть (более 500 ПК) включает компьютерные классы для групповых и индивидуальных занятий студентов, информационную систему библиотеки, автоматизированные рабочие места управленческих подразделений, программно-аппаратный комплекс с выходом во внешние компьютерные сети.

В университете созданы и успешно работают студенческие научные подразделения, в которых студенты совершенствуют теоретические знания и приобретают практические навыки работы, они занимаются проектированием и постройкой беспилотных летательных аппаратов, разработкой и модернизацией авиационного оборудования и радиоэлектронных систем.

На учебном аэродроме учебного авиационно-технического центра (УАТЦ) университета, расположенного в районе аэропорта Шереметьево, студенты проходят практику на различных типах самолётов ГА России (Ил-86, Ту-154М).

Библиотека университета (более 1 млн. книг) обеспечена фондом учебной литературы по всем направлениям и специальностям подготовки кадров для ГА, актуальным проблемам науки и техники, общественным наукам. Она является одной из лучших библиотек России по авиационной тематике. К услугам читателей – современные читальные залы с электронными каталогами и копировальной техникой.

### **1.3. Основные требования к обучающимся**

В целях обеспечения в коллективе обучающихся добросовестного отношения к обучению, высокого уровня учебной дисциплины, рационального использования учебного времени, повышения качества учебного процесса и полной реализации главных задач университета в области образования в университете действуют Правила внутреннего распорядка, выполнение которых является обязательным для всех обучающихся.

#### **Студенты университета обязаны:**

– добросовестно осваивать образовательную программу, выполнять индивидуальный учебный план, в том числе посещать предусмотренные учебным планом или индивидуальным учебным планом учебные занятия,

осуществлять самостоятельную подготовку к занятиям, выполнять задания, выданные преподавателями в рамках образовательной программы;

– выполнять требования устава университета, правил внутреннего распорядка, правил проживания в общежитии и иных локальных нормативных актов по вопросам организации и осуществления образовательной деятельности;

– заботиться о сохранении и об укреплении своего здоровья, стремиться к нравственному, духовному и физическому развитию и самосовершенствованию;

– уважать честь и достоинство других обучающихся и работников университета, не создавать препятствий для получения образования другими обучающимися;

– бережно и аккуратно относиться к имуществу университета (беречь инвентарь, учебники, учебные пособия, приборы и т. п.). Студентам запрещается без разрешения администрации университета выносить предметы и различное оборудование из лабораторий, учебных и других помещений.

Студенты должны быть дисциплинированными, опрятными, соблюдать и поддерживать порядок и чистоту в помещениях.

**В помещениях университета запрещается:**

- хождение в верхней одежде и головных уборах;
- громкие разговоры, шум;
- курение в неустановленных местах;
- употребление спиртных напитков, наркотических веществ.

Надлежащую чистоту и порядок во всех учебных и учебно-производственных помещениях обеспечивает технический персонал.

**Учебный порядок.** Обучение в университете ведётся на русском языке. Учебные занятия на очной и заочной формах обучения проводятся по расписанию, составленному в соответствии с рабочим учебным планом. Учебный год дневной формы обучения состоит из двух семестров. После каждого семестра студентам предоставляются каникулы общей продолжительностью в течение года 7...10 недель.

Учебная нагрузка студента очной формы обучения, связанная с обязательными аудиторными занятиями, не должна превышать в среднем за период обучения 27 часов в неделю. При этом в указанный объём не входят практические занятия по факультативным дисциплинам. Максимальный объём общей учебной нагрузки студента дневной формы обучения с учётом его самостоятельной работы не должен превышать 54 часов в неделю.

При заочной форме обучения студенту предоставляется возможность занятий с преподавателями в объёме не менее 160 часов за учебный год.

Начало учебного занятия в университете проводится в соответствии с расписанием. Продолжительность академического часа 45 минут. Академические часы в подавляющем большинстве случаев объединены в **пары**. После окончания двух академических часов устанавливается перерыв продолжительностью не менее 10 минут. **Первая пара начинается в 8 ч 30 мин.**

После четырех академических часов занятий (двух пар) предусмотрен обеденный перерыв, продолжительностью не менее 40 минут. До начала учебного занятия и в перерыве между занятиями в аудиториях, лабораториях, учебных мастерских и кабинетах ведущие занятия подготавливают необходимые учебные пособия и аппаратуру.

Для проведения учебных занятий в аудиториях, лабораториях студенты делятся на учебные группы. Численность учебных групп устанавливается приказом ректора в зависимости от характера практических занятий. Для проведения лабораторных занятий группы могут делиться на подгруппы.

В каждой учебной группе на каждом курсе или потоке по представлению декана факультета, приказом ректора назначается командир (староста) группы из числа наиболее успевающих и дисциплинированных студентов. Командиры групп, потоков, курсов подчиняются деканам факультетов, заведующим кафедрами, преподавателям и проводят в группе (потоке, на курсе) все их распоряжения и указания.

**Командир учебной группы** является активным помощником декана факультета и его заместителей, куратора учебной группы, заведующих кафедрами и преподавателей, ведущих занятия в учебной группе. Он осуществляет непосредственную связь между учебной группой кафедрами и деканатом. Командир в начале каждого семестра получает в деканате факультета журнал занятий и ведёт его в соответствии с Инструкцией по ведению и хранению журнала занятий, изложенной в нём; владеет полной информацией о причинах отсутствия студентов на занятиях. При отсутствии студента на занятиях по неизвестной причине в течение трёх учебных дней сообщает об этом в деканат факультета, а также куратору учебной группы.

Командир доводит до студентов полученную от руководства университета и факультета информацию, в т. ч. информацию о мероприятиях, проводимых в университете, и организует участие студентов в этих мероприятиях. При неявке преподавателя на занятие по расписанию после десятиминутного ожидания сообщает об этом в учебный отдел и в деканат факультета, информирует студентов о принимаемых мерах и дальнейших действиях. Контролирует состояние учебных аудиторий, в которых занимаются студенты, при необходимости на каждое учебное занятие назначает дежурного. Доводит до работников деканата сведения о недобросовестном выполнении сотрудниками университета и профессорско-преподавательским составом своих обязанностей.

Командир учебной группы имеет право:

- организовывать общие собрания учебной группы во внеучебное время по различным вопросам и выносить соответствующие решения;
- вносить предложения, направленные на совершенствование работы командиров учебных групп, улучшение учебно-воспитательной, социальной работы и проведения общественных мероприятий;
- получать информацию, необходимую для выполнения возложенных на него функциональных обязанностей, и помощь сотрудников деканата факультета, заведующих кафедрами, кураторов учебных групп, преподавателей;

– представлять интересы студентов учебной группы в студенческих общественных объединениях университета;

– требовать от студентов исполнения требований Устава и Правил внутреннего трудового распорядка университета, соблюдения учебной и общественной дисциплины;

– ходатайствовать перед деканом факультета о принятии дисциплинарных мер, предусмотренных Уставом университета, к нарушителям Устава и Правил внутреннего трудового распорядка университета, учебной и общественной дисциплины;

– ходатайствовать перед деканом факультета о поощрении студентов за высокие показатели в учёбе, научной работе и активном участии в общественных мероприятиях;

– ходатайствовать перед деканом (заместителями декана) факультета о снятии с себя полномочий исполнения функций командира учебной группы в исключительном случае;

– назначать из числа студентов группы заместителя командира, профорга, физорга и пр.

Командир несёт личную ответственность за:

– неисполнение или ненадлежащее исполнение возложенных на него функциональных обязанностей;

– превышение полномочий при выполнении функциональных обязанностей.

Прочие права и обязанности командира учебной группы изложены в соответствующем распоряжении декана МФ.

Распоряжения командира группы в пределах указанных выше функций обязательны для всех студентов данной группы. В каждой учебной группе ведётся журнал установленной формы, который хранится в деканате. Командир регулярно предъявляет в деканат журнал для проверки. После каждого занятия преподаватель производит запись в журнале о проведённом занятии.

Общим решением группы командир может быть заменён другим студентом.

За отличную и хорошую успеваемость, активное участие в научно-исследовательской работе, культурно-массовой и спортивно-массовой работе, в общественной жизни университета для студентов устанавливаются следующие **меры поощрения**: объявление благодарности; награждение грамотой; назначение повышенной стипендии.

За нарушение учебной дисциплины и Правил внутреннего распорядка к студентам могут применяться следующие **дисциплинарные взыскания**: замечание; выговор; отчисление из университета.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какими основными руководящими и нормативными документами регламентирована деятельность ВУЗов в России?

2. Дайте характеристику организационной структуры МГТУ ГА.
3. Какова оргструктура Механического факультета?
4. Изложите содержание учебного плана направленности «Обеспечение полётов воздушных судов горюче-смазочными материалами и специальными жидкостями» направления подготовки 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей».
5. Какие виды учебных занятий введены в ВУЗе и каковы их цели?
6. Перечислите основные обязанности обучающихся.
7. Назовите формы виды реализуемой подготовки студентов Механическим факультетом.
8. Опишите, как и для чего следует вести конспект лекций.
9. Как необходимо готовится к лабораторным работам?
10. Что такое график самостоятельной работы обучающегося?
11. Что такое учебный план и рабочая программа дисциплины? Кем они составляются?
12. Дайте характеристику кафедре АТО и РЛА в общей структуре университета.
13. Назовите направленности направления подготовки 25.01.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей».
14. Какие уровни образования реализуются в МГТУ ГА?
15. Что такое пара? Расскажите о расписании занятий в университете.
16. Назовите права и обязанности командира группы.
17. Какие меры поощрения и взыскания могут применяться к обучающимся?
18. Назовите основные требования правил внутреннего распорядка МГТУ ГА.

## ГЛАВА 2. ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ КАК ОТРАСЛЬ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Существует пять видов транспорта: железнодорожный, автомобильный, водный, воздушный и трубопроводный. Воздушный транспорт осуществляется **авиацией** – воздушными средствами передвижения.

В соответствии с Воздушным кодексом Российской Федерации вся авиация подразделяется на гражданскую, государственную и экспериментальную. **Гражданская авиация** используется для обеспечения потребностей граждан и экономики. Гражданская авиация, не используемая для осуществления коммерческих воздушных перевозок и выполнения авиационных работ, относится к **авиации общего назначения** (АОН).

В России выдающиеся учёные обратились к проблемам авиации достаточно давно. Этим проблемам были посвящены работы М. В. Ломоносова, Д. И. Менделеева, А. М. Кованько, Н. Е. Жуковского, С. Дзевецкого, А. Ф. Можайского, К. Э. Циолковского и мн. др.

В 1904 г. в Кучине под Москвой по предложению одного из членов состоятельной семьи известных предпринимателей Д. П. Рябушинского был создан первый в мире аэродинамический институт, где создавались экспериментальные установки для аэродинамических исследований. До 1906 г. научное руководство институтом осуществлял Н. Е. Жуковский, а позднее – сам Д. П. Рябушинский, он же после революции по собственной инициативе передал институт государству.

До революции 1917 г. тяжёлая авиация в России получила приоритетное развитие и значительно превосходила зарубежную. Самолёты «Гранд», «Русский Витязь», «Илья Муромец» имели уникальные по тем временам лётно-технические характеристики и эксплуатировались до начала 20-х гг.

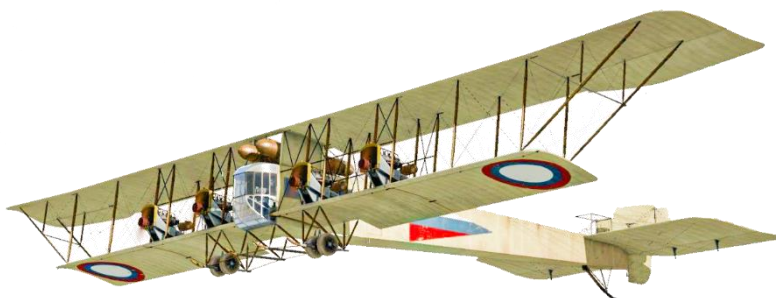


Рис. 2.1. Илья Муромец, конструкция 1913 г.

**1923–1941** гг. 9 февраля 1923 г. было принято Постановление об организации при Главном управлении воздушного флота Совета по гражданской авиации. На Совет, как на постоянный межведомственный орган, возлагались функции руководства и управления всеми сторонами деятельности гражданской авиации, в том числе открытие и развитие новых воздушных линий.

Созданная в 1922 г. Инспекция гражданского воздушного флота была передана Совету в качестве его исполнительного и технического органа.

Была разработана трёхлетняя программа восстановления и расширения объектов авиационной промышленности на 1923–1926 гг.

Большая заслуга в развитии отечественного самолётостроения принадлежит Центральному аэрогидродинамическому институту

им. Н. Е. Жуковского (ЦАГИ), созданному по представлению Н. Е. Жуковского и А. Н. Туполева в 1918 г. Благодаря вводу в эксплуатацию новых, хорошо оборудованных лабораторий, мощной аэродинамической трубы ЦАГИ им. Н. Е. Жуковского стал центром научно-исследовательской работы в области авиации.

Для освобождения страны от иностранной зависимости в области авиации конструкторское бюро Туполева А. Н. при ЦАГИ, Поликарпова Н. Н. и Григоровича Д. П. при заводе «Дукс» и другие ОКБ приступили к проектированию современных отечественных гражданских самолётов.

Весной 1923 г. специалисты одесских авиаремонтных мастерских, возглавляемые В. Н. Хиони, построили двухместный учебно-тренировочный самолёт «Конёк-Горбунок». Всего было изготовлено 30 таких машин. Хорошие лётно-технические данные (скорость свыше 120 км/ч, потолок – 3200 м) позволили применять самолёт для обучения и тренировки лётчиков, а также в сельском хозяйстве.

В октябре 1923 г. в воздух поднялся АНТ-1 – первый самолёт конструктора А. Н. Туполева. Это был лёгкий спортивный одноместный самолёт с двигателем «Анзани» мощностью 35 л. с. Самолёт развивал скорость до 135 км/ч.

В 20-х гг. основным материалом конструкции самолётов было дерево. Разработка плана строительства металлических самолётов была поручена комиссии под руководством А. Н. Туполева.

В конце 1923 г. инженеры ЦАГИ В. Л. Александров, В. В. Калинин и Черемухин А. М. сконструировали для гражданской авиации первый пассажирский четырёхместный самолёт АК-1. Это была прочная и надёжная машина, развивавшая скорость до 146 км/ч и имевшая потолок 2200 м, эксплуатировалась на авиалинии Москва – Казань.

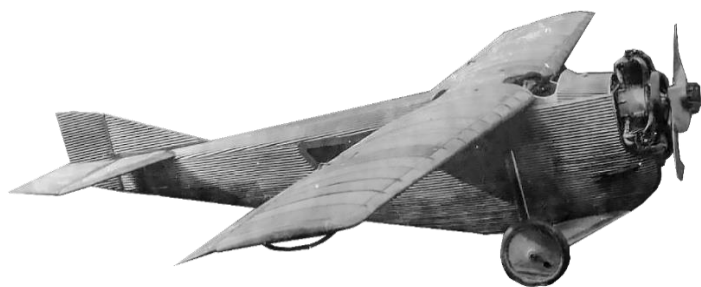


Рис. 2.2. АНТ-2

26 мая 1924 г. над Москвой совершил полёт первый отечественный самолёт цельнометаллической конструкции АНТ-2. Единственный сохранившийся экземпляр этого самолёта представлен в Музее Военно-Воздушных Сил в подмосковном Монино.

С середины 20-х гг. самолётостроение стало всё больше переходить на металлические конструкции.

Одно из ведущих конструкторских бюро по созданию гражданских самолётов было организовано в Харькове инженером К. А. Калининным. В 1925 г. им были построены трёхместный самолёт К-1, затем К-2 и его санитарный вариант К-3. Самолёты К-4 выпускались небольшой серией в пассажирском, санитарном и аэрофотосъёмочном вариантах. На одном из таких самолётов, названном «Червона Україна», пилот М. А. Снегирёв и штурман И. Т. Спирин в

1928 г. выполнили большой перелёт по маршруту Харьков – Москва – Иркутск – Москва – Харьков.

В 1927 г. конструкторский коллектив под руководством Поликарпова Н. Н. создал самолёт У-2 – биплан деревянной конструкции с полотняной обшивкой и мотором М-11, нашедший широкое применение как учебный, санитарный, сельскохозяйственный, транспортный, связной. На нём лётчики обеспечивали лесоохрану, вели разведку рыбных промыслов. Самолёт при взлётном весе 890...1110 кг развивал крейсерскую скорость до 120 км/ч. Короткие (100...150 м) разбег и пробег позволяли эксплуатировать его на площадках ограниченных размеров.

В 1926 г. завершились испытания тяжёлого самолёта АНТ-4 (ТБ-1). Этот двухмоторный цельнометаллический моноплан превосходил по своим данным все заграничные самолёты подобного типа. Он использовался как в военной, так и в гражданской авиации. Серийная постройка самолётов, имевших взлётный вес 6200...7928 кг и скорость до 207 км/ч началась во второй половине 1928 г.

В октябре 1928 г. наша гражданская авиация впервые была представлена на международной выставке в Берлине, в которой участвовало 26 государств. Были представлены самолёты АНТ-3, У-2, К-4. Участие отечественной гражданской авиации в международной выставке привлекло внимание мировой общественности.

В середине 20-х годов были приняты меры по организации отечественного авиадвигателестроения. В 1926 г. конструктор А. Д. Швецов создал двигатель М-11 воздушного охлаждения. Который затем почти тридцать лет выпускался серийно и устанавливался на многих лёгких самолётах.

Авиационная промышленность постепенно увеличивала выпуск самолётов. В 1923 г. их было изготовлено около 150, а в 1924 году – более 200. Знаменательным в истории авиации был 1925 г., когда страна отказалась от приобретения иностранных самолётов. Потребности в авиатехнике стали полностью удовлетворяться за счёт отечественного производства. В целом темпы развития отечественной авиационной промышленности на фоне полной разрухи после Первой мировой и Гражданской войн и иностранной интервенции поистине восхищают: в условиях экономической блокады и международных санкций и агрессии всего за 17 лет наш народ сделал СССР крупнейшей промышленной державой мира. В преддверии Великой Отечественной Войны в 1939 г. авиационная промышленность выпускала до 50 самолётов в сутки.

В 1920–1930-е годы начали формироваться конструкторские школы А. Н. Туполева, С. В. Ильюшина, А. И. Микояна, А. С. Яковлева, П. О. Сухого, М. Л. Миля, Н. И. Камова и др. которые в послевоенный период под руководством Министерства авиационной промышленности СССР создали военную и гражданскую технику, многие образцы которой превосходили лучшие мировые разработки или вообще были уникальными.

17 марта 1923 г. было учреждено акционерное общество «Добролёт» (Российское общество добровольного воздушного флота), которое являлось коммерческой компанией, выполнявшей задачи создания в стране гражданской



авиации для нужд народного хозяйства. Позднее, 25 февраля 1932 г., было образовано Главное управление Гражданского воздушного флота (ГУ ГВФ) и учреждено официальное сокращенное наименование гражданской авиации страны – Аэрофлот. К концу 1930–х годов Аэрофлот стал крупнейшей авиакомпанией мира. К 1991 г. этот гигант насчитывал десятки тысяч гражданских самолётов различного назначения, после 1991 г. Аэрофлот распался более, чем на 300 самостоятельных авиакомпаний.

В январе 1925 г. все авиапредприятия были объединены в единую организацию, получившую название Авиатрест, и зачислены в список промышленных объектов общесоюзного значения, что ставило их в преимущественное положение по сравнению с предприятиями других отраслей промышленности и создавало благоприятные условия для работы.

В первые годы становления гражданского воздушного флота основным источником его пополнения специалистами различных категорий была, в основном, военная авиация, а также некоторые учебные заведения.

Авиационных инженеров готовили в Киевском политехническом, Харьковском технологическом др. институтах. Пилоты и авиатехники для гражданской авиации готовились в Московской, Ленинградской, Качинской, Борисоглебской, Оренбургской и Вольской авиационных школах.

Делу подготовки кадров для гражданской авиации во многом способствовали аэроклубы, авиамodelьные и планерные кружки. В т. ч. благодаря этому, авиация стала народной любимицей, а настоящими кумирами молодежи стали прославленные лётчики и лётчицы.

15 июля 1923 г. открылась первая в нашей стране регулярная воздушная линия Москва – Нижний Новгород. Первый рейс по этой трассе выполнил известный лётчик Я. Н. Моисеев (Юнкерс Ф.13).

С 1 августа 1928 г. начались регулярные полёты гидросамолётов на линии Иркутск – Якутск с ответвлением от Витима на Бодайбо – крупный центр Ленских золотых приисков. Эта линия протяжённостью 2706 км была одной из самых грузонапряжённых и не имела себе равных по трудности географических и метеорологических условий.

В Средней Азии возникли Ташкентский и Душанбинский узлы воздушных сообщений. Вошли в строй авиалинии Москва – Ташкент, Ташкент – Душанбе, Чарджоу – Хива – Ташауз, Фрунзе – Алма-Ата. Прокладывались новые трассы на Украине, Северном Кавказе, в Закавказье.

Закладывались основы авиации специального применения.

Аэрофотосъёмка имела важное значение для составления и обновления планов и карт, учета и размежевания земель, уточнения побережий морей, фарватеров рек, для решения других актуальных задач народного хозяйства. Авиация стала оказывать существенную помощь исследователям Арктики.

Полярные летчики оказывали существенную помощь топографам, промысловикам и гидрографам. Они вели разведку ледовой обстановки, осуществляли проводку судов через ледовые поля, выполняли другие работы, способствующие освоению богатств этого сурового края.

В 1939 г. Аэрофлот на линиях союзного значения имел уже более 230 основных и 390 запасных аэродромов и около 810 – на местных линиях. Интенсивно проводились испытания новой техники, осваивались и внедрялись в эксплуатацию более комфортабельные пассажирские самолёты ПС-35, ПС-40, ПС-41. На важнейших магистральных линиях появились хорошо зарекомендовавшие себя новые самолёты ПС-84 на 25 пассажиров с дальностью полёта до 2000 км, что значительно повысило регулярность движения и коммерческую загрузку линий.

В 1940 г. перевозки пассажиров возросли по сравнению с 1937 г. почти в 2 раза, грузов – в 1,5 раза.

Успехам работы авиаторов способствовал рост престижа СССР как авиационной державы. 1 февраля 1936 г. Советский Союз вступил в члены Международной авиационной федерации (ФАИ), которая за пять предвоенных лет зарегистрировала 124 мировых рекорда, установленных СССР. До этого СССР принадлежали 62 мировых рекорда из 168.

В эти же годы произошла научно-техническая революция в области самолётостроения – авиация стала переходить на самолёты, сконструированные по моноплановой схеме с убирающимся шасси, обтекаемым фюзеляжем, закрытыми кабинами и пр. Определённые трудности отечественная авиация испытывала в области двигателестроения, с целью скорейшего выхода из сложившейся ситуации было активно начато строительство новых авиамоторостроительных заводов, закуплены лицензии на производство иностранных двигателей.

## 2.2. Гражданская авиация в период 1941–1945 гг.

Годы Великой Отечественной войны стали серьёзным и трудным испытанием для гражданской авиации. В первые дни войны началась перестройка Аэрофлота на военный лад.



Рис. 2.3. У-2 (По-2)

Фронтовые части ГВФ участвовали во всех крупных оборонительных и наступательных операциях советских войск. Они доставляли действующей армии боеприпасы, оружие и ГСМ; эвакуировали раненых из прифронтовых зон в тыл,

перевозили в госпитали медикаменты и консервированную кровь; обеспечивали деятельность партизанских отрядов; осуществляли воздушную разведку и ночное бомбардирование боевых порядков, опорных пунктов противника на поле боя и в ближайшем тылу; выполняли воздушно-десантные операции; разбрасывали в тылу противника листовки. Важнейшей задачей являлось поддержание постоянной воздушно-транспортной связи Москвы с фронтами и тылами, а также штабов фронта и воздушных армий с наземными и авиационными частями.

Героическим тружеником и бойцом фронтовых формирований Аэрофлота стал самолёт ПС-84 (с сентября 1942 г. – Ли-2), вооружённый турбинными и хвостовыми пулемётными установками, а самым массовым – У-2 (с сентября 1944 г. – По-2). С первых дней войны он использовался как связной и санитарный (С-1 и С-2), а позднее – и как бомбардировщик. В историю мировой авиации У-2 вошёл как классический самолёт первоначального обучения. Военному и послевоенному поколениям он был известен как «Небесный тихоход» по одноимённому фильму, в котором описывается героический путь этой маленькой машины. В 1943 г. каждый авиаполк ГВФ включал 60...80 самолётов У-2 и П-5; 3...5 Ли-2 и С-47.

### 2.3. Гражданская авиация в период 1945–1960 гг.

В послевоенные годы в ГВФ продолжает поступать новая техника. С 1 июня 1947 г. начались перевозки пассажиров на Ил-12, созданном ОКБ С. В. Ильюшина.

В марте 1948 г. в подразделения Аэрофлота поступил легендарный Ан-2. Он предназначался для перевозки пассажиров и грузов на местных линиях.

Новым шагом к техническому прогрессу Аэрофлота стало внедрение 36-местного пассажирского самолёта Ил-14, ставшего на долгие годы основным транспортным средством ГВФ. С 1954 г. началось внедрение в эксплуатацию вертолётов Ми-1 и Ми-4.

### 2.4. Первое поколение гражданских турбореактивных самолётов

В мае 1956 г. в ГВФ поступает Ту-104 – первый в мире транспортный самолёт с двумя турбореактивными двигателями. Крейсерская скорость – 800...850 км/ч, максимальная – 1000 км/ч.

А в 1957 г. на испытания в Аэрофлот поступили первые отечественные турбовинтовые самолёты. Дальний магистральный Ту-114, разработанный в КБ Туполева А. Н., имел высокие лётно-технические характеристики: скорость 800 км/ч, дальность полёта 7000...8000 км, он мог взять на борт 170...220 пассажиров.

Средний магистральный самолёт Ил-18, созданный коллективом ОКБ Ильюшина С. В., развивал крейсерскую скорость до 650 км/ч. Ил-18 эксплуатируется по сей день.



Рис. 2.4. Ту-104



Рис. 2.5. Ил-18

В 1959 г. на базе пассажирского самолёта Ан-10 был создан грузовой Ан-12, перевозивший грузы до 20 т.

В начале 60-х гг. XX в. на воздушные линии вышли самолёты Ту-124 и Ан-24, сыгравшие важную роль в улучшении воздушного сообщения на ближних магистралях и местных воздушных трассах, заменив на многих из них самолёты Ли-2 и Ил-14.

## 2.5. Второе поколение гражданских турбореактивных самолётов

В 60-е гг. XX в. отечественная гражданская авиация была оснащена реактивными лайнерами второго поколения Ил-62 и Ту-134.

Одним из лучших представителей второго поколения турбореактивных машин стал самый массовый советский гражданский реактивный самолёт Ту-154 (крейсерская скорость самолёта – 900 км/ч, пассажироместимость – более 160 пассажиров).

Началась эксплуатация реактивного самолёта Як-40, разработанного ОКБ Яковлева А. С.

В июле 1957 г. поднялся в воздух первый вертолёт с двумя газотурбинными двигателями – Ми-6.

В различных отраслях народного хозяйства использовались многоцелевые вертолёты Ка-15, Ка-18. Начиная с 1967 г., стали выполняться полёты на вертолётах Ми-8, способных перевозить до 4 т груза с крейсерской скоростью - до 225 км/ч. В пассажирском варианте Ми-8 имеет 28 мест. С началом эксплуатации вертолётов Ми-8 стали возможны перевозки крупногабаритных грузов до 3 т на внешней подвеске на расстояние до 15 км. В 1968 г. на эксплуатацию в гражданскую авиацию поступили вертолёты Ми-2 и Ка-26. Вертолёт Ми-2, оснащённый двумя газотурбинными двигателями, имел крейсерскую скорость до 200 км/ч. В сельскохозяйственном варианте он поднимал до 900 кг груза. Производительность Ми-2 по сравнению с ранее поступившими в Аэрофлот вертолётами Ми-1 и Ка-15 была в 2...2,5 раза выше, а себестоимость обработки одного гектара земли почти в 1,5 раза ниже.



Рис. 2.6. Ту-154м



Рис. 2.7. Ту-144



Рис. 2.8. Ил-86



Рис. 2.9. Як-42

Улучшению пассажирских перевозок способствовало поступление во второй половине 70-х годов в эксплуатацию широкофюзеляжного самолёта (аэробуса) Ил-86 – представителя нового поколения отечественных пассажирских лайнеров, ставшего самым безопасным в истории гражданским самолётом.

В ноябре 1977 г. первый пассажирский рейс совершил самолёт Ту-144, разработанный ОКБ Туполева. Это был первый в мире пассажирский сверхзвуковой самолёт, с крейсерской скоростью полёта до 2500 км/ч на высоте более 16 км. Однако ввиду значительного увеличения цен на нефтепродукты из-за нефтяного кризиса 1970-х гг. эксплуатация сверхзвуковых гражданских лайнеров оказалась экономически нецелесообразной.

Также Аэрофлот получил и 120-местный самолёт Як-42. Как и Ил-86, он начал регулярные полёты с пассажирами в конце 1980 года.

В 1984 г. началась эксплуатация самолёта-гиганта Ан-124 «Руслан», а также Ан-225 «Мрия». Практически все из указанных типов ВС до сих пор находятся в эксплуатации.

Системный кризис 1990-х гг. крайне отрицательно сказался на дальнейшей разработке и внедрении современных отечественных самолётов. Вновь разрабатываемые самолёты, готовые выходить в серийное производство, Ту-204, Ту-214, Ту-334, Ил-96-300, Ил-114, Ан-70, Ан-74 и авиационные двигатели практически так и не появились в эксплуатации. На данный момент свыше 80 % парка ВС ГА – самолёты зарубежного производства, в основном Боинг и Эирбас. По сути, авиация откатилась на век назад, когда техника закупалась на Западе.

За прошедшие с 1990-го годы в эксплуатацию поступил единственный отечественный самолёт – Сухой Суперджет 100, который почти полностью оснащён элементной базой зарубежного производства. На данный момент на разных стадиях готовности к выходу в серийное производство находятся отечественные самолёты МС-21, Ил-96-400, Ил-114, Ан-3, вертолёты Ми-Х1, Ка-92 и др.

В настоящее время отечественная гражданская авиация выполняет свыше 40 % объёма международных авиаперевозок. По данным «Росавиации» по состоянию на 2019 г. Сертификат эксплуатанта для осуществления коммерческих воздушных перевозок имеют 104 авиакомпании. Всего в составе этих авиакомпаний эксплуатируется порядка 2100 воздушных судов, из которых около 1200 самолётов и 900 вертолётов. Производственная система гражданской авиации включает 232 федеральных аэропорта.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение авиации.
2. Охарактеризуйте основные этапы развития гражданской авиации.
3. Назовите количество эксплуатирующихся в ГА России ВС и количество федеральных аэропортов.
4. Назовите имена известных отечественных авиационных конструкторов и конструкторов авиационных двигателей.

5. Назовите гражданские ВС отечественного и импортного производства, находящиеся в эксплуатации в нашей стране.
6. Назовите виды авиации.
7. Дайте определение гражданской авиации и авиации общего назначения.

## ГЛАВА 3. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САМОЛЁТОВ И ВЕРТОЛЁТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

### 3.1. Классификация самолётов, вертолётов и авиационных двигателей

Самолёты и вертолёты относятся к классу летательных аппаратов тяжелее воздуха. Для осуществления их полётов необходимы двигатели. Подъёмная сила в самолётах по большей части создаётся крылом, в вертолётах – несущим винтом. Всего порядка 20 стран мира производят самолёты и 10 – вертолёты.

#### Классификация самолётов

Многообразие типов самолётов и их использование в народном хозяйстве обусловило необходимость классификации их по различным признакам.

Среди многочисленных признаков, по которым можно классифицировать самолёт, наиболее важным является назначение. Этот признак определяет выбор лётно-технических характеристик, размеры и компоновку самолёта, состав оборудования на нём и пр.

**Основное назначение** гражданских самолётов – перевозка пассажиров и грузов, выполнение различных хозяйственных задач.

**По назначению** самолёты подразделяются на транспортные, специального назначения и учебные.

Учебные самолёты используются для подготовки и тренировки лётного состава в различных учебных заведениях ГА. Самолёты специального назначения – это сельскохозяйственные, санитарные самолёты, самолёты для охраны лесов от пожаров и вредителей, для аэрофотосъёмочных работ и пр.

В свою очередь, транспортные самолёты подразделяются на пассажирские и грузовые. Грузовые самолёты в отличие от пассажирских имеют большие внутренние объёмы в фюзеляже, более прочный пол, оснащены средствами механизации погрузо-разгрузочных работ и т. п.

**По максимальной взлётной массе** самолёты разделяются на классы (табл. 3.1.).

Таблица 3.1.

Классы самолётов

Класс	Максимальная взлётная масса, т	Тип самолёта
1	75 и более	Ил-96, Ил-86, Ил-76, МС-21-300, Ту-154, Ту-204, Ту-214, А-310, А320, А-321, А330, А340, А350, А380, Boeing 737, Boeing 747, Boeing 757, Boeing 767, Boeing 777, Boeing 787, Ан-124, Ан-224
2	От 30 до 75	SSJ-95, Ил-114, МС-21-200, А318, А319, А220, Boeing 737, Ан-148, Ан-74, Як-42, Bombardier CR, Bombardier CS, Embraer 170, Embraer 175, Embraer 190, Embraer 195
3	От 10 до 30	Ан-24, Ан-26, Ан-30, Як-40, Cessna Citation Latitude, Cessna Citation Longitude
4	До 10	Ан-2, Ан-28, Як-52, Л-410, Як-18, Cessna Citation M2, Cessna Citation CJ3, Cessna Citation CJ4, Cessna Citation XLS, Cessna Denali, Cessna Caravan, Cessna Grand Caravan, Cessna SkyCourier

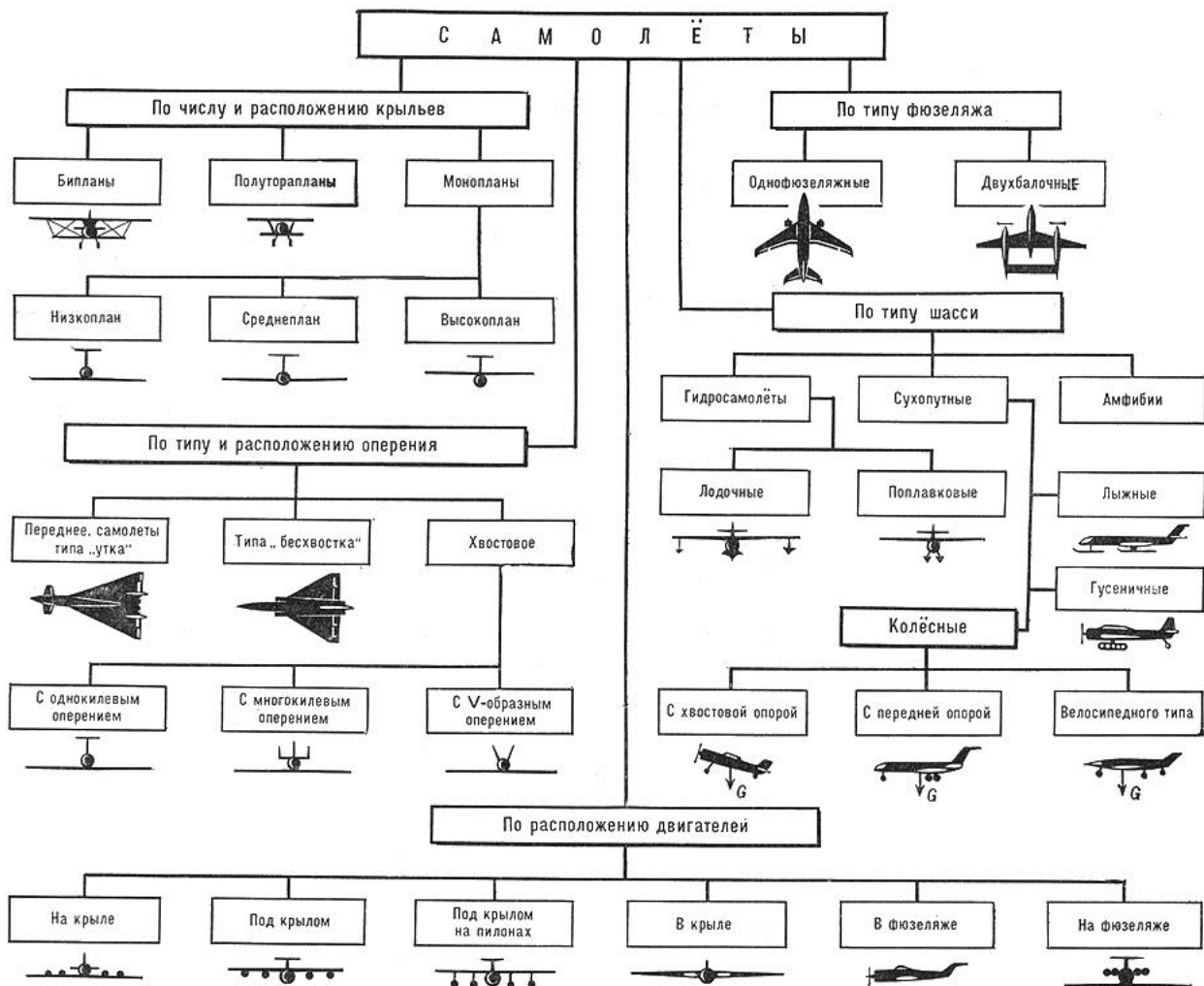


Рис. 3.1. Классификация самолётов по конструктивным признакам

**По дальности полёта** самолёты подразделяются на магистральные дальние (свыше 6000 км), магистральные средние (от 2500 до 6000 км), магистральные ближние (от 1000 до 2500 км) и самолёты местных воздушных линий (до 1000 км).

Классификация самолётов **по конструктивным признакам** приведена на рис. 3.1. Из всего многообразия конструктивных признаков выделены основные: количество и расположение крыльев; тип фюзеляжа; тип двигателей, их количество и расположение; тип шасси; тип и расположение оперения.

**По количеству крыльев** самолёты подразделяются на монопланы – самолёты с одним крылом, и бипланы – самолёты с двумя крыльями, расположенными одно над другим. Бипланы, у которых одно из крыльев короче другого называются полуторпаланами. Достоинством бипланов является лучшая, по сравнению с монопланами, манёвренность, благодаря тому что при равной площади крыльев размах их у биплана оказывается меньшим. Однако вследствие большого лобового сопротивления из-за наличия межкрыльевых стоек и расчалок, скорость полёта биплана невелика. Классический пример самолёта биплана – самолёт Ан-2. Большинство современных самолётов выполнено по схеме моноплана. В зависимости от расположения крыла



относительно фюзеляжа различают низкопланы, среднепланы и высокопланы. Каждая из этих схем имеет свои достоинства и недостатки.

**Низкоплан** – самолёт с нижним расположением крыла относительно фюзеляжа. Именно такая схема получила наибольшее распространение для пассажирских самолётов, благодаря следующим её достоинствам: оперение самолёта не затеняется воздушным потоком, сбегаящим с крыла; значительное приращение подъёмной силы вследствие экранирующего влияния земли; небольшая высота стоек шасси, что уменьшает их массу, упрощает уборку и уменьшает объёмы отсеков для размещения шасси; удобство обслуживания авиадвигателей при размещении их на крыле; при аварийной посадке на воду обеспечивается хорошая плавучесть; при аварийной посадке с невыпущенными шасси приземление происходит на крыло, что создает безопаснее для пассажиров и экипажа.

Недостатками такой схемы являются следующие: в зоне стыка крыла и фюзеляжа возникает дополнительное сопротивление (интерференция); на низкоплане трудно защитить двигатели, расположенные на крыле и под крылом, от попадания пыли и грязи с взлётно-посадочной полосы (ВПП); снижается обзор из окон пассажирских кабин.

**Среднеплан** – самолёт, у которого крыло расположено примерно по середине высоты фюзеляжа. Основное преимущество такой схемы – минимальное аэродинамическое сопротивление.

К недостаткам схемы относится трудность с размещением пассажиров, грузов и оборудования в средней части фюзеляжа в связи с необходимостью пропускать здесь продольные силовые элементы крыла.

**Высокоплан** – самолёт, у которого крыло крепится к верхней части фюзеляжа.

Основные преимущества высокоплана: малая интерференция между крылом и фюзеляжем; размещение двигателей высоко от поверхности ВПП, что уменьшает вероятность их повреждения при движении самолёта по земле; хороший обзор нижней полусферы; возможность максимального использования внутренних объёмов фюзеляжа, оборудования его средствами механизации загрузки и выгрузки крупногабаритных грузов.

К недостаткам схемы относятся: трудность уборки шасси в крыло; сложность обслуживания двигателей, расположенных на крыле; необходимость усиления конструкции нижней части фюзеляжа.

**По типу фюзеляжа** самолёты разделяются на одно фюзеляжные, двухбалочные с гондолой и «летающее крыло». Большинство современных самолётов имеют один фюзеляж, к которому крепятся крыло и хвостовое оперение.

В зависимости от типа и расположения оперения различают три основные схемы: заднее расположение оперения; переднее расположение оперения (самолёт типа «утка»); бесхвостые самолёты типа «летающее крыло».

Большинство современных гражданских самолётов выполнено по схеме с хвостовым оперением. Эта схема имеет следующие разновидности: центральное

расположение вертикального киля и горизонтальное расположение стабилизатора; разнесённое вертикальное оперение; V – образное оперение без вертикального киля.

**По типу шасси** самолёты подразделяются на сухопутные и гидросамолёты. Шасси у сухопутных самолётов, как правило, колесное, иногда – лыжное, а у гидросамолётов – лодочное или поплавковое.

Самолёты также различают **по типу, числу и расположению двигателей**. На современных самолётах применяются поршневые (ПД), турбовинтовые (ТВД) и турбореактивные (ТРД) двигатели.

Расположение двигателей на самолёте зависит от их типа, количества, габаритов и назначения самолёта.

У многомоторных самолётов двигатели с воздушными винтами устанавливаются в гондолах перед крылом в случае установки тянущего винта или позади крыла в случае установки толкающего винта. Турбореактивные двигатели располагаются чаще всего на пилонах под крылом или в хвостовой части фюзеляжа.

Достоинства установки ТРД под крылом следующие: непосредственное размещение двигателей в потоке воздуха, разгрузка крыла от изгибающих и крутящих моментов, удобство обслуживания двигателей. Однако близкое от земли расположение двигателей связано с опасностью попадания в них посторонних предметов с поверхности ВПП. На самолётах с таким расположением двигателей создаются также трудности в пилотировании с одним отказавшим двигателем (полёт с несимметричной тягой).

При установке ТРД в хвостовой части основными достоинствами являются следующие: чистое от надстроек крыло имеет лучшие аэродинамические характеристики, имеется больше места для размещения средств механизации крыла; не возникает сложностей при полёте с несимметричной тягой; уменьшается уровень шума в кабинах самолёта; крыло защищает двигатели от грязи при движении самолёта по земле; обеспечивается удобное обслуживание двигателей.

Однако такая схема размещения двигателей имеет и серьёзные недостатки: горизонтальное оперение необходимо переносить вверх и усиливать киль; фюзеляж в зоне расположения двигателей необходимо усиливать; центровка самолёта по мере выгорания топлива перемещается назад, уменьшая устойчивость самолёта.

### **Классификация вертолётов**

Классифицируются вертолёты также как и самолёты по различным признакам: например, по величине максимальной взлётной массы (табл. 3.2), по виду привода несущего винта, количеству и расположению несущих винтов или способу компенсации реактивного момента этих винтов (рис. 3.2).

У большинства современных вертолётов несущий винт приводится во вращение через трансмиссию от двигателей. Несущий винт при вращении испытывает действие реактивного момента  $M_{\text{реакт}}$ , являющегося реакцией воздуха и равного  $M_{\text{кр}}$  – крутящему моменту на валу несущего винта. Этот

момент стремится вращать фюзеляж вертолѐта в сторону, противоположную вращению винта. Способ уравнивания реактивного момента крутящего винта в основном и определяет схему вертолѐта.

Таблица 3.2.

Классы вертолѐтов

Класс	Максимальная взлѐтная масса, т	Тип вертолѐта
1	10 и более	Ми-8, Ми-14, Ми-26, Ми-171, Ка-92, Ка-27, Ка-32, Airbus H225
2	От 5 до 10	Ми-38, Ми-Х1, Bell-525, Airbus H155, Airbus H175, Airbus H215
3	От 2 до 5	Ка-26, Ми-2, Ансат, Ка-226, Ми-54, Ми-34, Robinson R44, Robinson R66, Bell-206, Bell-407, Bell-412, Bell-429, Airbus H125, Airbus H145

Одновинтовая схема вертолѐта в настоящее время является наиболее распространѐнной. Вертолѐты такой схемы имеют рулевой винт, который выносится на длинной хвостовой балке за плоскость вращения несущего винта. Тяга, создаваемая рулевым винтом, позволяет уравновесить реактивный крутящий момент несущего винта. Изменяя величину тяги рулевого винта, можно осуществлять путевое управление, то есть поворот вертолѐта относительно вертикальной оси.



Рис. 3.2. Классификация вертолѐтов по количеству и расположению несущих винтов:

а) – одновинтовая схема; б) – двухвинтовая соосная схема; в) – двухвинтовая поперечная схема

Вертолѐты одновинтовой схемы проще других в изготовлении и эксплуатации и поэтому позволяют получить относительно меньшую стоимость

лётного часа. Такие вертолётные компакты, имеют мало выступающих в поток частей и позволяют достигать большей чем при других схемах скорости полёта. Иногда для увеличения скорости на таких вертолётных может устанавливаться крыло. При полёте с горизонтальной скоростью на крыле создаётся подъёмная сила, в результате чего несущий винт частично разгружается.

Затраты мощности (8...10 %) двигателя на привод рулевого винта, а также наличие длинной хвостовой балки и несущего винта большого диаметра, увеличивающих габариты вертолётной, являются главными недостатками данной схемы.

У вертолётных двухвинтовой схемы уравнивание реактивного крутящего момента достигается сообщением винтам противоположного вращения. Двухвинтовые вертолётные могут иметь различное расположение несущих винтов.

При соосной схеме вал верхнего несущего винта проходит через полый вал нижнего. Плоскости вращения винтов удалены друг от друга на такое расстояние, чтобы исключить столкновение между лопастями верхнего и нижнего винтов на всех режимах полёта.

Путевое управление вертолётной соосной схемы обеспечивается за счёт установки лопастей верхнего и нижнего винтов на разные углы атаки. Возникающая при этом разность крутящих моментов на несущих винтах вызывает поворот вертолётной в требуемую сторону. Иногда для улучшения путевого управления такие вертолётные снабжают рулями поворота, действие которых подобно действию аналогичных рулей на самолёте. Продольное и поперечное управление осуществляется одновременным наклоном плоскостей вращения обоих несущих винтов.

Вертолётные с соосными винтами наиболее компактны и маневренны, имеют высокую весовую отдачу. Однако сложность конструкции удорожает их производство и вызывает трудности при эксплуатации, особенно в регулировке несущей системы.

При продольной схеме несущие винты устанавливаются на концах фюзеляжа. Винты, вращающиеся в противоположные стороны, синхронизированы так, что лопасти одного винта при вращении всегда проходят между лопастями другого. Достоинством вертолётных такой схемы является длинный, ёмкий фюзеляж, внутри которого можно перевозить крупногабаритные грузы. В остальном они уступают вертолётным одновинтовой схемы.

Вертолётные поперечной схемы имеют два несущих винта, расположенных в одной плоскости по бокам фюзеляжа и вращающихся в противоположные стороны. С точки зрения аэродинамики такая схема расположения несущих винтов является наиболее целесообразной, но крыло, воспринимающее нагрузки от несущих винтов, значительно утяжеляет конструкцию вертолётной.

Максимальная скорость полёта вертолётных при создании тяги и подъёмной силы только несущим винтом составляет порядка 350 км/ч, при использовании дополнительных средств – до 600 км/ч. Высота полёта составляет до 6000 км.

Аэродинамическое качество вертолётов много меньше, чем аэродинамическое качество самолётов. Главное преимущество вертолётов – возможность осуществлять взлёт без разбега и посадку без пробега.

### Классификация авиационных двигателей

Силовая установка ВС предназначена для создания тяги. Она включает в себя двигатели, воздушные винты, гондолы двигателей, топливную и масляную системы, системы управления двигателями и винтами и др.

Классификация авиационных двигателей в зависимости от конструктивной схемы и характера рабочего процесса показана на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Классификация авиационных двигателей

**Поршневые двигатели (ПД)** могут быть бензиновыми или дизельными, они приводят во вращение тянущий или толкающий винт, который и создаёт тягу. ПД были первыми двигателями, широко применяемыми в авиации. Большая часть самолётов 4 класса оборудуется ПД, также ПД оборудуются вертолёты 3 класса. Основные недостатки ПД – малая возможная скорость полёта (до 750 км/ч), сложная конструкция, большая относительная масса.

**Турбореактивными двигателями (ТРД)** называются двигатели, в которых энергия сгорания топлива преобразуется в кинетическую энергию струи газа, вытекающего из реактивного сопла (рис. 3.4).

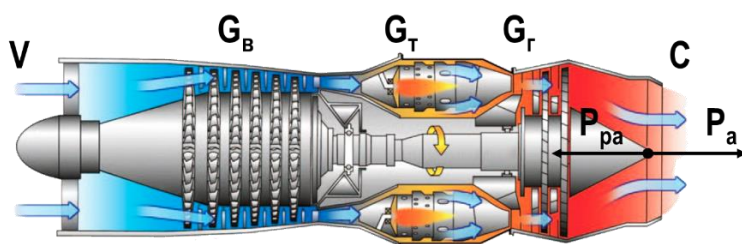


Рис. 3.4. Принцип работы одноконтурного реактивного двигателя

Принцип действия ТРД состоит в следующем. Воздух поступает в двигатель со скоростью  $V$  (в полёте примерно равной скорости полёта); за счёт увеличения скорости потока воздуха в компрессоре и расширения газов в камере

сгорания скорость потока газа на выходе из сопла  $C$  значительно увеличивается, т. е. энергия давления газов преобразуется в кинетическую энергию движения газа – активную силу  $P_a$ .

Согласно третьему закону Ньютона, при действии одного тела на другое с некоторой силой, второе тело действует на первое с равной по величине, но

противоположно направленной силой, поэтому возникает реактивная сила  $P_{pa}$  (обратная  $P_a$  и равная ей по величине), действующая на конструктивные элементы двигателя, и являющаяся движущей реактивной силой двигателя.

Сила тяги ГТД при полном расширении газа в сопле рассчитывается во формуле Б. С. Стечкина:

$$P = G_r \cdot (c - V),$$

где:  $G_r$  – секундный расход массы газа, кг/с;

$c$  – скорость стечения газа, м/с;

$V$  – скорость полёта ВС, м/с.

Преимуществами ТРД перед ПД являются: бóльшая возможная скорость полёта, бóльшие КПД, надёжность, относительная тяга и относительная масса, меньший относительный расход топлива, простота конструкции и т. д. Основным недостатком относительно ПД является бóльшая шумность ТРД.

**Турбореактивные двигатели двухконтурные (ТРДД)** имеют по сравнению с обычным ТРД бóльшую топливную эффективность и экологичность, поэтому занимают доминирующее положение на магистральных самолётах (рис. 3.5 а)). В ТРДД весь поступающий в двигатель воздух проходит через входное устройство и компрессор низкого давления, а затем разделяется на потоки: первый движется по внутреннему контуру, представляющему собой обычный ТРД, называемый также газогенератором; а второй – по наружному контуру. Смешение потоков происходит в камере смешения. Важным показателем ТРДД является степень двухконтурности  $m$  – отношение расхода воздуха, проходящего через наружный контур к расходу воздуха, проходящего через внутренний контур. Чем выше степень двухконтурности, тем выше показатели двигателя. Степень двухконтурности современных ТРДД составляет от 0,3 до 18. ТРДД со степенью двухконтурности выше 2 часто называют **турбовентиляторными**.

Достижение степеней двухконтурности свыше 10 возможно за счёт специальной конструкции ТРДД – в нём устанавливается особый вид движателя – винтовентилятор, который может рассматриваться и как воздушный винт, и как вентилятор особого типа. Винтовентилятор может располагаться в передней или задней частях двигателя. Такие ТРДД часто называют **турбовинтовентиляторными (ТВВД)** (рис. 3.5 б)). Главное преимущество ТВВД – топливная эффективность.

Основным недостатком ТРДД с большими степенями двухконтурности являются их большие размеры.

**Турбовинтовые двигатели (ТВД)** представляют собой ТРД, в которых основная часть тяги создаётся воздушным винтом. По сравнению с ТРД они имеют более высокую топливную эффективность, развивают высокую тягу при малом удельном весе. ТВД могут оснащаться одним винтом (рис. 3.5 г)) или двумя (3.5 в)), вращающимися в разные стороны. Бóльшая часть тяги ТВД создаётся винтом (до 97 %), ещё небольшая часть – реактивной струей. Однако конструкция ТВД существенно усложнена наличием редуктора и приводимым

им в движение винтом. ТВД более шумные, не позволяют развивать скорость полёта более 900 км/ч.



а) ТРДД ПС-90А,  $m = 4,5$



б) ТВВД НК-93,  $m = 16,7$



в) двухвинтовой ТВД НК-12



г) одновинтовой ТВ7-117ст

Рис. 3.5. Авиационные газотурбинные двигатели

**Турбовальные двигатели** представляют собой ТРД, в которых мощность передаётся на выходной вал двигателя. Если в итоге через этот вал приводится несущий винт, то это вертолётные двигатели. Если приводятся компрессоры ТРД, генераторы, насосы и т. д., то такой турбовальный двигатель называется вспомогательной силовой установкой (ВСУ). ВСУ используются для запуска основных двигателей, кондиционирования кабин, питания самолётных систем и пр. Передача мощности от двигателя на несущий винт или для привода агрегатов осуществляется через редукторы, при этом, например, масса вертолётных редукторов сопоставима с массой самого ТРД, т. к. передаточные числа этих редукторов составляют десятки единиц.

ТВД устанавливаются на крыле и в носовой части фюзеляжа. Наличие воздушного винта на ТВД ограничивает другие варианты их расположения на самолёте.

ТРД устанавливаются на крыле, под крылом, внутри фюзеляжа и по его бортам, в хвостовой части. Каждая схема размещения имеет свои преимущества и недостатки и выбирается с учётом типа и числа двигателей, аэродинамических, прочностных, массовых и других особенностей самолётов, условий их эксплуатации.

В общем все перечисленные типы ТРД объединяют под названием **газотурбинные двигатели (ГТД)**. Подробно авиационные двигатели и их системы будут изучаться на последующих курсах обучения на кафедрах АТО и РЛА, ДЛА, ТМ и ИГ и АКПЛА.

Поршневые бензиновые двигатели работают на авиационном бензине (Б-95/115, 100LL, Avgas 100LL, Avgas UL91), дизельные – на дизельном топливе или авиационном керосине.

Газотурбинные двигатели ГА работают на авиационном керосине для дозвуковых ВС (ТС-1, РТ, Jet A-1).

### **3.2. Требования к лётно-техническим и эксплуатационным характеристикам ВС**

Требования, предъявляемые к самолётам и вертолётам ГА, разнообразны и зависят от назначения воздушных судов. Основные требования направлены на обеспечение безопасности полётов, регулярности вылетов, экономичности эксплуатации и комфорта пассажиров.

**Безопасность полётов** ВС обеспечивается:

- большой тяговооружённостью ВС за счёт установки двух, трёх и более двигателей;
- оснащением крыла средствами механизации, обеспечивающими хорошие взлётно-посадочные характеристики;
- правильным расчётом прочности и живучести конструкции с учётом всех возможных эксплуатационных нагрузок;
- противопожарными конструктивными мероприятиями;
- дублированием важнейших функциональных систем и устройств;
- наличием эффективных противообледенительных систем;
- оснащением пилотажно-навигационным и связным оборудованием, обеспечивающим выполнение полётов в любое время года и суток;
- оборудование пассажирских кабин запасными аварийными выходами и приспособлениями для быстрого покидания самолёта;
- обученностью и ответственностью авиационных специалистов.

**Экономичность эксплуатации** ВС достигается:

- большой весовой отдачей (отношение массы перевозимой полезной нагрузки к собственной массе ВС);
- возможностью варьировать полезную нагрузку;
- высоким коэффициентом использования ВС;
- улучшением топливной эффективности;
- высокой крейсерской скоростью; применением передовых технологий и организации перевозочного процесса для снижения его стоимости;
- сокращением числа членов экипажа и технического персонала;
- сокращением трудоёмкости, продолжительности и стоимости технического обслуживания и ремонта.



### **Комфорт для пассажиров** обеспечивается:

- наличием просторных кабин, оборудованных в соответствии с эстетико-техническими требованиями;
- оснащением ВС системами кондиционирования воздуха, обеспечивающими поддержание в кабинах нормальных условий жизнедеятельности при полётах на любых высотах;
- оборудованием пассажирских мест удобными креслами, съёмными столиками, индивидуальным освещением, вентиляцией и сигнализацией;
- хорошей звукоизоляцией кабин;
- выполнением полётов на высотах, где практически отсутствует «болтанка»;
- оборудованием пассажирских кабин буфетами, гардеробами, туалетами и другими бытовыми помещениями.

Особые требования предъявляются **к грузовым самолётам**. К числу таких требований относятся:

- большая грузоподъёмность, увеличенные размеры грузовых отсеков;
- наличие средств крепления (швартовки) грузов;
- наличие внутрисамолётных средств механизации погрузки-разгрузки.

Многие из перечисленных требований находятся в противоречии друг с другом: улучшение одних характеристик влечёт ухудшение других. Например, увеличение максимальной скорости полёта вызывает увеличение посадочной скорости и ухудшение его манёвренных свойств; выполнение требований прочности, жёсткости и живучести входит в противоречие с требованием обеспечения минимальной массы конструкции; увеличение дальности полёта достигается за счёт снижения массы перевозимого груза и т. п. Невозможность одновременного выполнения противоречивых требований делает невозможным создание универсального самолёта или вертолёта. Каждое ВС проектируется для выполнения конкретных задач.

Подробно данные аспекты будут изучаться на кафедрах АТО и РЛА, БП и ЖД, ТЭЛА и АД на последующих курсах.

### **3.3. Основные элементы конструкции самолёта**

Основные элементы конструкции самолёта показаны на рис. 3.6.

**Фюзеляж** служит для размещения экипажа, пассажиров, грузов, оборудования, топлива, шасси, грузов и двигателей, а также для создания подъёмной силы. Он является строительной основой конструкции самолёта. В силовом отношении фюзеляж представляет собой базу, к которой крепится крыло, оперение и шасси.

**Силовая установка** на самолёте служит для создания тяги и представляет собой совокупность двигателей с агрегатами, системами и устройствами, обеспечивающими их крепление и надёжную работу в заданных условиях эксплуатации.

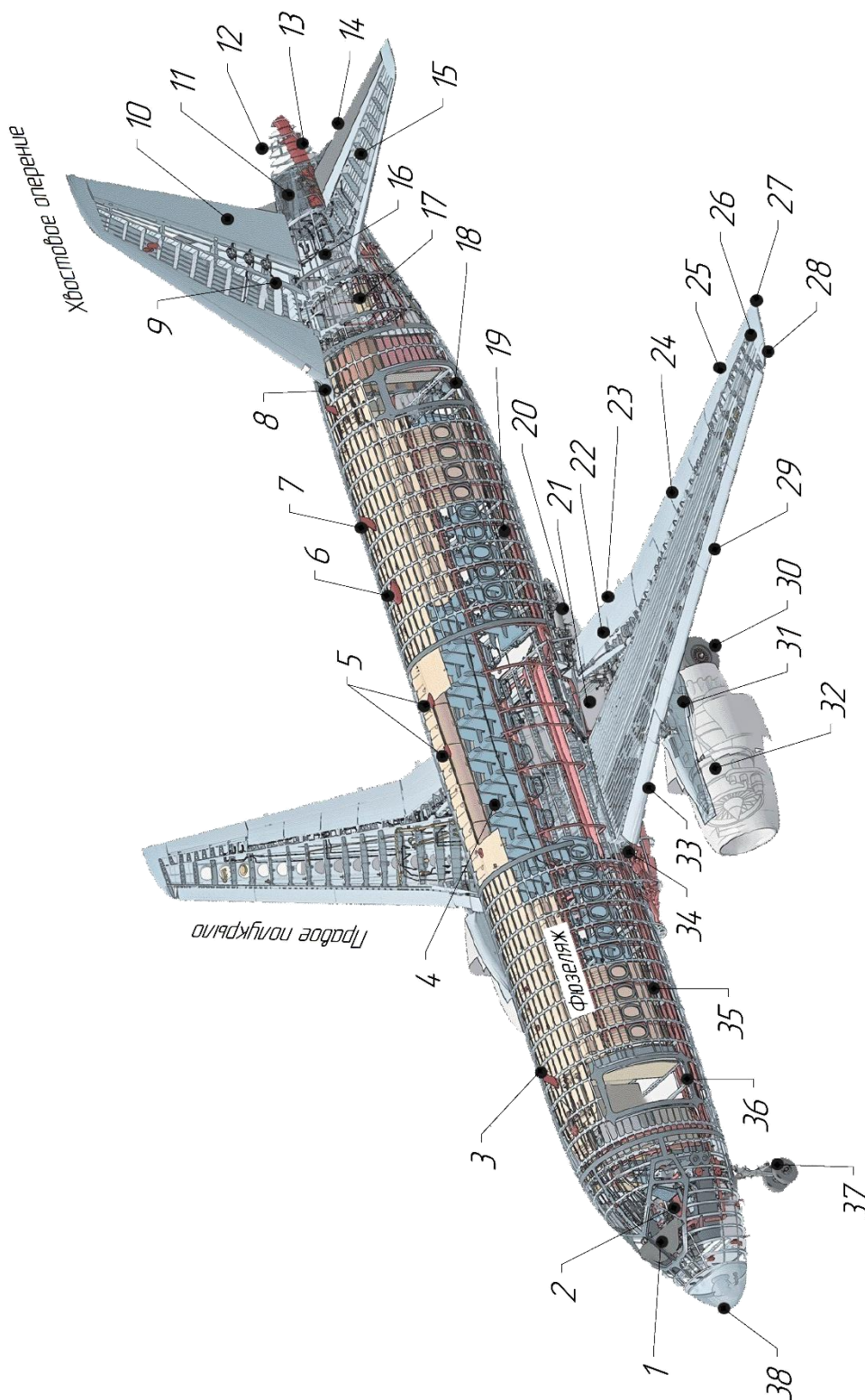


Рис. 3.6. Компоновочная схема самолёта SSIJ-100:

1 – фонарь кабины; 2 – кабина экипажа; 3 – антенна GPS; 4 – пассажирская кабина; 5 – антенна радиокompаса; 6 – антенна спутниковой связи; 7 – антенна УКВ; 8 – форкиль; 9 – руль направления; 10 – руль высоты; 11 – вспомогательная силовая установка; 12 – хвостовой обтекатель; 13 – руль высоты; 15 – стабилизатор; 16 – задний технический отсек; 17 – отсек авионики; 18 – задняя входная дверь; 19 – задний багажный отсек; 20 – обтекатель; 21 – ниша шасси; 22 – тормозной щиток; 23 – закрылки; 24 – интерцепторы; 25 – элероны; 26 – законцовка крыла; 27, 28 – навигационные огни; 29 – внешняя секция предкрылков; 30 – основная опора шасси; 31 – пилон; 32 – силовая установка; 33 – внутренняя секция предкрылков; 34 – посадочные огни; 35 – приёмник статического давления; 36 – передняя входная дверь; 37 – передняя опора шасси; 38 – носовой обтекатель

**Крыло** – создаёт подъёмную силу при движении самолёта, а также служит для размещения топлива (рис. 3.7), крепления двигателей, механизации и пр. оборудования. Обычно крыло неподвижно закреплено на фюзеляже. Передняя часть крыла оборудована системой обогрева для предотвращения его обледенения.



Рис. 3.7. Топливный бак в крыле самолёта

## Механизация крыла

служит для управления самолётов и улучшения его взлётно-посадочных характеристик. Главная задача механизации крыла – создание на взлёте наибольшей подъёмной силы без значительного увеличения лобового сопротивления, а при посадке – наибольшей подъёмной силы и наибольшего сопротивления.

К элементам механизации крыла относятся: щитки, закрылки, предкрылки, интерцепторы и элероны.

*Щитки* являются простейшей механизацией крыла и представляют собой отклоняемые вниз поверхности, расположенные в нижней задней части крыла. В нормальном положении щитки вписываются в контур крыла. Величина хорды щитка составляет до 25 % от хорды крыла, угол отклонения щитка – до  $60^\circ$ . При отклонении щитков происходит возрастание коэффициента подъёмной силы и коэффициента лобового сопротивления. Использование щитков позволяет увеличить угол планирования, сократить посадочную дистанцию и длину пробега.

*Закрылки* представляют собой подвижную хвостовую часть крыла, которая может отклоняться только вниз. Закрылки могут быть простые, щелевые и выдвижные. Хорда закрылков составляет 30–40 % хорды крыла. На взлёте закрылки отклоняются на угол до  $30^\circ$ , а на посадке – до  $60^\circ$ . Отклонение закрылков также как и щитков сопровождается повышением коэффициента подъёмной силы и увеличением коэффициента лобового сопротивления.

*Предкрылок* называется профилированная передняя часть крыла, являющаяся продолжением основного профиля. Предкрылок может размещаться либо по всему размаху крыла, либо на концевых его частях. Предкрылок выдвигается вперёд и вниз, увеличивая площадь крыла в плане и кривизну профиля. Использование предкрылков позволяет увеличить коэффициент подъёмной силы на 40–50 % главным образом за счет увеличения критического угла атаки. Предкрылки повышают также поперечную устойчивость и управляемость самолёта на больших углах атаки при взлёте и посадке.

*Интерцепторы (спойлеры)* – отклоняющиеся пластины, расположенные на верхней поверхности крыла. Интерцепторы способны отклоняться на угол до  $90^\circ$ . Применяются в полёте и на земле. Выпуск интерцепторов в полёте одновременно на обеих консолях крыла уменьшает подъёмную силу и увеличивает лобовое сопротивление, что позволяет выполнять снижение по более крутой траектории. Отклонение интерцепторов только на одной консоли крыла осуществляется при использовании элеронов и повышает эффективность поперечной управляемости.

На земле интерцепторы обеспечивают сокращение длины пробега при посадке и дистанции прерванного взлёта.

На концевых частях крыла располагаются органы поперечного управления – элероны (рули крена). Элероны синхронно отклоняются в противоположные стороны, при этом происходит перераспределение аэродинамической нагрузки по размаху крыла, что приводит к созданию момента, накреняющего самолёт.

**Оперение** обеспечивает продольную и путевую балансировку, устойчивость и управляемость самолёта. Управление в продольном канале обеспечивается горизонтальным оперением и рулём высоты; в путевом – вертикальным оперением и рулём направления.

Подробно конструкция планера самолёта будет изучаться на кафедре АКПЛА на последующих курсах.

### 3.3. Теоретические основы осуществления полёта ВС

Особенности поведения ВС в воздухе изучаются **аэродинамикой** – наукой, изучающей законы движения воздуха (газа) и взаимодействие воздушного потока с находящимися в нём телами, и **динамикой полёта** – наукой, изучающей движение летательных аппаратов. Одноимённые с данными науками дисциплины будут изучаться, начиная со второго курса на кафедре АКПЛА.

Для полёта самолёта необходима подъёмная сила. В 1904 г. Николай Егорович Жуковский сформулировал теорему о подъёмной силе крыла. Данная теорема явилась основой для построения современной теории крыла. Она даёт возможность рассчитать подъёмную силу крыла конечного размера, нагрузку на лопатки турбины и т. д. Крыло самолёта спрофилировано так, чтобы получать максимальную подъёмную силу при минимальном лобовом сопротивлении. На рис. 3.8 показан двояковыпуклый симметричный профиль крыла.

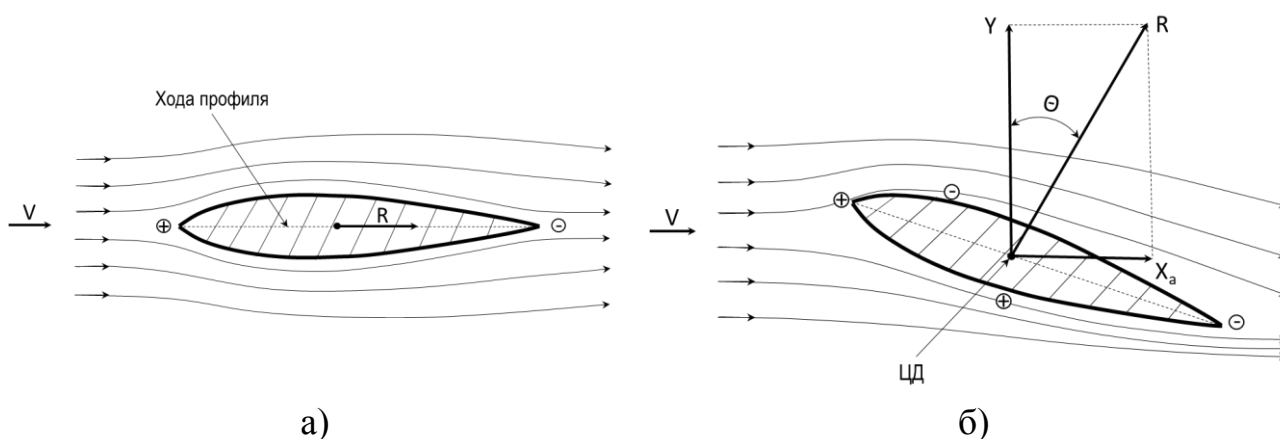


Рис. 3.8. Аэродинамические силы крыла:

а) – симметричное обтекания профиля; б) – несимметричное; ЦД – центр давления;  $R$  – аэродинамическая сила;  $Y$  – подъёмная сила;  $X_a$  – сила лобового сопротивления;  $V$  – скорость набегающего потока

При симметричном обтекании профиля набегающие струйки воздуха искривляются одинаково, площади их поперечных сечений над и под крылом

также одинаковы, а это означает, что в соответствии уравнением неразрывности струи Бернулли одинаковы и давления с обеих сторон профиля. У носовой части крыла давление повышается вследствие уменьшения скорости потока, а позади крыла возникает разрежение. Вследствие разности давлений и трения воздуха возникает аэродинамическая сила  $R$ , направленная по потоку.

При несимметричном обтекании профиля площади поперечных сечений струек над верхней частью профиля будут меньше, чем в нижней части, следовательно, скорость потока над профилем будет больше, чем под ним. Соответственно, и давление под крылом будет больше, чем над ним. Кроме того, давление воздуха у носка профиля возрастает из-за торможения потока, позади профиля увеличивается разрежение. В результате разности давлений возникает аэродинамическая сила  $R$ , направленная под некоторым углом к набегающему потоку. Проекция этой силы, направленная вдоль потока, является **лобовым сопротивлением**  $X_a$ , а направленная перпендикулярно – **подъёмной силой**  $Y$ . Точка приложения полной аэродинамической силы называется центром давления.

Эмпирически установлено, что аэродинамические силы через их коэффициенты могут быть выражены следующим образом:

$$R = C_R S \left( \frac{\rho V^2}{2} \right); Y = C_y S \left( \frac{\rho V^2}{2} \right); X_a = C_{x_a} S \left( \frac{\rho V^2}{2} \right),$$

где  $C_R$ ,  $C_y$ ,  $C_{x_a}$  – коэффициенты полной аэродинамической силы, подъёмной силы и лобового сопротивления соответственно;

$S$  – площадь крыла в плане;

$\frac{\rho V^2}{2}$  – скоростной напор ( $\rho$  – плотность воздуха;  $V$  – скорость потока).

Коэффициенты  $C_R$ ,  $C_y$ ,  $C_{x_a}$  зависят от формы профиля, формы крыла в плане, состояния поверхности крыла, его положения относительно набегающего потока. Их значения получают опытным путём при испытаниях крыла в аэродинамических трубах.

Из рис. 3.8. следует, что:

$$R^2 = Y^2 + X_a^2; C_R^2 = C_y^2 + C_{x_a}^2.$$

Аэродинамическое совершенство крыла характеризуется **аэродинамическим качеством**:

$$K = \frac{Y}{X_a} = \frac{C_y}{C_{x_a}}.$$

Аэродинамическое качество зависит от направления силы  $R$ , характеризуемого углом качества  $\Theta$ .

Угол между набегающим потоком и хордой профиля (отрезком прямой, соединяющей две наиболее удалённые точки передней и задней кромок профиля) называется **углом атаки  $\alpha$** .

Состояние самолёта, при котором действующие на него силы не вызывают его вращения и не нарушают равномерного прямолинейного движения,

называется **равновесием**. Равновесие самолёта рассматривается относительно трёх осей координат, начало которых совмещается с центром тяжести самолёта (рис. 3.9): продольной  $X$ , направленной вдоль фюзеляжа; вертикальной  $Y$  и поперечной  $Z$ , направленной по размаху крыла.

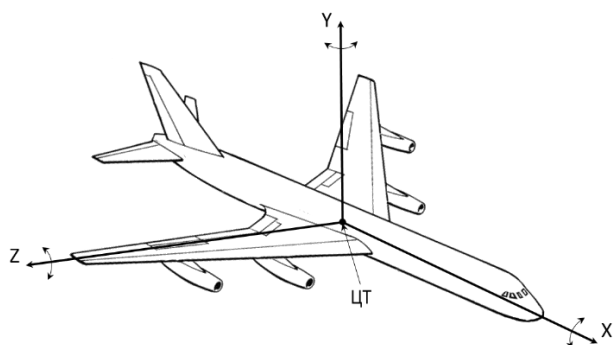


Рис. 3.9. Система координат самолёта

Моменты сил, стремящиеся повернуть самолёт относительно оси  $X$  называются поперечными (кренящими), вокруг оси  $Y$  – путевыми (рыскания), оси  $Z$  – тангажа (кабрирования при увеличении угла атаки, пикирования – при уменьшении угла атаки).

Способность самолёта самостоятельно восстанавливать

состояние равновесия после прекращения действия возмущающих усилий называется **устойчивостью**.

Способность самолёта отзываться на воздействия пилотов на органы управления называется **управляемостью**. Устойчивость и управляемость также рассматриваются относительно указанной системы координат.

Поперечное управление самолётом (вокруг продольной оси) в основном осуществляется с помощью элеронов, которые отклоняются при повороте (наклонении) пилотом штурвала (джойстика). Путевое управление самолётом (вокруг вертикальной оси) – с помощью руля направления, который отклоняется при надавливании пилотом на педали. Продольное управление (вокруг оси тангажа) – с помощью рулей высоты при тяге / толкании пилотом штурвала (джойстика) на себя / от себя. Т. к. при перемещениях самолёта в воздухе имеет место сложное изменение его положения по всем каналам, то и управление самолётом обычно осуществляется одновременно несколькими органами управления.

Основными **видами движения ВС**, исходя из динамики полёта, являются взлёт, набор высоты, горизонтальный полёт, снижение, посадка и вираж. Профиль полёта ВС показан на рис. 3.10.



Рис. 3.10. Профиль полёта самолёта

**Горизонтальный полёт** – прямолинейный полёт в вертикальной плоскости на постоянной высоте. В горизонтальном полёте на самолёт

действуют силы, показанные на рис. 3.11. Для удобства принято считать, что все силы, действующие на самолёт, приложены в центре его масс, а центр давления совпадает с центром масс самолёта.

Для полёта на постоянной высоте необходимо равенство подъёмной силы и силы тяжести:  $Y = G$ . Для движения с постоянной скоростью требуется равенство силы тяги и лобового сопротивления:  $P = X_a$ . Если  $Y > G$ , то самолёт будет набирать высоту, если  $Y < G$  – будет снижаться. Если  $P > X_a$ , то самолёт будет набирать скорость, если  $P < X_a$  – терять скорость.

**Набор высоты** – прямолинейное движение самолёта вверх по траектории, наклонной к горизонту. Если при этом скорость сохраняется постоянной, то набор высоты называется установившимся. Схема сил, действующих на самолёт при наборе высоты с углом наклона траектории к горизонту  $\theta$ , показана на рис. 3.11.

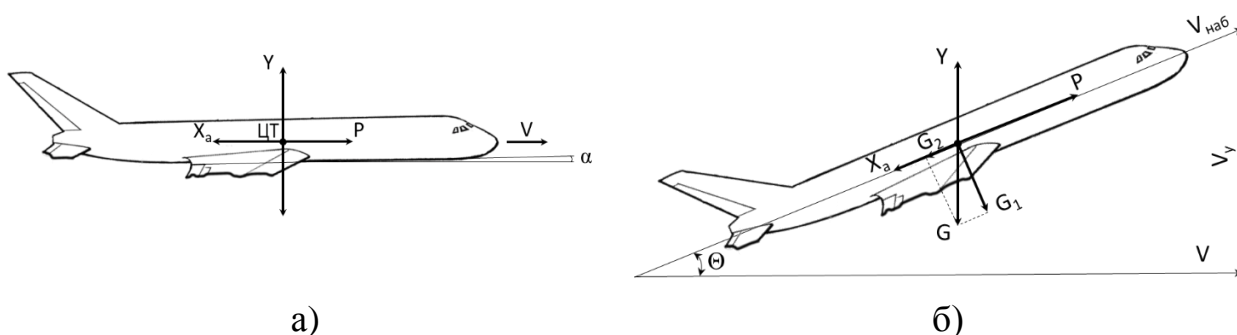


Рис. 3.11. Схема сил, действующих на самолёт:

в горизонтальном полёте а) и при наборе высоты б):  $G$  – сила тяжести;  $Y$  – подъёмная сила;  $P$  – сила тяги;  $X_a$  – сила лобового сопротивления.

Условия установившегося набора высоты можно записать в следующем виде:

$$Y = G_1 = G \cos \theta ; \quad P = X_a + G_2 = X_a + G \sin \theta.$$

Используя выражение расчёта подъёмной силы, можно получить выражение для определения потребной скорости набора высоты:

$$V_{\text{наб}} = \sqrt{\frac{2G \cos \theta}{c_y S \rho}} = V_{\text{гп}} \sqrt{\cos \theta}.$$

При наборе высоты тяга затрачивается на преодоление лобового сопротивления  $X_a$  и составляющей силы тяжести  $G_2$ . Отсюда следует, что для набора высоты требуется тяга бóльшая, чем в горизонтальном полёте на том же угле атаки.

**Снижение** – прямолинейное движение самолёта вниз по траектории, наклонной к горизонту. Снижению при отсутствии тяги двигателей называется **планированием**. Схему сил и условия установившегося движения можно получить аналогичным рассмотренным предыдущим этапам полёта образом. Важной характеристикой ВС, определяющей дальность планирования, является аэродинамическое качество. Дальность планирования тем больше, чем больше аэродинамическое качество. Существенное значение на дальность планирования также оказывает ветер.

**Взлёт** самолёта состоит из разбега по земле, отрыва, приобретения безопасной скорости полёта и набора высоты. Перед разбегом происходит руление ВС на земле и исполнительный старт. На линии старта пилот плавно увеличивает тягу двигателей до взлётно-го режима, удерживая самолёт на месте за счёт торможения, затем колёса растормаживаются и начинается разбег. Большую часть разбега самолёт совершает в стояночном положении. С увеличением скорости полёта растут аэродинамические силы, увеличивая эффективность оперения, что приводит к отрыву передней опоры и увеличению угла атаки. Самолёт продолжает ускоряться, находясь на основных опорах, увеличиваются аэродинамические силы, и когда подъёмная сила преодолевает силу тяжести самолёта, он отрывается от земли.

Среди перечисленных видов полёта самыми ответственными считаются взлёт и посадка.

Рассмотрим физический принцип управления самолётом. Для примера рассмотрим управление в продольном канале.

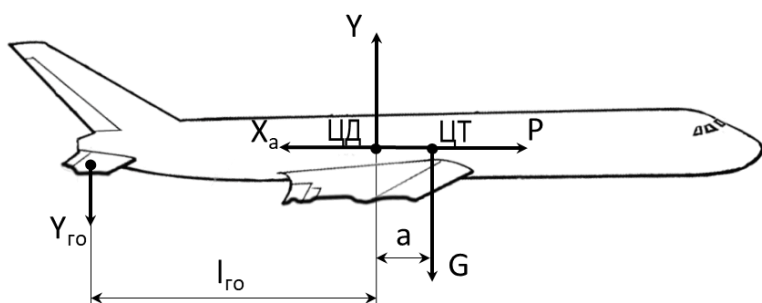


Рис. 3.12. Схема сил, действующих на самолёт, при определении продольной устойчивости

В установившемся горизонтальном полёте на самолёт действуют сила тяжести  $G$ , подъемная сила крыла  $Y$ , подъемная сила горизонтального оперения  $Y_{го}$ , сила лобового сопротивления  $X_a$  и сила тяги  $P$  (рис. 3.12).

Условие продольного равновесия является равенство нулю суммы проекций этих сил на оси  $X$  и  $Y$ .

Продольное равновесие может нарушаться вследствие изменения значения сил или расстояний их приложения относительно центра тяжести: при изменении положения центра тяжести самолёта (центровки), при воздействии вертикальных порывов воздуха, при изменении режима работы или отказе двигателей. Поэтому загрузку самолёта и порядок выработки топлива из баков производят так, чтобы в полёте центр тяжести перемещался в незначительных пределах. Восстанавливают продольное равновесие отклонением руля высоты.

Продольной устойчивостью называется устойчивость относительно оси  $Z$ . Условие продольной устойчивости самолёта при установившемся полёте:

$$M_{кр} = M_{го}; \text{ т. е. } Y \cdot a = Y_{го} \cdot l_{го},$$

где  $M_{кр}$  и  $M_{го}$  – моменты аэродинамических сил крыла и горизонтального оперения;

$a$  и  $l_{го}$  – расстояние от центра тяжести самолёта до точек приложения подъёмных сил крыла и горизонтального оперения (плечи этих сил).

Моменты, создаваемые силой лобового сопротивления и силой тяги, не учитываются вследствие малости их плеч.



Перемещение центра тяжести самолёта вперёд приводит к увеличению продольной устойчивости; назад – к снижению. При этом существует такое положение центра тяжести, при котором самолёт находится в безразличном равновесии. В этом случае его центровка называется нейтральной.

Продольная управляемость – способность самолёта изменять угол атаки крыла при отклонении руля высоты за счёт создания крутящего момента относительно центра тяжести самолёта. Момент аэродинамических сил горизонтального оперения зависит от его площади (она определяет величину подъёмной силы) и удаления оперения от центра тяжести.

Аналогично равновесие, устойчивость и управляемость могут рассматриваться в поперечном и путевом каналах.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Классификация самолётов по различным признакам.
2. Классификация вертолётов по различным признакам.
3. Какие виды авиационных двигателей применяются в ГА? Их преимущества и недостатки?
4. Какие виды топлива используются в различных двигателях, применяемых в ГА?
5. Назовите основные элементы конструкции самолёта.
6. Назовите функциональное назначение основных компонентов планера самолёта.
7. Как создаётся подъёмная сила крыла и от каких параметров она зависит?
8. Для чего нужны несущий и хвостовой винты вертолёта?
9. Нарисуйте профиль полёта самолёта. Назовите основные этапы полёта.
10. Какие силы действуют на самолёт в полёте?
11. Что такое угол атаки и аэродинамическое качество самолёта?
12. Дайте определение равновесию, устойчивости и управляемости самолёта.
13. Нарисуйте схему координат самолёта. Как называются вращения самолёта относительно этих осей?
14. С помощью каких воздействий пилота и за счёт каких элементов планера осуществляется управление самолётом в различных каналах?
15. Назовите виды механизации крыла, их функциональное назначение.
16. Опишите физические основы управления полётом самолёта.

## ГЛАВА 4. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ВС И АД

Некоторые конструктивно-эксплуатационные характеристики самолётов, вертолётов и авиационных двигателей показаны в табл. 4.1.1–4.1.4.

Таблица 4.1.1

### Конструктивно-эксплуатационные характеристики некоторых самолётов

Класс	Тип самолёта	Длина/ высота/ размах крыла, м	Макс. взлётная масса, т	Крейсерская скорость полёта, км/ч	Макс. дальность полёта при макс. загрузке, км	Ёмкость топл. баков, л	Тип двигателя
1	АН-224	84/18,2/88,4	640,00	850	4 000	455 000	Д-18Т
	A380	72,7/24,1/79,8	560,00	900	15 000	310 000	Trent 970 GP7270
	Boeing 747-400ER	70,7/19,4/64,4	412,78	870	14 200	251 140	CF6-80C2B5F PW4062 RB211-524H-T
	АН-124	69,1/21,08/73,3	392,00	850	4 800	265 000	Д-18Т
	Boeing 777-300ER	73,9/18,6/64,8	317,52	905	11 200	181 200	GE90-115B
	A350-900	66,8/16,9/64,75	268,00	910	12400	150 000	Trent XWB
	Ил-96-300	63,9/15,7/60,1	250,00	870	9 000	150 400	ПС-90А PW4082
	A330-300	63,6/16,7/60,3	233,00	900	9500	97 530	CF6-80E1A3 PW4168A Trent 772
	Boeing 787	56,7/17/60,1	227,90	900	13 600	126 200	Trent 1000 GENx
	A-310-300	46,7/15,8/43,9	164,00	850	5 600	75 470	CF6-80C2A8 PW4156A
	Ту-214	46,1/13,9/42	110,75	850	6 500	40 730	ПС-90А
	Ту-154М	48/11,4/37,55	102,00	850	6 500	49 000	Д-30КУ-154
	A-321-200	44,5/11,8/35,8	93,50	840	5 900	30 030	CFM56-5A/5B
	Boeing 737MAX	39,5/12,3/35,9	82,19	840	6 500	25 800	LEAP-1B
	МС-21-300	42,2/11,5/35,9	79,25	870	6 000	36 000	ПД-14А PW1400
Boeing 737-800	39,5/12,5/35,8	79,00	900	4 500	26 020	CFM56-7B24/26	
2	A319-100	33,8/11,8/35,8	75,50	820	6 800	29 840	CFM56-5A/5B V2500-A5
	МС-21-200	36,8/11,5/35,9	72,560	870	6 400	25 500	ПД-14А PW1400G
	A318-100	31,4/12,6/34,1	68,00	870	6 000	23 860	CFM56-5B/P PW6000
	A220-300ER	38/11,5/35,1	63,10	870	5 460	20 500	PW1500G
	Boeing 737-600	31,2/12,5/34,3	63,09	850	5 650	26 020	CFM56-7B18/20/22

	Bombardier CS100ER	34,9/11,5/35,1	58,15	870	5 460	24 000	PW1500G
	Як-42Д	36,38/9,83/34,88	56,50	750	1 480	23 000	Д-36
	Embraer E-195	38,6/10,5/28,7	48,79	890	2 650	16 250	CF34-10E
	АН-148-100Е	29,1/8,2/28,9	43,70	870	4 400	15 000	Д-436-148
	SSJ-95	29,9/10,3/27,8	42,50	850	3 050	15 805	SaM146
	Embraer E-175	31,7/9,7/26	37,50	890	2 800	11 840	CF34-8E
	Ил-114-300	26,9/9,2/30	23,50	500	2 000	8 780	ТВ7-117СТ-01
	Bombardier CR200ER	26,8/6,2/21,2	23,13	790	2 500	19 1960	CF34-3B1
3	АН-24РВ	23,5/8,3/29,2	21,80	440	1 000	6 300	АИ-24
	Як-40	20,4/6,5/25	16,10	510	1 200	5 500	АИ-25
	Cessna Citation Latitude	18,97/6,38/22,05	14,00	820	5 200	6 500	PW306D1
4	Cessna Citation XLS	16/5,23/17,17	9,16	810	3 900	3 800	PW545C
	Cessna Citation M2	12,98/4,24/14,4	4,85	750	2 800	1 870	FJ44-1AP-21
	Л-410NG	15,07/5,97/19,48	7,00	380	1 900	2 750	H85-200
	АН-28	13,1/4,9/22,06	6,50	300	700	1 900	ТВД-10Б
	Як-18	8,35/3,4/11,16	1,65	300	900	450	М-14П
	АН-2	12,7/6,1/(18,2/14,2)	5,50	185	900	1 100	АИИ-62ИР

Таблица 4.1.2

Конструктивно-эксплуатационные характеристики некоторых вертолётов

Класс	Тип вертолёта	Длина/высота/диаметр НВ, м	Макс. взлётная масса, т	Крейсерская скорость полёта, км/ч	Макс. дальность полёта при макс. загрузке, км	Ёмкость основных топливных баков, л	Тип двигателя
1	Ми-26	40/8,145/32	56	265	475	12 000	Д-136
	Ка-92	–	16	420	1400	3 500	ВК-2500
	Ми-8	25,24/5,52/21	13	250	950	3 500	ТВ3-117
	Ми-171А2	18,17/5,65/21,29	13	260	800	3 000	ВК-2500ПС-03
	Ка-27	12,25/5,4/15,9	12	250	750	3 000	ТВ3-117КМ
	Ка-32А11ВС	11,3/5,45/15,9	11	245	800	3 000	ТВ3-117ВМА
	Airbus H225	19,5/4,97/16,2	11	260	840	2 800	Мakila 2А1
2	Ми-Х1	-	10	475	1500	3 000	ВК-2500
	Bell-525	16,42/3,92/16,62	9	280	900	2 800	СТ7-2F1
	Airbus H175	18,06/5,34/14,8	7	280	1200	2 500	PT6C-67E
3	Ми-54	15/2/13,5	4,5	257	700	800	ВК-800В
	Bell-430	13,4/3,45/12,8	4,2	240	650	750	RR 250-C40B
	Ансат	13,59/3,65/11,5	3,6	250	480	690	PW-207K ВК-800В
	Ми-2	17,4/3,7/14,5	3,5	190	580	600	ГТД-350
	Ка-226Т	8,61/4,19/13,2	3,4	190	475	600	Arrius 2G1
	Ка-26	7,75/4,05/13	3,25	130	435	500	М-14В26
	Airbus H125	12,94/3,34/10,7	2,25	280	690	540	ARRIEL 2D
	Bell-206	13/3,14/11,28	2	200	650	350	RR 250-C20J
	Ми-34	11,48/2,75/10	1,45	180	450	200	М-14В26В
	Robinson R66	11,66/3,47/10	1,2	220	600	280	RR250-C300/A1
	Robinson R44	9/3,27/10	1,1	210	650	120	LycomingO540

Таблица 4.1.3

## Конструктивно-эксплуатационные характеристики некоторых ТРДД

Марка	Тяга на взлётном режиме, кгс	Удельный расход топлива на крейсерском режиме, кг/кгсч	Расход воздуха приведённый, кг/с	Степень двухконтурности	Масса, кг	ВС
Trent 900	38 000	0,557	1245	8	6246	A380
Trent 1000	35 000	0,55	1210	10	6120	Boeing 787
PW4000	30 000	0,51	720	5,1	5661	A330
ПС-90А	16 000	0,595	471	4,7	4160	Ил-96-300; Ту-204; Ту-214, Ту-330
CFM56-5B1	15 000	0,55	472	5,5	2625	A321
ПД-14	14 000	—	—	8,5	2870	МС-21; Ил-76; Ил-214
Д-30КУ-154	10 500	0,729	263	2,50	2953	Ту-154М
Sam146	7 000	0,63	—	4,43	2260	SSJ-100

Таблица 4.1.4

## Конструктивно-эксплуатационные характеристики некоторых ТВД

Марка	Тяга на взлётном режиме, л. с.	Удельный расход топлива на крейсерском режиме, кг/л.с.ч	Масса, кг	ВС
ТВ3-117ВМА	2400	0,215	243	Ка-32А11ВС
ВК-2500	2000	0,22	300	Ка-92, Ми-Х1
ВК-800В	800	0,240	140	Ми-54, Ансаг, Ка-126, Ка-226

На рис. 4.1 представлен парк ВС ПАО Аэрофлот по состоянию на апрель 2021 года, он включает 39 широкофюзеляжных ВС и 177 узкофюзеляжных.

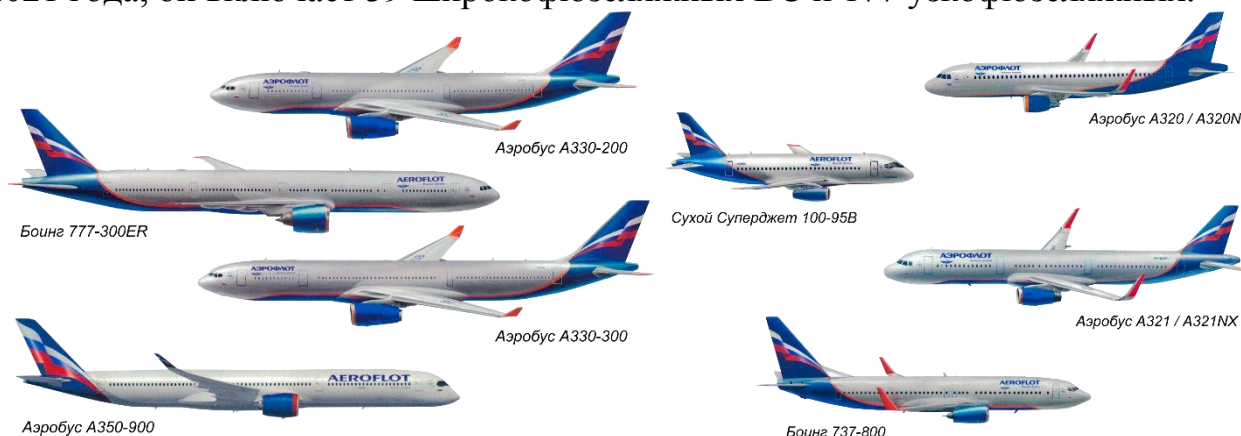


Рис. 4.1. Широкофюзеляжные (слева) и узкофюзеляжные (справа) ВС

## Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные конструктивно-эксплуатационные характеристики самолётов и вертолётов.
2. Назовите типы самолётов и вертолётов и их основные конструктивно-эксплуатационные характеристики.
3. Какие типы авиационных двигателей устанавливаются на самолёты?
4. Какие типы авиационных двигателей устанавливаются на вертолёты?
5. Назовите основные конструктивно-эксплуатационные характеристики авиационных двигателей.

## ГЛАВА 5. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АВИАТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЯ

### 5.1. Авиационные ГСМ

Под авиационными ГСМ подразумевают все горюче-смазочные материалы, а также специальные (технические) жидкости, используемые при эксплуатации ВС.

#### Авиационные топлива

Это горючее вещество, подаваемое вместе с воздухом в камеру сгорания двигателя летательного аппарата для получения тепловой энергии в процессе окисления кислородом воздуха (реакции горения).

Делится на два сорта – авиационные **бензины** и **керосины**.

В настоящее время практически все авиационные топлива, используемые в гражданской авиации, изготавливаются из минерального (нефтяного) сырья.

**Авиационные бензины** – сложные смеси лёгких углеводородов, выкипающих при 40–180 °С. Применяют как топливо в поршневых двигателях внутреннего сгорания с искровым зажиганием. Марки авиационных бензинов: Б-91/115, 100LL, Avgas 100LL, UL91.

**Топливо для газотурбинных двигателей** – авиакеросины (реактивные топлива) – смесь углеводородов, выкипающих в пределах от 150–300 °С.

Марки применяемых в ГА авиакеросинов: ТС-1, РТ, Jet А-1.

На рис. 5.1.1 представлены заводы России, на которых изготавливаются реактивные топлива ТС-1 и РТ.

На рис. 5.1.2 представлена структура поставки авиакеросина по федеральным аэропортам России.

На рис. 5.1.3 представлена доля потребления авиакеросина аэропортами московского транспортного узла.

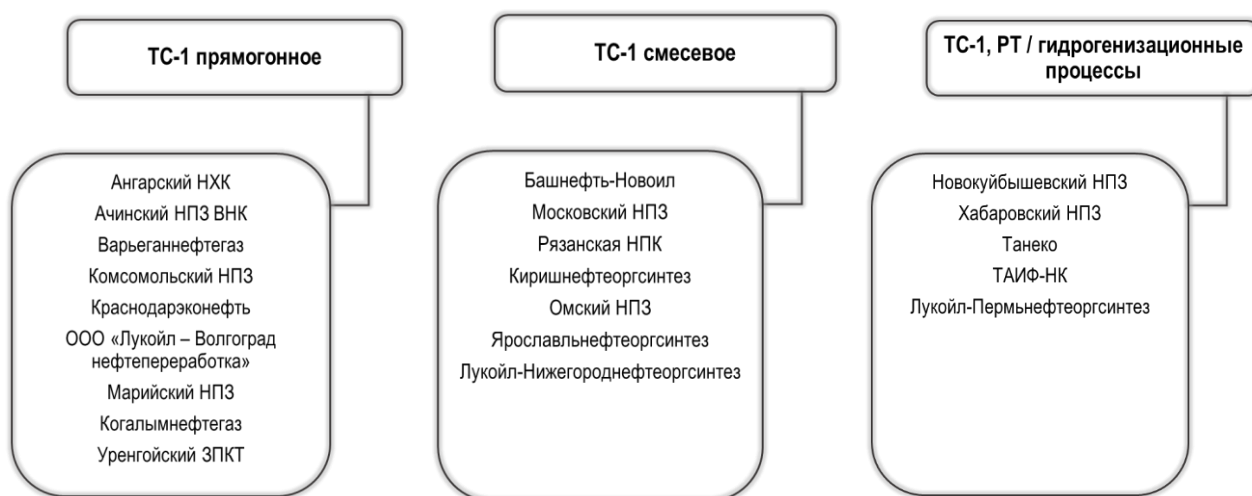


Рис. 5.1.1. Нефтеперерабатывающие заводы, изготавливающие реактивное ТОПЛИВО

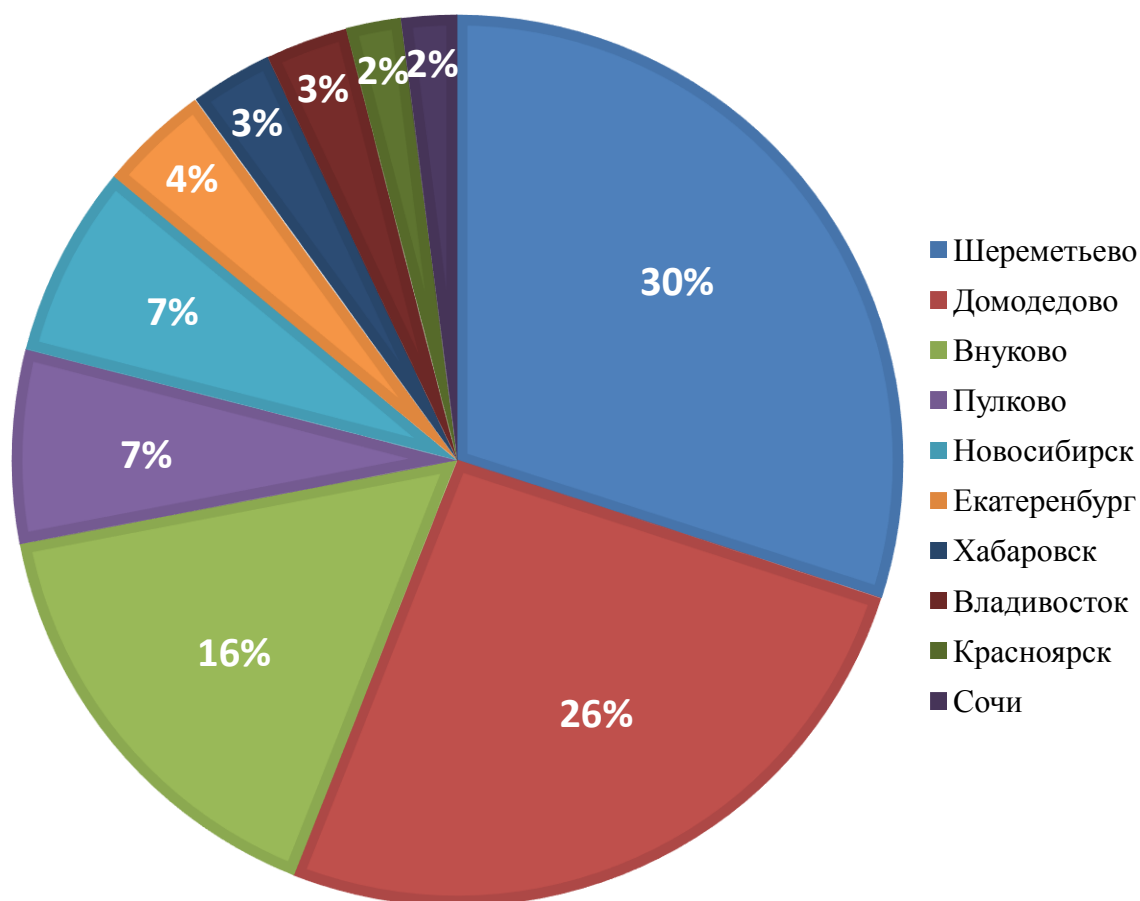


Рис. 5.1.2. Структура поставки авиакеросина по федеральным аэропортам России

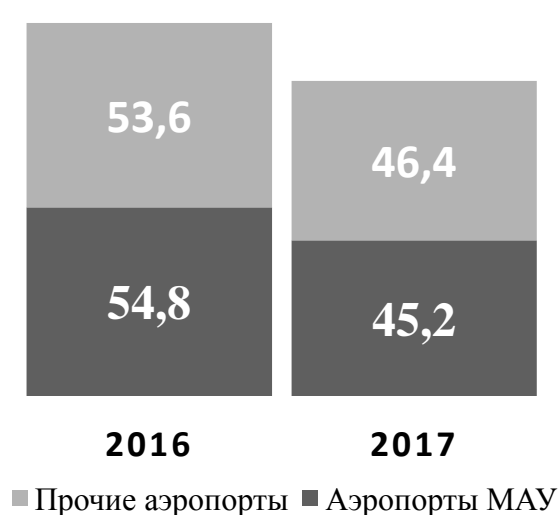


Рис. 5.1.3. Доля потребления авиакеросина аэропортами московского транспортного узла

### Авиационные масла

Авиационные масла для поршневых двигателей изготавливаются на базе минерального (нефтяного) сырья. Отечественной маркой авиационного масла для ПД является МС-20.

Масла для газотурбинных двигателей изготавливаются как из минерального, так и из синтетического сырья: полиальфаолефиновые масла (ПАОМ), полиэфирные и диэфирные. Минеральными маслами являются, например, масла МС-8п, МС-8рк, маслосмеси для турбовинтовых и турбовальных двигателей. Синтетическими маслами являются, например, ИМП-10, ВНИИНП-50-1-4ф,

Б-3в и их зарубежные заменители: масла Castrol-98, Turbonycoil-210А, Turbonycoil-321 и т. п.

### **Противоводокристаллизационные жидкости**

Противоводокристаллизационные жидкости (ПВКЖ) используются в виде присадок к авиакеросинам всех марок и снижают температуру кристаллизации выделяющейся из топлива воды, предотвращая забивку льдом магистралей и элементов топливных систем ГТД. На ВС допущены к применению ПВКЖ марок «И» (однокомпонентная) и «И-М» (двухкомпонентная). Химический состав в жидкости «И» – 100 % этилцеллозольв, жидкости И-М – 50 % этилцеллозольв + 50 % метанол.

### **Масла и пластичные смазки для агрегатов, узлов трения и приборов ВС**

Допущенные к применению на авиационной технике авиамасла, пластичные смазки, твёрдые смазочные материалы обладают весьма большим ассортиментом. Их производство, назначение и особенности применения рассматриваются в специальных разделах авиационной химмотологии.

### **Рабочие жидкости для гидравлических систем и амортизационных стоек**

Современные рабочие жидкости для гидравлических систем и амортизационных стоек также бывают минеральными и синтетическими.

Минеральные жидкости изготавливаются из нефтяного сырья с добавлением комплекса присадок. Обычно они содержат краситель красного цвета. В гидросистемах и амортизационных стойках применяют рабочие жидкости марок АМГ-10 и FH-51.

Синтетические рабочие жидкости (НГЖ-5у, Skydrol LD 4, HyJet IV-Aplus и др.) применяются только в гидросистемах. Они изготавливаются на базе эфиров фосфорной кислоты с добавлением комплекса присадок. Обычно содержат краситель фиолетового цвета.

### **Противообледенительные жидкости**

Противообледенительные жидкости предназначены для удаления с поверхностей ВС снежно-ледяных отложений (льда, снега, инея и т. п.) при наземном обслуживании, а также для предотвращения их последующего обледенения. Жидкости изготавливаются на основе этилен- или пропиленгликолей с добавлением специальных присадок.

В России применяются жидкости марок «Octaflo Lyod», «Max Flight AVIA» и др.

## **5.2. Теоретические основы химмотологии ГСМ**

В результате научно-технической революции существенно изменилась роль и назначения ГСМ в экономике стран. Потребление ГСМ резко возросло одновременно с возрастанием требований к их качеству.

Возникла необходимость создания новых систем и методов испытаний ГСМ, так как разработка и внедрение опытных их сортов и марок превратились в

многолетние исследования, которые стали препятствовать скорому созданию новой техники.

Также появились новые требования к качеству ГСМ, зависящие не только от техники, но и от энергетических, технологических, экономических, экологических условий и состояния национальных и зарубежных спецификаций на продукты ГСМ. Проблемы качества и рационального использования ГСМ приобрели межотраслевое значение, поскольку возросла роль их качества в вопросах увеличения надёжности, долговечности и экономичности работы техники.

Применение ГСМ должно иметь научную основу. Прикладной отраслью науки, признанной решать теоретические и практические задачи в области ГСМ, является наука *химмотология* – теория и практика рационального их использования в технике. Она изучает ГСМ во взаимосвязи с их производством, техникой, для которой она предназначена, и условиями эксплуатации (рис. 5.2.1).



Рис. 5.2.1. Составляющие слова химмотология

Химмотология определяет требования к уровню качества ГСМ для обеспечения заданной надёжности машин и механизмов и сохранения их технических характеристик в условиях эксплуатации.

**Цель химмотологии** – обеспечение рационального применения ГСМ в технике.

**Предметом исследования** являются эксплуатационные свойства ГСМ.

**Основной задачей химмотологии** является установление устойчивых количественных связей между качеством ГСМ и надёжностью техники, в которой они используются.

Химмотология призвана изучать и решать широкий спектр вопросов, возникающий в четырехзвенной системе – модели логической взаимосвязи между конструкцией и параметрами рабочего процесса техники, уровнем эксплуатационных свойств применяемых в них ГСМ и режимами, и условиями эксплуатации. Звенья этой системы являются **объектами исследования** химмотологии, основным из которых является звенья топливо и смазочные материалы. Совокупность взаимосвязанных и упорядоченных по времени химических, физических и физико-химических процессов превращения ГСМ, протекающих под воздействием внутренних и внешних факторов химмотологической системы и приводящих к изменению её параметров, называется **химмотологическим процессом**.

Все основные показатели надёжности техники – безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость – при прочих равных условиях могут существенно изменяться под влиянием ГСМ, поэтому между понятиями надёжность техники и качество ГСМ существует неразрывная связь. Надёжность деталей, узлов и агрегатов систем, контактирующих с авиаГСМ, требует специфических исследований чисто химмотологического плана,



направленных на изучение сложной взаимосвязи особенностей конструкции, характера и условий эксплуатации и свойств авиаГСМ. Поэтому существует понятие **химмотологическая надёжность техники** – свойство техники сохранять работоспособное состояние при эксплуатации с применением горюче-смазочных материалов с рациональным запасом качества.

Среди прочих многих задач химмотологии следует отметить следующие:

- 1) исследование и улучшение эксплуатационных свойств ГСМ;
- 2) разработку требований к уровню качества ГСМ;
- 3) разработку методов и комплексов оценки эксплуатационных свойств ГСМ;
- 4) разработку экспресс-методов анализа ГСМ и их автоматизацию;
- 5) совершенствование мероприятий по сохранению качества ГСМ;
- 6) разработку требований к конструкции деталей, узлов и агрегатов техники с позиции достигнутого уровня качества ГСМ;
- 7) разработку требований к условиям эксплуатации ГСМ и техники с применением ГСМ;
- 8) использование всевозможных достижений науки и техники в интересах химмотологии;
- 9) ускорение внедрения результатов химмотологических исследований.

### Авиационная химмотология

Авиационная химмотология – это раздел химмотологии, который изучает и решает проблемы качества и условия применения горюче-смазочных материалов в авиационной технике.

В общем виде авиационная химмотология может быть, как и химмотология, представлена в качестве четырехзвенной системы связей авиатоплива – авиационные смазочные материалы – системы ВС – эксплуатация (рис. 5.2.2).

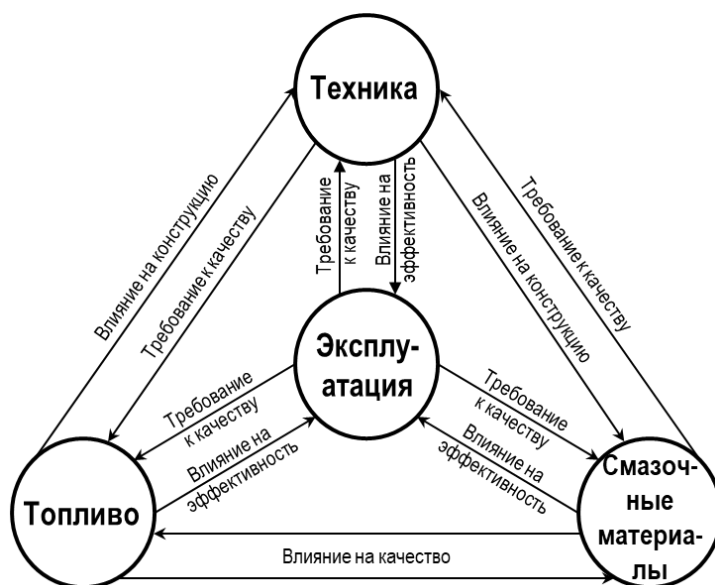


Рис. 5.2.2. Система авиационной химмотологии

\*Применительно к гражданской авиации термин «техника» - ВСГА и наземная техника.

### Химмотологические системы ВС

Рассматривая системы воздушных судов с точки зрения авиационной химмотологии, их можно классифицировать на следующие виды: топливные системы, масляные системы, гидравлические системы и механические системы.

**Топливные системы.** Они должны обеспечивать:

- надёжное питание двигателя топливом на максимальных высотах полёта при любой эксплуатационной температуре наружного воздуха как в условиях стоянки, так и в полёте;
- безопасность в пожарном отношении;
- исключения образования в системе воздушных пробок;
- тщательную фильтрацию топлива от механических примесей и влаги перед поступлением его в двигатель;
- удобный слив отстоя из отдельных баков или групп баков, агрегатов и трубопроводов;
- возможность работы системы на различных марках топлива, причём замена одной марки другой не должна сопровождаться перенастройкой топливных агрегатов;
- минимальные гидравлические сопротивления в системе;
- простоту обслуживания.

**Масляные системы.** Требования, предъявляемые к данным системам с точки зрения химмотологии масел таковы:

- надёжная работа в любых условиях полёта на всех режимах работы двигателя ВС при любой эксплуатационной температуре наружного воздуха;
- достаточное охлаждения масла;
- безопасность в пожарном отношении;
- отделение от масла газов, механических примесей и воды;
- исключение образования в системе воздушных пробок;
- обеспечение надёжного запуска двигателя при отрицательных температурах наружного воздуха;
- простота обслуживания.

**Гидравлические системы.** Такие системы, связанные с применением гидравлических жидкостей, должны обеспечивать:

- надёжную её работу при любых заданных режимах работы двигателя на необходимых высотах полёта и температуре наружного воздуха;
- безопасность в пожарном отношении;
- исключение образования в системе воздушных пробок;
- отсутствие заедания и заклинивания золотниковых и плунжерных пар;
- тщательную фильтрацию рабочей жидкости от механических примесей и влаги во время работы гидросистемы;
- минимальное гидравлическое сопротивление в системе;
- простоту обслуживания.

Аналогичные требования предъявляются и к амортизаторам шасси, где также используется гидрожидкости.

**Механические системы.** Подшипники, сочленение тяг, узлы подвески элеронов, крепления подвижных сочленений стоек шасси и другие элементы

заклучены в специальные камеры, которые заполняют пластичными смазками или консервационными маслами. Смазки при относительном колебательном или вращательном движении деталей элементов уменьшают силы трения и предотвращают их коррозию. Узлы механических систем, работающие в смазках, должны создавать:

- полную изоляцию от попадания влаги, пыли, моющих жидкостей и других видов загрязнений;
- удобное устройство для шприцевания смазок к узлам трения;
- надёжное уплотнение узлов от вытекания смазок (особенно при их нагреве от высоких температур трения).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что понимают под термином авиационные горюче-смазочные материалы?
2. Назовите сорта и марки авиационных топлив, применяемых в ГА.
3. Дайте определение химмотологии, сформулируйте её цель и задачи.
4. Назовите основные требования, предъявляемые к гидравлическим и механическим системам ВС.
5. Какие масла используются в различных типах авиационных двигателей?
6. Назовите виды и марки авиационных специальных жидкостей, применяемых в ГА.
7. Охарактеризуйте ситуацию с потреблением авиационного топлива аэропортами России.
8. Для чего используются противоводокристаллизационные жидкости?
9. Для чего используются противообледенительные жидкости?

### **5.3. Технические средства авиатопливообеспечения**

#### **Топливозаправочный комплекс. Общие сведения**

**Назначение.** Топливозаправочный комплекс (ТЗК) предназначен для приёма, хранения, подготовки к заправке и выдачи на заправку ГСМ, а также для сбора и хранения отработанных ГСМ. В ТЗК перекачивают ГСМ по трубопроводам от места приёма к местам хранения, а от них – к местам выдачи; заполняют передвижные средства заправки; дозируют ПВКЖ в топливо; отбирают пробы ГСМ; очищают ГСМ от воды и механических примесей; выполняют контроль качества ГСМ и восстанавливают их качество в случае необходимости; ведут учёт ГСМ и пр.

**Структура.** ТЗК располагается на обособленной территории. Он должен удовлетворять требованиям норм технического проектирования объектов авиатопливообеспечения аэропортов и норм проектирования складов нефти и нефтепродуктов. В зависимости от условий снабжения аэропорта склад ГСМ может состоять из двух частей: расходного (расположенного в аэропорту) и перевалочного (прирельсового, прибрежного). Либо совмещать в себе эти функции – приёмно-расходный топливозаправочный комплекс (рис. 5.3.1).

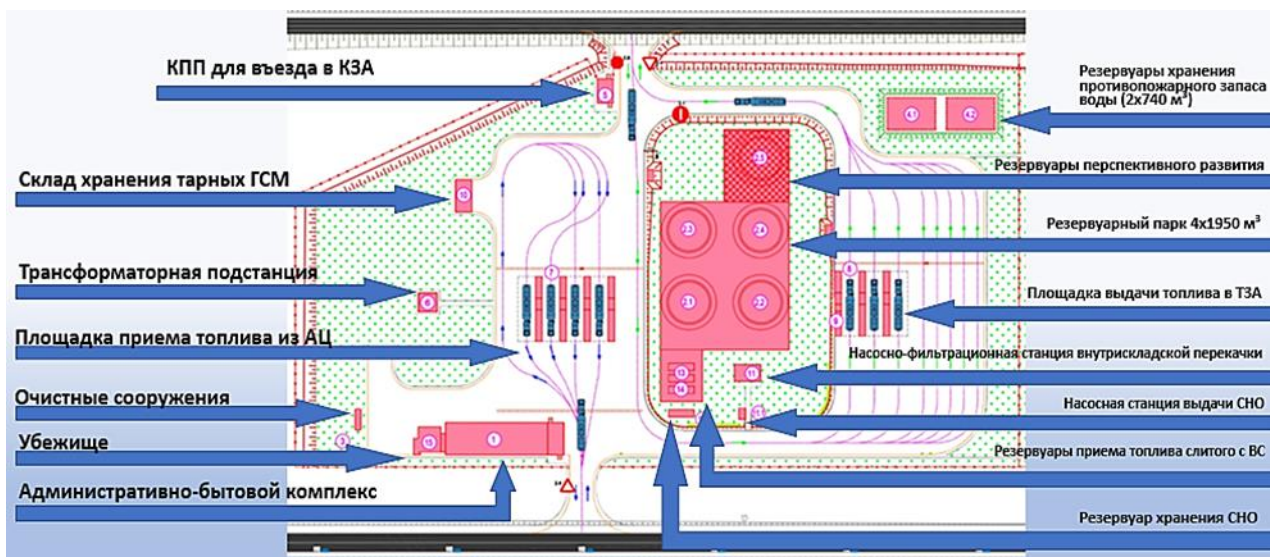


Рис. 5.3.1. Схема генерального плана приёмно-расходного топливозаправочного комплекса

**Зона приёма и слива.** Включает в себя железнодорожную (ж-д) эстакаду и тупики, устройство для слива топлива и масел из ж-д цистерн, платформы для разгрузки ж-д вагонов с ГСМ в мелкой таре, причальное устройство для разгрузки и приёма ГСМ при доставке водным транспортом.

**Зона хранения.** Служит для хранения ГСМ в резервуарах. На случай аварии эту зону отделяют от остальной территории склада непрерывным земляным или бетонным валом из расчёта вместимости не менее 50 % объёма в обвалованных резервуарах (в случае аварии уровень нефтепродуктов в обвалованном участке должен быть на 20 см ниже высоты гребня вала).

**Зона налива.** В этой зоне передвижные заправочные средства наполняют авиатопливом через пункты налива закрытым способом с помощью насосов склада.

#### Состав топливозаправочного комплекса

В состав ТЗК входят: здания и сооружения; капитальные помещения, в которых располагаются подразделения; административно-хозяйственная служба; бытовые помещения; лаборатории (рис. 5.3.2) и т. п.

К сооружениям относятся: железнодорожные эстакады, резервуары (горизонтальные и вертикальные) и т. п. (рис. 5.3.3–5.3.5).



Рис. 5.3.2. Лаборатория ГСМ ТЗК



Рис. 5.3.3. Резервуары вертикальные стальные (РВС) ТЗК

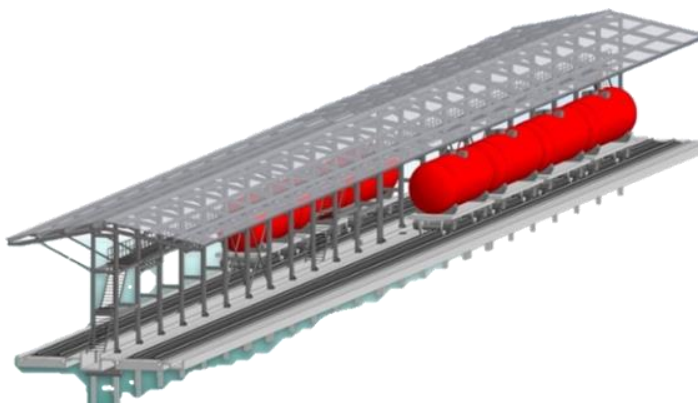


Рис. 5.3.4. Железнодорожная эстакада



Рис. 5.3.5. Резервуар горизонтальный стальной (РГС)

### Средства заправки

Для заправки ВС на временных аэродромах и площадках, где расходы авиатоплива небольшие, обычно используются **переносные и передвижные установки заправки** (рис. 5.3.6 и 5.3.7). Они предназначены для механизированной заправки ВС авиатопливом из стационарных или передвижных ёмкостей, имеют средства фильтрации и водоотделения.



Рис. 5.3.6. Фильтрозаправочный агрегат типа ФЗА-3



Рис. 5.3.7. Передвижная установка заправки

**Аэродромные топливозаправщики** предназначены для заправки ВС отфильтрованным авиационным топливом как в чистом виде, так и в смеси с ПВКЖ «И» («И-М») в концентрации от 0,1 до 0,3 % по объёму ТЗА, рассчитанным для эксплуатации во всех классах аэропортов при температуре от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и с относительной влажностью воздуха не более 25 %.



Рис. 5.3.8. ТЗА-4 ГАЗ-3309



Рис. 5.3.9. ТЗА-10 МАЗ 4x2

Модельный ряд ТЗА можно классифицировать на малые ТЗА (объемом от 5 до 15 м<sup>3</sup>), средние ТЗА + полуприцепы (от 20 до 30 м<sup>3</sup>), большие ТЗА-полуприцепы (от 40 до 60 м<sup>3</sup>) представлены на рис. 5.3.8-5.3.12.



Рис. 5.3.10. ТЗА 15 ГРАЗ



Рис. 5.3.11. ТЗА 20 ГРАЗ



Рис. 5.3.12. ТЗА-26 Scania, Volvo, MAN

В аэропортах с большой интенсивностью полётов, таких как Шереметьево, Домодедово и др., могут также использоваться централизованные системы заправки (ЦЗС), в которых как заправочное средство применяются диспенсеры (рис. 5.3.13).



Рис. 5.3.13. Диспенсер

## Пункты налива

Для наполнения топливом топливозаправщиков или автотопливоцистерн в аэропортах предусмотрены специальные пункты налива (ПН). В зависимости от расположения и технологической схемы ПН могут быть следующих типов: пункт налива на складе ГСМ, предперонный пункт налива (ППН) ТЗ. На рис. 5.3.14 представлен типовой пункт налива с системой фильтрации.



Рис. 5.3.13. Пункт налива ТЗ

## Насосы и насосные агрегаты

Во время приёма, внутрискладских перекачек, наполнения ТЗА, при работе ЦЗС, а также в средствах заправки используются насосы или насосные агрегаты.

**Насос** – это машина, преобразующая механическую энергию её привода в гидравлическую энергию жидкости.

**Насосный агрегат** – агрегат, состоящий из насоса или нескольких насосов и приводящего двигателя, соединённых между собой. В аэропортах с большой интенсивностью полётов насосные агрегаты могут объединяться в насосные станции.

Насосы по принципу действия можно классифицировать на динамические и объёмные.

**Динамические насосы** подразделяются на: лопастные (центробежные), осевые (диагональные), насосы трения (вихревые, шнековые, струйные).

**Объёмные насосы** можно подразделить на поршневые, плунжерные, мембранные, диафрагменные и ротационные (вихревые, шестерённые).

На рис. 5.3.14 представлен центробежный насос СЦЛ-20-24 для перекачки авиатоплив.

На рис. 5.3.15 представлена насосная станция с шестерённым насосом Ш-40-6 для перекачки авиамасел.



Рис. 5.3.14. Центробежный насос СЦЛ 20-24

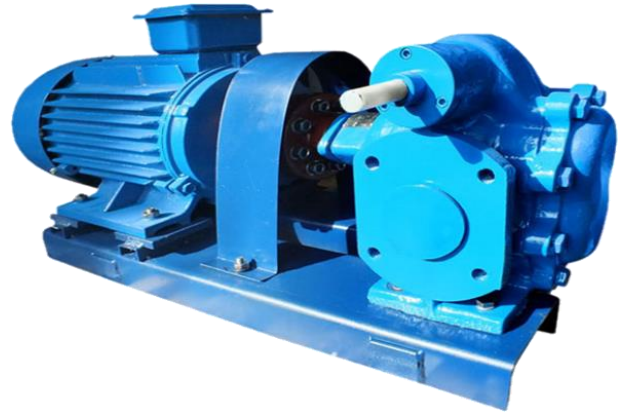


Рис. 5.3.15. Насосный агрегат с шестерённым насосом Ш-40-6

### Оборудование фильтрации авиатоплив

Оборудование фильтрации авиатоплив служит для их очистки от механических примесей и воды.

Оборудование фильтрации при приёме, внутрискладских перекачках, выдаче авиатоплива на пункт налива, в ТЗА или в систему ЦЗС, а также устройства фильтрации, установленные на технических средствах ВС, должны обеспечивать: грубую (предварительную) фильтрацию авиатоплива с заданными значениями тонкости фильтрации и содержанием механических примесей; фильтрацию авиатоплива с обеспечением необходимой тонкости фильтрации и содержанием механических примесей и свободной воды.

Оборудование фильтрации должно предусматривать использование фильтров тонкой очистки, фильтров-водоотделителей, устройств отбора проб авиатоплива, визуального контроля потока авиатоплива в технологических трубопроводах, сбора и локализации возможных проливов авиатоплива и т. д.

**Фильтры грубой очистки** служат для очистки авиатоплив от твёрдых частиц загрязнения размерами 100 и более мкм. Очистка производится через фильтрационную сетку. На рис. 5.3.16 представлен фильтр грубой очистки.



Рис. 5.3.16. Фильтр грубой очистки:  
 $P_{\text{раб}} 0,6 \text{ МПа}$ ; номинальная пропускная способность при н.у.  $360 \text{ м}^3/\text{ч}$



Рис. 5.3.17. Фильтр тонкой очистки:  
 $P_{\text{раб}} 1 \text{ МПа}$ ; номинальная пропускная способность при н.у.  $160 \text{ м}^3/\text{ч}$



**Фильтры тонкой очистки** от механических примесей, обеспечивают тонкость фильтрации 3...15 мкм при полноте отсева частиц 97 %. Тонкость фильтрации определяется характеристиками фильтроэлементов. На рис. 5.3.17 представлен фильтр тонкой очистки.

В качестве фильтрующих элементов применяются элементы фильтрующие-бумажные ЭФБ с номинальной тонкостью фильтрации 3; 5 и 15 мкм, имеющие различные размеры в зависимости от корпусов фильтров.

**Фильтры-водоотделители** предназначены для фильтрации авиатоплива и отделения от него свободной воды. Корпусы фильтров-водоотделителей выпускаются как горизонтальные, так и вертикальные (рис. 5.3.18 и 5.3.19).

В качестве фильтрующих элементов в фильтрах-водоотделителях применяют:

- фильтрующие элементы типа ФЭ с номинальной тонкостью фильтрации 3; 5 и 15 мкм;
- коагулирующие элементы типа КЭ, входная загрязнённость авиатоплива не более 0,005 % (5 г/т);
- сепарирующие элементы типа СЭ, входная загрязнённость авиатоплива не более 0,005 % (5 г/т).



Рис. 5.3.18. Фильтр-водоотделитель горизонтальный:  $P_{\text{раб}}$  1,2 МПа; номинальная пропускная способность при н.у. 735 м<sup>3</sup>/ч



Рис. 5.3.19. Фильтр-водоотделитель вертикальный:  $P_{\text{раб}}$  0,6 МПа; номинальная пропускная способность при н.у. 28 м<sup>3</sup>/ч

### Средства измерения

В процессе авиатопливообеспечения используется большое количество средств измерения (СИ), основанных на разных физических и химических методах оценки.

Наиболее распространёнными СИ, которыми приходится пользоваться техническому персоналу, являются ареометры, манометры, ротаметры и счётчики.

Ареометры используются для измерения плотности авиаГСМ (рис. 5.3.20); манометры – для определения давления (рис. 5.3.21); дифманометры – для

определения перепада давления (рис. 5.3.22); рулетки лотовые – для определения уровня взлива нефтепродуктов (рис. 5.3.23); счётчики – для определения расхода ГСМ (рис. 5.3.24).



Рис. 5.3.20. Ареометр



Рис. 5.3.21. Манометр



Рис. 5.3.22. Дифманометр



Рис. 5.3.23. Рулетка лотовая



Рис. 5.3.24. Счётчик объёмный

Ответственность за метрологическое обеспечение (МО) возлагается на руководителя организации авиатопливообеспечения (ОАТО), который назначает лиц осуществляющих контроль за средствами измерений. В общем случае ответственный за МО:

– устанавливает номенклатуру применяемых средств измерений (СИ) и ведет их учёт;

- составляет годовые графики поверки СИ в соответствии со сроками, определёнными Перечнем подлежащих поверке рабочих СИ в ГА РФ и контролирует их выполнение;
- обеспечивает доставку СИ на поверку и ремонт. Монтаж и демонтаж СИ проводят лица их эксплуатирующие;
- осуществляет контроль за соблюдением метрологических правил, требований и норм, а также за состоянием, применением и надлежащим хранением СИ;
- подготавливает акты на списание непригодных СИ.

### **Техническое обслуживание оборудования**

Основной задачей технического обслуживания (ТО) является определение момента достижения оборудованием неисправного и неработоспособного состояния с помощью мероприятий, предупреждающих отказы и неисправности, т. е. поддерживающих техническое состояние оборудования (агрегата, механизма) близким к номинальному с помощью его технического обслуживания и ремонта (например, с помощью контрольно-регулирующих, крепёжных работ или путём замены изношенных деталей).

ТО включает регламентированные в технической документации операции (уборочно-моечные, крепёжные, контрольно-регулирующие и смазочно-заправочные), проводимые принудительно в плановом порядке, как правило, без разборки и снятия с оборудования (агрегатов, узлов и деталей). В ТО может также входить замена некоторых деталей. Проведение ТО должно обеспечивать безотказную работу оборудования в пределах периодического ТО.

В зависимости от этапа эксплуатации различают:

- ТО при использовании,
- ТО при хранении,
- ТО при транспортировании,
- ТО при ожидании.

Периодическое ТО проводится через установленные в эксплуатационной документации значения наработки или интервалов времени.

Сезонное ТО выполняется при подготовке оборудования к использованию в осенне-зимних и весенне-летних условиях.

ТО в особых условиях эксплуатации предусматривает проведение ряда технологических операций при периодических ТО, которые способствуют нормальной эксплуатации оборудования в условиях пустыни и песчаных почв, на каменистых грунтах, в высокогорных условиях и при низких температурах.

ТО оборудования выполняется в соответствии с инструкциями и рекомендациями, утверждёнными в установленном порядке, и инструкциями заводов-изготовителей.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что включает в себя структура топливозаправочного комплекса?
2. Назовите виды средств заправки.

3. Приведите классификацию насосов.
4. Дайте определение насосу, насосному агрегату, насосной станции.
5. Назовите основные средства измерения, применяемые в ТЗК, их функциональное назначение.
6. Какие фильтры используются при подготовки авиационного топлива к применению?
7. Назовите оборудование для фильтрации авиационных топлив.
8. Назовите назначение и разновидности пунктов налива топливозаправочных комплексов.
9. Назовите функциональное назначение топливозаправочных комплексов и их состав.
10. Перечислите основные технические средства авиатопливообеспечения.

#### **5.4. Технология обеспечения полётов воздушных судов авиаГСМ**

Процессами авиатопливообеспечения ВС являются: приём, хранение, перекачка, подготовка авиаГСМ к выдаче и выдача их на заправку, заправка авиаГСМ в ВС и организация контроля их качества на всех перечисленных технологических этапах.

##### **Организация по авиатопливообеспечению ВС**

Организация по авиатопливообеспечению ВС осуществляет следующие работы:

- приём авиаГСМ на заправку;
- хранение авиаГСМ;
- подготовку и выдачу авиаГСМ на заправку;
- заправку авиаГСМ в воздушные суда.

Организация по авиатопливообеспечению ВС осуществляет как весь комплекс указанных работ, так и только часть из них. В последнем случае организация должна иметь договорные отношения с организацией, имеющей аккредитацию на авиатопливообеспечение ВС, выданную на соответствующие (недостающие) виды работ.

Деятельность по авиатопливообеспечению ВС включает в себя:

- обеспечение безопасности при эксплуатации и испытаниях авиационной техники в соответствии со статьей 8 Российской Федерации «О государственном регулировании развития авиации» от 08.01.98 г. № 10-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 1998, № 2, ст. 226);
- организацию проведения контроля качества авиаГСМ на соответствующих этапах авиатопливообеспечения ВС в целях выявления изменений показателей качества авиаГСМ в процессе их поставки и подготовки к применению, а также в целях оценки пригодности авиаГСМ к заправке в ВС;
- создание специализированного структурного подразделения – лаборатории ГСМ – для осуществления лабораторного контроля качества. В этом случае организация, осуществляющая авиатопливообеспечение ВС, должна

иметь аккредитацию на осуществления контроля качества авиаГСМ, заправляемых в ВС.

– обеспечение выполнения экологических норм, норм охраны труда и пожарной безопасности при осуществлении авиатопливообеспечения ВС. Для этих целей организация, осуществляющая авиатопливообеспечение ВС, обеспечивает наличие соответствующих стандартов и нормативно правовых актов, осуществляет организационные и технические мероприятия для выполнения требований, в них изложенных;

– осуществление в установленном порядке взаимодействия со службами аэропорта, эксплуатантами, организациями технического обслуживания и/или ремонта авиационной техники, а также с другими организациями.

### **Организационная структура ОАТО**

ОАТО разрабатывает производственную структуру управления. Принятая у заявителя структура управления оформляется текстуально или графически и утверждается руководителем ОАТО.

Структурное управление ОАТО должно обеспечить решение ей следующих основных задач:

- осуществление авиатопливообеспечения ВС;
- осуществление контроля качества авиаГСМ;
- осуществление технического обслуживания и ремонта сооружений, технологического оборудования и технических средств;
- комплектование оборудованием, запасными частями, расходными материалами, различными видами энергии;
- обеспечение высокого качества выполняемых работ по авиатопливообеспечению ВС и эффективности его контроля.

Для выполнения перечисленных задач система управления ОАТО должна иметь следующие уровни:

- высшее руководство;
- руководство производственными подразделениями (инженерного, материально-технического обеспечения и т. д.);
- руководство производственными участками, сменами, бригадами, группами.

### **Информационное обеспечение ОАТО**

ОАТО должен иметь в своем распоряжении комплект актуальной документации, включающий:

- Воздушный кодекс и другие нормативные акты, регулирующие деятельность в области гражданской авиации;
- необходимые стандарты и технические условия;
- нормативные правовые акты, методические документы и материалы федерального органа исполнительной власти в области гражданской авиации и его территориальных органов;

- документы общего и распорядительного характера, должностные и технологические инструкции, регламенты технического обслуживания;
- технологию работы;
- руководство по качеству.

При этом рекомендуется иметь перечень указанной документации с указанием количества экземпляров и их распределения по подразделениям.

ОАТО обеспечивает содержание и ведение документации на все виды оборудования, включая резервуары, средства заправки, средства очистки, оборудование лаборатории ГСМ и т. п.

ОАТО осуществляет:

- регистрацию проводимых работ по авиатопливообеспечению ВС;
- регистрацию количества и качества поступающих, хранящихся и выдаваемых на заправку авиаГСМ;
- регистрацию наработки и технологического состояния конкретных экземпляров технологического оборудования, установки на оборудование и снятие с него комплектующих и других изделий, фиксирование произведенных ремонтов, периодического технического обслуживания и разовых осмотров.

Регистрация осуществляется в журналах или иных документах, утверждённых нормативными правовыми актами, документами изготовителя или ОАТО.

#### **Основные требования к технологии работ**

ОАТО разрабатывает собственную технологию работы, регулирующую процесс авиатопливообеспечения ВС (рис. 5.4.1).

Технология работы оформляется отдельным документом и утверждается руководителем ОАТО.

Технология работы разрабатывается с учётом следующих особенностей:

- объёма выполняемых ОАТО работ;
- количественного и ассортиментного состава авиаГСМ, используемых эксплуатантами;
- количества и типов ВС, для заправки которых ОАТО осуществляет свою деятельность;
- количества, состава и состояния технологического оборудования и технологических средств, находящихся у ОАТО.

Технология работы включает в себя следующие разделы:

- общие положения;
- организация выполнения технологических процессов:
  - 1) приём авиаГСМ;
  - 2) хранение авиаГСМ;
  - 3) перекачка авиаГСМ;
  - 4) подготовка авиаГСМ и выдачи их на заправку;
  - 5) заправка авиаГСМ в ВС;
- организация контроля качества:
  - 1) отбор проб авиаГСМ;
  - 2) лабораторный контроль качества авиаГСМ;

- 3) аэродромный контроль качества авиаГСМ;
- организация технического обслуживания оборудования;
  - организация работы в аварийной и нештатной ситуации;
  - требования к персоналу;
  - организация инспекционного контроля.



Рис. 5.4.1. Технологический цикл и контроль качества авиационного топлива

Технология работы излагается по принципу положительного результата. Разделы технологии работы, относящиеся к организации выполнения технологических процессов, должны содержать изложенные в требуемой последовательности процедуры их выполнения.

В технологии работы должно быть предусмотрено соблюдение и выполнение законов, стандартов, технических условий, нормативных правовых актов федерального органа исполнительной власти в области ГА, регламентирующих вопросы безопасности и регулярности полётов.

### Технологические инструкции

В соответствии с задачами, предусмотренными в каждом разделе технологии работы, разрабатываются и утверждаются технологические инструкции (карты), детализирующие процесс авиатопливообеспечения ВС. Технологические карты являются внутренним документом ОАТО.

В технологических картах определяются объём и последовательность выполнения работ, квалификация и численность персонала, методики безопасной работы, перечень технологического оборудования, технологических средств и приборов, а также, при необходимости, промежуточные нормативы, определяющие степень сохранности и уровень подготовки авиаГСМ к применению.

ОАТО разрабатывает и утверждает регламент технического обслуживания технологического оборудования и технических средств, используемых ОАТО. Регламент технического обслуживания разрабатывается на основании паспортов и инструкций по эксплуатации изготовителей конкретного типа оборудования.

### **Руководство по качеству**

ОАТО внедряет систему качества, которая отражается в руководстве по качеству.

Руководство по качеству — это документ, описывающий систему менеджмента качества организации.

Руководство по качеству должно содержать или ссылаться на документированные процедуры системы менеджмента качества, предназначенные для общего планирования и управления деятельностью, влияющей на качество внутри предприятия.

Руководство по качеству оформляется отдельным документом и утверждается руководителем ОАТО.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите технологические процессы авиатопливообеспечения ВС.
2. Назовите основные требования к организации авиатопливообеспечения.
3. Назовите организационную структуру ОАТО.
4. Перечислите требования к информационному обеспечению ОАТО.
5. Перечислите требования к технологии работы ОАТО.
6. Перечислите требования к руководству по качеству ОАТО.
7. Какие разделы включает в себя технология работы ОАТО?
8. Назовите структуру управления ОАТО.
9. Назовите основные задачи ОАТО.
10. Что такое технологические карты и для чего они разрабатываются?

## **5.5. Автоматизация процессов авиатопливообеспечения**

Система автоматизации – это фундамент для решения задач по увеличению производительности, повышению качества конечного продукта, сокращению периода простоев, минимизации негативного влияния человеческого фактора, сокращению текущих эксплуатационных расходов, планированию новых продуктов и созданию предпосылок для перехода на новые системы при минимальных затратах.

Перечисленные задачи встречаются в любых отраслях промышленности, где управление традиционными ручными способами становится неэффективным или неконкурентоспособным. Большое количество таких задач ставит современный аэропорт. Деятельность предприятий уже немыслима без трансформации систем, без преобразования существующих стремительно устаревающих технологий. Бурное развитие и прогресс в эпоху 4-й промышленной революции меняет представления о подходах к решению этих жизненных вызовов.



Обучающиеся должны понимать, что через ОАТО проходят огромные потоки авиаГСМ и в первую очередь потоки авиатоплив. В главе 5 показано, что производство авиакеросина в настоящее время в РФ составляет млн. тонн в год.

Причём распределение этой массы авиатоплива идёт по территории России неравномерно, от 40–60 % его потребления происходит в Московском авиационном транспортном узле, далее большая часть произведённого авиакеросина распределяется в аэропорты федерального значения и только примерно 5–6 % потребления приходится на аэропорты регионального значения, где осуществляют свою деятельность средние и малые авиакомпании.

Существенную роль в обеспечении эффективности работ ОАТО играет учёт этих потоков авиаГСМ, которые приходится перерабатывать указанным организациям.

Без внедрения автоматизированных систем невозможно снизить трудоёмкость операций по учёту, которые требуют больших затрат высокопрофессионального труда.

Для понимания значения автоматизации учёта необходимо уяснить следующие понятия: оперативный учёт, коммерческий учёт и управление технологическими процессами авиатопливообеспечения.

**Оперативный учёт ГСМ.** Это учёт, который ведётся на этапах технологии авиатопливообеспечения (при приёме, хранении, внутрискладских перекачках, подготовке и заправке авиаГСМ в ВС).

По результатам этого учёта производственные подразделения отчитываются перед финансовыми подразделениями ОАТО. Учёт ведётся в единицах объёма (л) и массы (кг).

**Коммерческий (бухгалтерский) учёт.** Это учёт, который ведётся финансовыми подразделениями ОАТО, которые проводят взаиморасчёты с различными предприятиями и государственными финансовыми органами.

Проведение коммерческого учёта на порядок сложнее оперативного учёта, он ведётся в единицах массы (кг) и в денежном выражении.

Одновременно компьютеризация учёта позволяет решать задачи автоматизации управления технологическими процессами авиатопливообеспечения, представление о которых рассматривалось в главе 6 настоящего пособия. Т. е. управлять оборудованием, а именно насосами, задвижками, сервоприводами и пр.

Современное состояние развития автоматизированных систем учёта и управления позволяет решать в определённой мере задачи оперативного учёта и, частично, управление технологическими процессами. На рис. 5.5.1 представлена упрощённая схема связи электронно-вычислительной машины (ЭВМ) при выполнении задач оперативного учёта и автоматического управления технологическими процессами авиатопливообеспечения. На рис. 5.5.2 представлена приближённая схема расположения электронного оборудования, встроенного в технологический процесс авиатопливообеспечения.

**Программное обеспечение оперативного учёта** включает учётные операции при поступлениях на склад всех видов ГСМ, отчётность по учёту

расхода ГСМ по службам ОАТО, отчётность подразделений ОАТО, оперативный учёт авиаГСМ на складах.

Например, автоматизированные рабочие места (АРМ) зоны хранения ГСМ, обрабатывая показания датчиков уровня топлива в резервуарах, его температуры, объёма, плотности и др., а также учитывая калибровочные таблицы резервуаров и трубопроводов, в реальном времени вычисляют точную массу хранящегося авиатоплива. Эта информация всегда доступна для центрального сервера многоуровневой системы, куда входят все АРМы.

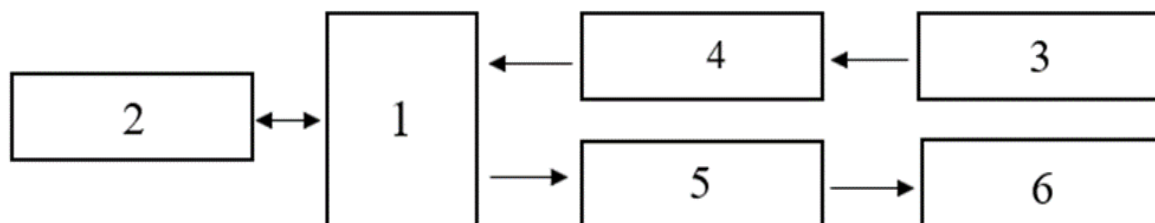


Рис. 5.5.1. Схема связи ЭВМ при выполнении задач оперативного учёта и управления технологическими процессами авиатопливообеспечения:

1 – электронно-вычислительная машина (промышленные и персональные компьютеры); 2 – программное обеспечение оперативного учёта; 3 – измерительные устройства (датчики, сенсоры); 4 – устройства, преобразующие входной аналоговый сигнал в дискретный цифровой (АЦП – аналоговый цифровой преобразователь); 5 – устройство преобразования цифрового кода в аналоговый сигнал (ток, напряжение, заряд); 6 – исполнительный механизм (электронасос, электропривод, задвижки и т. д.)

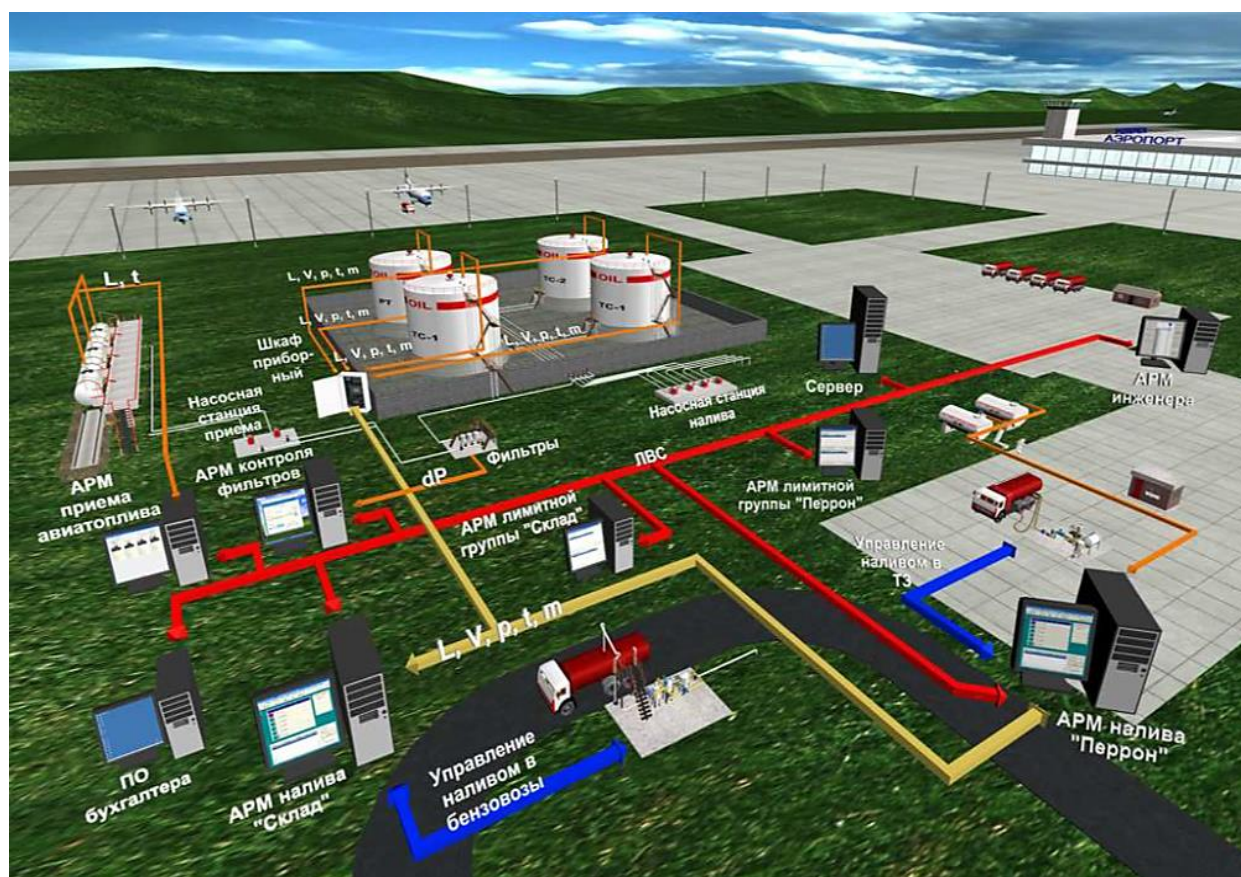


Рис. 5.5.2. Электронное техническое оснащение технологии авиатопливообеспечения

**Измерительные устройства (датчики).** В основу конструкции измерительных устройств могут быть положены различные виды энергии: механическая, электрическая, магнитная, тепловая и химическая.

Выбор номенклатуры датчиков, их конструкции, температурного интервала работоспособности определяется задачами и условиями аэропорта, в котором действует топливозаправочный комплекс.

**Устройства, преобразующие цифровой (кодовый) сигнал в аналоговый (ЦАП)** предназначены для включения или выключения исполнительного механизма, управляющего потоком авиаГСМ в технологическом процессе.

**Исполнительные механизмы** позволяют управлять потоками авиаГСМ. К ним можно отнести насосные станции в целом или отдельные насосы с плавным режимом работы, исключаящим гидроудары; электроприводы задвижек, позволяющие переключать потоки авиаГСМ из одного резервуара в другой или на пункте налива, а также управлять системой ЦЗС.

Помимо указанных целей, к автоматизированным системам подключаются датчики, контролирующие пожаробезопасность, охранные функции, резервные агрегаты по регулированию движения на территории топливозаправочного комплекса персонала и техники.

При применении автоматизированных систем большое значение имеет метрологическое обеспечение, в основе которого лежит информационная теория измерения. Указанная теория включает основы обеспечения единства измерений, метрологический контроль методов измерений, стандартизацию и сертификацию оборудования и государственный надзор.

**Компьютеризация сети** включает в себя совокупность компьютеров, взаимосвязанных через каналы передачи данных для обеспечения обмена информацией и коллективного доступа пользователей к аппаратным, программным и информационным ресурсам сети. Все это нужно для того, чтобы синхронизировать доставку авиаГСМ от заводов-производителей многочисленными видами транспорта до топливных баков ВС, имея ввиду просторы и климатические условия работы авиакомпаний в России.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что подразумевается под понятием автоматизация процессов авиатопливообеспечения?
2. Назовите виды учёта авиаГСМ.
3. Дайте определения оперативному и коммерческому учётам авиаГСМ.
4. Что включает в себя и как работает программное обеспечение оперативного учёта авиаГСМ?
5. Что является источником информации для осуществления учёта авиаГСМ?
6. Назовите основные исполнительные механизмы автоматизированной системы авиатопливообеспечения.
7. Назовите основные точки автоматизированной системы авиатопливообеспечения.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЁТОВ ВС АВИАЦИОННЫМИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

Перспективы развития обеспечения полётов ВС авиаГСМ в будущем, как и всей экономики мира, связаны со снижением стоимости продукции и услуг с целью извлечения максимальной прибыли. Особенностью авиационного рынка является обеспечение безопасности и регулярности полётов при оказании услуг по заправке ВС.

Основными направлениями развития **энергетического обеспечения полётов ВС** является переход на альтернативные источники топлив (газовые, биологические, синтетические) и альтернативные источники энергии (электрическую, атомную).

Основными направлениями развития **деятельности ОАТО** можно считать:

- совершенствование взаимодействия с авиакомпаниями, как основными потребителями услуг предоставляемых ОАТО в финансовых и технических вопросах;

- совершенствование организации труда самих организаций ОАТО. Что важно как для вертикального интегрирования нефтяных компаний (ВИНК) и принадлежащих им сбытовых сетей (в основном крупные федеральные аэропорты), так и для ОАТО других форм собственности;

- внедрение новых образцов оборудования и сооружений, обеспечивающих повышение производительности труда или исключение участия человека в технологических операциях.

Решения перспективных задач авиатопливообеспечения включают применение искусственного интеллекта, роботизацию оборудования.

По указанным задачам ведутся следующие работы:

- применение искусственного интеллекта для диспетчеризации заправки ВС в аэропортах, выполняющих рейсы по расписанию представлено (рис. 1);

- внедрение технологии стандартных заправок ВС по четырём уровням в соответствии с международными требованиями;

- внедрение технологии заправки ВС авиакомпаний, выполняющих рейсы вне расписания на местных аэропортах и площадках, с использованием автоматизированных самообслуживающих станций заправки представлено (рис. 2).

- совершенствование программ оперативного учёта и коммерческого учёта;

- создание подсистем автоматического управления технологическими процессами авиатопливообеспечения (АСУТП) (рис. 3):

- 1) контроля управления (АСКУ);
- 2) управления объектом (АСКО);
- 3) управления автотранспортом (АСУА);
- 4) лабораторно информационно управляющей (ЛИУС);
- 5) технического обслуживания и ремонта (ТО и Р);
- 6) материально-техническое обеспечения (МТО);

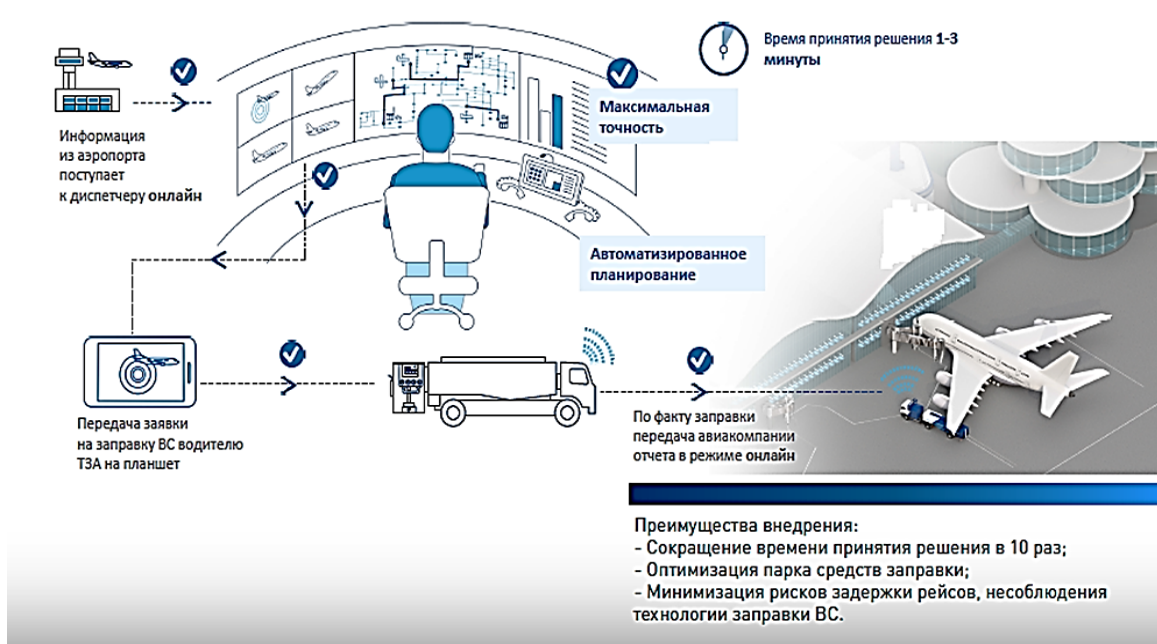


Рис. 1. Искусственный интеллект в структуре диспетчеризации



Рис. 2. Станции заправки-самообслуживания ВС



- Посуточное планирование реализации и товарных потоков;
- Факторный анализ;
- Оптимизация алгоритмов планирования под метод ФИФО расчета себестоимости;
- Расширение аналитики планирования;



- сокращения трудозатрат на ведение журнала движения нефтепродуктов;
- идентификации мест возникновения небалансов;
- сокращения потерь НП за счет мониторинга баланса НП.



- Создание единой базы данных учета работы автотранспорта.
- Снижение трудозатрат для ведения функций учета работы автотранспорта.
- Формирование единой управленческой отчетности
- Выработка решений по повышению эффективности использования ТС
- Контроль рутинных процессов в части автотранспорта.



- Создание единой автоматизированной системы для управления лабораторными процессами ГК АО «Газпромнефть-Аэро»;
- Автоматизация бизнес-процессов химической лаборатории ТЗК;
- Интеграция ЛИМС с корпоративной ИТ-архитектурой для обогащения контура учета данными химических анализов



- Прозрачность и оптимизация процессов формирования объемов и стоимости работ по ТОиР
- Оперативное управление процессами ТОиР в ИТ-Системе
- Контроль над своевременным выполнением ТОиР
- Ведение КРД в электронном виде
- Формирование достоверной отчетности по отказам/неисправностям производственных фондов и анализ причин для выработки системных корректирующих мероприятий



- Планирование потребности в МТР (План списания МТР);
- Формирование заявки МТО с учетом потребности в МТР и складских запасов;
- Контроль складских запасов.;
- Контроль затрат на закупку МТР;
- Установление лимитов по нормированию основных видов МТР.
- Контроль экстренных (внеплановых) закупок МТР

Рис. 3. Подсистемы автоматического управления технологическими процессами авиатопливообеспечения

- доработка существующих ТЗА автоматизированными системами измерения параметров авиакеросина при заправке ВС в единицах массы/объёма рис. 4, 5.
- разработка промышленных роботов и беспилотного транспорта, применяемых в технологии авиатопливообеспечения;
- разработка беспилотного ТЗА;
- разработка автоматизированного приёма и выдачи топлива со склада;
- разработка онлайн-передачи контрольных параметров авиаГСМ и оборудования топливозаправочного комплекса и т. д.

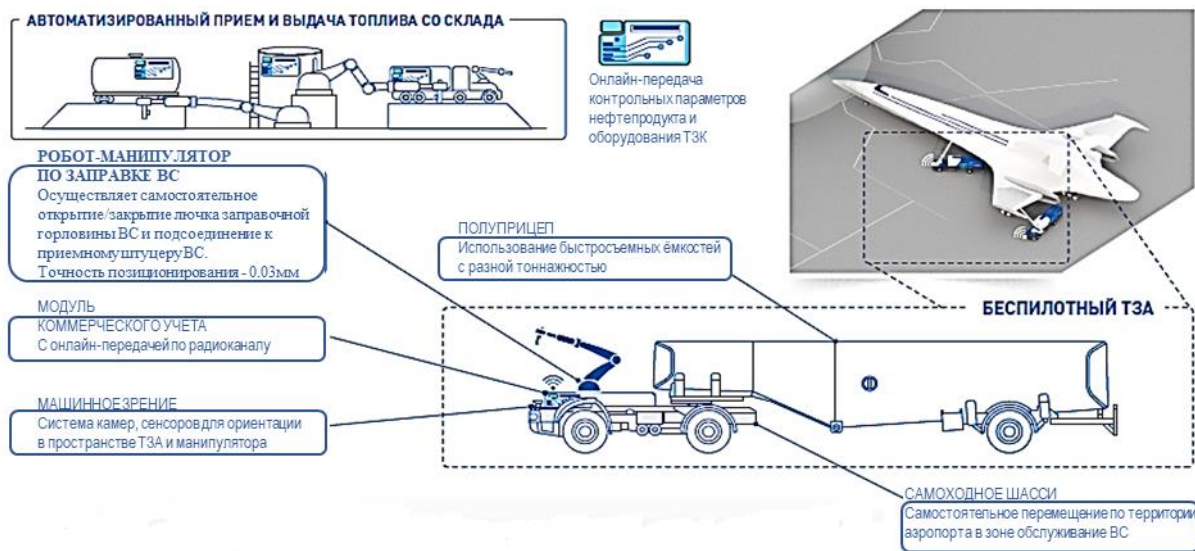


Рис. 4. Схема доработки ТЗА системой автоматизированного модуля коммерческого учёта

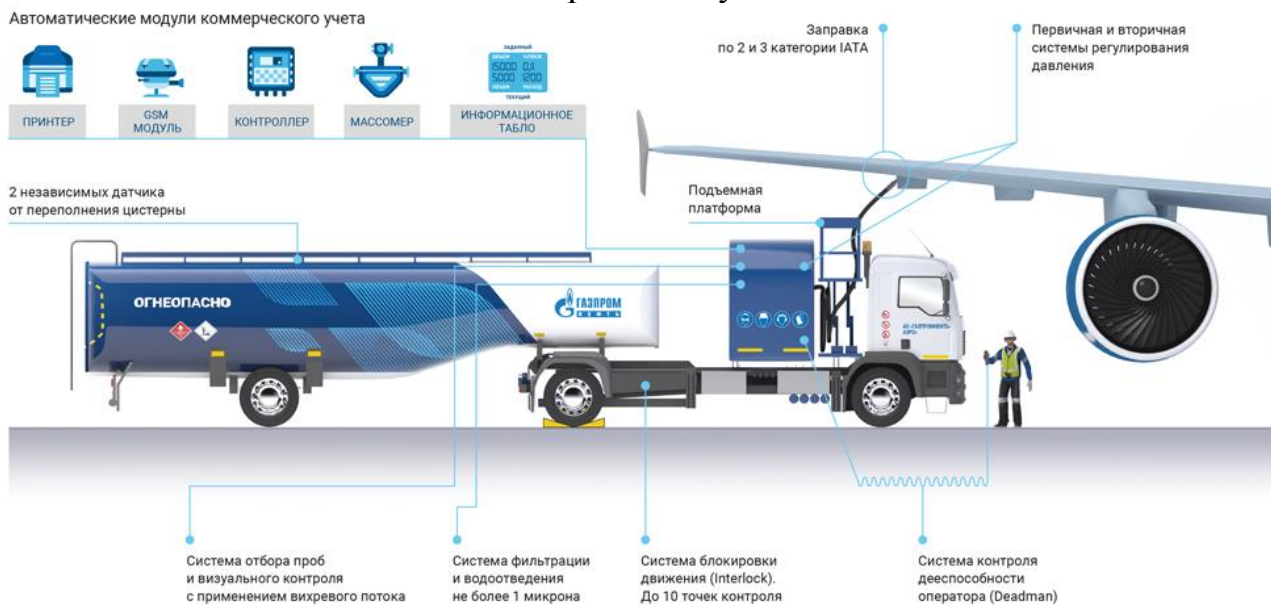


Рис. 5. Схема доработки ТЗА системой автоматизированного модуля коммерческого учёта

Следует отдельно рассмотреть направления совершенствования оборудования авиатопливообеспечения работоспособного при температурах до

минус 50 °С и ниже. Эти требования выставляет развитие добычи минерального сырья в труднодоступных районах России и развитие Северного морского пути. На плечи гражданской авиации лягут задачи по транспортировке вахт, питания, оборудования и запчастей.

Также необходимо отметить трансформацию знаний инженерно-технического и технического персонала, обслуживающего технологические процессы авиатопливообеспечения, которые, по сути, из исполнителей превращаются в операторов систем.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ**

АРМ – автоматизированное рабочее место;  
ВПП – взлётно-посадочная полоса;  
ВС – воздушное судно;  
ГА – гражданская авиация;  
ГСМ – горюче-смазочные материалы;  
ГТД – газотурбинный двигатель;  
ЕСКД – единая система конструкторской документации;  
ОАТО – организация авиатопливообеспечения;  
ПВКЖ – противоводокристаллизационная жидкость;  
ПД – поршневые двигатели;  
ПН – пункт налива;  
СИ – средство измерений;  
ТВаД – турбовальный двигатель;  
ТВВД – турбовинтовентиляторный двигатель;  
ТВД – турбовинтовой двигатель;  
ТЗА – топливозаправочный агрегат;  
ТЗК – топливозаправочный комплекс;  
ТО – техническое обслуживание;  
ТРД – турбореактивный одноконтурный двигатель;  
ТРДД – турбореактивный двигатель двухконтурный;  
ЦЗС – централизованная система заправки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Никитин Г. А., Баканов Е. А. Основы авиации: Учебник для вузов гражданской авиации. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1984. – 261 с.
2. Чинючин Ю. М., Жильцов П. Д. Введение в профессию – М.: МГТУ ГА, 2011. – 60 с.
3. Бюшгенс Г. С., Бедржицкий Е. Л. ЦАГИ – центр авиационной науки. – М.: Наука, 1993. – 272 с.
4. Авиапром России: от мечты к подвигу (1910-1939). – М.: ОАО «Авиапром», 2018. – 608 с.
5. Юденюк В. Е. Полная энциклопедия, авиация СССР Второй мировой войны. – М.: АСТ, 2013. – 240 с.
6. Дорошко С. М. Авиационные реактивные и газотурбинные двигатели. – Рига, Издательство РТУ, 2008. – 258 с.
7. Лозицкий Л. П., Авдошко М. Д. и др. Авиационные двухконтурные двигатели Д-30КУ и Д-30КП. – М.: Машиностроение, 1988. – 228 с.
8. Воздушный кодекс российской федерации. Принят 19 февраля 1997 г.
9. Жильцов П. Д., Чинючин Ю. М., Далецкий С. В. Введение в профессию. Пособие по проведению практических занятий «Особенности конструкции и технической эксплуатации летательного аппарата». – М.: МГТУ ГА, 2014. – 50 с.
10. Грядунов К. И. Химмотология авиационных ГСМ. – М.: МГТУ ГА, 2021 г. – 186 с.
11. Тимошенко А. Н., Козлов А. Н., Эксплуатация технологических средств авиатопливообеспечения – М.: МГТУ ГА, 2017. – 80 с.
12. Козлов А. Н., Тимошенко А. Н., Технологические процессы топливообеспечения (топливообеспечения) – М.: МГТУ ГА, 2017. – 86 с.
13. Козлов А. Н., Немчиков М. Л. Основы топливообеспечения аэропортов ГА – М.: МГТУ ГА, 2016. – 92 с.
14. Лукьянов Ю. А., Козлов А. Н. Управление процессами в топливозаправочных комплексах – М.: МГТУ ГА, 2007. – 88 с.
15. Годнев А. Г., Зоря Е. И. Теория и практика измерений и учета количества при обороте нефтепродуктов. Монография – М.: МАКС Пресс. 2020 г.
16. Устав МГТУ ГА от 2020 г.
17. Правила внутреннего распорядка обучающихся МГТУ ГА от 2018 г.