



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ  
КОМПЛЕКС  
навчальної дисципліни  
«Основні етапи життєвого циклу  
та менеджмент об'єктів авіоніки»

Шифр  
документа

СМЯ НАУ  
РНП 22.01.05-01-2017

Стор. 1 з 108

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ**  
**ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**  
**КАФЕДРА АВІОНІКИ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

з дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент  
об'єктів авіоніки»  
за напрямом (спеціальністю) 173 «Авіоніка»

Укладач: д.т.н., професор О.О. Писарчук

Конспект лекцій розглянутий та  
схвалений на засіданні кафедри авіоніки

Протокол № \_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри авіоніки

\_\_\_\_\_ С.В. Павлова



## Лекція № 1

Тема лекції:


### **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ЕТАПІВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

#### **План лекції**

1. Предмет дисципліни, її цілі та завдання.
2. Загальна характеристика основних етапів життєвого циклу авіаційної техніки.
3. Вартість життєвого циклу авіаційної техніки.
4. Специфіка витрат розробників і виробників авіаційної техніки.

#### **Література**

1. Орлов О.В. Керування процесами технічного обслуговування авіаційної техніки: навч. Посібник. – К.: НАУ, 2001. – 108 с.
2. Павлов В.В., Скрипець А.В. Эргономические вопросы создания и эксплуатации авиационных электрофицированных и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов: учебное пособие. – К.: КМУГА, 2000. – 460с.
3. Тамаргазін О.А. Системи технічного обслуговування пасажирських літаків.: Монографія. – К.: КМУЦА, 2000. – 268с.
4. Писарчук О.О. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем. І.Г. Грабар, О.О. Писарчук та ін. Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІ ДУТ, 2015. – 680 с.
5. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: Учебник для вузов / В.Г. Воробьев, В.Д.Константинов, В.Г.Денисов и др. М.: Транспорт, 1990. – 296с.
6. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. – М.: Византи . – 2005, 120 с.

	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники»	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 3 з 108	

## Зміст лекції

### ПИТАННЯ 1. Предмет дисципліни, її цілі та завдання.

Навчальна дисципліна «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники» має на меті надання сучасних фундаментальних знань з реалізації процесів проектування, розробки, виготовлення, експлуатації та обслуговування систем авіоники.

В ході вивчення дисципліни студент **отримує знання**, що стосуються:

- загальної характеристики етапів життєвого циклу авіоники;
- етапи фундаментальних і пошукових досліджень, маркетингу і зовнішнього проектування;
- робочого проектування, виготовлення дослідних зразків та випробування систем авіоники;
- технологічної підготовки виробництва, використання інформаційних систем;
- етапу серійного виробництва, експлуатації та обслуговування;
- утелізації систем авіоники;
- управління технологічними процесами;
- технічне обслуговування;
- експлуатація та ремонт;
- показники ефективності систем авіоники на етапах їх життєвого циклу.

#### **Дисципліна включає:**

Модулів: 2; Тем: 8 (по 4 в кожному модулі);

Підсумкових модульних робіт: 2;

Лекцій: 8 (16 години); Практичних: 8 (16 годин);

Екзамен.

**Загалом 40 годин.**

### ПИТАННЯ 2 Загальна характеристика основних етапів життєвого циклу авіаційної техніки.

#### ПИТАННЯ 2.1. Поняття життєвого циклу виробу.

Весь період часу від задуму розробки технічного виробу (зразка) до моменту зняття з експлуатації останнього екземпляра цього зразка складає **життєвий цикл**.

Життєвому циклу передуює етап планування розвитку галузі техніки, до якої належить виріб даного типу. Основою цього планування є програмно-цільовий метод, за якого реалізація планів (програм) забезпечує досягнення



заздалегідь визначеної мети при виділених для цього матеріальних і фінансових ресурсах.

**Життєвий цикл виробу** – це сукупність взаємопов'язаних процесів подальшої зміни стану виробу конкретного типу від початку дослідження і обґрунтування розробки до закінчення експлуатації виробу.

Залежно від характеру організаційно-технічних заходів, що проводяться, і змісту процесів зміни стану виробів для типового життєвого циклу виділяють стадії (рис. 1):

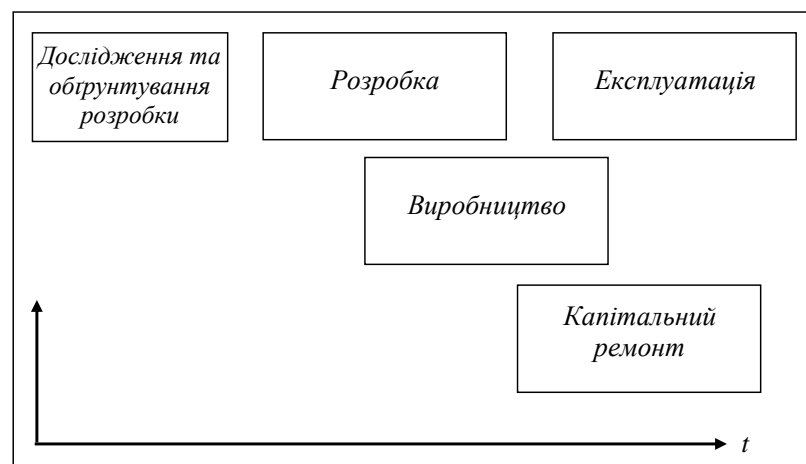


Рис. 1. Стадії життєвого циклу

дослідження й обґрунтування розробки виробу;  
розробка виробу;  
виробництво виробу;  
експлуатація виробу;  
капітальний ремонт (тільки для капітально ремонтіваних виробів).

Типовий зміст процесів зміни стану виробів для різних стадій життєвого циклу може бути представлено таким чином.

**1. Стадія «Дослідження і обґрунтування розробки»:**

формування рівня якості виробів, що відповідає сучасним досягненням науково-технічного прогресу;

дослідження принципів і шляхів обґрунтування можливості та доцільності створення виробів.

**2. Стадія «Розробка»:**

розробка робочої конструкторської документації (РКД), технологічної документації (ТД) для виготовлення і випробувань дослідного (головного) зразка (дослідної партії);

виготовлення дослідного зразка виробу;

проведення попередніх і приймальних (державних, міжвідомчих) випробувань;



коректування РКД, ТД та доопрацювання дослідного зразка виробу за результатами приймальних випробувань;  
затвердження РКД і ТД для організації серійного (масового) виробництва і виготовлення виробів (установочної серії).

### **3. Стадія «Виробництво»:**

організація промислового виготовлення виробів на виробничому об'єднанні або промислового підприємстві, їх виготовлення відповідно до планових завдань і з рівнем якості, сформованим на стадії «Розробка», а також підвищення якості виробів на основі досвіду експлуатації та шляхом покращення і вдосконалення технології виробництва та конструкції виробів при дотриманні встановлених тактико-економічних показників.

### **4. Стадія «Експлуатація виробів»:**

введення (приймання) в експлуатацію виробів, що надійшли після виготовлення або ремонту, а також виробів, які пройшли збірку та налагодження і (або) будівництво, монтаж і налагодження і пред'явницькі випробування на місці їх експлуатації;

приведення виробів у встановлений ступінь готовності до застосування за призначенням, що забезпечує переведення в стан для подальших дій;

підтримка виробів у встановленому ступені готовності до застосування за призначенням протягом встановлених термінів;

застосування виробів за призначенням відповідно до їх функціонального призначення;

зберігання виробів у заданому стані і забезпечення збереження протягом встановлених термінів;

перевезення або переміщення виробів із використанням транспортних засобів.

### **5. Стадія «Капітальний ремонт»:**


розробка робочих конструкторських документів, призначених для підготовки ремонтного виробництва, ремонту і контролю виробів після ремонту;

організація капітального ремонтного виробництва виробів на ремонтному підприємстві замовника і (або) промисловості, відновлення рівня якості виробів, їх ТХ і параметрів, що змінюються в ході експлуатації та визначають можливість використання виробів за призначенням;

забезпечення відповідності відремонтованих виробів технічним вимогам, показникам і нормам, встановленим у ремонтних документах;

забезпечення міжремонтних термінів (ресурсів) відремонтованих виробів.

Загальні положення, правила і вимоги про виконання робіт у процесі життєвого циклу виробів встановлює комплекс взаємопов'язаних

	<p>НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники»</p>	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 6 з 108	

загальнотехнічних стандартів системи розробки і постановки продукції на виробництво.

## ПИТАННЯ 2.2. Етапи життєвого циклу авіаційної техніки.

Життєві цикли авіаційної техніки деталізуються в межах класичних етапів наступним змістом:

- фундаментальні та пошукові дослідження;
- маркетинг і зовнішнє проектування;
- робоче проектування;
- виготовлення зразків, випробування та доопрацювання;
- технологічна підготовка виробництва (ТПП);
- серійне виробництво;
- експлуатація і післяпродажне обслуговування;
- утилізація.

Ці етапи можуть частково перетинатись. Також ЖЦ одного покоління виробів може переходити в ЖЦ наступного покоління, і т.д. Схематично структура ЖЦ авіатехніки представлена на рис 2.

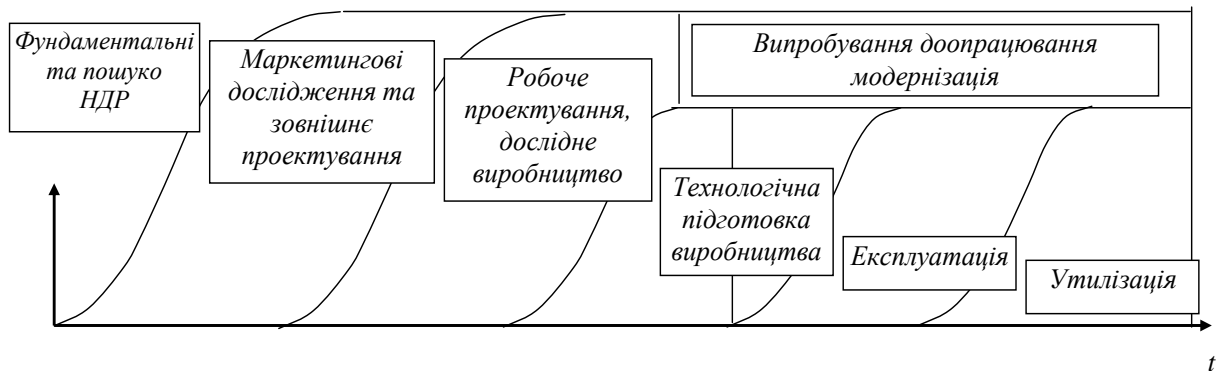


Рис. 2. Життєвий цикл авіаційної техніки

ЖЦ авіатехніки характеризується великою протяжністю окремих етапів. Наприклад, створення літака або авіадвигуна (тобто передвиробничі стадії ЖЦ) тривають до від 2 до 5 (раніше 10) років. Але найбільш протяжним є подальші стадії життєвого циклу. Так, серійне виробництво першого широкофюзеляжного пасажирського літака Боїнг-747 - продовжується з 1970 року по теперішній час, а повне виведення з експлуатації основного стратегічного бомбардувальника ВВС США - В-52 - намічений лише на 2040-і рр., притому, що останній екземпляр найбільш сучасної модифікації В-52Н був побудований в 1962 році. Тобто експлуатація окремих екземплярів триває вже близько 40 років і планується продовжувати її майже до 80 років! Можна привести не менш вражаючі приклади і з вітчизняної практики. Якщо



розглядати життєвий цикл не окремих екземплярів, а типу літальних апаратів, рекордсменом можна вважати літак Ан-2, що зробив перший політ в 1947 році. Таким чином, його масова комерційна експлуатація триває вже 60 років.

В подальшому у межах дисципліни докладно розкривається зміст кожного етапу життєвого циклу авіаційної техніки.

### ПИТАННЯ 3. Вартість життєвого циклу авіаційної техніки.

Крім часових характеристик ЖЦ авіатехніки, представляють інтерес і його вартісні характеристики, перш за все, *вартість життєвого циклу (ВЖЦ)*.

У вартість життєвого циклу включають собівартість всіх учасників ЖЦ авіоніки. Також в неї входять прибуток розробників, виробників авіатехніки, а також виконавців технічного обслуговування і ремонту.

У загальному випадку ВЖЦ може бути представлена в наступному вигляді:

$$ВЖЦ = C_{НДІДКР} + C_{ТПВ} + C_{вир} + П + C_{експ} + C_{утил} \quad (1)$$

де  $C_{НДІДКР}$  – витрати затрат на НДІДКР (включаючи і вартість фундаментальних і пошукових НДР, результати яких необхідні для створення нових поколінь авіоніки);

$C_{ТПВ}$  – витрати на технологічну підготовку серійного виробництва виробів (ТПВ), включаючи будівництво виробничих потужностей, придбання устаткування, і т.п.;

$C_{вир}$  – витрати на серійне виробництво виробів даного типу за весь ЖЦВ;

$П$  – прибуток розробників і виробників;


$C_{експ}$ ,  $C_{утил}$  – витрати на експлуатацію і подальшу утилізацію усіх випущених виробів даного типу.

*Розподіл витрат за ЖЦВ.*

Витрати на НДРДКР несе розробник виробу, витрати на ТПВ і серійному виробництві – виробник, а експлуатаційні витрати – організація, що експлуатує авіаційну техніку.

Що стосується утилізації, то вона може відноситися до сфери відповідальності установи, що експлуатує, або виробника. Але утилізацією авіатехніки можуть займатися і незалежні підприємства, що відносяться до інших галузей, перш за все до металургії і до машинобудування. Як правило,



	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники»	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 8 з 108	

утилізація авіатехніки, при раціональній організації процесу експлуатації не стільки вимагає витрат, скільки приносить дохід.

#### **ПИТАННЯ 4. Специфіка витрат розробників і виробників авіаційної техніки.**

##### **Специфіка витрат розробників і виробників.**

У вартості всіх етапів ЖЦ авіатехніки значним чином виявляється галузева специфіка. Перш за все, авіаційну промисловість прийняте відносити до *наукоємних* галузей, оскільки при створенні авіатехніки відносно висока частка витрат на НДДКР (в т.ч., і на фундаментальні НДР).

Розрахунок витрат на розробку здійснюється за виразом:

$$C_{\text{НДДКР}} + C_{\text{ТПВ}} = FC. \quad (2)$$

Витрати на НДДКР і ТПВ відносяться до *постійних витрат* розробників і виробників авіатехніки, тобто, практично не залежать від об'єму випуску тобто.

Витрати на виробництва авіоники відносяться до змінних витрат і включає

$$C_{\text{вир}} = C_{\text{матер}} \cdot Q + \sum_{q=1}^Q C_{\text{прац}q} \quad (3)$$

де  $C_{\text{матер}}$ ,  $C_{\text{прац}}$  – витрати на матеріали та оплату праці відповідно;  $Q$  – сумарний обсяг випуску зразка за увесь його життєвий цикл.

Тож сумарні витрати розробників та виробників авіоники за увесь етап життєвого циклу авіаційної техніки становитиме:

$$TC = FC + C_{\text{вир}} = C_{\text{НДДКР}} + C_{\text{ТПВ}} C_{\text{матер}} \cdot Q + \sum_{q=1}^Q C_{\text{прац}q}. \quad (4)$$

##### **Специфіка витрат на стадії експлуатації.**

Витрат на етапі експлуатації визначається специфікою зразка, країни де здійснюється експлуатація і призначення повітряного судна. Узагальнено витрати на експлуатацію визначаються виразом:

$$C_{\text{експл}} = C_{\text{ПММ}} + C_{\text{ТО}} + C_{\text{ін}}. \quad (5)$$





де  $C_{ПММ}$  витрати на паливно-мастильні матеріали;  $C_{ТО}$  – витрати на технічне обслуговування літака та його авіоники;  $C_{ін}$  – інші витрати, що включають оплату праці, мита, обов'язкові сплати тощо.

### Структура витрати на етапах життєвого циклу авіаційної техніки.

Досвід аналізу витрат на етапах життєвого циклу авіаційної техніки дає їх співвідношення по категоріях, що наведені у формі діаграми рис.3.

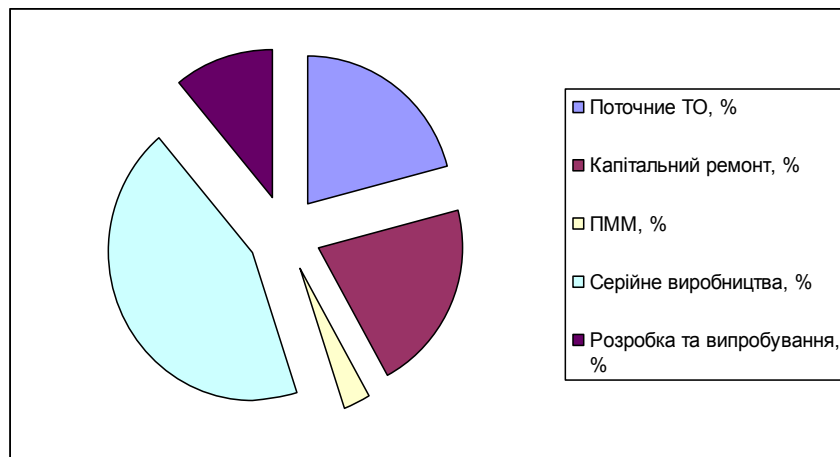


Рис. 2. Життєвий цикл авіаційної техніки

Таке співвідношення є умовним і залежить від конкретики прикладу: типу літака; часу його життєвого циклу; умов експлуатації і обслуговування тощо.

### Висновки.

1. Процеси проектування, розробки, виготовлення, експлуатації і обслуговування та утилізації складають комплекс етапів життєвого циклу технічних виробів. Усі вони є справедливими до систем та комплексів зокрема і для авіаційної техніки загалом.

2. Вартісні характеристики авіаційної техніки за усіма етапами її життєвих циклів формують ієрархічну багаторівневу деревовидну структуру. Конкретика ціни ЖЦ авіаційної техніки визначається типом літака і порядком його експлуатації та обслуговування.



## Лекція № 2

Тема лекції:

### ЕТАПИ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ПОШУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, МАРКЕТИНГУ І ЗОВНІШНЬОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЖЦАТ

#### План лекції

1. Етапи фундаментальних та пошукових досліджень.
2. Маркетинг та зовнішнє проектування авіаційної техніки.
3. Робоче проектування, виготовлення дослідних зразків.
4. Випробування та доведення авіаційної техніки.

#### Література

1. Орлов О.В. Керування процесами технічного обслуговування авіаційної техніки: навч. Посібник. – К.: НАУ, 2001. – 108 с.
2. Павлов В.В., Скрипець А.В. Эргономические вопросы создания и эксплуатации авиационных электрофицированных и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов: учебное пособие. – К.: КМУГА, 2000. – 460с.
3. Тамаргазін О.А. Системи технічного обслуговування пасажирських літаків.: Монографія. – К.: КМУЦА, 2000. – 268с.
4. Писарчук О.О. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем. І.Г. Грабар, О.О. Писарчук та ін. Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІ ДУТ, 2015. – 680 с.
5. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: Учебник для вузов / В.Г. Воробьев, В.Д.Константинов, В.Г.Денисов и др. М.: Транспорт, 1990. – 296с.
6. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. – М.: Византи . – 2005, 120 с.



## Зміст лекції

### ПИТАННЯ 1. Етапи фундаментальних пошукових та прикладних досліджень.

**Фундаментальні наукові дослідження** – наукова теоретична та (або) експериментальна діяльність, спрямована на одержання нових знань про закономірності розвитку природи, суспільства, людини, їх взаємозв'язку.

**Пошукові дослідження** - виконання певних дій, спрямованих на отримання нових знань або поповнення тих, що вже існують шляхом вивчення і аналізу нових об'єктів процесів і явищ.

**Прикладні наукові дослідження** (англ. *applied research*) – наукова і науково-технічна діяльність, спрямована на одержання і використання знань для практичних цілей – розробка нових виробів, нових матеріалів, технологій та технологічного обладнання.

#### ПИТАННЯ 1.1. Фундаментальні та пошукові дослідження.

*Фундаментальні дослідження проводяться на етапі проектування зразка – повітряного корабля. Тут закладаються основи конструкції літака, концептуальні засади рушійної сили та реалізації завдань розробки загалом.*

Для реалізації фундаментальних досліджень застосовуються загальновідомі **методи наукових досліджень**, класифікація яких наведена на рис.1.

Основу системи методів наукових досліджень складають **загальнонаукові методи**, які застосовуються у всіх науках або в більшості наук і тому справедливо характеризуються як загально-наукові. За їх допомогою вирішується одне загальнопізнавальне завдання або невелика сукупність взаємозв'язаних завдань певного типу.

До **загальнонаукових методів дослідження належать**: спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент, абстрагування, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія і моделювання, ідеалізація, форм-лізація, аксіоматичний метод, логічний метод, системний, структурний, функціональний підходи, модельний метод тощо.

Іх сутність наведено у формі табл. 1.

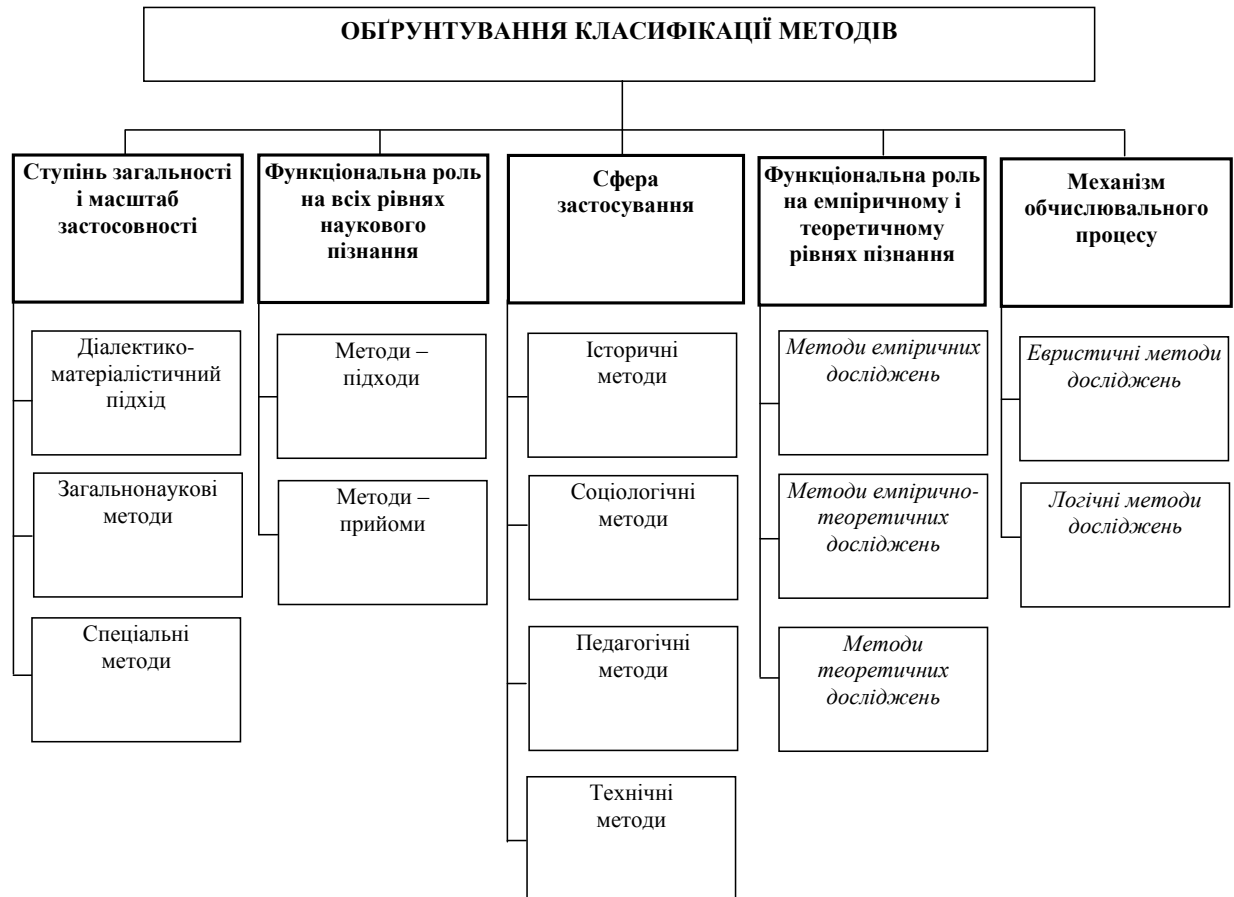


Рис. 1 Система методів наукових досліджень.

Таблиця 1

**Сутність загальнонаукових методів наукових**

Найменування методу	Визначення	Примітки
Системний підхід	Підхід, за якого всі зв'язки і опосередкування, елементи, функції і проблеми розглядаються у вигляді взаємозв'язаного цілого	Завданням системного підходу є вираз на рівні спеціальної методології принципів, положень, понять і методів системних досліджень, відповідно до якої кожен об'єкт, що представляється як система, розглядається не лише як щось самостійне ціле, а також як части-на, як елемент системи більш високого рівня складності зі всіма його істотними взаємозв'язками з іншими об'єкта-ми, що входять до складу цієї складні-шої системи
Натурний підхід	Підхід, який полягає в безпосередньому дослідженні явища, що вивчається, без зміни його власної природи і, як правило, в природних умовах його існування	Початкові дані про явище виходять найбільш прямим шляхом, а результати зіставляються безпосередньо з об'єктом дослідження
Структурний підхід	Підхід, змістом якого є пізнання структури, внутрішнього	Пізнання структури дозволяє виявити різноманіття зв'язків компо-нентів цілого,



	взаємозв'язку ком-понентів цілісної системи	виділити серед них істотні і неістотні, необхідні і випадкові. Розкриття структури цілого доз-воляє зрозуміти конкретне місце, роль і значення компонентів у цілому, їх взаємодії; розкрити чинники існування цілого, внутрішній механізм його функціонування, шляхи взаємодії із зовнішнім середовищем
Функціональний підхід	Підхід, заснований на то-му, що досліджуваний об'єкт розглядається не у своїй конкретній реальній формі, а як комплекс функцій, які він виконує або повинен виконувати	Функції виступають як суть об'єкта дослідження, а його компоненти – як форми їх вияву. Дослідження полягає в чіткому оцінюванні і класифікації функцій шляхом віднесення їх до основних, додаткових і непотрібних. Сукупність усіх функцій характеризує функціональну структуру досліджу-ваного об'єкта
Комплексний підхід	Підхід, що передбачає одночасне врахування всіх аспектів, особливостей і чинників, які безпосеред-ньо або опосередковано впливають на розв'язання проблеми, але він не вип-ливає безпосередньо з ідей їх взаємопов'язаного єдиного цілого	Комплексний підхід у науковому дослідженні означає всестороннє ви-вчення об'єкта або проблеми в тісній взаємодії з представниками найрізно-манітніших наук і наукових напрямів, із залученням різних наукових теорій і методів. Сама по собі комплексність недостатня для виявлення повної картини досліджуваного об'єкта або явища, її повинна доповнювати систем-ність. Системний підхід є розвитком комплексного підходу, оскільки при ньому більш глибоко, точніше відби-ваються внутрішні і істотні зв'язки та відношення компонентів деякої систе-ми, закономірності її функціонування, що є основою створення повнішої теорії досліджуваного об'єкта
Модельний підхід	Підхід, що є опосеред-кованим пізнанням, коли через різні обставини замість об'єкта, який вивчається, безпосередньо досліджується інший, схожий з ним і доступніший природний або штучний, матеріальний або ідеальний об'єкт, який знаходиться в певній об'єктив-ній відповідності з об'єктом, що вивчається, і здатний у певних стосунках заміщати об'єкт, що вивчається, і да-вати про нього нові знання	Отримані дані переносяться за певними правилами на об'єкт, що вивчається, який іменується оригіналом, а його представник (заступник) – об'єкт безпосереднього дослідження – моделлю



Таблиця 2

Методи емпіричного дослідження

Найменування методу	Визначення	Примітки
Спостереження	Планомірне, систематичне і цілеспрямоване сприйняття окремих сторін об'єкта або об'єкта в цілому, за якого до-слідник не втручається в пове-дінку об'єкта, а лише фіксує його властивості, характерис-тики тощо	Фіксуюче спостереження – сприйняття окремих сторін об'єкта. Флюктууюче спостереження – сприйняття об'єкта в цілому
Порівняння	Встановлення схожості і різниці між об'єктами безпо-середньо або опосередковано (через проміжний об'єкт)	Порівняння проводиться за наявності певної спільності об'єктів і найбільш важливих, істотних ознак. Схожість технічних об'єктів: функціональна, конструктивна, параметрична
Рахування	Віддзеркалення кількісної властивості сукупності якісно однотипних емпіричних об'єк-тів, у процесі якого встанов-люється взаємоднозначна відповідність між їх кількістю і числом з натурального ряду чисел	Для здійснення рахування необхідно розрізнити окремо ко-жен об'єкт. Результат рахування – число об'єктів
Контроль	Процес встановлення відпо-відності між властивостями (або станами) об'єкта контролю і заданою нормою шляхом сприйняття контрольованих ве-личин, зіставлення їх із нор-мою і формування думки про знаходження об'єкта контролю в нормі або поза нормою. Технічний контроль – пере-вірка відповідності технічного об'єкта встановленим техніч-ним вимогам	Норма – заздалегідь встанов-лена певна область у просторі станів об'єкта
Вимірювання	Визначення чисельного зна-чення деякої величини за до-помогою одиниці вимірювання.	Вимірювання передбачає у будь-якому разі два види дій: отримання чисельної оцінки ви-мірюваної величини і перевірку достовірності вимірів.
	Для фізичної величини – знаходження її значення дослідним шляхом за допо-могою спеціальних техніч-них засобів	Пряме вимірювання – зна-ходження шуканого значення вели-чини безпосередньо з дослідних даних. Непряме вимірювання – отри-мання значення величини на підставі відомої залежності між цією величиною і величинами, отриманими прямими вимірами



Ідентифікація	Процедура побудови оптимальної в певному значенні математичної моделі об'єкта за реалізаціями його вхідних і вихідних сигналів, здійснювана на основі експериментів з об'єктом, що вивчається, й обробки їх результатів	Ідентифікація об'єктів у загальному випадку зводиться до визначення їх структури і параметрів за спостережуваними даними – вхідними діями і вихідними змінними. Параметрична ідентифікація – визначення за спостереженими вхідними діями і вихідними змінними об'єкта відомої структури значень параметрів моделі певного класу, що забезпечують екстремум деякого показника, який характеризує якість ідентифікації
Експеримент	Метод вивчення об'єкта, заснований на активній цілеспрямованій дії на нього шляхом створення штучних умов або використання природних умов, необхідних для виявлення відповідних властивостей, характеристик та інших особливостей об'єкта. Окремою елементарною складовою експерименту є дослід	Експеримент передбачає використання спостереження, порівняння і вимірювання. Натурний експеримент здійснюється безпосередньо з досліджуванним об'єктом; модельний (макетний) – з об'єктом, що заміщає його із сторін, що цікавлять дослідника. Експеримент проводиться з метою: виявлення нових властивостей об'єкта (дослідницький експеримент); перевірки правильності теоретичних положень (перевірочний експеримент); демонстрації якого-небудь явища





Таблиця 3

**Методи емпірично-теоретичних досліджень**

Найменування методу	Визначення	Примітки
Аналіз і синтез	Комплексний метод дослідження, заснований на послідовному застосуванні сукупності прийомів і закономірностей уявного або фактичного розділення цілого на складові частини, елементи, ознаки, властивості, відношення (аналіз) і з'єднання цілого з частин (синтез)	Аналіз і синтез – протилежно направлені (аналіз – від цілого до часткового, синтез – від часткового до цілого) і в той же час взаємозв'язані та взаємообумовлені методи пізнання, що забезпечують високу ефективність дослідження в разі їх комплексного використання
Індукція і дедукція	Комплекс взаємозв'язаних і взаємообумовлених методів дослідження із спрямованістю процесу пізнання від частини до цілого, від менш загальних положень до більш загальних (індукція) і від загальних властивостей множини елементів до окремих елементів (дедукція)	В процесі дослідження індукція і дедукція доповнюють одна одну. Індуктивне дослідження в певному відношенні включає момент дедукції, і навпаки
Моделювання	Метод дослідження об'єкта шляхом заміни його зручнішою і доступнішою для дослідження системою – моделлю, що зберігає істотні риси оригіналу, і визначення характеристик моделі з метою вивчення модельованого об'єкта та отримання нових наукових знань про нього	Основні риси моделі: об'єктивна відповідність модельованому об'єкту; здатність заміщати пізнаваний об'єкт на певних етапах дослідження в істотних для вирішуваного завдання властивостях і стосунках, давати в ході дослідження нову інформацію про оригінал, що допускає дослідну перевірку; наявність чітких правил переходу від модельної інформації до інформації про самий модельований об'єкт
Узагальнення	Виявлення найбільш істотних відношень сукупності об'єктів і формування такого загального положення (твердження), яке застосовне до кожного одиничного об'єкта даного класу	Мета узагальнення – визначення загального поняття, в якому відбите головне, основне, що характеризує об'єкти даного класу.
		Об'єктивною основою розумової операції узагальнення є загальність зв'язків об'єктів і явищ дійсності, взаємозв'язок одиничного і загального у всіх подіях, що реально відбуваються
Абстрагування	Метод уявного відвернення від неістотних властивостей, зв'язків і стосунків об'єктів і одночасного виділення,	Процес абстрагування проходить дві стадії: підготовку акту абстракції (виділення істотного від неістотного, виділення найбільш важливих сторін об'єкта);



	фіксації однієї або декількох сторін цих об'єктів, що цікавлять дослідника	здійснення акту абстракції (заміщення досліджуваного об'єкта простішим і менш багатим властивостями об'єктом, що виступає як модель першого)
Аналогія	Метод наукового пізнання, за допомогою якого досягається знання про одні об'єкти і явища на підставі того, що вони мають схожість з іншими	Метод аналогії ґрунтується на схожості деяких сторін різних об'єктів і явищ, складає об'єктивну та логічну основу моделювання, проміжна ланка між моделлю та об'єктом-оригіналом. Аналогія, завдяки своїй наочності, широко використовується в науці і техніці

За функціональною роллю методи наукового пізнання можна розділити на три групи: методи емпіричного дослідження (табл. 2); методи, що використовуються на емпіричному і теоретичному рівнях (табл. 3); методи теоретичного дослідження (табл. 4).

Таблиця 4

#### Методи теоретичного дослідження

Найменування методу	Визначення	Примітки
Інтерпретація	Приведення правильних виразів формалізованої аксіоматичної системи у взаємнооднозначну відповідність дійсним виразам якої-небудь змістовної теорії	
Ідеалізація	Уявне конструювання і вивчення об'єктів, що ідеалізуються, не існують насправді і практично нездійсненні (точка і лінія в геометрії, абсолютно тверде і абсолютно чорне тіла у фізиці тощо)	Ідеалізація дозволяє значно спростити дослідження складних об'єктів, полегшити виявлення істотних зв'язків та стосунків і формулювання законів. Будь-яка ідеалізація правомірна лише в певних межах
Формалізація	Метод вивчення об'єктів шляхом відображення їх змісту і структури в знаковій формі за допомогою штучних мов і символів, що забезпечують однозначність, стислість та чіткість фіксації знання	Формалізація пов'язана з іншими методами – моделюванням, абстрагуванням, ідеалізацією і тому подібне. По відношенню до моделювання вона носить службовий характер, оскільки виступає як засіб знакового моделювання реальних об'єктів. Формалізація нерозривно пов'язана з побудовою штучних або формалізованих мов
Аксіоматичний метод	Метод побудови наукової теорії, заснований на виведенні знань за певними логічними правилами, виходячи з ряду початкових тверджень, що приймаються в цій теорії без	Аксіоми – положення, що беруться без доведення. Основні вимоги до аксіом: несуперечність, повнота, незалежність. Знання-висновки фіксуються у вигляді лем, теорем, законів і тому подібне.



	доведення	Аксиоматичний метод – поширений спосіб організації наукових знань; особливо широко застосовується в математиці, теоретичній кібернетиці
Сходження від абстрактного до конкретного	Метод наукового дослідження, що полягає в русі теоретичної думки до все більш повного, всестороннього і цілісного відтворення досліджуваного об'єкта	Для методу характерний рух від менш змістовного до змістовнішого знання. Тут абстрактність розуміється в широкому сенсі як «бідність», однобічність знання, а конкретне – як його повнота, змістовність. Конкретизація полягає в дослідженні об'єктів у всій їх різносторонності, в якісному різноманітті реального існування, на відміну від абстрактного вивчення об'єктів
Гіпотетичний метод	Метод, заснований на розробці гіпотези.	Гіпотеза – наукове припущення, що висувається для пояснення наявності зв'язку між рядом наукових фактів або явищ; направляюча наукова ідея, що вимагає подальшої перевірки. Гіпотеза – це не просто припущення, але в той же час і не істина: істина – положення, вже підтверджене фактами і аргументами, тоді як гіпотеза чекає на підтвердження. Перевірюваність – єдина логічна вимога, виконання якої дає право на висунення, але не на прийняття, гіпотези

## ПИТАННЯ 1.2. Прикладні дослідження.

На цій стадії розробляються: прикладні науково-дослідні роботи і технічні пропозиції.

Прикладні НДР передбачають комплекс теоретичних та експериментальних досліджень, що проводяться за єдиним технічним документом – тактико-технічним завданням (ТТЗ) на НДР з метою дослідження перспективних принципів і шляхів створення нової і вдосконалення існуючої техніки та дослідження питань її експлуатації і застосування за призначенням.

Тактико-технічне завдання на НДР, що є первинним технічним документом замовника на виконання НДР, встановлює комплекс вимог до змісту, обсягу і термінів проведення роботи в цілому.

Тактико-технічне завдання на НДР складається з таких основних розділів:

- підстава для виконання НДР;
- цілі і завдання НДР;
- вимоги до виконання НДР;
- тактико-технічні (технічні) вимоги до зразка, передбачуваного до розробки (модернізації);



етапи НДР;

вимоги до документації, що розробляється;

порядок приймання робіт.

Виконання НДР ведеться поетапно:

вибір напрямку досліджень;

теоретичні та експериментальні дослідження;

узагальнення й оцінювання результатів дослідження;

випуск звітної науково-технічної документації за НДР.

Перший етап проводиться з метою визначення оптимального варіанта напрямку досліджень на основі систематизованого аналізу стану досліджуваного питання, прогнозу подальшого розвитку в даній галузі і порівняльного оцінювання різних варіантів можливих технічних рішень.

Метою проведення другого етапу є отримання достатніх теоретичних та достовірних експериментальних результатів досліджень і досліджень, що дозволяють зробити однозначний висновок про доцільність початку розробки (модернізації) виробу, вдосконалення способів його застосування за призначенням або експлуатації на основі розв'язання проблем, досліджуваних у НДР.

Третій етап проводиться з метою оцінювання техніко-економічного обґрунтування НДР, ефективності отриманих результатів теоретичних і експериментальних досліджень, зокрема ТТХ зразка, що розробляється, порівняно із сучасним науково-технічним рівнем, а також для випуску науково-технічної документації за НДР, приймання НДР і оформлення розв'язання за актом приймання НДР.

Технічна пропозиція розробляється у разі, коли доцільно виявити додаткові або уточнені вимоги до зразка на основі попереднього конструкторського опрацювання й аналізу різних варіантів побудови зразка до виконання дослідно-конструкторської роботи (ДКР).

Технічною пропозицією є комплекс теоретичних, експериментальних і проектних робіт, що передують проведенню ДКР з розробки складного зразка техніки; це вимагає розв'язання значних науково-технічних проблем, а також матеріальних і фінансових витрат, або виробів масового застосування.

Технічна пропозиція повинна містити:

попередній тактико-техніко-економічний аналіз шляхів розв'язання завдань і вибір принципів конструктивного оформлення, що забезпечують отримання виробу з необхідними показниками;

склад виробу;

аналіз технічного рівня передбачуваного виробу і порівняння його з сучасними вітчизняними та зарубіжними досягненнями науки і техніки;

план виконання розробки виробу;

оцінку потрібної кількості виробів даного виду;



розрахунок орієнтовної вартості дослідних і серійних зразків, витрат на організацію виробництва й експлуатацію;  
орієнтовні терміни постачання виробу;  
склад підприємств розробників і підприємств-виробників;  
опрацювання питань використання виробів за призначенням;  
проект ТТЗ на виконання ДКР.

Розробка технічної пропозиції ведеться на таких етапах:

1. Обґрунтування необхідності і можливості розробки виробу.
2. Теоретичні й експериментальні дослідження.
3. Узагальнення й оцінювання результатів обґрунтування, дослідження.

Приймання технічної пропозиції.

Мережевий графік реалізації етапів фундаментальних, пошукових та прикладних досліджень наведено нижче.

#### ПЛАН-ГРАФІК РОБІТ

Ресурс часу																																															
Лютий				Березень				Квітень				Травень				Червень																															
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																												
Етапи																																															
Розробка				Моделювання				Програмування				Тестування				Впровадження																															
Зміст етапів																																															
Розробка концептуальної структури математичної моделі і узгодження її із				Розробка інфологічної моделі чинників показників критеріїв оптимальності,				Ієрархічна модель агрегації критеріїв, аттрактор процесу.				Розробка механізму самоорганізації				Проведення тестових розрахунків і верифікація моделі в спеціалізованому моделюючому середовищі				Коректування моделі				Впровадження повної моделі в програмне середовище				Коректування і уточнення моделі				Тестування і верифікація моделі на великих інформаційних масивах				Навчання моделі на реальних даних				Відладка програми в цілому				Підготовка програмної документації, підготовка до демонстрації			
Результати етапів																																															
Концептуальна математична модель, структурні елементи і математика для старту розробки програми				Альфа версія – повна математична модель, результати тестування.				Програмна реалізація Ядра - альфа версія.				Бета версія математичної моделі і програмного Ядра.				Гамма-версія математичної моделі, програмного Ядра, технічна документація на модель.																															



## ПИТАННЯ 2. Маркетинг та зовнішнє проектування авіаційної техніки.

На етапі маркетингових досліджень вивчається стан ринку, що задовольняє попит і потреби в авіаційній продукції. Встановлюють наявність поточної або перспективної потреби в авіаційній техніці даного функціонального призначення. Визначають основні вимоги споживачів до авіаційної техніки. Встановлюють склад і значення основних показників експлуатаційної якості (потужність, продуктивність, КПД, показники надійності і т.д.).

З точки зору схеми проведення (або по-іншому - дизайну) маркетингові дослідження прийнято ділити на **пошукові** (exploratory), **описові** (descriptive) і **причинні** (causal). Кожен з цих типів досліджень буде детально розглядатися нижче. Поки відзначимо, дещо спрощуючи, що пошукові дослідження потрібні, щоб висунути гіпотези, а описові та причинні – щоб ці гіпотези перевірити і зробити висновки.

Особливість	Схеми проведення (дизайни) досліджень		
	пошукові	описові	причинні
Мета	Пошук ідей, розуміння	Опис ринку, його характеристик, їх взаємозв'язків	Оцінка і перевірка спостережуваних закономірностей
Характеристика	Гнучкість	Фіксована структура, виходячи з висунутих раніше гіпотез	Маніпулювання однієї або декількома незалежними змінними при фіксації інших незалежних змінних
Метод	1. Вторинні дані 2. Якісні дослідження	1. Вторинні дані 2. Формалізовані опитування 3. Формалізовані спостереження	Експерименти

### Пошукові маркетингові дослідження.

Пошукові дослідження дають досліднику і менеджеру уявлення про досліджувану проблему, підставу для генерації нових ринкових ідей. Способи отримання інформації в такому дослідженні мало формалізовані; у міру одержання нових даних в роботу вносяться корективи. Представники досліджуваної сукупності, на яких проводиться дослідження відбираються не так, щоб репрезентувати цю сукупність, а так, щоб нічого не заважало виявляти глибинну мотивацію дій беруть участь у дослідженні людей. Плата за відсутність репрезентативності - попередній пробний характер результатів дослідження; приймати ринкові рішення на основі цих висновків небезпечно:





вони цілком можуть виявитися помилковими. Тому зазвичай слідом за пошуковими дослідженнями проводяться описові або (рідше) причинні дослідження. З іншого боку, якщо в ході описового дослідження виявилось щось змістовно неясне, пошукові дослідження можуть проводитися і після описових, наприклад, щоб виявити мотивацію вчинків групи людей, яка раніше не цікавила, а тепер стала цікавити менеджерів.

### **Описові маркетингові дослідження.**

Призначення описових досліджень – оцінити поширеність тих або інших маркетингових характеристик і на цій основі виявити не просто зустрічаються, а найтиповіші з них. Головна відмінність описових досліджень від пошукових - структурованість завдань, формалізований характер дослідницького інструменту.

### **Причинні маркетингові дослідження.**


Причинні дослідження проводяться для реєстрації змін, що відбуваються в умовах спеціально спланованого маркетингового експерименту, в ході якого штучно створюється контрольована маркетингова среда<sup>1</sup>. Вони дають можливість досліднику зробити висновок про існування причинного зв'язку між подіями або значеннями параметрів. Наприклад, перед дослідником стоїть завдання оцінити вплив запобігливості продавців на обсяг продажів. Для цього відбираються дві схожі між собою групи магазинів. В одному з них починають працювати спеціально навчені, попереджувальні продавці, в іншому - звичайні. Протягом чотирьох тижнів реєструються і порівнюються продажі. Різницю можна вважати результатом відмінностей у запобігливості продавців.

Коли ж варто застосовувати дослідження того чи іншого типу? Якщо про проблему відомо мало, зазвичай починають з пошукових досліджень. Проводяться вони і тоді, коли проблема потребує більш точному визначенні, коли потрібно виявити можливі напрямки дій, коли необхідно розробити гіпотези, поставити дослідницькі питання, розбити ключові змінні на залежні і незалежні. У той же час далеко не обов'язково починати дослідження з пошукового етапу. Наприклад, він не обов'язковий у разі щорічного проведення одних і тих же описових досліджень.

Як вже зазначалося, в комплексному дослідженні слідом за пошуковими дослідженнями для перевірки висунутих гіпотез зазвичай застосовуються описові або причинні дослідження. Іноді трапляється, що отримані в кінцевому підсумку результати виявляються настільки несподіваними, що їх важко інтерпретувати. Тоді можна знову провести пошукові дослідження.

Як співвідноситься класифікація маркетингових досліджень по дизайну з класифікацією по області їх застосування? Було б помилкою думати, що пошукові дослідження призначені тільки для виявлення проблем, а описові та причинні - тільки для їх вирішення. Наприклад, для виявлення тієї чи



	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники»	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 23 з 108	

іншої проблеми або тенденції ринку потрібно спочатку сформулювати її у вигляді гіпотези, а потім перевірити цю гіпотезу. Для цього потрібні методи, використовувані в обох групах.

### **ПИТАННЯ 3. Робоче проектування, виготовлення дослідних зразків.**

Основним видом робіт для стадії робочого проектування є дослідно-конструкторська робота (ДКР) зі створення виробу – дослідного зразка.

**Дослідно-конструкторська робота (ДКР)** – це комплекс науково-технічних, проектних, випробувальних, виробничо-технологічних і організаційних робіт, направлених на розробку (модернізацію) конкретних зразків техніки і проведених за єдиним первинним документом – технічним завданням (ТЗ) на виконання ДКР.

Технічне завдання на ДКР – первинний технічний документ замовника на виконання ДКР, що встановлює комплекс вимог до змісту, обсягу і термінів виконання роботи в цілому, на підставі якого, за необхідності, розробляють технічні завдання на складові частини ДКР.

Технічне завдання на ДКР визначає мету розробки і призначення зразка, що розробляється (модернізується), сукупність технічних, техніко-економічних, спеціальних і інших вимог, етапи ДКР і, за необхідності, терміни їх виконання.

Дослідно-конструкторська робота передбачає виконання в необхідному обсязі проектної і робочої конструкторської документації, дослідну перевірку прийнятих технічних рішень і відпрацювання цих рішень відповідно до потреб виробництва та експлуатації зразків техніки.

Дослідно-конструкторська робота складається з таких **етапів**:

розробка ескізного проекту ДКР;

розробка технічного проекту ДКР;

розробка робочої конструкторської документації для виготовлення дослідного зразка;

виготовлення дослідного зразка і проведення попередніх випробувань;

проведення державних випробувань дослідного зразка;

коректування робочої конструкторської документації і доопрацювання дослідного зразка за результатами державних випробувань.

Якщо планом розробки не передбачається виготовлення дослідного зразка, а його функції покладаються на перший передбачуваний до введення в експлуатацію зразок, то етап розробки закінчується прийняттям цього першого зразка в експлуатацію.

Ескізний проект розробляється з метою встановлення принципів (конструктивних, схемних та ін.) рішень виробу, що дають загальне уявлення



про принцип роботи і будову виробу, коли це доцільно зробити до розробки технічного проекту або РКД для виготовлення дослідного зразка.

**Ескізний проект** – сукупність конструкторських документів, які містять принципові рішення, що дають загальне уявлення про будову і принцип роботи виробу, а також дані, що визначають призначення, основні параметри і габаритні розміри виробу, що розробляється.

На етапі ескізного проектування основні рішення перевіряються експериментально на макетах та шляхом моделювання на ЕОМ, розглядаються варіанти виробу і його складових частин, розробляється і випускається ескізна технічна документація.

Технічний проект завершує проектування зразка і є сукупністю конструкторських документів, які містять технічні рішення, що дають повне уявлення про будову виробу і початкові дані для розробки робочої конструкторської документації. Технічний проект розробляється з метою виявлення технічних рішень, що дають повне уявлення про конструкцію виробу, коли це доцільно зробити до розробки робочої конструкторської документації.

Технічний проект після узгодження і затвердження в установленому порядку служить підставою для розробки робочої конструкторської документації.

Під час розробки виробів використовується і випускається велика кількість технічної документації. Технічною документацією називають систему текстових і графічних документів, що містить інформацію про вироби (деталі, складові одиниці, зразки, комплекси), технічні і технологічні процеси, затверджені встановленим порядком. Основними видами технічної документації є нормативно-технічна, конструкторська і технологічна документація.

Нормативно-технічна документація встановлює норми, правила, технічні та організаційно-методичні вимоги, що обов'язкові або рекомендуються до застосування (стандарти, ТТЗ, норми, інструкції тощо).

*Конструкторська документація* – це графічні і текстові документи, що оформлюються у вигляді креслень, схем, специфікацій, відомостей, записок, пояснень. Конструкторська документація регламентується стандартами Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД). Конструкторська документація, залежно від етапу розробки, підрозділяється на проектну (ескізний проект, технічний проект) і робочу.

Протягом життєвого циклу виробів проводяться різні їх випробування.



#### **ПИТАННЯ 4. Випробування та доведення авіаційної техніки.**

*Випробування* – це експериментальне визначення кількісних і якісних характеристик параметрів та показників якості макетів, експериментальних, дослідних і серійних зразків виробів з метою виявлення принципів побудови і відпрацювання технічних рішень, встановлення їх відповідності ТЗ або нормативно-технічній документації.

Для стадії розробки характерні випробування моделей, макетів, експериментальних і дослідних зразків. На завершальному етапі розробки виробів їх дослідні зразки підлягають попереднім і приймальним випробуванням. Попередні випробування належать до контрольних випробувань. Приймальні випробування дослідного зразка здійснюються в умовах, максимально наближених до умов реальної експлуатації, з метою всебічної перевірки відповідності зразка і його складових частин вимогам ТЗ, вироблення рекомендацій щодо його застосування, визначення можливості постановки виробу на виробництво або передачі його в експлуатацію.

Випробування, як правило реалізується у відповідності до програми та методики випробувань. Результати випробувань оформлюються актом випробувань.

##### **Програма і методика випробувань**

Складається: мета випробувань; об'єкт випробувань; суб'єкти випробувань; обладнання та умови; програма випробувань; показники та критерії оцінювання ефективності; висновки; форма акту випробувань.

Результати випробувань формують висновки про подальші етапи розробки виробу.

##### **Висновки.**

1. Первинними етапами розробки авіаційної техніки є проведення фундаментальних, пошукових і прикладних наукових досліджень. Зазначені етапи реалізуються з використанням класичних методів наукових досліджень.

2. Реалізація процедур маркетингових досліджень є доповненням вихідними даними етапів фундаментального прикладного та пошукового проектування. В результаті здійснюється виконання науково-дослідних робіт, які завершуються виготовленням експериментального зразка та його випробуванням.



## Лекція № 3

Тема лекції:

### **ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА, ВИРОБНИЦТВО І ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

#### **План лекції**

1. Технологічна підготовка виробництва.
2. Серійне виробництво авіаційної техніки.
3. Експлуатація авіаційної техніки.
4. Післяпродажне обслуговування.
5. Використання інформаційних технологій для моделювання етапів життєвого циклу авіаційної техніки.

#### **Література**

1. Орлов О.В. Керування процесами технічного обслуговування авіаційної техніки: навч. Посібник. – К.: НАУ, 2001. – 108 с.
2. Павлов В.В., Скрипець А.В. Эргономические вопросы создания и эксплуатации авиационных электрофицированных и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов: учебное пособие. – К.: КМУГА, 2000. – 460с.
3. Тамаргазін О.А. Системи технічного обслуговування пасажирських літаків.: Монографія. – К.: КМУЦА, 2000. – 268с.
4. Писарчук О.О. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем. І.Г. Грабар, О.О. Писарчук та ін. Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІ ДУТ, 2015. – 680 с.
5. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: Учебник для вузов / В.Г. Воробьев, В.Д.Константинов, В.Г.Денисов и др. М.: Транспорт, 1990. – 296с.
6. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. – М.: Византи . – 2005, 120 с.



## Зміст лекції

### ПИТАННЯ 1. Технологічна підготовка виробництва.

Після завершення ДКР переходять до стадії виробництва. Вона починається передачею технічної документації на зразок у промисловість і закінчується розв'язанням про зняття зразка з виробництва. З виробництва знімається такий зразок, характеристики якого не відповідають сучасним вимогам, що ставляться до виробів техніки, або потреба в постановці якого повністю задоволена.

Виробництво як стадія життєвого циклу виробу передбачає такі **види робіт**:

- постановка на виробництво;
- серійне (масове) виробництво;
- будівництво, монтаж, збірка і налагодження;
- постачання, зняття з виробництва.

**Постановка виробів на виробництво** – це сукупність дій, що забезпечують організацію виробництва розроблених (модернізованих) виробів, проведення заходів щодо підготовки та освоєння виробництва виробів.

Мета постановки на виробництво виробів – забезпечення готовності підприємства до виготовлення і постановки розроблених (модернізованих) зразків, що відповідають вимогам конструкторської документації в заданому обсязі.

Змістом постановки на виробництво є проведення заходів щодо підготовки та опанування виробництва розроблених (модернізованих) або раніше освоєних на інших підприємствах виробів, у тому числі:

- проведення організаційних, технічних і економічних заходів;
- розробка (уточнення) технологічної документації для виготовлення виробів (установчої серії);
- розробка робочої конструкторської документації і технологічної документації на засоби спеціального технологічного оснащення, їх виготовлення і випробування;
- виготовлення виробів (установчої серії);
- проведення кваліфікованих (установчих) випробувань (прийому виробів або настановної серії);
- коректування РКД, технічних умов (ТУ) і ТД за результатами виготовлення і кваліфікаційних (установчих) випробувань виробів (установчої серії);



затвердження РКД, ТУ, ТД для серійного (масового) виробництва, необхідних для забезпечення промислового підприємства до виготовлення і випуску виробів необхідного рівня якості, що відповідає вимогам РКД, ТУ, ТД в заданому обсязі.

Постановка виробів на виробництво відбувається у два етапи:  
підготовка виробництва;  
опанування виробництва виробів.

Підготовка виробництва є сукупністю дій із проведення організаційних, технічних, економічних, соціальних та інших заходів, що забезпечують готовність підприємства до опанування виробництва виробів необхідної якості в заданому обсязі випуску.

Для скорочення термінів постановки на виробництво підготовку виробництва починають до завершення ДКР і закінчують після виконання ДКР. Основу її становлять роботи з технологічної підготовки виробництва.

Технологічна підготовка виробництва є комплексом взаємозв'язаних процесів розробки технології, виготовленням необхідного технологічного оснащення та інструменту, установки й освоєння нового устаткування та настроювання операцій і всього процесу виготовлення нового виробу.

Проведення технологічної підготовки виробництва регламентується стандартами Єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ).

При освоєнні виробництва виробів здійснюють виготовлення встановленої кількості виробів (установча серія), випробування виробів (приймання установчої серії), подальше доопрацювання, в разі необхідності, конструкції виробу на технологічність і технологічної документації з метою підвищення якості виробів.

## **ПИТАННЯ 2. Серійне виробництво авіаційної техніки.**

**Виробничий процес** – сукупність взаємозв'язаних основних, допоміжних та обслуговуючих процесів праці та природних процесів, у результаті яких первинні матеріали перетворюються на готові вироби.

До *основних процесів* належать процеси виготовлення виробів, які складають програму випуску і відповідають спеціалізації підприємства. Сукупність основних виробничих процесів становить основне виробництво.

До *допоміжних* належать процеси, пов'язані з виготовленням продукції, яка використовується на підприємстві в основному виробництві. Сукупність допоміжних процесів утворює допоміжне виробництво підприємства – інструментальне, енергетичне, ремонтне тощо. Завданням допоміжного виробництва є якісне і своєчасне забезпечення основного виробництва всіма засобами технічного забезпечення та енергоносіями, підвищення технічного рівня основного виробництва.





До *обслуговуючих процесів* належать процеси, пов'язані з наданням виробничих послуг основному виробництву: транспортування, складування і видача всіх матеріалів та напівфабрикатів у виробництво, накопичення і механізована обробка науково-технічної інформації, процеси лабораторних випробувань і аналізу матеріалів, напівфабрикатів; контроль точності приладів, інструменту, що використовуються в основних і допоміжних процесах та інше. Сукупність обслуговуючих процесів утворює обслуговуючі господарства – транспортне, складське та інші.

*Сталим виробництвом* є виробництво виробів за остаточно відпрацьованою конструкторською і технологічною документацією.

За ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску продукції розрізняють **три типи виробництва**: одиничне, серійне, масове.

**Одиничне виробництво** – виробництво, що характеризується широкою номенклатурою виготовлених виробів і малим обсягом випуску однакових виробів, повторне виготовлення і ремонт яких, як правило, не передбачається.

**Серійне (малосерійне, середньосерійне, багатосерійне) виробництво** – виробництво, що характеризується виготовленням або ремонтом виробів партіями, що періодично повторюються.

**Масове виробництво** – виробництво, що характеризується великим обсягом випуску виробів, що безперервно виготовляються або ремонтуються тривалий час, протягом якого на більшості робочих місць виконується по одній робочій операції.

*Змістом серійного (масового) виробництва є:*

виготовлення виробничим об'єднанням або промисловим підприємством виробів за остаточно відпрацьованими РКД та ТД відповідно до планових завдань і необхідного рівня якості, що відповідає вимогам РКД, а також у заданому обсязі;

контроль якості і приймання виробів серійного і масового виробництва, у тому числі проведення контрольних випробувань: приймально-здавальних, періодичних, типових;

оформлення документів про готовність виробів до постановки і (або) відповідального зберігання.

Для серійного (масового) виробництва встановлено два етапи виконуваних робіт:

виготовлення виробів серійного (масового) виробництва;

випробування і приймання виробів серійного (масового) виробництва.

Основними категоріями випробувань, що проводяться для контролю якості і приймання серійних виробів, є приймально-здавальні, періодичні і





типові випробування. Цим випробуванням підлягають вироби на таких *стадіях серійного і масового виробництва*:

дослідна партія, що виготовляється для випробування виробу, зробленого за технологією серійного або масового виробництва, на відповідність вимогам, вказаним у технічних умовах, якщо дослідна партія передбачена у виробництві;

установча серія, що виготовляється для підготовки і ведення (організації) настановного серійного або масового виробництва;

стале серійне або масове виробництво, за якого виріб виготовляють за конструкторською документацією, остаточно відпрацьованою і проведеною у виробництво за зафіксованим і повністю оснащеним технологічним процесом.

До *приймально-здавальних* належать контрольні випробування, що проводяться під час приймального контролю виробу з метою визначення відповідності його якості вимогам, встановленим у нормативно-технологічній документації, і можливості приймання виробу.

Метою *періодичних випробувань* є періодичний контроль якості виробів (партій) і стабільності технологічного процесу, а також підтвердження можливості продовження виготовлення виробів за чинною нормативно-технічною і технологічною документацією і їх приймання.

Якщо ефективність і доцільність запропонованих виробів не підтверджена результатами типових виробів, то ці зміни у відповідну нормативно-технічну документацію не вносять і ухвалюють розв'язання про доопрацювання або використання виробів, виготовлених з урахуванням внесених змін.

У ході проведення випробувань виробів застосовують суцільний або вибірковий контроль відповідно до нормативно-технічної документації на конкретні вироби. За вибіркового контролю в нормативно-технічній документації вказують план контролю.

### **ПИТАННЯ 3. Експлуатація авіаційної техніки.**

З моменту передачі в експлуатацію першого виробу, придатного до безпосереднього використання за призначенням, починається процес експлуатації виробів.

*Початок експлуатації* – це момент введення виробу в експлуатацію. Акт уведення в експлуатацію приймається як подія, що фіксує готовність виробу до використання за призначенням, документально оформлена в установленому порядку.

Під час основного, активного періоду експлуатації єдиною метою експлуатації є використання виробів за їх прямим призначенням.



Під *стадією експлуатації виробу* розуміється стадія його існування у розпорядженні споживача за умови використання виробу за призначенням, що може чергуватися із зберіганням, транспортуванням, технічним обслуговуванням і ремонтом, якщо це здійснюється без зняття виробу з експлуатації.

Експлуатація як стадія життєвого циклу виробу є сукупністю введення в експлуатацію, приведення у встановлений ступінь готовності до використання за призначенням, підтримки у встановленому ступені готовності до цього використання, використання за призначенням, зберігання і транспортування виробу. Вона характеризується як безпосереднім використанням виробу, так і всією сукупністю виконуваних на ньому робіт, у тому числі і ремонту, якщо при цьому виріб не знімається з експлуатації.

Як одна із стадій існування виробу експлуатація має цілком певні межі її початку та експлуатації. *Початком експлуатації* є момент надходження виробу до підрозділу.

Надходження виробу до відділу експлуатації залежно від організації (завод-виробник, ремонтне підприємство), з якої він поставляється, конструктивних особливостей та умов може складатися з прийняття виробу представниками експлуатуючої організації на заводі-виробнику (ремонтному підприємстві), прийняття виробу від транспортних організацій у пунктах розвантаження або прийняття робіт, що виконуються підрядними організаціями на місцях розміщення виробу.

У всіх випадках надходження виробу до підрозділу з експлуатації повинне завершуватися введенням в експлуатацію, що фіксує готовність виробу до використання за призначенням.

За закінчення стадії експлуатації вважають момент документального оформлення розв'язання про неможливість або недоцільність подальшої експлуатації останнього виробу даного типу за технічним станом, через моральне або фізичне старіння, значні матеріальні витрати та інші чинники.

На стадії експлуатації реалізується, підтримується і відновлюється якість виробів. Особливістю експлуатації є використання або очікування використання виробу за призначенням.

Експлуатація проводиться відповідно до експлуатаційної документації, розробленої для виробу даного типу.

**Експлуатаційна документація** – це конструкторська документація, що призначена для використання в ході експлуатації, включаючи обслуговування і ремонт виробу в процесі експлуатації. Вона визначає правила експлуатації виробу (використання за прямим призначенням, технічне обслуговування, ремонт, транспортування і зберігання виробу під час експлуатації).

До експлуатаційної документації належить:  
технічний опис;



інструкції з експлуатації, технічного обслуговування, монтажу, пуску, регулюванню й обкатки виробу;  
формуляр і паспорт виробу;  
відомість запасних частин, інструменту і приладдя;  
відомість експлуатаційних документів і керівництво з експлуатації.

Для стадії експлуатації характерні такі види робіт:

приймання (введення) виробів в експлуатацію;  
технічна, штатна, підконтрольна, лідерна експлуатація виробів (приведення в готовність, підтримка готовності, використання за призначенням, зберігання (короткочасне, тривале) під час експлуатації, транспортування в ході експлуатації);

припинення експлуатації виробів (зняття з експлуатації, списання).

Експлуатація виробу проводиться з різними цільовими завданнями. У зв'язку з цим виділяють видові поняття експлуатації: штатну, дослідну, підконтрольну, лідерну і технічну експлуатацію.

**Штатна експлуатація** – експлуатація виробів відповідно до вимог експлуатаційної чинної документації.

До **дослідної експлуатації** належить експлуатація заданого числа виробів, що здійснюється за спеціальною програмою з метою вдосконалення системи експлуатації за результатами врахування реальних умов експлуатації, контролю в цих умовах технічних характеристик виробів і методів їх використання, а також набуття досвіду опанування експлуатації.

Залежно від цільового призначення в дослідну експлуатацію виробів включають дослідне зберігання та дослідне транспортування, що організовується і проводиться з метою відпрацювання найбільш доцільних режимів зберігання і транспортування виробів або контролю прийнятих умов зберігання і транспортування.

За методами проведення дослідна експлуатація може бути нормальною або прискореною.

За нормальної дослідної експлуатації умови її проведення відповідають умовам штатної експлуатації.

За прискореної дослідної експлуатації з метою скорочення термінів отримання необхідної інформації встановлюють більш навантажені режими роботи (зберігання, транспортування) виробів у порівнянні з режимами штатної експлуатації, а отримані результати відповідно до спеціальних методик переносять на умови штатної експлуатації однорідних або однотипних виробів.

**Підконтрольна експлуатація виробів** – це штатна експлуатація заданої кількості виробів відповідно до експлуатаційної чинної документації, що супроводжується додатковим контролем і врахуванням технічного стану виробів з метою отримання достовірнішої інформації про зміну якості



певного виду виробів в умовах експлуатації. Для проведення підконтрольної експлуатації, як правило, залучають спеціально підготовлений персонал, чим досягається підвищення ефективності отримуваних результатів.

До **лідерної експлуатації** належить штатна експлуатація заданої кількості виробів, виділених для інтенсивнішого витрачання ресурсу в порівнянні з рештою виробів з метою отримання випереджаючої інформації про вплив напрацювання або терміну експлуатації на їх технічний стан і визначення можливості та умов встановлення нових значень показників довговічності для однотипних виробів.

Для перерахованих видів експлуатації вмістом робіт є проведення комплексу заходів на етапах приведення у встановлений ступінь готовності виробу до використання за призначенням і підтримки в цьому ступені готовності, використання за призначенням, зберігання і транспортування.

В ході експлуатації виробів виконують: технічне обслуговування; поточний і середній ремонт; передачу в капітальний ремонт; забезпечення експлуатації, у тому числі поточного і середнього ремонту виробів.

**Технічне обслуговування** – комплекс операцій або операція з підтримки працездатності або справності виробу в ході використання за призначенням, використання, зберігання і транспортування. Операція технічного обслуговування виробу є кінцевою операцією обслуговування виробу, яка складається з сукупності прийомів, що виконуються на одному робочому місці одним або групою виконавців, встановленими для виконання операції засобами технічного обслуговування.

Технічне обслуговування виробів проводиться силами і засобами експлуатуючих організацій відповідно до експлуатаційної документації і з метою підтримки працездатності або справності виробів. Для окремих типів виробів технічне обслуговування допускається виконувати силами і засобами підприємств промисловості на основі відповідних угод.

**Ремонт** – це комплекс операцій з відновлення справності або працездатності виробів та відновлення ресурсів виробів або їх складових частин.

*Поточний ремонт* на стадії експлуатації проводиться силами і засобами експлуатуючих організацій і (або) ремонтних органів на місці експлуатації. Його метою є забезпечення нормальної експлуатації виробів до чергового планового ремонту, у тому числі усунення несправності заміною і відновленням окремих складових частин. У ході поточного ремонту здійснюється ремонт виробів і виконуються регулювальні роботи.

*Середній ремонт* проводиться силами і засобами ремонтних органів. Він зводиться до виконання робіт із відновлення виробів для отримання необхідних експлуатаційних характеристик виробів ремонтом або заміною



лише зношених складових частин, а також з перевірки технічного стану решти складових частин з усуненням виявлених несправностей.

Поточний і середній ремонт виробів конкретних типів допускається виконувати силами та засобами бригад ремонтних підприємств промисловості на основі відповідних угод.

Залежно від підготовленості виробів до використання за призначенням і рішення про його використання, а також від встановленого в експлуатаційній документації обсягу обов'язкових робіт, направлених на підтримку виробу у справному або тільки в працездатному стані, визначають такі **етапи його експлуатації**:

введення в експлуатацію;

приведення у встановлений ступінь готовності до використання за призначенням;

підтримка у встановленому ступені готовності до використання за призначенням;

використання за призначенням;

зберігання (короткочасне, тривале) під час експлуатації;

транспортування в ході експлуатації.

*Введення в експлуатацію є сукупністю підготовчих робіт, контролю і приймання експлуатуючою організацією виробу, який повернуто після виготовлення або ремонту, відповідно до встановлених вимог і закріплення цього виробу за підрозділом.*

*Приведення виробу у встановлений ступінь готовності до використання за призначенням передбачає комплекс встановлених у документації з експлуатації робіт щодо приведення виробу в працездатний стан і перелік подальших дій.*

Протягом етапу підтримки виробу у встановленому ступені готовності до використання за призначенням здійснюється комплекс робіт, встановлених в експлуатаційній і ремонтній документації та направлених на підтримку виробу у встановленому ступені готовності.

На етапі *використання за призначенням* виріб працює відповідно до його функціонального призначення.

Виріб, який не використовується, зберігається у спеціально відведеному для його розміщення місці в заданому стані, де забезпечується його збереження протягом встановлених термінів.

*Транспортування* передбачає підготовку і перевезення або переміщення виробу в заданих умовах з використанням транспортних або буксирних засобів за умови забезпечення збереження його технічного стану і комплектності.

Складовою частиною системи експлуатації є система технічного обслуговування і ремонту техніки, що є сукупністю взаємозв'язаних засобів,





документацією технічного обслуговування, ремонту і виконавців, необхідних для підтримки і відновлення якості виробів.

Запасні частини, інструменти, приладдя і матеріали, необхідні для технічного обслуговування і ремонту виробів і скомплектовані залежно від призначення і особливостей використання, утворюють комплект ЗІП.

*Зняття з експлуатації* є припиненням експлуатації виробу і оформленням встановлених документів. Знятий з експлуатації виріб може бути направлено в ремонт, переведено в навчальне приладдя, переобладнано для використання не за призначенням, або утилізовано.

Експлуатація складних виробів, зазвичай, ведеться протягом тривалого часу. За цей час розкриваються деякі конструктивні, технологічні й особливо експлуатаційні недоліки, які доцільно усунути. Крім того, можливе деяке вдосконалення характеристик виробу без його істотної модернізації. З цією метою проводять доопрацювання виробу.

Зміна завдань, які повинен вирішувати виріб, а також його моральне і фізичне старіння приводять до необхідності розробки нових або модернізації існуючих виробів. Розробка нового виробу вимагає значних витрат сил, засобів і часу, тому через декілька років експлуатації прагнуть провести модернізацію (часткова зміна і поліпшення) як окремих частин, так і виробу в цілому.

#### **ПИТАННЯ 4. Післяпродажне обслуговування.**

В процесі експлуатації виробів неминуче виникають відмови і поступово, у міру вироблення ресурсу, знижується надійність і погіршується якість функціонування виробу. Ці обставини викликають необхідність проведення ремонту виробів (поточного, середнього, капітального) для усунення виникаючих несправностей або відновлення поточного ресурсу. Ремонт здійснюється відповідно до ремонтної документації.

**Ремонтна документація** – конструкторська документація, призначена для підготовки ремонтного виробництва, проведення ремонту виробів і їх контролю після ремонту. До складу ремонтної документації входить керівництво з середнього і капітального ремонту, технічні умови на ці види ремонту, ремонтні креслення, каталоги деталей і складальних одиниць, норми витрати запасних частин і матеріалів, відомість документів для ремонту.

Залежно від завдань ремонту, обсягу ремонтних робіт і технології їх проведення, а також ступеня відновлення ресурсу виділяють поточний, середній і капітальний ремонти.

**Поточний ремонт** – ремонт, що виконується для забезпечення або відновлення працездатності виробу і полягає в заміні і (або) відновленні



окремих частин. Він полягає в усуненні несправностей шляхом заміни або відновлення окремих частин виробів і проведення регулювальних робіт.

**Середній ремонт** – ремонт, що виконується для відновлення справності і часткового відновлення ресурсу виробів із заміною або відновленням складових частин обмеженої номенклатури і контролем технічного стану складових частин, що виконується в обсязі, встановленому в нормативно-технічній документації.

**Капітальний ремонт** передбачає повне розбирання і дефектацію виробів, заміну або ремонт всіх несправних частин, збирання, комплексну перевірку, регулювання і випробування за спеціальною програмою. Він виконується для відновлення справності і повного або наближеного до повного відновлення ресурсу виробу із заміною або відновленням будь-яких його частин, включаючи базові.

Ремонт виробів може супроводжуватися їх модернізацією.

Під час поточного і середнього ремонту вироби не знімаються з експлуатації. Тому ці види ремонту належать до стадії експлуатації виробів. Капітальний ремонт через його специфічні особливості в організації і проведенні виділяється в окрему стадію життєвого циклу.

## **ПИТАННЯ 5. Використання інформаційних технологій для моделювання етапів життєвого циклу авіаційної техніки.**

Базовою ідеєю безперервної інформаційної підтримки життєвих циклів авіаційної техніки стала ідея інформаційної інтеграції стадій ЖЦ, яка припускає перехід до інтегрованого інформаційного середовища (ІС).

Інформаційна інтеграція полягає в тому, що всі автоматизовані системи, які застосовуються на різних стадіях ЖЦ, оперують не з традиційними документами і навіть не з їх електронним відображенням (наприклад, відскановані креслення, тощо), а з формалізованими інформаційними моделями, що описують виріб, технології його виробництва і використання. Такі моделі існують в ІСС в специфічній формі інформаційних об'єктів (ІО). В міру необхідності прикладні системи, котрим для їх функціонування потрібні ІО, можуть витягувати їх з ІС, відпрацьовувати, створюючи нові об'єкти і переміщувати результат своєї роботи в той же ІС.

Для реалізації таких можливостей ІО повинні бути стандартизованими за структурою даних, формою їх подання, форматами тощо.

ІС формується з глобально-локальних сховищ – баз даних, систем управління ними, розрахунково-модельних блоків, інтелектуальних блоків вироблення рішень, інтерфейсного середовища та сукупності термінальних пристроїв – АРМ користувачів.



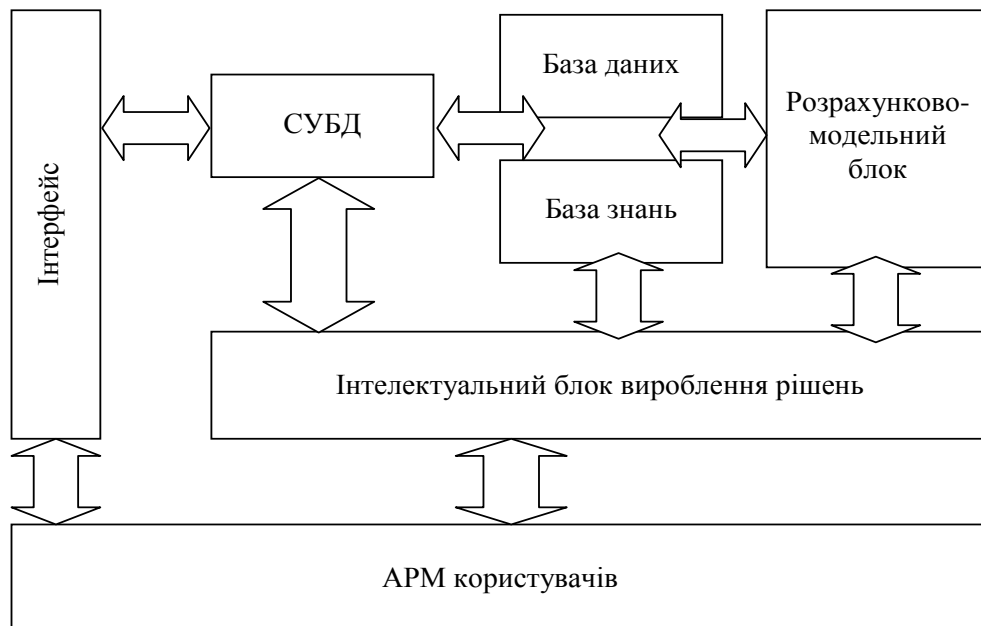


Рис. 1. Структура ІС підтримки ЖЦ авіаційної техніки

В таких системах діють єдині стандартні правила зберігання, оновлення, пошуку і передачі інформації, з реалізацією процесів безперервної інформаційної взаємодії між всіма учасниками ЖЦ виробу. При цьому одного разу створена інформація зберігається в ІС, не дублюється, не вимагає ручного перекодування і трансформації, зберігає властивості актуальності і цілісності.

Застосування інформаційної підтримки етапів ЖЦ авіаційної техніки забезпечує:

- появу принципово нових засобів інженерної праці;
- повністю змінюється організація і технологія інженерних робіт;
- істотно змінюється нормативна база, тобто вона доповнюється і частково перепрацьовується;
- висування нових вимог до інженерних фахівців – проектувальників авіаційної техніки.

Завдання, що вирішуються з використанням інформаційних технологій супроводження етапів ЖЦ авіаційної техніки:

- планування, розробка, контроль і управління процесами проектування, виробництва і технічного обслуговування виробу;
- забезпечення прийому, зберігання і управління інформацією про кожний екземпляр виробу протягом всього його життєвого циклу;
- прискорення руху інформації, організація, електронного документообігу;
- забезпечення збереження інформації, підтримка регламенту прав доступу, організація електронного архіву.



- прискорення процесів проектування за рахунок паралельного виконання робіт і електронного обміну даними в єдиному інформаційному просторі підприємства;

- прискорення освоєння досвіду проектування молодими фахівцями і підвищення престижності роботи інженерів і керівників;

- підготовка інформації і кадрів для впровадження інформаційних технологій.

Прикладом автоматизованої системи проектування, що використовується на стадії розробки авіаційної техніки є інтегроване середовище SCADE.

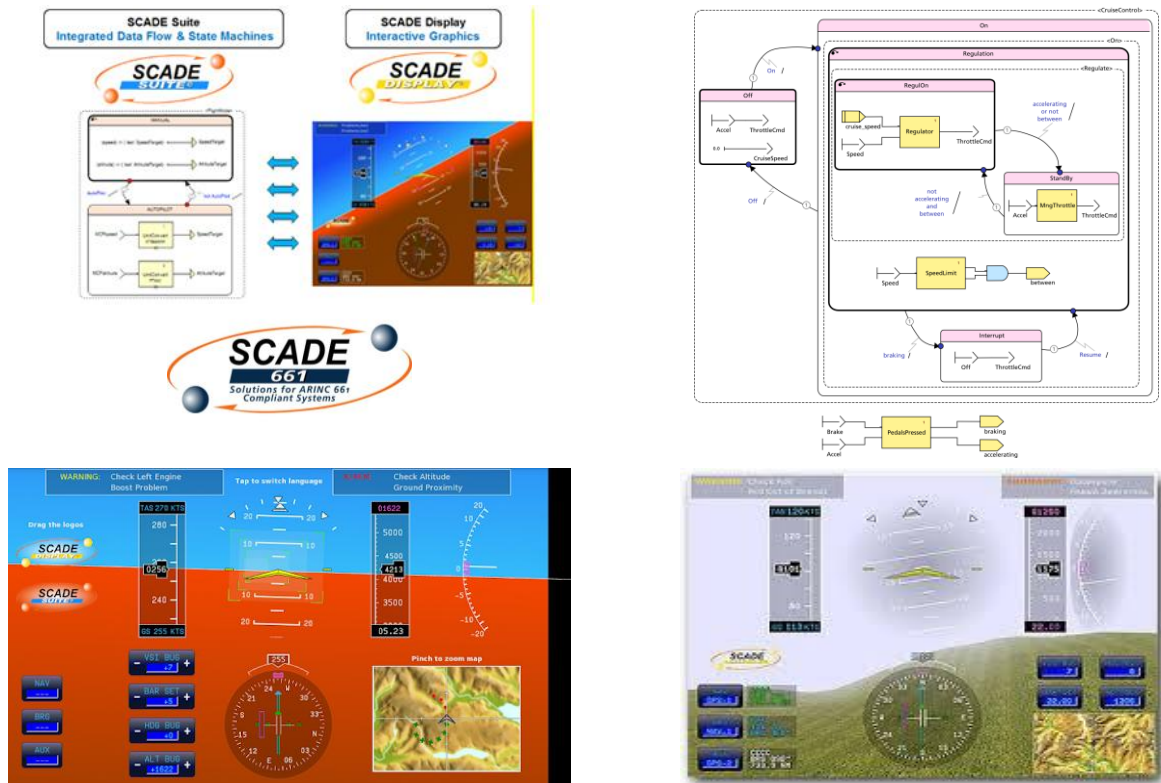


Рис. 2. інтегроване середовище SCADE.

## ВИСНОВКИ.

1. Етапи технологічної підготовки виробництва, виробництва, експлуатація та післяпродажна експлуатація реалізують комплекс поточних заходів для безпечного використання авіаційної техніки за призначенням.

2. Застосування інформаційної підтримки етапів ЖЦ авіаційної техніки забезпечує: появу принципово нових засобів інженерної праці; повністю змінюється організація і технологія інженерних робіт; істотно змінюється нормативна база, тобто вона доповнюється і частково перепрацьовується; висування нових вимог до інженерних фахівців – проектувальників авіаційної техніки.



## Лекція № 4

Тема лекції:

### УТИЛІЗАЦІЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ТА CALS ТЕХНОЛОГІЇ НА ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

#### План лекції

1. Утилізація авіаційної техніки.
2. Застосування CALS технології на етапах життєвого циклу авіаційної техніки.
3. Теоретичні основи побудови СППР для етапів ЖЦАТ.

#### Література

1. Орлов О.В. Керування процесами технічного обслуговування авіаційної техніки: навч. Посібник. – К.: НАУ, 2001. – 108 с.
2. Павлов В.В., Скрипець А.В. Эргономические вопросы создания и эксплуатации авиационных электрофицированных и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов: учебное пособие. – К.: КМУГА, 2000. – 460с.
3. Тамаргазін О.А. Системи технічного обслуговування пасажирських літаків.: Монографія. – К.: КМУЦА, 2000. – 268с.
4. Писарчук О.О. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем. І.Г. Грабар, О.О. Писарчук та ін. Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІ ДУТ, 2015. – 680 с.
5. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: Учебник для вузов / В.Г. Воробьев, В.Д.Константинов, В.Г.Денисов и др. М.: Транспорт, 1990. – 296с.
6. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. – М.: Византи . – 2005, 120 с.



## Зміст лекції

### ПИТАННЯ 1. Утилізація авіаційної техніки.

Утилізація повітряного судна є завершальним етапом його життєвого циклу.

З одного боку цей етап потребує значних обсягів фінансування та розробки відповідної стратегії. Однак з економічної точки зору етап утилізації може бути не тільки рентабельним, а і мати дохідну частину.

Етап утилізації застосовується з моменту, коли технічне обслуговування, ремонт і модернізація стають нерентабельними.

У багатьох випадках, списані літаки, будуть містити цінні компоненти і деталі, що можуть бути повернуті для обслуговування через вторинний ринок запчастин або впровадженням процесів *авіарециклінгу* та комплексної утилізації авіаційної техніки.

У середині грудня 2014 р. в м. Штутгарт (Німеччина) пройшов перший Міжнародний симпозіум з утилізації повітряного транспорту. Згідно з оприлюдненими на заході даними, понад 25 % парку цивільних літаків буде виведено з експлуатації в найближчі 15 років. Звідси гостро постає питання правильного поводження зі списаними ПС.

Досвід провідних компанії показав, що утилізація ПС може принести значні доходи. На борту сучасного лайнера знаходиться більше 6 млн. різних деталей, 66 т. високоякісного алюмінію, 30 % деталей, вузлів і конструкцій продовжуватимуть працювати на інших ПС.

За оцінками провідних компанії утилізація великих літаків займає майже два тижні.

У сукупності дохід компанії може становити до 6,8 млн дол. США.

В Україні практика утилізації свідчить про те, що тільки 10-15 % вартості утилізованої техніки реабілітується, порівняно з 60-70 % у світі.

Так, утилізація літака середнього класу дає відносно його загальної ваги 60-70 % алюмінію і його сплавів, 10-15 % сталі, 10 % композиційних матеріалів та коштовних металів, у тому числі титану. Собівартість утилізації значно нижча за вартість нових металів і матеріалів.

Світовим лідером у сфері правильного поводження з авіаційними транспортними засобами, що вийшли з експлуатації є Асоціація з утилізації парку ПС (Aircraft Fleet Recycling Association (AFRA) заснована в 2006 р. До Асоціації входять провідні європейські компанії та заокеанські корпорації серед яких oeing, Bombardier, Embraer, Rolls-Royce та ін.



Розташований у французькому місті Шатору, центр AFRA працює над тим, щоб підвищити продуктивність авіаційної галузі та зробити демонтаж літальних апаратів екологічно безпечним і економічно вигідним.

АРКА розроблено спеціальну процедуру демонтажу, що дозволяє швидко виділити цінні сплави і метали. Провідні спеціалісти Асоціації працюють над детальним вивченням системи життєзабезпечення літака і розмірковують над тим, як у майбутньому забезпечувати її виключно з матеріалів, які можна буде повторно використовувати.

***Відповідно до них процедура розбирання літака відбувається в три етапи:***

1. Спочатку з різних резервуарів видаляються рідини і газоподібні речовини, багато з яких дуже токсичні.

2. Потім проводиться демонтаж обладнання з метою виокремлення всіх деталей, які можуть бути повторно використані.

3. І нарешті, літак повністю розчленовується, але до цього видаляють ті його частини, де містяться цінні сплави і метали.

**Головне завдання AFRA – забрати все найцінніше, а саме:**

шасі, двигун, допоміжну силову установку,

потім все, що відноситься до авіоніки, систему кондиціонування повітря і таке інше, щоб запропонувати все це на ринку старих деталей.

Кожна стадія життєвого циклу літака формує відповідну галузь, у якій ця стадія реалізується. Галузь зі своїми характерними принципами, законами, структурою і організацією – тобто, специфічними умовами, які визначають процес реалізації цілей і завдань даної галузі, і, в кінцевому підсумку, повноцінність реалізації відповідної стадії життєвого циклу.

Проблема правильного поводження з авіаційними транспортними засобами (ТЗ), що вийшли з експлуатації виникла відносно недавно, з нею зіткнулися всі розвинені країни.

Рішення про виведення літаків з експлуатації в багатьох державах не є однозначними. Так, у США більшість літаків, випущених після Другої світової війни, містяться в законсервованому стані, багато з них готові до експлуатації. Європейські урядові органи намагаються виробити таку систему взаємин з компаніями, що займаються утилізацією і рециклінгом, щоб робила ці процеси економічно вигідними всім учасникам. Сьогодні Китай, передбачаючи швидку зміну нинішнього авіаційного парку, вкладає 2 млрд дол. США в будівництво заводу, здатного за рік переробляти 50 од. техніки.





Рис. 1. Найбільше кладовище комерційних літаків у США, аеродром в пустелі Мохаве (Air and Space Port), Каліфорнія, США



Рис. 2. Авіабаза ВПС США «Девіс-Монте» розташована в межах міста Тусон, штат Арізна

Вітчизняні фахівці і керівники галузі розходяться у виборі єдиного шляху використання літаків, що відпрацювали свій ресурс. Сотні одиниць авіаційної техніки досі експлуатуються, незважаючи на крайній ступінь зношеності. Частина ПС за минулі роки була модернізована: на них були замінені силові агрегати, оновлена авіоніка. Переобладнання, переважно, торкнулося військових літаків. Пасажирський авіапарк, що не відповідає стандартам ЄЕС (Європейське Економічне Співтовариство), з 2002 р. підлягає повній утилізації.

Одним з підприємств вітчизняної промисловості, що реалізує функції утилізації є Державне Підприємство «ЗАВОД 410 ЦА» Державного концерну «Укроборонпром».







Літак, як і будь-який інший технічний об'єкт машинобудування, є об'єктом проектування і являє собою складну технічну систему з розвиненою ієрархічною структурою. При системному підході, вирішення завдань певного ієрархічного рівня, вимагає побудови усїєї ієрархії системи. Тому необхідно розглядати системи і підсистеми літака більш високих ієрархічних рівнів, наприклад, транспортну систему і її підсистему – авіаційно-технічний комплекс (АТК).

У свою чергу, літак розглядається як вихідна (базова) підсистема, де можна виділити за рівнями ієрархії такі підсистеми, як планер, силові установки, спорядження, обладнання, авіонику, систему шасі і т. д. Кожна з цих підсистем при проектуванні піддається декомпозиції, тобто поділяється на низку ще більше дрібних підсистем (складових), елементів, агрегатів і вузлів.

Графічно ієрархічну структуру літака по укрупненим агрегатам можна, можливо уявити у вигляді граф-дерева (рис.3).

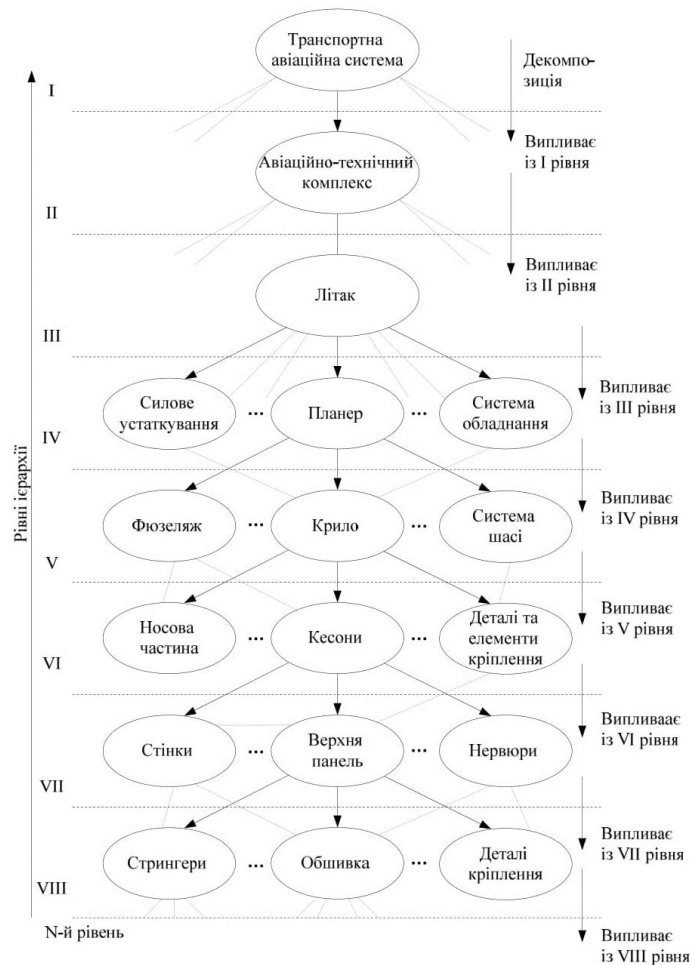


Рис.3 Фрагмент граф-дерева ієрархічної структури літака.

По завершенню терміну експлуатації ЛА сам літак і його деталі стають відходами. Деякі з них утилізують за допомогою автоматизованих комплексів, деякі вимагають великої кількості ручної праці. Частина авіаційних відходів спрямовується на звалища назавжди. Якась частка відходів тимчасово складається в очікуванні виникнення відповідних технологій. І такими технологіями є *авіарециклінг* і утилізація.

**Опис технології утилізації** починається в аеропорту стоянки або на базі зберігання авіаційної техніки. Тут літак є частиною (компонентом, елементом) складної транспортної авіаційної системи в авіаційно-технічному комплексі.

У першу чергу, з систем літака видаляють:

- залишки палива, що не вдалося повністю злити з машини;
- технічні рідини, що використовувалися в різних системах агрегатів;
- вибухові пристрої катапульт;
- технологічні електронні прилади;
- пасажирське обладнання;



- пластикові обшивки, накладки та ін.;
- допоміжне технологічне обладнання – дроти, силові та передавальні пристрої приводів шасі, елеронів, закрилків, керма управління – сотень вузлів.

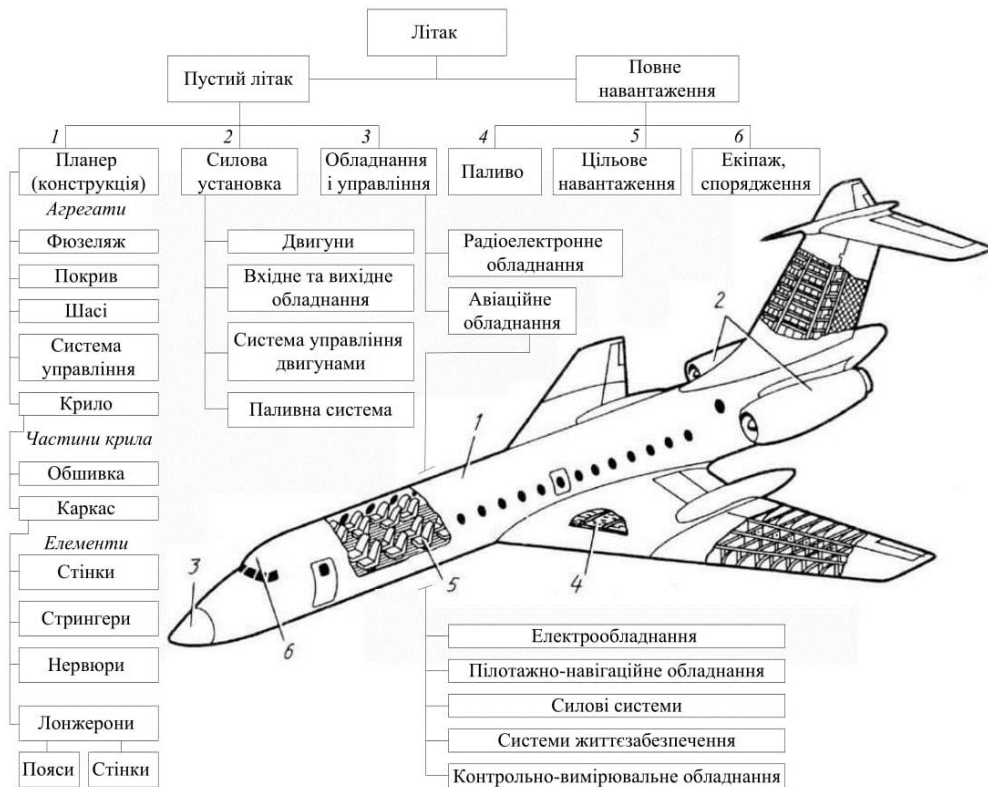


Рис.4 Схема покомпонентної утилізації літака.

Велика частина подібних вузлів продається з метою їх повторного використання.

Подальша переробка індивідуальна для кожної групи матеріалів. Корпуси літаків надходять до цехів, де в процесі переплавлення отримують чорні (25 %) і кольорові метали (більше 70 %). Прилади, плати, радіоелементи надходять для переробки на інші підприємства.

Метою переробки є отримання міді, олова, срібла, золота і платини з деталей списаних комп'ютерів, навігаційного обладнання, засобів зв'язку. Залишки апаратури спочатку розбирають і розсортовують ручним способом. На другому етапі в технологічних лініях здійснюється хімічна переробка матеріалів.

Проте незважаючи на певний технологічний рівень утилізації авіавідходів, що існує у світі сьогодні, в найближчій перспективі для її здійснення потрібні інші технології: замість металу підвищується питома



вага композитних матеріалів, у приладах не використовуються в такій кількості дорогоцінні метали.

Композитні матеріали, що складаються з армуючої карбонової сітки і поліамідних (поліети рольних) наповнювачів у процесі утилізації підлягають розчиненню.


На думку переробників відходів, утилізація літаків у відриві від процесу їх створення економічно необґрунтована. Вартість матеріалів, видобутих з літака, порівняно з витратами, які необхідні для його розбирання: до покинутого на далекому аеродромі літаку необхідно доставити бригаду фахівців та обладнання; демонтаж оснащення лайнера не тільки трудомісткий, але і пов'язаний з дотриманням підвищених норм санітарної безпеки проведення робіт, збирання, зберігання і вивезення багатьох (часто токсичних) матеріалів; подальше сортування, логістика та переробка – досить затратні заходи. Однак, це лише вершина айсберга. За оцінками провідних світових авіакорпорацій, до 2030 р. буде потрібно оновити близько 35 тис. лайнерів. На виготовлення кожної машини потрібно від 50 тонн металу, сотень кілограм полімерів. При цьому в галузі списується щорічно більше 500 літаків – ті ж тисячі тонн алюмінію, нікелю, сталі і полімерів. Перед авіабудівниками стоїть завдання: оптимізувати кругообіг матеріалів, перетворивши сферу виробництва і використання повітряного флоту в замкнутий цикл.

Виходячи із ситуації, що склалася у всьому світі, протягом останніх десятиріч, застосування процесів **авіарециклінгу** та утилізації є альтернативним джерелом для одержання необхідних авіаційних запчастин і компонентів ПС.

Для придбання запасних авіачастин, підтримання їх складу, а також ціноутворення на них останнім часом простежуються два чинники. З одного боку, наявні запаси компонентів для ремонту відносно недавно побудованих літаків і авіаційних двигунів продовжують зменшуватись, з іншого – ті ж самі літаки і двигуни все частіше розбираються на запчастини. Обидва ці явища відкривають перед авіаперевізниками можливості зменшення витрат без шкоди для технічної готовності парків.

## **ПИТАННЯ 2. Застосування CALS технології на етапах життєвого циклу авіаційної техніки.**

**CALS-технології** (англ. *Continuous Acquisition and Life cycle Support* – безперервна інформаційна підтримка постачань і життєвого циклу) – сучасний підхід до проектування і виробництва високотехнологічної і наукоємкої продукції, що полягає у використанні комп'ютерної техніки і сучасних інформаційних технологій на всіх стадіях ЖЦАТ, що забезпечує

	<b>НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС</b> навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоніки»	Шифр документа	<b>СМЯ НАУ</b> <b>РНП 22.01.05-01-2017</b>
		Стор. 48 з 108	

одноманітні способи управління процесами і взаємодії всіх учасників цього циклу: замовників продукції, постачальників/виробників продукції, експлуатаційного і ремонтного персоналу, реалізована відповідно до вимог системи міжнародних стандартів, які регламентують правила вказаної взаємодії переважно за допомогою електронного обміну даними.

Розвиток поняття CALS-технологій ілюструється рис.5



Рис.5 Розвиток поняття CALS-технологій.

***Застосування CALS-технологій дозволяє:***


істотно скоротити об'єми проектних робіт, оскільки описи багатьох складових частин устаткування, машин і систем, що проектувалися раніше, зберігаються в уніфікованих форматах даних мережевих серверів, доступних будь-якому користувачу технологій CALS.;

істотно полегшується рішення проблем ремонтпридатності, інтеграції продукції в різного роду системи і середовища, адаптації до змінних умов експлуатації, спеціалізації проектних організацій і т.п.

передбачається, що успіх на ринку складної технічної продукції буде немислимий поза технологіями CALS.

Розвиток CALS-технологій повинен привести до появи так званих *віртуальних виробництв*, в яких процес створення специфікацій з інформацією для програмно керованого технологічного устаткування, достатньої для виготовлення виробу, може бути розподілений в часі і просторі між многими організаційно автономними проектними студіями. Серед безперечних досягнень CALS-технологій слід зазначити легкість розповсюдження передових проектних рішень, можливість багатократного відтворення частин проекту в нових розробках і ін.



	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники»	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 49 з 108	

Побудова відкритих розподілених автоматизованих систем для проектування і управління в промисловості складає основу сучасних CALS-технологій. Головна проблема їх побудови — забезпечення одноманітного опису і інтерпретації даних, незалежно від місця і часу їх отримання в загальній системі, що має масштаби аж до глобальних. Структура проектної, технологічної і експлуатаційної документація, мови її уявлення повинні бути стандартизованими. Тоді стає реальною успішна робота над загальним проектом різних колективів, розділених в часі і просторі і використовуючих різні CAE/CAD/CAM-системи. Одна і та ж конструкторська документація може бути використана багато разів в різних проектах, а одна і та ж технологічна документація — адаптована до різних виробничих умов, що дозволяє істотно скоротити і здешевити загальний цикл проектування і виробництва. Крім того, спрощується експлуатація систем.

Для забезпечення інформаційної інтеграції і CALS використовує стандарти IGES і STEP як формати даних. У CALS входять також стандарти електронного обміну даними, електронної технічної документації і керівництва для удосконалення процесів.


Впровадження CALS-технологій в етапах ЖЦАТ ілюструється діаграмою рис.6



Рис.6. Впровадження CALS-технологій в етапах ЖЦАТ.

### ПИТАННЯ 3. Теоретичні основи побудови СППР для етапів ЖЦАТ.

Інтенсивне впровадження засобів автоматизації із використанням обчислювальних засобів в різні сфери промисловості постійно коректує погляди на роль людини-оператора в складних технічних системах. Так, постійно посилюються вимоги до якості і скорочення часу прийняття рішень

	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоніки»	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 50 з 108	

при управлінні промисловими комплексами і складними технічними системами.

Рішення поставлених задач своєчасного прийняття оптимальних рішень виявилось неможливим без розробки і використання ефективних апаратних і програмних засобів, що забезпечують (підтримують) діяльність оператора (особи, що приймає рішення) у вигляді інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (СППР).

Особливо гостро стоїть проблема прийняття рішень в автоматизованих системах управління (АСУ) реального часу (АСУ управління виробництвом на етапах ЖЦАТ тощо), де дефіцит часу відчувається особливо сильно, а наслідки невірного або невчасного рішення можуть бути катастрофічними.

Під *інтелектуальними системами (ІС)* в загальному випадку розуміють систему, що володіє здібністю до накопичення і коректування знань на основі активного сприйняття інформації про світ і узагальненого досвіду, а також до цілеспрямованої поведінки на основі накопичених знань.

Система може бути віднесена до інтелектуальної, якщо вона має в своїй структурі три основні блоки (рис.7):

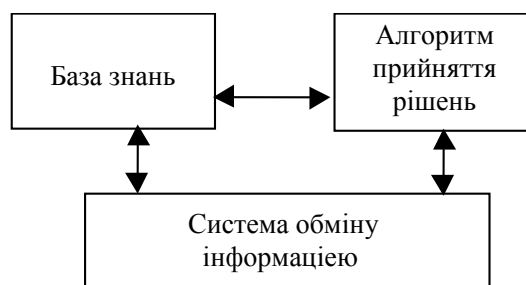


Рис.7.

Накопичені знання про систему зберігаються в *базі знань (БЗ)* інтелектуальної системи.

*Алгоритм прийняття рішень* дозволяє виробляти рішення на основі знань, накопичених в базі знань і зовнішньої інформації, що поступає від системи обміну інформацією.

*Система обміну інформацією* реалізує зв'язок із зовнішнім світом і поповнення бази знань новими фактами, а також коректування роботи вирішального алгоритму. Крім того, система обміну інформації дозволяє формувати рішення в зручній для споживачів формі.

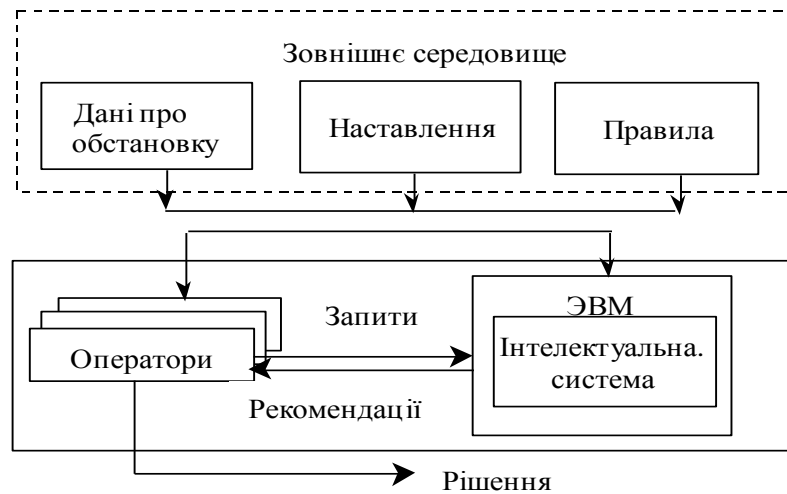


Рис.8.

Не дивлячись на передачу деяких функцій прийняття рішень на інтелектуальні системи, остаточне вироблення рішень залишається за людиною. Розподіл функцій в системі прийняття рішень між інтелектуальною системою і оператором (ЛПР), а також зв'язок із зовнішнім світом пояснюється схемою рис.8, – схемою взаємодії оператора і ЕОМ при прийнятті рішень.

Таким чином, охарактеризувати процес прийняття рішень з використанням інтелектуальних систем можна таким чином. Оператор формує і подає запити на ЕОМ з відповідним програмним забезпеченням. Відповідаючи на запити оператора ЕОМ виробляє рекомендації. Зміст і форма запитів і рекомендацій змінюється під впливом зовнішніх чинників. На основі отриманих рекомендацій і зовнішніх даних оператор виробляє остаточне рішення. В складних і відповідальних технічних ситуаціях приймати рішення оператору допомагають інтелектуальні системи, але у жодному випадку не підміняючи діяльність самого оператора.

### **Класифікація інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень**

Класифікацію інтелектуальних систем можна подати ієрархічним деревом, зображеним на рис.9.

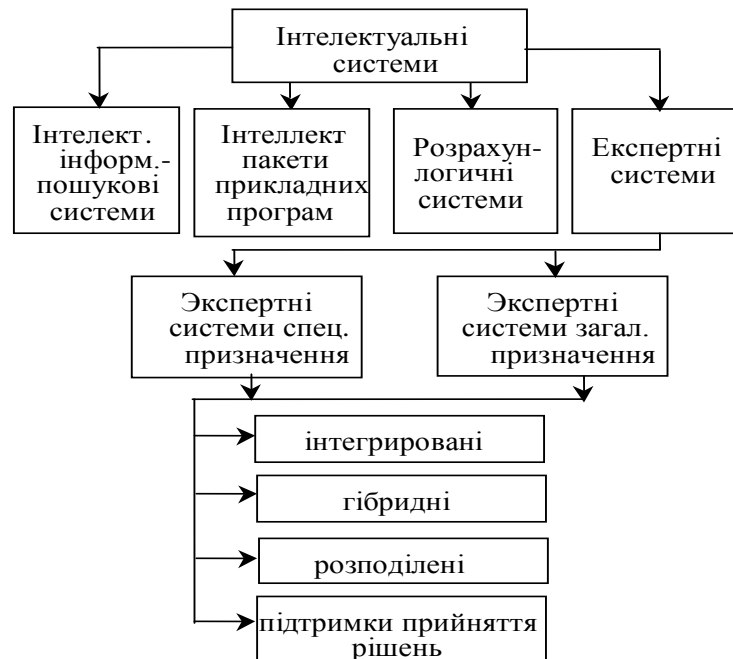


Рис.9.

Перших три класи інтелектуальних систем, а саме:

- інтелектуальні інформаційно-пошукові системи;
- інтелектуальні пакети прикладних програм;
- розрахунково-логічні системи

відносяться до *спеціалізованих інтелектуальних систем*, які виконують фіксований перелік задач, визначений при проектуванні самої системи. Прикладами програм цього класу можуть виступати пошукові системи в глобальних комп'ютерних мережах, автоматизовані системи проектування та ін.

Особливістю *експертних систем* є надання пояснень фахівцю по незрозумілому явищу або рішення на основі фактів, закладених в базі знань.

*Експертною системою* називають систему, що об'єднує можливості ЕОМ із знанням експерта в такій формі, що система може виробити розумні рекомендації або рішення.

В більшості випадків експертні системи вирішують задачі, які важко формалізуються, або не мають алгоритмічного рішення.

Всі існуючі інтелектуальні системи, у тому числі і ЕС можна розбити на групи:

- спеціалізовані ЕС;
- ЕС загального призначення.

*Спеціалізовані ЕС* виконують рішення фіксованого кола задач у вибраній області, що закладається вже в процесі проектування системи



*ЕС загального призначення* об'єднують клас систем, які не тільки виконують задані процедури, але і генерують рішення нових конкретних задач.

Виділяють і інші типи ЕС:

- інтегровані;
- гібридні;
- розподілені;
- підтримки прийняття рішень.

*Інтегровані і гібридні ЕС* об'єднують можливості традиційних експертних систем, систем управління інтегрованих баз знань, інших інтелектуальних систем, зокрема, розрахунково-логічних систем або інтелектуальних пакетів прикладних програм.

*Розподілені ЕС* характеризують розподілену обробку інформації, коли рішення однієї з ЕС виступають початковими даними для іншої ЕС, при цьому здійснюється злагоджена обробка різнорідних знань.

*Експертні системи підтримки прийняття рішень* покликані здійснювати вироблення рішень в реальному масштабі часу і різних умовах обстановки:

- в умовах невизначеності;
- в умовах суперечності;
- в умовах конфлікту.

Отже експертними системами підтримки прийняття рішень є *системи підтримки прийняття рішень*.

*Системою підтримки прийняття рішень* називається система, що забезпечує оператора рекомендаціями і рішеннями в реальному часі функціонування автоматизованої системи управління на основі наявних баз знань і зовнішніх даних, що змінюються.

На підставі приведеної класифікації, можна стверджувати, що СППР є окремим випадком ЕС, зі своїми особливостями побудови і функціонування. Саме СППР є складовою частиною АСУ реального часу.

Таким чином, інтелектуальні системи прийняття рішень багатоманітні в своїй реалізації. Для організації управління АСУ реального часу використовуються СППР, яка є окремим випадком ЕС.

### **СППР і її відмінність від ЕС**

Не дивлячись на те, що СППР є одним з видів ЕС, є деякі принципові відмінності між ними.

1) Експертні системи і СППР має загальну мету: представлення користувачу основи, необхідної для прийняття рішень. Проте застосування СППР відрізняється від ЕС тим, що дозволяє їх використовувати на наявній елементній та обчислювальній базі.



2) СППР забезпечує оператора інформацією, яка потрібна для оперативного вироблення рішень по управлінню процесом в реальному часі. Вимога роботи в реальному часі для ЕС, як правило, необов'язкова.

3) СППР є складовою частиною програмних і апаратних засобів АСУ реального часу, що накладає на СППР певні вимоги і обмеження. ЕС зазвичай працюють автономно.

4) Для СППР характерне спілкування з користувачем в гнучкій індивідуальній манері, ЕС орієнтовані на широкий клас користувачів.

5) Розробка СППР вимагає широкої участі майбутнього користувача і адаптації системи до його потреб; головне при розробці ЕС – сформувати базу знань і систему правил перетворення вхідної інформації.

6) СППР використовують оператори АСУ реального часу: АСУ технологічними процесами, управління повітряним рухом і т.д. ЕС – проектувальники і т.д.

7) При розробці СППР можна використовувати класичні системи програмування.

Отже, проведений порівняльний аналіз дозволить активізувати увагу не тільки на відмінностях СППР і ЕС, але і виділити особливості побудови і використання СППР.

Таким чином, для надання допомоги оператору в виробленні оперативного і вірного рішення, необхідно використовувати інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. В АСУ реального часу, які і використовуються на виробництві для полегшення роботи оператора застосовуються СППР.

### **Організація СППР**

#### *Структура СППР і призначення її компонент*

Структура СППР визначається її призначенням – інформаційна підтримка прийняття рішень оператором при виникненні позаштатної (конфліктної) ситуації в процесі функціонування АСУ реального часу. Остаточна структура СППР відображає в собі особливості конкретної АСУ, індивідуальних думок розробників СППР і розвиток науково-технічного прогресу.

Узагальнена структурна схема СППР з вказівкою обов'язкових компонент подана на рис.2.4. Призначення структурних блоків можна вказати таким чином.

Базова СППР включає в собі компонент:

1. База знань;
2. База даних (БД);
3. Вирішальний алгоритм;
4. Блок навчання;
5. Система обміну інформацією, що складається з:





- блоку прийому і обробки даних;
- алгоритму – диспетчера.

*База знань* є центральним компонентом СППР і містить, як правило, інформацію про характеристики і ознаки конфліктних ситуацій (КС), у тому числі їх важливість, ознаки появи і причини виникнення.

Під *конфліктною* розуміють таку ситуацію, яка виникає в процесі управління складною технічною системою при розузгодженні її дійсного і необхідного стану. Саме виникнення конфліктних ситуацій приводить до необхідності розробки СППР і наповнення БЗ.

Розрізняють п'ять типів конфліктних ситуацій (КС):

- 1) КС, обумовлені виходом з ладу компонентів системи;
- 2) КС, обумовлені недосконалістю процесу управління;
- 3) КС, обумовлені обмеженістю можливостей управління;
- 4) КС, обумовлені подоланням багатозначності при управлінні;
- 5) КС, обумовлені виникненням задач, не пов'язаних з призначенням даної АСУ.

Ефективність і працездатності СППР визначається в першу чергу повнотою, способом організації і можливістю поповнення бази знань.

Наповнення БЗ знаннями здійснюється на основі аналізу діяльності експерта, вирішальної реальної задачі. Евристичний характер знань робить їх придбання вельми трудомістким процесом.

*База даних* містить поточну інформацію про конфліктні ситуації. База даних є, як правило, атрибутом СППР. В ЕС дана компоненту може бути відсутній.

Подання даних та знань в БЗ і БД здійснюється, як правило, у формі структур близьких до людської мови і реалізується з використанням:

- правив;
- семантичних сіток;
- фреймів.

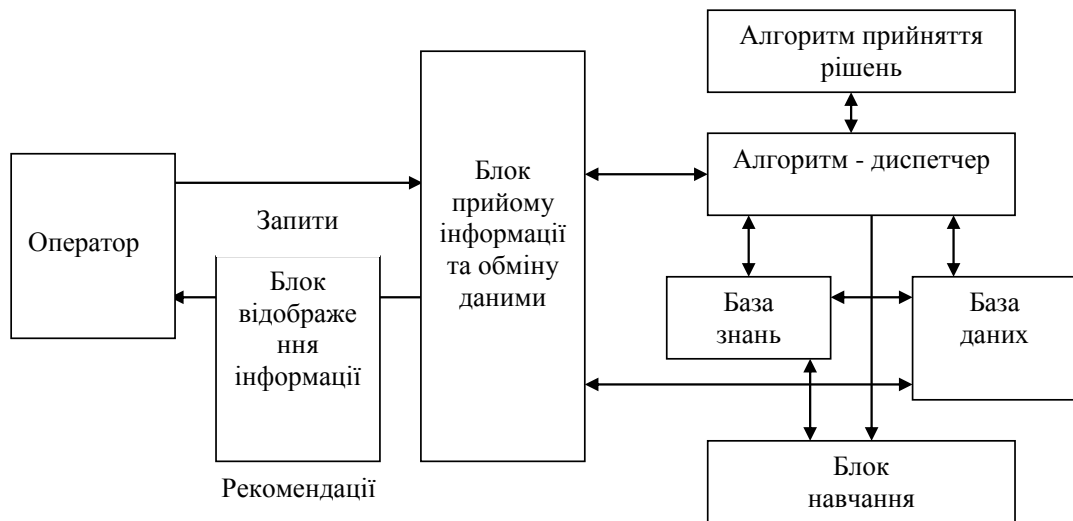


Рис.10.

*Алгоритм прийняття рішень* призначений для підтримки розпізнавання КС, формування рішення початкової задачі на основі даних, що поступають з бази знань і бази даних з урахуванням інформації про зовнішню обстановку та зовнішніх директив, що поступають від АСУ або оператора. Формування рішення задачі здійснюється відповідно до закладеними в даний блок вирішальних правил і математичних процедур з:

- теорії операцій;
- багатокритеріального аналізу;
- статистичних алгоритмів;
- теорії нечітких множин і т. ін.

*Блок навчання.* Функція блоку навчання полягає в придбанні знань про предметну область як в процесі формування бази знань (до експлуатації СППР), так і в процесі функціонування СППР на основі обліку фактів, що знов з'являються. Наявність даного блоку в СППР дозволяє не тільки однократно сформувані вирішальні правила і рекомендації на основі знань експертів. Але і постійно поповнювати БЗ новими даними, отриманими в процесі експлуатації СППР в АСУ. Тобто блок навчання забезпечує еволюцію СППР в позитивному напрямі.

*Система обміну інформацією* призначена для забезпечення діалогової взаємодії користувачів (операторів, інженера по знаннях, адміністратора системи, експертів) із СППР на мові професійної лексики. Це досягається, наприклад, засобами розробки сценаріїв діалогу і організацією зв'язку між сценаріями і областю інформаційних запитів або складнішими способами. В системі обміну інформацією проводиться як інтерпретація виразів природної мови на внутрішню мову подання знань, прийнятої в даній СППР, так і зворотне перетворення.



Слід окремо відзначити, що на сьогоднішній день термінологія для складових блоків інтелектуальних систем (СППР) остаточно не склалася. Базовими компонентами та поняттями є: БЗ; БД; АСУ; оператор (експерт).

Решта компонентів СППР може мати відмінну назву в різних інформаційних джерелах і у різних авторів. Їх структура може в тому або іншому ступені деталізуватися або укрупнюватися. Проте призначення всіх компонентів СППР є уніфікованим.

### **ВИСНОВКИ.**

1. Етап утилізації реалізується на спеціалізованих підприємствах. При правильній організації цього етапу він може мати дохідну частину. Утилізація відбувається як декомпозиція складної системи.

2. Впровадження CALS-технологій в етапах ЖЦАТ полягає у їх автоматизації і уніфікації підходів шляхом створення єдиного інформаційного середовища. Зазначене скорочує час та здешевлює усі процеси у тому числі і реалізацію управління на етапах ЖЦАТ.

3. СППР є спеціалізованою програмою, яка призначена для автоматизації етапів ЖЦАТ. По суті використання СППР різного призначення є програмною основою впровадження CALS-технологій в етапах ЖЦАТ. Структура СППР передбачає формування і акумуляції знань з автоматизацією вироблення рішень.



## Лекція № 5

Тема лекції:


### **ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ У СИСТЕМІ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПІДТРИМАННЯ ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОСТІ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

#### **План лекції**

1. Технічне обслуговування у системі державного регулювання підтримання льотної придатності повітряних суден.
2. Експлуатаційна та ремонтна технологічність авіаційної техніки.
3. Показники досконалості системи технічного обслуговування авіаційної техніки.

#### **Література**

1. Орлов О.В. Керування процесами технічного обслуговування авіаційної техніки: навч. Посібник. – К.: НАУ, 2001. – 108 с.
2. Павлов В.В., Скрипець А.В. Эргономические вопросы создания и эксплуатации авиационных электрофицированных и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов: учебное пособие. – К.: КМУГА, 2000. – 460с.
3. Тамаргазін О.А. Системи технічного обслуговування пасажирських літаків.: Монографія. – К.: КМУЦА, 2000. – 268с.
4. Писарчук О.О. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем. І.Г. Грабар, О.О. Писарчук та ін. Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІ ДУТ, 2015. – 680 с.
5. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: Учебник для вузов / В.Г. Воробьев, В.Д.Константинов, В.Г.Денисов и др. М.: Транспорт, 1990. – 296с.
6. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. – М.: Византи . – 2005, 120 с.

	<b>НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС</b> навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники»	Шифр документа	<b>СМЯ НАУ</b> <b>РНП 22.01.05-01-2017</b>
		Стор. 59 з 108	

## Зміст лекції

### **ПИТАННЯ 1. Технічне обслуговування у системі державного регулювання підтримання льотної придатності повітряних суден.**

З метою здійснення державного регулювання підтримання льотної придатності повітряних суден створена і функціонує система технічного обслуговування (ТО) повітряних суден (ПС) на якій реалізуються процеси ТО відповідно до норм законодавчих актів та правил (рис.1).

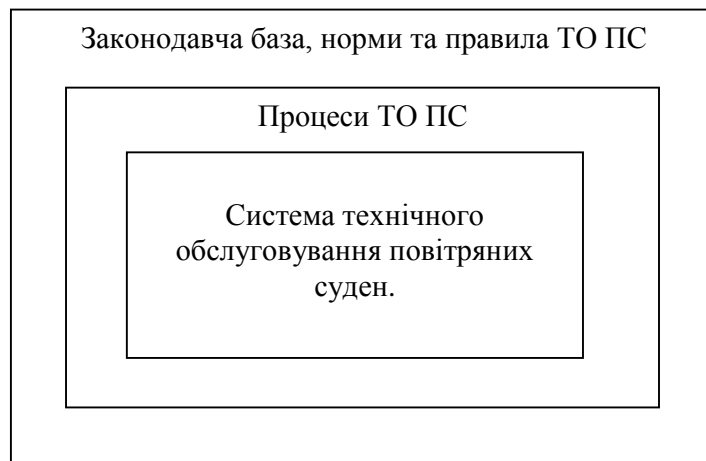


Рис.1. ТО в системі державного регулювання підтримання льотної придатності ПС

#### **1.1. Система технічної експлуатації повітряних суден.**

Система технічної експлуатації повітряних суден призначена для підтримки й відновлення льотної придатності і справності повітряних суден і підготовки їх до польотів.

Технічну експлуатацію повітряних суден організують, забезпечують і здійснюють Державний департамент авіаційного транспорту України (ДДАТУ), експлуатанти, підприємства технічного обслуговування і ремонту, інженерно-авіаційна служба аеропортів.

Для забезпечення успішної роботи системи технічної експлуатації інженерно-авіаційна служба:

- розробляє, постійно вдосконалює і реалізує програми технічного обслуговування і ремонту авіаційної техніки;
- контролює і забезпечує відповідність льотно-технічних характеристик повітряних суден вимогам норм льотної придатності;
- організує і виконує технічне обслуговування і ремонт повітряних



суден і його складових компонентів, реалізує директиви з льотної придатності, здійснює доробки, перевірки та огляди згідно з вимогами експлуатаційної і ремонтної документації;

- виконує реєстрацію, облік та обробку даних, а при необхідності – термінове інформування про виявлені в польоті і на землі відмови і пошкодження повітряних суден, експлуатаційні перешкоди та інші випадки порушення льотної придатності;

- здійснює керування якістю технічного обслуговування і ремонту;

- веде й розповсюджує експлуатаційну документацію, включаючи пономерну;

- здійснює за встановленою формою облік і звітність: з технічного обслуговування і ремонту, ресурсного стану, виконання директив льотної придатності, доробок за бюлетенями, використання і руху повітряних суден, кваліфікації авіаційного персоналу;

- виконує сертифікаційні вимоги до авіаційного персоналу;

- забезпечує охорону праці авіаційного персоналу і охорону навколишнього середовища;

- організує проведення технічного обслуговування і ремонту;

- забезпечує виконання технічного обслуговування і ремонту необхідними приміщеннями, обладнанням, запасними частинами і авіатехнічним майном, їх утримання, зберігання та обслуговування;

- організує і здійснює роботи з експлуатації і відновлення пошкоджених повітряних суден.

До структури системи технічної експлуатації входять:

- ДДАТУ (або його правонаступники);

- експлуатанти повітряних суден;

- інженерно-авіаційна служба аеропортів;

- підприємства технічного обслуговування і ремонту авіатехніки;

- підприємства-розробники повітряних суден, авіадвигунів та комплектуючих виробів (в подальшому - підприємства- розробники);

- підприємства-виготовлювачі повітряних суден, авіадвигунів та комплектуючих виробів;

- навчальні заклади з підготовки і перепідготовки авіаційного персоналу;

- Український науково-методичний центр з технічної експлуатації авіаційної техніки - УкрЦЕАТ (або його правонаступники).

Організації і підприємства технічного обслуговування і ремонту можуть бути як самостійними підприємствами, так і структурними підрозділами експлуатанта.





Об'єктами експлуатації в системі технічної експлуатації є повітряні судна, які записані в Державний реєстр України і на які видано Посвідчення про придатність до польотів згідно з Авіаційними правилами України (АПУ).

За збереження льотної придатності повітряних суден відповідальність несе експлуатант, на ім'я якого видано Посвідчення про придатність до польотів даного повітряного судна.

Забезпечення функціонування системи технічної експлуатації здійснюють відповідні органи ДДАТУ. Для цього вони проводять:

- сертифікацію типів повітряних суден;
- сертифікацію експлуатантів повітряних суден;
- сертифікацію підприємств технічного обслуговування і ремонту;
- сертифікацію підприємств, які відповідають за конструкцію типів повітряних суден;
- сертифікацію авіаційного персоналу і посадових осіб інженерно-авіаційної служби;
- державну реєстрацію повітряних суден;
- сертифікацію повітряних суден;
- нагляд за виконанням АПУ в структурних підрозділах інженерно-авіаційної служби;
- видання і вдосконалення АПУ;
- видання Директив льотної придатності;
- введення в дію обов'язкових бюлетенів виготовлювача.

Підприємства в системі технічної експлуатації повітряних суден реалізують свої функції відповідно до: сертифікатів підприємства технічного обслуговування і ремонту, програми технічного обслуговування і ремонту експлуатанта, керівництва з технічного обслуговування підприємства, договорів між різними підприємствами.

Інженерно-авіаційна служба експлуатанта несе відповідальність за стан льотної придатності своїх повітряних суден незалежно від того, чи доручає вона забезпечувати льотну придатність в повному обсязі, або частково, іншому підприємству.

Для обслуговування повітряних суден в транзитних аеропортах експлуатант може створювати свої технічні представництва. Зміст і обсяг робіт, які вони виконують, регламентуються програмою технічного обслуговування і ремонту експлуатанта.

До підприємств технічного обслуговування і ремонту належать: авіаційно-технічні бази, центри технічного обслуговування і ремонту авіатехніки, ремонтні підприємства та інші типи підприємств.

Основним типом підприємства технічного обслуговування і ремонту є авіаційно-технічна база, яка може бути як самостійним підрозділом, так і структурним підприємством експлуатанта.



Центри технічного обслуговування і ремонту є великими виробничими підприємствами, які виконують всі види технічного обслуговування, ремонтно-відновлювальні роботи, а також ремонт окремих компонентів повітряних суден.

До ремонтних підприємств цивільної авіації належать підприємства, які виконують ремонт, доробки та переобладнання повітряних суден.

Між підприємствами в системі технічної експлуатації з питань збереження льотної придатності, технічного обслуговування та ремонту існують певні взаємозв'язки. Вони здійснюються за договорами між експлуатантами, підприємствами-виготовлювачами та підприємствами-розробниками.

Експлуатанти й підприємства технічного обслуговування і ремонту надають ДДАТУ таку інформацію:

- відомості, необхідні для затвердження договорів між підприємствами технічного обслуговування і ремонту та експлуатантами;
- галузеву інформацію;
- дані про порушення льотної придатності повітряних суден, відмови і несправності повітряних суден, авіадвигунів та комплектуючих виробів;
- відомості про зміни в документах, які подані до ДДАТУ для проведення сертифікації експлуатантів, підприємств технічного обслуговування і ремонту, повітряних суден і авіаційного персоналу.

Взаємодія між експлуатантами і підприємствами технічного обслуговування і ремонту з усіх питань збереження льотної придатності повітряних суден здійснюється на підставі відповідних договорів, які затверджуються ДДАТУ.

## **ПИТАННЯ 2. Експлуатаційна та ремонтна технологічність авіаційної техніки.**

### **2.1. Програма технічного обслуговування і ремонту експлуатанта. Загальні вимоги до Програми**

Програма технічного обслуговування і ремонту є стандартом підприємства і являє собою комплексний документ, який встановлює порядок виконання робіт і заходів з технічного обслуговування і ремонту, збереження й відновлення льотної придатності парку однотипних повітряних суден експлуатанта. Програма регламентує організацію, методи технічної експлуатації, стратегії і методи технічного обслуговування і ремонту, відповідальність і взаємовідносини підрозділів експлуатанта, підприємств технічного обслуговування і ремонту та інших організацій, які забезпечують



експлуатантам технічне обслуговування і ремонт парку повітряних суден за договорами.

До складу програми технічного обслуговування і ремонту експлуатанта входять:

- опис організаційної структури інженерно-авіаційної служби експлуатанта та її функцій;
- умови експлуатації парку повітряних суден експлуатанта;
- характеристика парку повітряних суден як об'єкта технічної експлуатації;

- план технічного обслуговування і ремонту авіаційної техніки, який регламентує: правила призначення й виконання видів і форм технічного обслуговування і ремонту; стратегії і методи; склад і періодичність робіт з технічного обслуговування і ремонту, а також ресурсні можливості та обмеження повітряних суден, авіаційних двигунів та комплектуючих виробів;

- перелік мінімально-допустимого обладнання, з яким дозволяється виліт;

- опис структури інформаційного забезпечення технічного обслуговування і ремонту авіаційної техніки, який передбачає ведення нормативно-технічної документації, розповсюдження змін та доповнень до неї, облік вироблення ресурсів повітряних суден, авіадвигунів та комплектуючих виробів, облік виконання ремонтів, а також директив льотної придатності;

- опис системи договірних взаємовідношень з технічного обслуговування і ремонту, а також матеріально-технічного забезпечення;

- опис системи збору, обробки та аналізу даних про відмови і несправності повітряних суден, авіадвигунів та комплектуючих виробів, випадків порушення льотної придатності, експлуатаційних перешкод;

- зміст обміну інформацією з ДДАТУ і заводом-виготовлювачем.

Програму розробляє інженерно-авіаційна служба експлуатанта згідно з АПУ, загальною й типовою нормативно-технічною документацією.

Загальні вимоги до Керівництва з технічного обслуговування і ремонту підприємств з ТО і Р

Порядок виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту на підприємстві регламентується стандартом - Керівництвом з технічного обслуговування і ремонту. Цей типовий нормативно-технічний документ містить:

- опис організаційної структури підприємства;
- розподіл обов'язків і відповідальності авіаційного персоналу, який здійснює і контролює ТО і Р;
- порядок виконання технічного обслуговування, інспекційних і разових



оглядів, директив льотної придатності, доробок та ремонту;

- стандарти підприємства, що регламентують технічне обслуговування і ремонт, керування якістю і надійністю;

- порядок оформлення карти-наряду на проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту, збереження і відновлення льотної придатності, а також засвідчення в карті-наряді придатності повітряних суден до польотів;

- порядок передачі незакінчених робіт з технічного обслуговування і ремонту;

- порядок вхідного контролю повітряних суден, авіадвигунів та комплектуючих виробів, а також заходи з забезпечення встановлення на повітряних суднах комплектуючих виробів, які відповідають технічним вимогам виготовлювача.

Керівництво з технічного обслуговування і ремонту здійснює підприємство відповідно до експлуатаційної документації виготовлювачів з урахуванням особливостей організації робіт на цьому підприємстві.

Програму експлуатанта і Керівництво з технічного обслуговування і ремонту підприємства ТО і Р подають до ДДАТУ для узгодження при оформленні заявок на сертифікацію (експлуатанта і підприємства технічного обслуговування і ремонту), внесення до сертифікату нових видів робіт і нових типів повітряних суден, продовження терміну дії сертифікату, а також внесення змін в узгоджені раніше Програму і Керівництво з технічного обслуговування і ремонту.

## 2.2. Види і форми технічного обслуговування авіатехніки.

Роботи з технічного обслуговування відрізняються обсягом, складністю, потрібним часом, періодичністю, місцем проведення, призначенням.

В цивільній авіації застосовують два види технічних обслуговувань: основні й особливі. До *основних* належать оперативне й періодичне технічні обслуговування, а до *особливих* - сезонне, спеціальне і технічне обслуговування при зберіганні.

### ***Оперативне технічне обслуговування***

Основне призначення оперативного ТО - підготовка повітряного судна до польоту, а у випадку виявлення несправностей - їх знаходження і усунення. Цей вид технічного обслуговування характеризується відносно малою трудомісткістю робіт, які виконуються після прильоту і перед вильотом повітряного судна.

Основні форми оперативного ТО: зустріч повітряного судна, забезпечення його стоянки, огляд і обслуговування, забезпечення вильоту.



### ***Періодичне технічне обслуговування***

Основне призначення періодичного технічного обслуговування полягає у проведенні поглибленого контролю технічного стану, виявленні і усуненні несправностей систем, агрегатів, вузлів та деталей повітряного судна, проведенні профілактичних заходів для попередження можливості виникнення несправностей і відмов.

Періодичне ТО виконується у базових аеропортах через встановлені експлуатаційною документацією значення наробітку (годин нальоту, кількості посадок) або інтервали часу (календарні терміни служби). Роботи з періодичного ТО зведені у форми. Періодичність і перелік робіт кожної форми встановлюються регламентом ТО, а технологія виконання операцій, засоби діагностики (контролю), інструмент, пристосування та матеріали, а також обсяг робіт - технологічними вказівками.

### ***Сезонне технічне обслуговування***

Умови експлуатації повітряних суден значною мірою визначаються порами року. Особливо це стосується так званих перехідних періодів: весняно-літнього і осінньо-зимового.

*Весняно-літній період* характеризується такими сезонними особливостями:

- різкими перепадами температури на початку і в кінці сезону;
- великою кількістю дощових опадів;
- великою кількістю ділянок грозової діяльності;
- наявністю штормових вітрів;
- високою температурою навколишнього середовища;
- різким збільшенням інтенсивності польотів.


*Осінньо-зимовий період* року характеризується складними, нестійкими й небезпечними погодними умовами і явищами: підвищенням вологості, інтенсивними опадами, обледенінням, низькими температурами і їх різкими перепадами, поганою метеовидимістю тощо.

### ***Спеціальне технічне обслуговування***

Воно виконується після виникнення значних відхилень від умов нормальної експлуатації авіаційної техніки: груба посадка, посадка до ЗПС, викочування повітряного судна за межі ЗПС, політ в турбулентній атмосфері, попадання повітряного судна в зону грозової діяльності, попадання в повітряне судно блискавки, попадання повітряного судна в курну бурю, перевищення навантажень тощо.

Мета спеціального ТО полягає в контролі стану авіаційної техніки і усуненні несправностей, які виникли у зв'язку з особливими умовами польоту.



	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники»	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 66 з 108	

Перелік робіт для кожного конкретного випадку визначається регламентом ТО і переліком додаткових робіт, які призначає головний інженер авіаційно-технічної бази.

*Технічне обслуговування авіатехніки при зберіганні* Цей вид технічного обслуговування забезпечує зниження шкідливого впливу атмосферних та інших факторів і сприяє належному зберіганню авіатехніки в даних умовах. При цьому обслуговуванні роботи на повітряному судні виконують через кожні 10 днів. Зі збільшенням часу зберігання зростає шкідливий вплив атмосферних факторів, а отже, збільшується і обсяг робіт; їх виконують через кожні 10 днів, 30 + 3 дні, 90 + 9 днів зберігання; збільшується також обсяг робіт з підготовки повітряного судна до польоту після зберігання. Перелік робіт визначається регламентом ТО.

На складах авіаційно-технічних баз і авіакомпаній постійно зберігається велика кількість різних агрегатів, приладів та систем. Їх систематично обслуговують згідно зі спеціальними інструкціями по зберіганню.

Застосовують ще такі види технічного обслуговування авіатехніки.

*Базове ТО* - технічне обслуговування, яке виконується в аеропорту постійного базування повітряного судна до або після польоту.

*Транзитне ТО* - технічне обслуговування, яке виконується в проміжному аеропорту, а також в кінцевому аеропорту перед зворотним рейсом.

*Планове ТО* - технічне обслуговування, яке виконується за попереднім призначенням, в раніше обумовлені терміни.

*Непланове ТО* - технічне обслуговування, яке виконується без попереднього призначення, у випадкові моменти часу.

### **ПИТАННЯ 3. Показники досконалості системи технічного обслуговування авіаційної техніки.**

Виконання робіт з ТО ПС регламентується такими нормативними документами, як: «Правила з підтримання льотної придатності (Pagi-M)», «Регламент з ТО», «Технологічні вказівки по виконанню регламентних робіт», а також інших державних і галузевих нормативних документів Міністерства інфраструктури та Державіаслужби з питань організації і забезпечення технічної експлуатації АТ. Вони є документами, на підставі яких виконуються відновлювальні роботи та здійснюється контроль якості виконаних робіт з ТО. Керівництво з якості є одним із найважливіших документів системи якості, оскільки містить політику у сфері якості, прийняття керівництвом експлуатанта (організації з ТО) і може входити складовою частиною в «Керівництво з технічного обслуговування».

За результатами виробничої діяльності обслуговуючого персоналу експлуатанта утворюється потік інформації, що надає проміжну або кінцеву





картину подій при виконанні робіт в часі. Якість робіт визначається за висновками виконаних контрольних операцій контролюючою особою (особами), що здійснені на основі результатів виконаних контрольних операцій або параметричного аналізу чи за іншими критеріями. Кількість контрольних операцій та посадові особи, що їх здійснюють, вказані в керівних документах з ТО ПС. Найчастіше кількість контрольних операцій та їх глибина визначається на підставі набутого досвіду з експлуатації аналогічних за призначенням та конструкцією літальних апаратів. Аналізуючи отриману інформацію, важливо розуміти - на скільки вона об'єктивно відображає технічний стан виробу або процесу, що контролюється. Іноді важко оцінити: чи не перевантажений виробничий процес зайвим контролем? Або навпаки - чи достатній контроль якості виконаної роботи? На скільки корисна отримана інформація, що набута в результаті контрольної операції? Відповідь на ці питання передбачає системне вивчення та дослідження проблеми визначення критеріїв оцінювання якості функціонування всієї системи ТО ПС.

Система ТО ПС відноситься до ергатичних систем (ЕС) і включає в себе наступні елементи (згідно означення ЕС): людину або групу людей (обслуговуючий персонал з ТО, персонал з системи якості, що контролює діяльність з ТО; працівники, які відповідають за планування роботи з ТО та інші); середовище, в якому знаходиться людина (ангар, аеродром, господарські приміщення авіаційної технічної бази тощо); технічний пристрій або засіб діяльності (механізація ТО) та об'єкт діяльності (повітряне судно та його складові частини).

ЕС властива активність у досягненні деякої мети (цілей). У випадку системи ТО ПС такою метою є якісне, а відповідно і своєчасне обслуговування ПС, що передбачає високу результативність та економічну ефективність своєї діяльності. ЕС притаманні властивості та показники ефективності, якості і надійності функціонування.

Під *якістю функціонування ЕС* розуміється сукупна властивість ЕС, яка визначається характеристиками процесу функціонування, який призводить до досягнення кінцевої мети у визначених умовах.

Характеристиками процесу функціонування є цілеспрямованість, технологічність, організованість, забезпеченість, швидкодія, своєчасність, безпомилковість виконання та ін. (рис. 1).

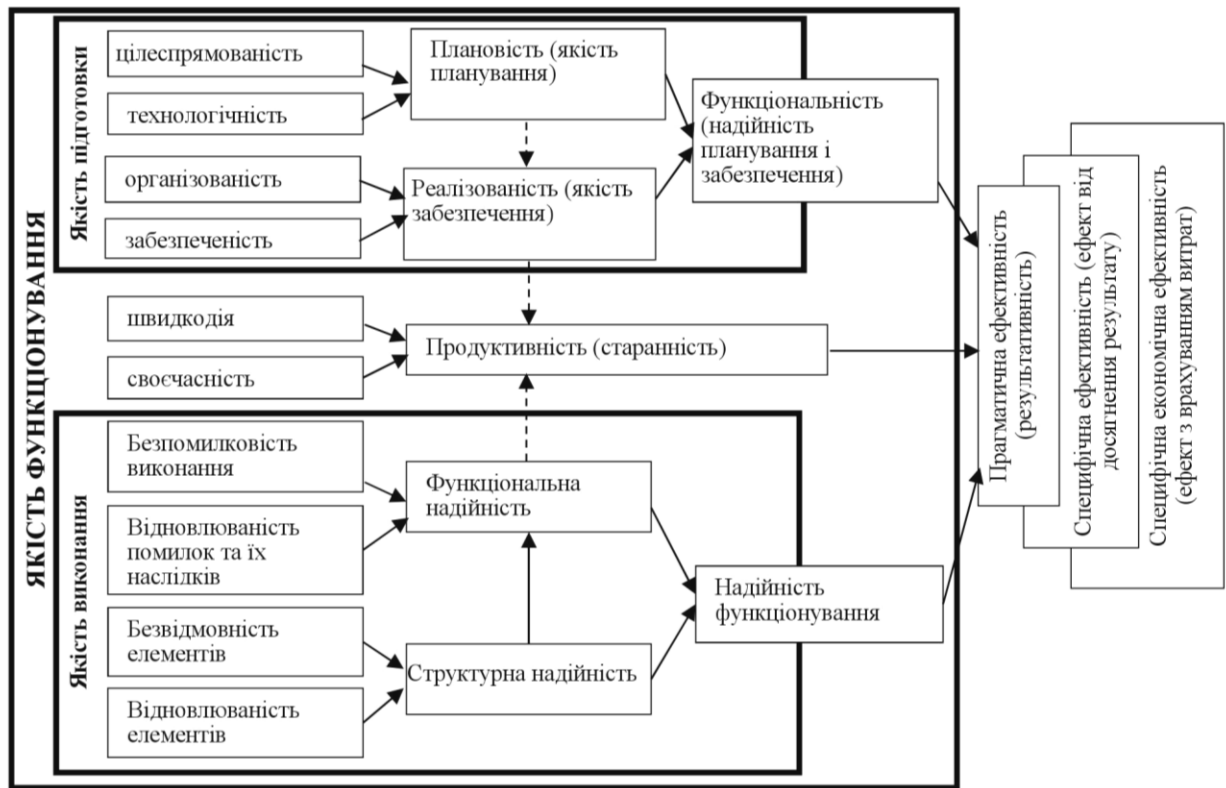


Рис.2. Структура властивостей, які характеризують якість системи ТО ПС.

Розроблення методів та критеріїв оцінювання вказаних характеристик дасть можливість оцінити *якість функціонування* всієї системи ТО ПС, а відповідно до цього і її *ефективність*, яка виражається у властивості досягати кінцевої мети, тобто отримувати продукт праці із заданою якістю при визначених умовах і обумовлені досягненням цілі результати або ефект від них.

Забезпечення високої якості виконання ТО ПС є комплексною проблемою і потребує системного підходу до її вирішення. Відповідно до представленої схеми (рис. 1) досягнення високої якості ТО ПС складається з етапів, що забезпечують високоякісну підготовку до процесу ТО ПС та кваліфіковане і високоякісне виконання самого ТО ПС. При цьому виробничі процеси повинні виконуватися з високою продуктивністю. Кожна складова зазначеної схеми містить в собі потік різної за призначенням інформації. Потоки від всіх складових мають бути оброблені та відсортовані за своїм технологічним призначенням та значимістю відносно формування дійсної картини щодо забезпечення та контролю якості виконаних робіт згідно до керуючих документів з безпеки польотів.

Результатом виробничої діяльності є показники, що характеризують експлуатанта з різних сторін, але експлуатанта більш цікавить специфічна –



економічна ефективність, яка передбачає мінімальні витрати ТО ПС з максимальними прибутками при заданому рівні безпеки польотів.

### ***Зміст та сутність показників.***

Оцінювання *плановості функціонування* системи ТО ПС (рис. 1) можна здійснити за наявністю реальної цілі, яка планується для досягнення (властивість *цілеспрямованості* функціонування ЕС), і наявності сукупності документів або правил, які обумовлюють принципи, порядок або послідовність задач (дій), які виконуються для досягнення запланованої мети (властивість *технологічності*).

Оцінювання *реалізованості* ЕС здійснюється з аналізу наявності системи документів або правил, які обумовлюють план взаємопов'язаних дій суб'єктів, знарядь праці і предметів (властивість *організованості*), а також фактичної наявності всіх елементів, мінімально необхідних для здійснення процесу функціонування (властивість *забезпеченості*).

Оцінити *структурну надійність* можна за тимчасовими стійкими й остаточними відмовами всіх елементів ЕС: суб'єкта, знарядь й предметів праці за допомогою теорії надійності технічних засобів.

Показники *продуктивності* якості функціонування показники комплексні залежать від спрямованості ЕС. Спрямованість ЕС визначає стратегію планування, забезпечення та виконання ТО ПС з рентабельними економічними показниками:

з одиничним виконанням функції:

а) у вільному режимі (вимірюється швидкістю дії – часом виконання функції  $Tf$ , показником швидкодії є закон розподілу цього часу  $FTf(x)=P\{Tf\leq x\}$ , математичне сподівання  $M(Tf)$  та дисперсія  $D(Tf)$ ;

б) з обмеженням у часі  $\tau f$  (вимірюється за допомогою своєчасності, показником якої є ймовірність, що фактичний час виконання функції  $Tf$  менше гранично дозволеного  $\tau f$ :  $FTf(\tau f)=P\{Tf\leq\tau f\}$ );

2) з багаточисельним виконанням функції:

а) у вільному режимі (продуктивність визначається швидкістю виконання окремих реалізацій, показником якої є такт виконання функції – середній час однократного виконання функції  $M(Tf)$  і дисперсія  $D(Tf)$ , а також середній ритм технічного обслуговування – кількість виконаних реалізацій за одиницю часу  $t$  (годину, добу, зміну тощо):  $W=t/M(Tf)$ , наприклад, кількість виконаних технологічних операцій при базовому ТО;

б) з обмеженням у часі  $\tau f$ , як виконання технологічних операцій лінійного ТО для забезпечення своєчасного вильоту повітряного судна.

Продуктивність визначається за допомогою своєчасності, показником якої є ймовірність того, що виконання функції буде закінчено за час, який менше заданого такту  $\tau f$ , не менш ніж в  $n$  тактах з  $N$ .



*Функціональна надійність* містить лише тимчасові нестійкі відмови – помилки людини (тобто помилки зумовлені «людським фактором») та збій в роботі техніки.

*Безпомилковість виконання.* Контроль за якістю ТО ПС являє собою ключовий елемент системи функціонування ТО ПС. Тому процедури нагляду за якістю повинні бути достатньо деталізовані і містити документований опис кожного з етапів перевірки, починаючи від її підготовки до оформлення підсумкового висновку, а також бути адресними з установленням відповідальності на всіх етапах контролю і передбачати необхідні корегувальні дії з подальшим контролем їх результативності.

Вартість наслідків від помилок при виконанні ТО на складних об'єктах АТ достатньо висока. Фактор часу, що визначає темп виконання робіт, не сприяє підтриманню їх високої якості. Тому, при виконанні контролю за якістю ТО ПС, необхідно оцінювати фактор безпомилковості виконання, який на нашу думку, визначається *показником напруженості праці*, що відображає характеристику трудового процесу, а саме навантаження на центральну нервову систему. Крім того, важливим чинником впливу на безпомилковість виконання ТО є показник працездатності, тобто здатність людини виконувати певну роботу, яка визначається рівнем її фізичних і психофізіологічних можливостей, а також станом здоров'я і професійною підготовленістю. Вона в багатьох випадках визначається умовами праці, тобто сукупністю чинників виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків.

Серед основних помилок визначають такі: незадовільна підготовка або низька кваліфікація обслуговуючого персоналу; дотримання обслуговуючим персоналом незадовільних процедур ТО або експлуатації; незадовільні умови роботи, які пов'язані, наприклад, з низьким рівнем доступності до обладнання, тіснотою робочого приміщення або занадто високою (низькою) температурою середовища де виконуються роботи; незадовільне оснащення необхідною апаратурою та інструментами; недостатня стимуляція спеціалістів з ТО та ін.

## **ВИСНОВКИ.**

1. Технічне обслуговування повітряних суден реалізується на загальнодержавному рівні системою із суб'єктів де реалізуються процесі ТО та законодавчої бази. Комплекс ТО передбачає ретельне планування у відповідності до його виду.

2. Підвищити ефективність ТО ПС можливо виконати при підвищенні якості функціонування структурних частин системи ТО ПС як ергатичної системи. Одним із шляхів є вдосконалення системи контролю на всіх етапах



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ  
КОМПЛЕКС  
навчальної дисципліни  
«Основні етапи життєвого циклу  
та менеджмент об'єктів авіоніки»

Шифр  
документа

СМЯ НАУ  
РНП 22.01.05-01-2017

Стор. 71 з 108

підготовки та виконання робіт з ТО ПС за рахунок своєчасної обробки інформаційних потоків від складових системи, що дасть можливість своєчасно корегувати процес ТО як на етапах підготовки ТО, так і на етапі його виконання, не обтяжуючи при цьому зайвими контрольними операціями на простих етапах і відповідно підсиленням контролю на етапах, що його потребують.



## Лекція № 6

Тема лекції:

### **ТЕХНИКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

#### **План лекції**

1. Імовірнісні та часові показники ефективності технічного обслуговування авіоники повітряних суден.
2. Економічні показники ефективності технічного обслуговування.

#### **Література**

1. Орлов О.В. Керування процесами технічного обслуговування авіаційної техніки: навч. Посібник. – К.: НАУ, 2001. – 108 с.
2. Павлов В.В., Скрипець А.В. Эргономические вопросы создания и эксплуатации авиационных электрофицированных и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов: учебное пособие. – К.: КМУГА, 2000. – 460с.
3. Тамаргазін О.А. Системи технічного обслуговування пасажирських літаків.: Монографія. – К.: КМУЦА, 2000. – 268с.
4. Писарчук О.О. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем. І.Г. Грабар, О.О. Писарчук та ін. Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІ ДУТ, 2015. – 680 с.
5. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: Учебник для вузов / В.Г. Воробьев, В.Д.Константинов, В.Г.Денисов и др. М.: Транспорт, 1990. – 296с.
6. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. – М.: Византи . – 2005, 120 с.





## Зміст лекції

### ПИТАННЯ 1. Імовірнісні та часові показники ефективності технічного обслуговування авіоніки повітряних суден.

До імовірнісних та часових показників ТО належать:

1. Ймовірність виконання ТО у заданий час;
2. Середній час виконання ТО даного виду;
3. Середня тривалість ТО;
4. Середня сумарна тривалість ТО;
5. Періодичність ТО.

Порядок розрахунку імовірнісних показників ефективності ТО реалізується наступним чином.

**1. Ймовірність виконання ТО у заданий час** – це ймовірність того, що дійсна тривалість даного ТО не перевищить задану тривалість ТО. Аналітично це можна подати як функцію розподілення часу ТО:

$$P_{TO}(t) = P\{t_{TO} \leq t\}.$$

Якщо відома щільність розподілу часу ТО  $f_{TO}(t)$ , то

$$P_{TO}(t) = \int_0^t f_{TO}(\tau) d\tau.$$

При законі розподілу, що базується на показовій функції

$$f_{TO}(t) = \beta e^{-\beta t},$$

де  $\beta = 1/T_{TO\text{сер}}$  ( $T_{TO\text{сер}}$  - середній час виконання даного ТО).

Тоді

$$P_{TO}(t) = 1 - e^{-\beta t}.$$

**2. Середній час виконання ТО даного виду:**

$$\hat{T}_{TO\text{сер}} = n^{-1} \sum_{i=1}^n t_{TOi},$$

Являє собою відношення сумарного часу тривалості ТО даного виду до кількості ТО,

де  $t_{TOi}$  – тривалість даного ТО на  $i$ -му РТЗ;

$n$  – кількість однотипних РТЗ.



### 3. Середня тривалість ТО

$$T_{1TO} = \sum_{i=1}^{n_{оп}} t_{опi},$$

де  $t_{опi}$  – середня тривалість  $i$ -ї операції ТО даного виду;

$n_{оп}$  – кількість операцій ТО, проведених за період експлуатації, що розглядається;

$$t_{опi} = \frac{\sum_{j=1}^n t_j}{n} – \text{тривалість } i\text{-ї операції ТО даного виду;}$$

$n$  – кількість ТО даного виду (кількість комплектів, на яких проводилось ТО даного виду).

### 4. Середня сумарна тривалість ТО

$$T_{ТО\Sigma} = N_{ТО}(t) \cdot T_{1ТО},$$

де  $N_{ТО}(t) = \frac{t}{T_p}$  – кількість ТО за час  $t$ ;

$t$  – поточний час експлуатації;

$T_p$  – період проведення ТО.

Питома сумарна тривалість ТО визначається як відношення середньої сумарної тривалості ТО до напрацювання РТЗ за один і той же період експлуатації:

$$\gamma_{ТО} = \frac{T_{ТО\Sigma}}{T_H}.$$

### 5. Періодичність ТО

При експлуатації безперервно для компонентів працюючої авіоніки розрізняють відмови поступові і раптові. Розглянемо випадок коли поява раптових відмов являє собою найпростіший потік випадкових подій і характеризується постійною інтенсивністю відмов, тобто  $\lambda = const$ .

Тому раптові відмови прогнозувати і запобігати не є можливим, їх усувають негайно по мірі виникнення.

Більш адекватними в розвитку і прогнозування є поступові відмови. Поступові відмови з'являються в результаті поступової зміни параметрів апаратури і елементів, що дозволяє своєчасно запобігати їх за допомогою профілактичних заходів.

Будемо вважати, що отримання інформації про стан параметрів авіоніки (про появу поступових відмов) здійснюється при виконанні ТО, яке проводять періодично.

При цьому виникає задача вибору величини періоду виконання ТО.



При скороченні цього періоду підвищується надійність за рахунок своєчасного проведення контрольно-регулювальних робіт, але при цьому одночасно збільшується тривалість ТО.

Є певне оптимальне значення періоду виконання ТО, при якому забезпечується краще співвідношення між надійністю апаратури і тривалістю ТО.

У якості основного критерію ТО для оцінки експлуатаційних властивостей доцільно прийняти коефіцієнт технічного використання  $K_{\text{ТВ}}$  або  $K_{\text{ПП}}$  – коефіцієнт примусового простою

$$K_{\text{ПП}} = \frac{T_{\Sigma \text{ПП}}}{t} \quad (1)$$

Розглянемо методику визначення оптимального періоду проведення ТО ( $T_{p \text{ опт}}$ ), при якому коефіцієнт  $K_{\text{ТВ}}$  буде найбільшим ( $K_{\text{ПП}}$  – найменшим).

Припущення які приймаються для вирішення поставленої задачі:

а) нехтують відмовами апаратури контролю;

б) апаратура контролю забезпечує абсолютну достовірність перевірки.

Середній сумарний час примусового простою апаратури безперервної дії за час  $t$  визначається як

$$T_{\Sigma \text{ ПП}} = T_{\text{ТО}\Sigma} + T_{\text{В}\Sigma} + T_{\text{Оч}\Sigma}, \quad (2)$$

де  $T_{\text{ТО}\Sigma}$  – середня сумарна тривалість ТО на РЕА за час  $t$ ;

$T_{\text{В}\Sigma}$  - середній сумарний час відновлення РЕА за час  $t$ ;

$T_{\text{Оч}\Sigma}$  - середній сумарний час знаходження апаратури у несправному стані протягом часу  $t$  між ТО;

Виразимо складові виразу (2):

1) Сумарна тривалість ТО за час  $t$  визначається виразом

$$T_{\text{ТО}\Sigma} = N_{\text{ТО}}(t) T_{\text{ТО}} = \frac{t_p}{T_p} \sum_{i=1}^{n_{\text{оп}}} t_{\text{оп}i}, \quad (3)$$

де  $N_{\text{ТО}}(t)$  – кількість ТО за час  $t$ , округлене до цілого числа;

$T_{\text{ТО}}$  - середня тривалість ТО;

$t_{\text{оп}i}$  - середня тривалість  $i$ -ї операції ТО даного виду;

$T_p$  - період ТО.

2) Сумарний час відновлення апаратури за час  $t$

$$T_{\text{В}\Sigma} = \sum_{i=1}^n t_{\text{в}i} = n T_{\text{В}},$$

де  $t_{\text{в}i}$  - середній час усунення  $i$ -ї несправності;

$n$  – число несправностей в РЕА за час  $t$ ;

$T_{\text{В}}$  - середній час відновлення апаратури.

Середнє число несправностей в РЕА за час роботи, що враховується визначимо із виразів



$$T_0 = t/n,$$

звідки

$$n = t/T_0 = \lambda t,$$

де  $\lambda$  - інтенсивність відмов.

Відповідно

$$T_{B\Sigma} = \lambda t T_B. \quad (4)$$

3) Середній час знаходження РЕА в несправному стані  $T_{оч}$  протягом між ТО може бути знайдено шляхом інтегрування

$$T_{оч} = \int_0^{T_p} f(\tau)(T_p - \tau) d\tau, \quad (5)$$

де  $T_p$  – періодичність ТО;

$f(\tau)$  – щільність (частота) ймовірності появи поступових відмов апаратури;

$\tau$  - момент виникнення несправності у РЕА, це випадкова величина, що знаходиться в межах  $0 \leq \tau \leq T_p$ .

Здійснюючи інтегрування і враховуючи, що при періодичному усуванні поступових відмов шляхом регулювання і заміни елементів моменти появи відмов являють собою найпростіший потік випадкових подій, отримаємо

$$T_{оч\Sigma} = T_p - \frac{1}{\lambda_{пв}}(1 - e^{-\lambda_{пв}T_p}),$$

де  $\lambda_{пв}$  - інтенсивність поступових відмов.

Середній сумарний час знаходження систем і комплексів авіоники у несправному стані протягом часу роботи  $t$  визначиться як

$$T_{оч\Sigma} = N_{ТО}(t) T_{оч}, \quad (6)$$

де  $N_{ТО}(t) = t/T_p$  – число ТО за час  $t$ .

Використовуючи вираз (3), (4), (6) запишемо коефіцієнт примусового простою:

$$K_{пп} = \frac{T_{пп\Sigma}}{t} = \frac{T_{ТО\Sigma} + T_{B\Sigma} + T_{оч\Sigma}}{t} = \frac{N_{ТО}(t)T_{ТО} + \lambda_{пв}T_B t + N_{ТО}(t)(T_p - \frac{1}{\lambda_{пв}}(e^{-\lambda_{пв}T_p}))}{t}. \quad (7)$$

Розділивши чисельник і знаменник (7) на  $N_{ТО}(t) = \frac{t}{T_p}$ ,

$$K_{пп} = \frac{T_{ТО} + \lambda_{пв}T_B T_p + T_p - \frac{1}{\lambda_{пв}}(e^{-\lambda_{пв}T_p})}{T_p}. \quad (8)$$

Для визначення оптимального періоду  $T_{РОпт}$  здійснимо диференціювання (7) за періодом  $T_p$  і прирівняємо до нуля першу похідну :



$$\frac{dK_{III}}{dT_p} = -\frac{T_{ITO}}{T_p^2} + \frac{1}{\lambda_{ПВ} \cdot T_p^2} = -\frac{\lambda_{ПВ} \cdot e^{-\lambda_{ПВ} T_p} \cdot T_p + e^{-\lambda_{ПВ} T_p}}{\lambda_{ПВ} \cdot T_p^2} = 0. \quad (9)$$

Враховуючи, що величина  $\lambda_{ПВ} T_p \ll 1$ , здійснимо розкладання функції  $e^{-\lambda_{ПВ} T_p}$  у степеневий ряд і обмежимося першими трьома членами, тобто:

$$e^{-\lambda_{ПВ} T_p} = 1 - \lambda_{ПВ} T_p + \frac{(\lambda_{ПВ} T_p)^2}{2}.$$

Тоді оптимальний період проведення ТО, при якому забезпечується максимальний коефіцієнт технічного використання (мінімальний коефіцієнт вимушеного простою) системи буде визначатись наступним виразом:

$$T_{P_{OPT}} = \sqrt{\frac{2T_{ITO}}{\lambda_{ПВ}}} = \sqrt{2T_{ITO}T_{ПВ}}, \quad (10)$$

де  $T_{ITO}$  – тривалість одного ТО;

$\lambda_{ПВ} = \frac{1}{T_{ПВ}}$  – інтенсивність поступових відмов РЕА, що виявляються за

допомогою КВА під час виконання ТО.

Під поступовою відмовою тут розуміють вихід параметра системи (елемента) за межі встановлених допусків, що викликає за собою регульовальні або ремонтні роботи.

Формулу (10) можна використовувати для визначення оптимальної тривалості різних робіт з ТО на безперервно працюючій апаратурі (регламентних роботах, контролю функціонування і т.п.).

Так як

$$T_{TO\Sigma} = \frac{t}{T_p} T_{ITO},$$

тоді звідси

$$T_{TO\Sigma} = \frac{t}{\sqrt{2T_{ITO}T_{ПВ}}} \sum_{i=1}^{n_{on}} t_{oni} = \frac{t}{\sqrt{2 \sum_{i=1}^{n_{on}} t_{oni} T_{TO}}} \sum_{i=1}^{n_{on}} t_{oni} = t \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{on}} t_{oni}}{2T_{ПВ}}}. \quad (11)$$

Відповідно

$$T_{TO\Sigma_{OPT}} = t \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{on}} t_{oni}}{2T_{ПВ}}}. \quad (12)$$

Наведені показники у імовірнісному і часовому середовищах визначають ефективність ТО систем та комплексів авіоніки літака, як його радіоелектронного обладнання.



## ПИТАННЯ 2. Економічні показники ефективності технічного обслуговування.

**1. Сумарна трудомісткість ТО** – це сумарні працевитрати на проведення технічних обслуговувань систем та комплексів авіоники за певний період експлуатації. Трудомісткість вимірюється в людино-годинах

$$\Theta_{\text{то}\Sigma} = \sum_{i=1}^n v_{\text{то}i},$$

де  $v_{\text{то}i}$  – працевитрати на проведення  $i$ -го ТО;

$n$  – кількість ТО за період експлуатації, що розглядається.

Середня сумарна трудомісткість ТО – це математичне очікування сумарних працевитрат на проведення ТО за певний період експлуатації:

$$\Theta_{\text{тосер.}} = M[\Theta_{\text{то}\Sigma}].$$

Питома сумарна трудомісткість ТО

$$\gamma_{\Theta} = \frac{\Theta_{\text{тосер.}}}{M[T_p]},$$

де  $M[T_p]$  – математичне очікування сумарного напрацювання за період, що розглядається при експлуатації.

### **2. Сумарна вартість ТО за певний період експлуатації**

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_i,$$

де  $C_i$  – вартість проведення  $i$ -го ТО;

$n$  – кількість ТО за період експлуатації, що розглядається.

За аналогією з показниками трудомісткості ТО вводяться такі показники, як середня сумарна вартість і питома сумарна вартість ТО.

Для оцінки якості ТО поряд з розглянутими показниками використовують також ряд коефіцієнтів:

### **3. Коефіцієнт ефективності профілактики**

$$K_{en} = \frac{n_{\Pi}}{(n_{\Pi} + n_{H})},$$

де  $n_{\Pi}$  – кількість попереджених відмов під час профілактики (ТО) за певний визначений період експлуатації;

$n_{H}$  – кількість непереджених відмов за той же період експлуатації.





#### 4. Ефективність ТО

Під ефективністю ТО розуміють відношення напрацювання на відмову апаратури на якій проводиться профілактика  $T_{0проф}$  до напрацювання на відмову апаратури на якій не здійснюється профілактика  $T_{0непроф}$  за один і той же період експлуатації

$$W = \frac{T_{0проф}}{T_{0непроф}} .$$

Через коефіцієнт профілактики ефективність ТО можна визначити наступним чином.

Якщо рахувати, що потоки відмов як у апаратурі, що підлягає ремонту, так і у апаратурі, що не підлягає ремонту найпростіші, то можна записати, що

$$W = \frac{T_{0проф}}{T_{0непроф}} = \frac{t \cdot n_{II}}{t \cdot n_{HI}} = \frac{n_{II}}{n_{HI}} .$$

Інакше

$$W = \frac{n_H + n_{II}}{n_H} = 1 + \frac{n_{II}}{n_H} .$$

Звідси

$$W = \frac{1}{1 - K_{en}} .$$

Таким чином, наведені показники є економічним підґрунтям для визначення ефективності ТО систем та комплексів авіоники літака, як його радіоелектронного обладнання.

#### ВИСНОВКИ.

1. Розглянуті показники дозволяють первинно оцінити ефективність ТО, що застосовується з метою підвищення надійності авіоники при її експлуатації.

2. Технічне обслуговування, як комплекс заходів і робіт спрямовано на підвищення надійності і довговічності, продовження ресурсу авіоники і відповідно економії фінансових витрат на досягнення мети, для якої використовується цільове обладнання повітряного судна.



## Лекція № 7

Тема лекції:

### **НОРМУВАННЯ РОБІТ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ У ХОДІ РЕАЛІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ ОБСЛУГОВУВАННЯМ ПАРКУ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

#### **План лекції**

1. Нормування праці при виконанні завдань технічного обслуговування повітряних суден.
2. Використання методів теорії прийняття рішень для організації задач управління в системі технічного обслуговування об'єктів авіоніки.

#### **Література**

1. Орлов О.В. Керування процесами технічного обслуговування авіаційної техніки: навч. Посібник. – К.: НАУ, 2001. – 108 с.
2. Павлов В.В., Скрипечь А.В. Эргономические вопросы создания и эксплуатации авиационных электрофицированных и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов: учебное пособие. – К.: КМУГА, 2000. – 460с.
3. Тамаргазін О.А. Системи технічного обслуговування пасажирських літаків.: Монографія. – К.: КМУЦА, 2000. – 268с.
4. Писарчук О.О. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем. І.Г. Грабар, О.О. Писарчук та ін. Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІ ДУТ, 2015. – 680 с.
5. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: Учебник для вузов / В.Г. Воробьев, В.Д.Константинов, В.Г.Денисов и др. М.: Транспорт, 1990. – 296с.
6. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. – М.: Византи . – 2005, 120 с.



## Зміст лекції

### **ПИТАННЯ 1. Нормування праці при виконанні завдань технічного обслуговування повітряних суден.**

Якість та ефективність ТО визначається, поміж іншим, способом організації суб'єктів, що здійснюють технічне обслуговування повітряних суден на рівні об'єктів авіоніки. Цими суб'єктами є люди, виробничі групи та колектив підприємств авіаційної галузі. Вивчення способів організації праці інженера з обслуговування повітряних суден присвячено матеріал першого питання лекції.

Щоб з мінімальними витратами, але при максимальній віддачі використовувати розумовий потенціал, фізичні можливості, досвід і навички співробітників створена ціла система – нормування праці.

#### ***Що таке нормування праці.***

Однією з найважливіших частин менеджменту соціально-трудових відносин є нормування праці.

*Нормуванням праці* є процес, в ході якого аналізуються фізичні або розумові витрати, необхідні для виконання одиниці роботи бригадами або окремими спеціалістами, здійснюється контроль над витратами.

Аналіз дозволяє встановити співвідношення між заходами роботи і витратами на неї. Норми охоплюють основне і допоміжне виробництво.

#### ***Цілі та завдання нормування:***

- планування виробництва;
- організацію робочого процесу;
- розподіл обов'язків;
- оцінку діяльності окремих працівників.

Нормування покликане вирішувати **кілька завдань**. Основна – забезпечення постановки науково обґрунтованої заходи трудовитрат на всі види робіт для кожного працівника, зайнятого на виробництві або управління ним. Крім того, процес формування нормативного балансу вирішує ще ряд завдань:

- виявлення, а також використання резервів підвищення продуктивності;
- зниження собівартості готової продукції;
- поліпшення використання виробничих потужностей;
- оцінку можливостей насичення ринку збуту конкурентами.



### ***Види норм праці***

Спираючись на централізовано розроблені нормативи, підприємство або компанія самостійно формулює свої норми праці – обсяг трудового завдання (наприклад, кількість деталей), який працівник (бригада) повинен виконати за певний час. Вони покликані відобразити різні сторони трудової діяльності. В даний час основними видами за функціональним значенням є норми:

- часу;
- виробітку;
- обслуговування;
- чисельності;
- керованості;
- нормовані завдання.

### ***Норма часу***

Робочий час, який встановлено для працівника (бригади) з урахуванням кваліфікації та умов для виконання певної одиниці роботи, називається нормою часу. Нормування робочого часу вимірюється в людиногодинах, розрахунок норми часу на виконання роботи проводиться за формулою:

$$N_{вр} = T_{пз} + T_{оп} + T_{гальмівний} + T_{отл} + T_{пт},$$

в якій  $N_{вр}$  – норма, а інші елементи – час:

- $T_{пз}$  – на підготовку та завершення роботи;
- $T_{оп}$  – оперативний;
- $T_{гальмівний}$  – витрачається на обслуговування робочого місця;
- $T_{отл}$  – витрачається на відпочинок, особисті потреби;
- $T_{пт}$  – необхідне для технологічних перерв.

### ***Норма виробітку***

Для вирішення завдань виробництва важливо розуміти, що таке норма виробітку. Це показник, який визначає кількість продукції, яку повинен виконати працівник за зміну або годину. При розрахунку враховується кваліфікація фахівця, організаційно-технічні умови. Цей коефіцієнт може бути вирахований за різними формулами, часто застосовується вираз

$$N_{вир} = T_{см} / N_{вр},$$

в якій:

- $N_{вир}$  – норма виробітку;
- $T_{см}$  — фонд часу;
- $N_{вр}$  – норма часу



### *Норма обслуговування*

Ще одним важливим показником є норма обслуговування, яка визначає кількість об'єктів, які потребують обслуговування за встановлений час. Прикладом може послужити кількість верстатів, які повинен налаштувати наладчик за робочу зміну. Підвидом такої норми є норма керованості, яка застосовується для керівних посад.

Розрахунок норми обслуговування проводиться за формулою

$$N_{об} = Tд / I_{про},$$

де:

- $N_{об}$  – норма обслуговування;
- $Tд$  – дійсний фонд робочого часу;
- $I_{про}$  – встановлений час на обслуговування 1 одиниці обладнання.

### *Методи нормування праці*

Вирішальною мірою точність встановленої величини витрат робочого часу залежить від обраного методу визначення норми. Під цим поняттям ховається сукупність прийомів по вивченню, аналізу процесів трудової діяльності, вимірювання трудових, часових затрат, виявленню нормоутворюючих факторів та іншого. Точне дослідження дасть показник норми витрат праці, який є необхідним і достатнім.

Всі методи поділяють на 2 групи: аналітичні і сумарні.

У Німеччини були розроблені 7 методів:

- хронометраж;
- розрахунок процесного часу;
- метод мультимоментних спостережень;
- метод порівняння та оцінки;
- опитування;
- системи заданих значень часу;
- метод планового часу.

#### *Сумарний*

Коли визначення необхідного часу проводиться в цілому, без аналізу трудового процесу, нормообразующих факторів, моделювання ефективного пристрою процесу праці, мова йде про сумарної методикою.

Нормування робіт загальним методом має три різновиди:

- дослідне – використовується особистий досвід спеціалістів, зайнятих у сфері нормування;
- статичний – дані отримані зі статистичних даних;
- порівняльне (за аналогією) – відомості, отримані з подібною сфери з установленними нормативами, порівнюються з розглянутої роботою.



### *Аналітичний*

При необхідності підвищити продуктивність, ефективність праці використовують аналітичний метод. Його суть полягає в тому, що встановлення норми здійснюється на підставі всебічного аналізу фактично існуючого процесу. В результаті вибираються оптимальні методи виконання кожної частини трудової діяльності.

Прийнято розрізняти підрозділ такої методики на кілька різновидів:

- експериментально-аналітичний – вивчення трудового процесу в природних умовах виробництва;
- розрахунково-аналітичний – встановлення показників за нормативами режиму роботи машин, нормативів часу на певні операції;
- використання типових нормативів.

### *Нормування і оплата праці*

Дослідження показують, що в межах однієї галузі продуктивність роботи може відрізнятись в 2-3 рази. Ключовим фактором, що впливає на досягнуті результати, є заробітна плата як головний елемент стимуляції працівників. Організація оплати праці на будь-якому підприємстві передбачає розробку:

- форми, системи оплати трудової діяльності;
- систем посадових окладів;
- параметрів нарахування преміальних виплат.

З боку державного апарату діє вплив на нормування оплати праці. Головний фактор – встановлення мінімальної зарплати. Ще регламентуються вимоги до оплати в тих випадках, коли норми не були виконані. Якщо невиконання – вина роботодавця, то працівник повинен отримати суму, рівнозначну середньої заробітної плати або більше. При вини працівника зарплата розраховується, виходячи з реального обсягу виконаної роботи. Якщо причини не залежать від працівника або роботодавця, то працівникові гарантується виплата не менше 2/3 окладу.

### *Форми і системи оплати праці на підприємстві*

Для кожного підприємства вибір форми та оплати праці працівників має велике значення. Залежно від якості, кількості та результатів праці при взаємодії з нормуванням і тарифними системами визначається порядок нарахування заробітків. Винагорода є найважливішим елементом в мотивуванні, залучення і збереження працівників на підприємстві. На практиці використовуються дві системи обліку витрат: тарифна і організаційно-технічна, у кожній з яких використовуються вимірники: робочий час і кількість виготовленої продукції.





### *Визначення посадових окладів.*

Для керівників, фахівців і службовців використовується окладна система оплати праці. Відповідно до займаної посади встановлюється посадовий оклад за місяць. На кожному підприємстві є перелік посад і окладів, які їм відповідають. Диференціація зарплат може залежати від кваліфікації, ступеня, звання та інших особливостей. Оплата керівників обговорюється в трудовому договорі і називається контрактної.

Така система оплати може передбачати преміальні виплати за перевищення кількісних або якісних показників.

*Як правило передбачають ряд обов'язкових компенсаційних надбавок і доплат:*

- за роботу ввечері і вночі;
- за трудову діяльність у свята і вихідні;
- неповнолітнім працівникам;
- за роз'їзний характер роботи, тощо.

*Розробка порядку нарахування стимулюючих виплат і премій.*


Для заохочення співробітників багато підприємств використовують застосування стимулюючих виплат. Премія – це виплата, яку видають працівникові за досягнення певного результату, за виконання обов'язків понад основної зарплати. Розробляється система преміювання представниками відділу праці та зарплати, службою розвитку співробітників, а після вона затверджується керівництвом. Фіксується положення про преміювання як самостійний акт або додатку до колективних договорів.

*Роботодавець має право самостійно розробляти порядок нарахування стимулюючих премій. Хоча система може бути індивідуальною для кожного випадку, у неї повинні включатися наступні пункти:*

- види і періодичність премій, виплат для персоналу;
- підсумки роботи, які дають право на премію;
- коло осіб, які претендують на преміювання;
- показники, від яких залежить наявність і розмір премії;
- правила розрахунку виплат;
- умови депреміювання.

### *Хто займається нормуванням праці на підприємстві*

Для великих підприємств розрахунком нормування займається цілий штат співробітників, а для невеликої організації може бути задіяний працюючий тільки однієї людини (кадровика), іноді потрібно впровадження позаштатного спеціаліста. Інженери по нормуванню або організації процесу (нормувальники) володіють знаннями про галузевих і міжгалузевих нормативах, знають матеріали, за якими здійснюється організація

	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоніки»	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 86 з 108	

нормування праці у певній послідовності та інші тонкощі, необхідні для вирішення поставлених завдань.

*Вивчення і аналіз затрат робочого часу.*

Фахівці-нормувальники вивчають робочі місця з метою визначити можливість підвищення ефективності праці за рахунок поліпшення якості або кількості. Використовуючи методики нормування, вони формують норми праці для конкретних посад або робочих категорій. В результаті діяльності професіонала вдається усунути втрати часу, визначити оптимальні прийоми праці, побудувати структуру операцій і послідовність дій, виявити причини невиконання або значного перевиконання норм для оптимізації виробництва.

*Розробка, заміна і перегляд норм праці.*

При впровадженні нової або вдосконалення старої техніки, технологій, знижують трудомісткість і навантаження роботи, виникає необхідність перегляду прийнятих правил. Причиною для перерахунків нормативів не можуть стати досягнення високого рівня виробітку продукції окремими виконавцями, що використовують нові прийоми, технології або вдосконалення робочих місць за особистою ініціативою. Процес оформлення змін відповідає процедурі введення норм в організації вперше.

**ПИТАННЯ 2. Використання методів теорії прийняття рішень для організації задач управління в системі технічного обслуговування об'єктів авіоніки.**

### **2.1. Загальні відомості з теорії прийняття рішень**

Життя кожної людини заповнене альтернативами. Людина (особа, що приймає рішення (ОПР)) постійно опиняється перед необхідністю приймати ті чи інші рішення. Ця необхідність обумовлена тим, що кожна ситуація, що виникає може мати декілька взаємовиключаючих витоків, з котрих необхідно вибрати найкращий. Процес прийняття рішень ускладнюється, якщо кількість альтернатив достатньо велике, або питання, що розглядається, має низький рівень проробки.

Висока відповідальність покладена на ЛПР призвела до створення математичних методів, що полегшують процес прийняття рішень. Математичні методи, які дозволяють здійснювати процес вироблення рішень, складають елементи теорії прийняття рішень (ТПР). В свою чергу теорія прийняття рішень об'єднує в собі сукупність методів, що формують і досліджують математичні моделі процесів прийняття рішень та їх властивості.

Характерними представниками *математичних методів* теорії прийняття рішень є:



1. Теорія операцій (лінійне нелінійне, динамічне програмування, сітьове планування);
2. Теорія статистичних оцінок (методи обробки статистичних даних, метод статистичних випробувань, методи теорії масового обслуговування);
3. Теорія експертних оцінок;
4. Методи багатокритеріальної оптимізації, тощо.

**Приклади задач прийняття рішень** для реалізації задач управління технічним обслуговуванням повітряних суден загалом та об'єктів авіоніки зокрема.


1. Вироблення плану технічного обслуговування конкретного літака;
2. Оптимізація задач логістики запасних частин;
3. Визначення відповідності систем та комплексів авіоніки встановленим стандартам.

## 2.2. Приклад застосування методів теорії операцій для організації задач управління в системі технічного обслуговування об'єктів авіоніки

**Завдання ідентифікації (розпізнавання)** технічних засобів виникають при: визначенні відповідності елементів авіоніки встановленим стандартам; визначенні можливості взаємозамінності; визначення рівня ремонтпридатності; визначення стану повітряного судна та його авіоніки для встановлення типу ТО, тощо.

Для реалізації процесу ідентифікації (розпізнавання) за сукупністю ознак (критеріїв) можливо застосовувати *багатокритеріальну методичку ідентифікації технічних засобів та контрольованих (конфліктних) ситуацій*, яка базується на поданні і розв'язку задачі з використанням багатокритеріальних моделей і забезпечує можливість автоматизації цього процесу та підвищення ефективності результируючих рішень.

**Сутність підходу полягає** у такому. Перш за все встановлюється образ або сукупність образів, щодо яких ідентифікується певний об'єкт (об'єкт ідентифікації). Залежно від типу розв'язуваної задачі образом може бути еталон технічного засобу із сукупністю технічних характеристик або сукупністю критеріальних вимог до визначення контрольованої (конфліктної) ситуації. Як об'єкт ідентифікації можна розглядати певний об'єкт або процес. Надалі для образу й об'єкта ідентифікації встановлюється сукупність (множина) ознак, які включатимуть або значення показників – технічних характеристик (ТХ), або унітарну чи комбінаторну структуру критеріальних вимог до контрольованої ситуації. Виходячи із викладеного, можна розглядати задачу ідентифікації як багатокритеріальну з подальшим її розв'язанням шляхом формування узагальнених ознак образу та об'єкта ідентифікації за нелінійною схемою компромісів. Тоді, порівнюючи

	<b>НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС</b> навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники»	Шифр документа	<b>СМЯ НАУ</b> <b>РНП 22.01.05-01-2017</b>
		Стор. 88 з 108	

узагальнену ознаку об'єкта ідентифікації з еталоном, можна встановити міру відповідності між ними та, залежно від сутності задачі ідентифікації, визначити остаточне лінгвістичне рішення про розпізнавання. Це пояснюється структурно-логічною схемою, показаною на рис.1.

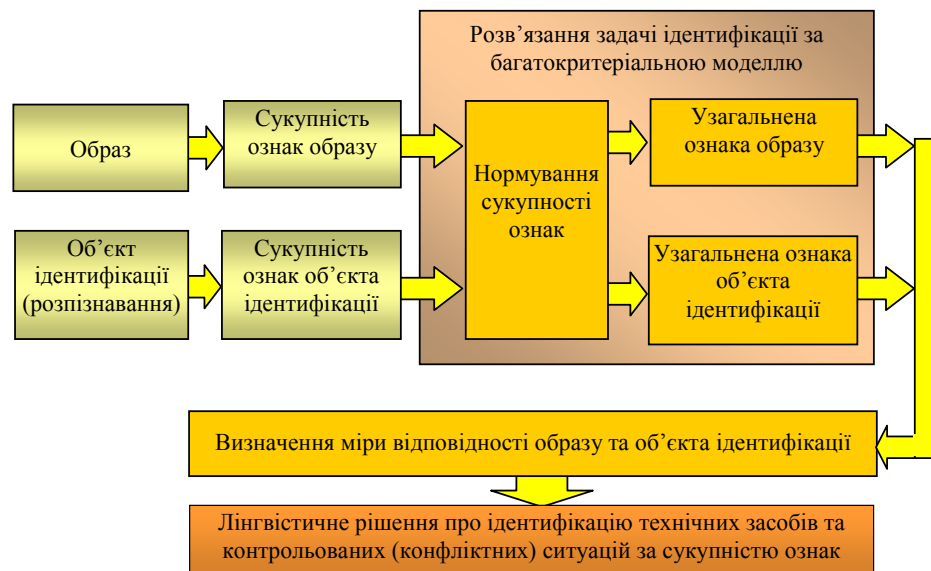


Рис. 1. Структурна схема багатокритеріальної методики ідентифікації технічних засобів та контрольованих (конфліктних) ситуацій

Сукупність ознак еталона задається множиною

$$S_E = \{T_i\}, i = 1..N, \quad (1)$$

де  $T_i$  – безпосередньо ознаки еталона, якими є технічні характеристики або критеріальні вимоги унітарного чи комбінаторного типу;  $N$  – кількість ознак еталона.

Залежно від типу розв'язуваної задачі ідентифікації еталон може бути єдиним або їх може бути декілька.

Сукупність об'єктів ідентифікації (порівнюваних екземплярів) з відповідними ознаками являтимуть собою множини

$$R_1\{T_j\}, R_2\{T_j\}, \dots, R_m\{T_j\}, j = 1..N_1, N_2, \dots, N_k. \quad (2)$$

де  $N_1, N_2, \dots, N_k$  – кількість ознак  $m$ -го об'єкта ідентифікації.

Залежно від типу розв'язуваної задачі множини ознак образу та об'єкта ідентифікації можна розглядати як критеріальні вимоги. Тоді множини (1), (2) трансформуються до вигляду критеріальних вимог

$$S_E = \{T_1 \rightarrow extr, \dots, T_i \rightarrow extr, \dots, T_N \rightarrow extr, \quad (3)$$

$$R_1 = \{T_1 \rightarrow extr, \dots, T_j \rightarrow extr, \dots, T_{N_1} \rightarrow extr, \quad (4)$$

$$R_2 = \{T_1 \rightarrow extr, \dots, T_j \rightarrow extr, \dots, T_{N_2} \rightarrow extr, \quad (4)$$



$$R_m = \{T_1 \rightarrow extr, \dots, T_j \rightarrow extr, \dots, T_{N_k} \rightarrow extr\}.$$

На підставі множин ознак (3), (4) формується таблиця, що містить дані про образ та об'єкт ідентифікації – таблиця порівняльних ознак (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльні ознаки

№ з/п	Належність ознак	Ознаки образу та об'єкта ідентифікації				
		$T_1$	$T_2$	...	$T_3$	$T_{N, N_1, N_2, \dots, N_k}$
1	$S_E$	$T_{11}$	$T_{12}$	...	$T_{13}$	$T_{1N}$
2	$R_1$	$T_{21}$	$T_{22}$	...	$T_{23}$	$T_{2N_1}$
3	$R_2$	$T_{31}$	$T_{32}$	...	$T_{33}$	$T_{3N_2}$
...	...	...	...	...	...	...
$m$	$R_m$	$T_{m1}$	$T_{m2}$	...	$T_{m3}$	$T_{mN_k}$

Отже, маємо сукупність (множину) ознак у вигляді ТХ (1), (2) або критеріальних вимог (3), (4), що подані значеннями їх зміни у вигляді табл.1. Тому задачу ідентифікації (розпізнавання), формалізовану в такий спосіб, можна розглядати як задачу багатокритеріального оцінювання. Для формування узагальненої ознаки образу та об'єкта ідентифікації використовуватиметься згортка за нелінійною схемою компромісів для дискретних параметрів, яка у прийнятих позначеннях має вигляд

$$P_l = \sum_{j=1}^{N, N_1, N_2, \dots, N_k} \gamma_{0lj} [1 - T_{0lj}]^{-1}, l = 1 \dots m. \quad (5)$$

Ознаки образу та об'єкта ідентифікації  $T_i, i = 1 \dots N$  і  $T_j, j = 1 \dots N_1, N_2, \dots, N_k$  нормуються в межах кожної порівняльної характеристики (в межах стовпця табл.1) відносно суми їх значень з урахуванням напряму екстремізації за виразом

$$T_{0lj} = \frac{T_{lj}}{\sum_{l=1}^m T_{lj}}, l = 1 \dots m. \quad (6)$$

Результатом застосування згортки (5) є сукупність узагальнених ознак для образу та об'єкта (об'єктів) ідентифікації

$$P_E, P_1, P_2, \dots, P_m. \quad (7)$$

Числові значення міри відповідності об'єкта ідентифікації образу розраховуються як відношення узагальнених оцінок (7) за виразами

$$W_1 = \frac{P_1}{P_E}, W_2 = \frac{P_2}{P_E}, \dots, W_m = \frac{P_m}{P_E}. \quad (8)$$



Таким чином, отримані значення міри відповідності об'єкта ідентифікації еталону (8) дозволяють приймати рішення про ідентифікацію технічних засобів та контрольованих ситуацій. Значення параметрів (8), наближені до одиниці, свідчать про відповідність об'єкта ідентифікації образу, а наближені до нуля – про невідповідність об'єкта ідентифікації образу. Однак діапазон можливих значень параметрів (8) потребує введення проміжних категорій відповідності об'єкта ідентифікації прийнятому образу у вигляді сукупності лінгвістичних категорій. Реалізувати це можна з використанням фундаментальної шкали лінгвістичних оцінок, трансформованої залежно від типу розв'язуваної задачі ідентифікації. Прикладом лінгвістичної шкали відповідності об'єкта ідентифікації образу може бути табл.2.

Таблиця 2

Лінгвістична шкала відповідності

Категорія відповідності	Значення $W_l, l = 1..m$
Відповідає	0,85
Частково відповідає	0,70
Не відповідає	0,50


Загалом таку шкалу оцінок можна формувати за результатами оброблення даних експериментальних розрахунків, за тестовими прикладами задач з тривіальними розв'язками або за результатами оброблення експертної інформації, отриманої під час розв'язання аналогічних задач.

Таким чином, розглянута послідовність дій забезпечує вироблення рішення про ідентифікацію ТЗ та контрольованих ситуацій і дозволяє сформулювати *методику багатокритеріальної ідентифікації технічних засобів та контрольованих ситуацій за сукупністю ознак*, яка містить такі етапи.

1. Визначення об'єкта ідентифікації та образу.
2. Установлення переліку ознак об'єкта ідентифікації та образу.
3. Формування таблиці порівняльних ознак.
4. Визначення узагальненої ознаки образу й об'єкта ідентифікації за згортою (5).
5. Розрахунок числових значень міри відповідності об'єкта ідентифікації образу за виразом (8).
6. Визначення лінгвістичної категорії відповідності за табл.2.

Розроблена методика базується і відрізняється поданням та розв'язанням задачі ідентифікації (розпізнавання) з використанням багатокритеріальних підходів. При цьому сукупність ознак об'єкта ідентифікації та образу зводиться до узагальненої ознаки згідно зі згортою за нелінійною схемою



	<p>НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС</p> <p>навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоніки»</p>	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 91 з 108	

компромісів. Методика дозволяє розв'язувати задачу ідентифікації як за переліком ТХ об'єкта ідентифікації, так і за вектором критеріальних вимог до розпізнавання. На користь методики слід відзначити її некритичність до відповідності за складом ознак образу й об'єкта ідентифікації для реалізації процесу розпізнавання, що також вирізняє її серед аналогів.

### **ВИСНОВКИ.**

1. Нормування праці є важливим елементом підвищення ефективності і якості ТО повітряних суден, у тому числі в межах об'єктів авіоніки. Нормування праці базується на врахуванні специфіки праці конкретного суб'єкта та колективів в цілому. Нормування здійснюється окремою посадовою особою з використанням специфічних підходів до реалізації цього процесу.

2. Для формування обґрунтованих управлінських рішень у сфері ТО повітряних суден можливо застосовувати математичні методи теорії прийняття рішень. Вони включають методи теорії операцій, статистичного оцінювання, експертні методи та методи багатокритеріальної оптимізації. Приклад визначення відповідності технічних засобів встановленим вимогам довів ефективність застосування методів теорії багатокритеріального оцінювання для ефективного розв'язку задач управління технічним обслуговуванням об'єктів авіоніки.



## Лекція № 8

Тема лекції:

### **УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ, ЯКІСТЮ І ЗАПАСАМИ НА ЕТАПІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

#### **План лекції**

1. Управління персоналом.
2. Управління якістю технічного обслуговування повітряних суден.
3. Управління запасами авіаційно-технічного майна.

#### **Література**

1. Орлов О.В. Керування процесами технічного обслуговування авіаційної техніки: навч. Посібник. – К.: НАУ, 2001. – 108 с.
2. Павлов В.В., Скрипець А.В. Эргономические вопросы создания и эксплуатации авиационных электрофицированных и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов: учебное пособие. – К.: КМУГА, 2000. – 460с.
3. Тамаргазін О.А. Системи технічного обслуговування пасажирських літаків.: Монографія. – К.: КМУЦА, 2000. – 268с.
4. Писарчук О.О. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем. І.Г. Грабар, О.О. Писарчук та ін. Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІ ДУТ, 2015. – 680 с.
5. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: Учебник для вузов / В.Г. Воробьев, В.Д.Константинов, В.Г.Денисов и др. М.: Транспорт, 1990. – 296с.
6. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. – М.: Византи . – 2005, 120 с.



## Зміст лекції

### ПИТАННЯ 1. Управління персоналом.

У процесі регулювання трудової діяльності персоналу можуть використовуватись різні підходи, прийоми, способи, що ґрунтуються на системному аналізі стану керованого об'єкта, тобто різноманітні методи управління людьми.

Найчастіше використовуються такі методи впливу керівників на трудову поведінку підлеглих:

- адміністративні;
- економічні;
- правові;
- соціально-психологічні.

**Адміністративні** або інакше – організаційно-розпорядчі методи управління засновані на владних, розпорядчих, наказових способах впливу на персонал.

Основними засобами такого управління є організаційно-розпорядчі документи: накази, розпорядження, інструкції, положення, стандарти, правила.

Адміністративні методи управління базуються на законодавстві та етиці спілкування. Поряд із застосуванням організаційно-розпорядчих документів вони передбачають проведення спеціальних процедур і заходів: виробничих нарад, інструктажів, співбесіди, атестацій, контрольних перевірок, звітів.

**Економічні методи** управління засновані на врахуванні і використанні економічних інтересів індивідуальних, групових, колективних.

Основними засобами економічного управління є : плани і графіки виконання робіт, нормативи, норми і ліміти витрачання ресурсів, калькуляції і ціни, кошториси витрат, економічні стимули і санкції.

Економічні методи управління включають широке використання таких процедур, як планування, облік, контроль, економічний аналіз, оцінювання персоналу по заслугах, мотивація і стимулювання.

**Правові методи** управління базуються на розподілі, регламентуванні та використанні прав, обов'язків і відповідальності структурних підрозділів організації та посадових осіб. Вони спираються на чинні нормативно-правові акти держави та керівництва організації: закони, постанови, укази, накази, статuti, угоди, положення про структурні підрозділи, посадові інструкції та регламенти.

Правові методи управління особливо ефективні, якщо вони використовуються у поєднанні з економічними та адміністративними.



**Соціально-психологічн** методи управління ґрунтуються на врахуванні та використанні соціальних потреб та інтересів індивідів і колективів, спираються на поведінську психологію людей у сфері спільної праці.

В арсеналі соціально-психологічних методів управління є такі дійові засоби, як навчання і виховання, соціальне планування, моральне заохочення, соціальне страхування, соціальний захист персоналу.

Методи регулювання трудової діяльності розрізняють також за характером впливу на трудову поведінку людей у сфері спільної праці:

- методи стимулювання – засновані на задоволенні актуальних потреб працівників, спрямовані на посилення мотивації ефективної діяльності персоналу;

- методи інформування – сприяють тому, щоб працівники, маючи необхідну інформацію, самостійно і свідомо регулювали свою трудову поведінку;

- методи переконання – використовуються для коригування неадекватної поведінки окремих працівників;

- методи адміністративного примусу – можуть застосовуватись тимчасово, локально в екстремальних ситуаціях.

Мистецтво управління людьми проявляється у тому, наскільки гнучко, доцільно, ефективно керівники використовують різноманітні методи, їхні комбінації з урахуванням конкретної виробничої ситуації.

У процесі регулювання трудової діяльності персоналу широко використовуються засоби регламентування посадових обов'язків працівників апарату управління організаціями.

**Регламентування посадових обов'язків** – це процес чіткого визначення і документального закріплення переліку обов'язкових для виконання працівником функцій і завдань, а також прав та відповідальності. Воно базується на поділі й кооперуванні праці в організації та сприяє:

- ефективному добору, розстановці та використанню персоналу;
- зміцненню виконавської дисципліни;
- створенню організаційно-правової бази діяльності працівників;
- підвищенню відповідальності працівників за результати діяльності;
- забезпеченню об'єктивності при атестації працівників, заохоченні або застосуванні дисциплінарних стягнень;
- запобіганню трудових спорів;
- підвищенню ефективності діяльності організації.

Діяльність організації в цілому, її першого керівника регламентується чинним законодавством України, статутом організації або положенням про організацію, зареєстрованим чи затвердженим в установленому порядку. Деякі аспекти діяльності першого керівника можуть регулюватись контрактом, який він укладає з роботодавцем. Діяльність виконавчого



директора може додатково регламентуватись його посадовою інструкцією, яку затверджує представник роботодавця.

Діяльність заступників першого керівника організації регламентується наказом про розподіл функцій та обов'язків між керівником і його заступниками. Додатковими засобами регламентування діяльності заступників можуть слугувати контракти і посадові інструкції.

### **Стилі управління.**

Розрізняють декілька базових стилів управління: авторитарний; автономний; співпричетний; комбінований; авторитарний.

**Авторитарному** стилю управління властиве одноосібне виявлення волі за наявності управлінських функцій у керівника. Взаємовідносини керівника і персоналу зводяться до того, що керівник дає вказівки, які підлеглі зобов'язані неухильно виконувати. Такий керівник вимогливий до підлеглих, не має поблажливості, насаджує суворий психологічний клімат у колективі. Керівник цього типу буде оптимальним там, де немає часу на проведення нарад і обговорення ситуацій, а необхідно ухвалювати швидкі рішення.

При **автономному** стилі управління керівник відіграє стримуючу пасивну роль. Рішення виробляється більшістю співробітників. Автономний стиль будується на основі ділового й особистого авторитету. Такий керівник вміє використовувати свою владу, не апелюючи до неї. Як правило, він надає перевагу активній участі співробітників у виробленні рішення, залишаючи за собою право остаточного вибору. У повсякденній діяльності такий керівник контактний, тактовний, піклується про розвиток ділової ініціативи підлеглих. Такий стиль управління допустимий у деяких видах сфери матеріального виробництва, а також в управлінні навчальними закладами.

**Співпричетний** стиль поряд із участю в процесі прийняття рішень керівника допускає також участь у ньому і співробітників. Керівник співпричетного стилю надає повну свободу дій своїм підлеглим у межах їхніх функціональних обов'язків. Виробнича дисципліна в такому колективі підтримується переважно за рахунок свідомості співробітників. Вони цінують керівника за вміння генерувати ідеї, створювати теплий емоційний клімат у колективі, за неконфліктність, довірливість, а часто і за невимогливість. Якщо такий керівник позбавлений творчих начал, його робота зводиться до паперового порядку, уникнення конфліктів, браку ініціативи. Тому цей стиль управління не ефективний у складних ситуаціях. Він допустимий у творчих колективах сфери культури й науки.

**Комбінований** стиль у процесі вироблення рішення допускає використання елементів авторитарного й автономного стилів.

**Авторитарний** стиль управління поділяється на абсолютистський, автократичний, бюрократичний, патріархальний і прихильний. При абсолютистському (диктаторському) стилі управління персоналові відведено



роль сліпого виконавця вказівок керівника. Автократичний стиль управління керівника реалізується за допомогою великого адміністративного апарату. Бюрократичний стиль керівництва оснований на неухильному дотриманні правил ієрархічної градації. Патріархальний стиль передбачає посилення керівника при ухваленні рішень на авторитет особистості або організації вищого рівня. Прихильний стиль управління базується на індивідуальних рисах особистості керівника.

Співпричетний стиль управління зазвичай поділяється на комунікативний, консультативний і співучасний.

Стилі управління в міру вираженості функцій управління, як правило, поділяються на такі:

- нововведення;
- постановка мети;
- співпричетність;
- погодження мети;
- система;
- орієнтація на результат;
- доведення завдань;
- правила вирішення;
- мотивація;
- координація;
- комунікація;
- освоєння процесу;
- розвиток особистості;
- управління тільки у виняткових випадках.

При управлінні за допомогою нововведення як головне завдання висувається вимога розробки інновацій.

При управлінні за допомогою постановки мети на перший план виходить завдання вирішення операційної мети на кожному ієрархічному рівні. Цей вид управління обмежується кошторисом та аналізом досягнутого результату.

Управління за допомогою причетності співробітників здійснюється шляхом залучення підлеглих до процесу формування, забезпечення та здійснення мети.

Стиль управління за допомогою погодження мети є симбіозом стилів: постановка мети і співпричетність співробітників. При цьому співробітники беруть участь у визначенні як стратегічної, так і поточної мети. Таким чином вони краще засвоюють мету організації, що підвищує якість їхньої роботи.





Управління за допомогою системи передбачає створення кібернетичного циклу управління як основного важеля контролю за процесами, що відбуваються.

При управлінні за допомогою орієнтації на результат весь процес підготовки, ухвалення та реалізації рішення орієнтується на кінцевий продукт.

В управлінні шляхом доведення завдань головним є якісний розподіл функцій між рівнями ієрархії.

Управління за допомогою правил вирішення полягає у визначенні правил, за якими мають реалізуватися рішення, котрі, у свою чергу, мають бути орієнтовані на досягнення загальної мети.

Стиль управління шляхом мотивації реалізується через створення дійових стимулів, які дають змогу задовольняти як індивідуальні запити співробітників, так і мету організації.

При управлінні за допомогою координації шляхом погодження часткових сфер діяльності вдається знизити ступінь конфліктності в процесі роботи організації.

Стиль управління шляхом освоєння процесу характеризується чітко вираженим безпосереднім впливом і контролем керівника за його перебігом.

Управління шляхом особистісного розвитку реалізується через створення сприятливих умов для розвитку особистості.


Стиль управління лише у виняткових випадках характеризується тим, що керівник дає можливість співробітникам

приймати рішення, втручаючись тільки в разі виникнення критичних ситуацій, ігнорування ухвалюваного рішення і відхилення від поставленої мети.

Вибір стилю управління в конкретних ситуаціях ставить перед керівником глобальну проблему. Тому він має бути гнучким, тобто володіти здатністю застосування і зміни стилів управління залежно від поставлених завдань, особистісних рис персоналу, ситуацій тощо.

Необхідно також враховувати, що певні стилі управління ефективно реалізуються тільки за певних умов. Роль керівника полягає у формуванні сприятливої ситуації для реалізації таких стилів. Це може досягатися за допомогою ефективною політики добору, розстановки й розвитку персоналу, а також комплексу заходів зі створення оптимальної організаційної структури.

Запорука успішного керівництва – бачити багатоваріантність майбутнього, вміти передбачати найнесприятливіші ситуації.

	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни «Основні етапи життєвого циклу та менеджмент об'єктів авіоники»	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП 22.01.05-01-2017
		Стор. 98 з 108	

## **ПИТАННЯ 2. Управління якістю технічного обслуговування повітряних суден.**

Управління якість обслуговування авіаційної техніки реалізується у відповідності до міжнародного стандарту ISO 9001:2015 «Системи менеджменту якості. Вимоги».

Політика з якості реалізується Державною авіаційною службою України.

Мета діяльності Державіаслужби: реалізація державної політики у сфері цивільної авіації та використання повітряного простору України та сприяння розвитку цивільної авіації України в інтересах суспільства та економіки.

При всій різноманітності підходів по підвищенню якості технічного обслуговування постає питання вибору такого, який би забезпечував гармонізацію відомих методів, що застосовуються у вирішенні окремих завдань управління. Ці підходи дають змогу реалізовувати:

- збалансовану управлінську діяльність;
- взаємодію всіх елементів системи менеджменту в процесі прийняття управлінських рішень для отримання основних результатів діяльності організації, спрямованих на задоволення вимог усіх зацікавлених сторін.

На системі управління базується підсистема управління організацією. Від ступеня наповнення системи управління якісною і своєчасною інформацією залежить ефективність системи управління загалом. Тому при розробленні політики управління якістю необхідно дотримуватися таких умов:

вироблення перспектив щодо покращення якості наданих послуг, дотримуватися цілей по якості;

дотримуватися виконання зобов'язання вищого керівництва в області якості і надавати необхідні кошти для її досягнення;

забезпечувати виконання зобов'язань по якості на всіх рівнях діяльності при чіткому управлінні з боку керівництва, прийняття і впровадження ефективних управлінських рішень в області підтримання діяльності установи;

високого рівня сервісу наданих послуг;

підвищення якості обслуговування, забезпечення стратегічного розвитку підприємства.

Фахівці в області якості вважають, що цю проблему потрібно вирішувати з позиції комплексного підходу. Останній означає охоплення системою управління якістю продукції або послуги на всіх стадіях її життєвого циклу, всіх елементів системи в комплексі.

Така система спрямована на визначення сукупності вимог замовника, й надає комплекс послуг та сукупності показників якості



послуги, а також на основі встановленої залежності між вимогами та показниками якості з урахуванням їх взаємного впливу один на одного, формування вибірки показників якості залежно від заданих параметрів послуги.

Методи управління якістю часто поділяють на дві категорії – звичайні та контрольні.

Комплексна система управління якістю це взаємоінтегрована, складна, динамічна сукупність елементів забезпечення процесів технічного обслуговування

Організація процесу обслуговування пов'язана із застосуванням нових технологій обслуговування, розширення переліку послуг, що надаються, а також організацією нових видів обслуговування та забезпеченням якісного їх виконання. Організації нових видів послуг передують маркетингове дослідження з метою виявлення мінливих вимог авіакомпаній. Для підтримки конкурентоспроможності необхідно поряд із забезпеченням якості змінювати перелік і обсяг пропозицій по кожній окремо взятій послугі відповідно до вимог авіакомпанії. У результаті використання прогресивних технологій, при збільшенні обсягу та підвищенні якості послуг зростає рентабельність діяльності і прибуток усіх учасників процесу обслуговування.

### **ПИТАННЯ 3. Управління запасами авіаційно-технічного майна.**

Ресурсне забезпечення процесів обслуговування повітряних суден на сьогоднішній день можливо реалізувати із впровадженням CALS-технологій та автоматизацію таких процесів. Зазначене забезпечує підвищення ефективності обслуговування з покращенням економічних показників. В такому випадку задачу управління запасами можливо розглядати як задачу розподілу обмежених ресурсів.

Для задач оптимального (раціонального) розподілу ресурсів слід відзначити деякі особливості:

1. Розподілу підлягають різнорідні ресурси (запаси).
2. Для розподілу ресурсів характерна різнорідність потреб споживачів запасів.
3. Вимогою оптимальності (раціональності) розподілу ресурсів є найвища ефективність виконання цільових завдань споживачами за призначенням після розподілу ресурсів за їх мінімальних витрат. Умови розподілу всіх запасів (ресурсів) не відсутні.

4. Можлива ситуація, коли цільові завдання виконуються споживачем за цільовим призначенням у разі задоволення хоча б однієї його потреби (взагалі виділяється ресурс постачальника).

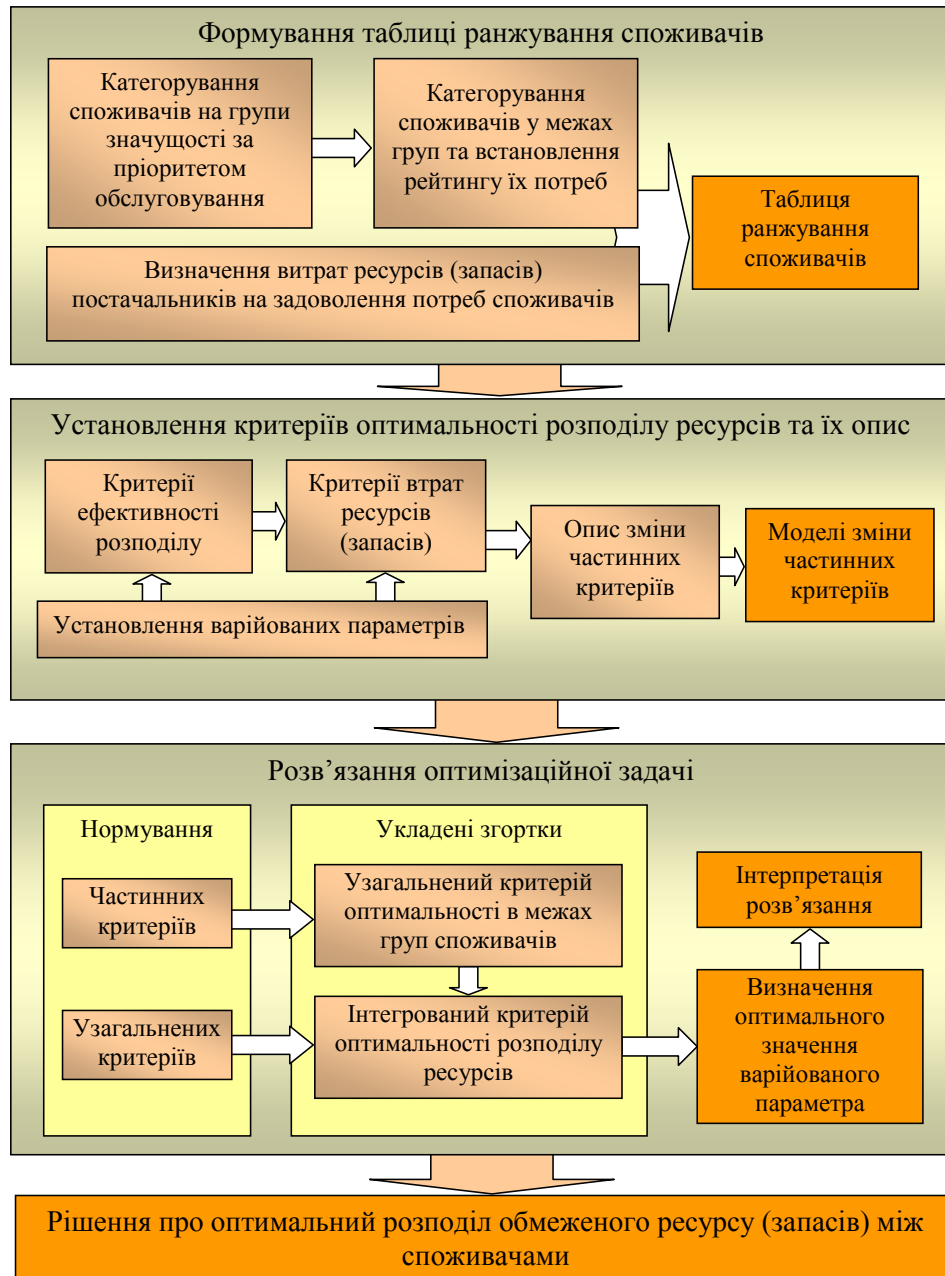


Рис. 1. Структурно-логічна схема багатокритеріальної методики оптимального розподілу обмежених ресурсів

З урахуванням викладеного, можна формалізувати задачу про оптимальний розподіл обмежених ресурсів у такий спосіб. Нехай задано кількість споживачів із відомим переліком потреб певного обмеженого ресурсу (запасів) постачальника. Можна встановити пріоритети в



обслуговуванні споживачів та задоволення їх потреб. Задано кількість постачальників певного типу запасів (ресурсів). Причому кількість постачальників та їх ресурсів значно менша за кількість споживачів та переліку їх потреб. Отже, маємо множину споживачів  $SP = \{SP_i\}$ ,  $i = 1 \dots I$  – кількість споживачів, кожний з яких має обмежену множину потреб  $SP_i \subset \{Pot_{ij}\}$ ,  $j = 1 \dots J$  – кількість потреб  $i$ -го споживача за типом. Постачальники характеризуються множиною  $PS = \{PS_k\}$ ,  $k = 1 \dots K$  – кількість постачальників, та переліком обмежених запасів  $PS_k \subset \{Zap_{km}\}$ ,  $m = 1 \dots M$  – кількість запасів за типом. Необхідно розподілити обмежені запаси  $Zap_{km}$  постачальників  $PS_k$  за споживачами  $SP_i$  так, щоб задоволення їх потреб  $Pot_{ij}$  забезпечувало найвищу ефективність виконання цільових завдань споживачами. Запаси слід розподіляти з урахуванням пріоритетів в обслуговуванні споживачів.

Для розв'язання сформульованої задачі розроблено багатокритеріальну методику оптимального розподілу обмежених ресурсів, сутність якої пояснюється структурно-логічною схемою, показаною на рис.1, та виразами (1) – (11).

Перший етап розробленої методики полягає у формуванні таблиці ранжування споживачів. Початковою інформацією для реалізації цього процесу залежно від сутності практичної спрямованості задачі розподілу ресурсів можуть бути директивні вимоги, досвід розв'язання подібного класу задач або зовнішні фактори. Процес формування таблиці ранжування можна проводити або із залученням експертів або за певними розрахунковими алгоритмами. Для формування таблиці ранжування із множини споживачів  $SP = \{SP_i\}$  формуються  $l = 1 \dots L$  груп (підмножин), для кожної з яких ставляться вимоги до задоволення потреб і ефективності виконання цільових задач споживачем (табл.1).

Таблиця 1

Вимоги до розподілу ресурсів за групами споживачів

Номер групи споживачів	Вимоги до задоволення потреб споживачів, %	Показник ефективності виконання цільових задач споживачем
1	$W_1$	$P_1$
2	$W_2$	$P_2$
...	...	...
$l$	$W_l$	$P_l$
...	...	...
$L$	$W_L$	$P_L$



Надалі у кожній виділеній групі проводиться ранжування за пріоритом потреб кожного  $i$ -го споживача. Кожному споживачу ставиться у відповідність ефективність виконання ним цільових задач для задоволення його  $j$ -ї потреби  $Pot_{ij}$  і витрачений при цьому ресурс  $k$ -м постачальником  $Zap_{km}$ . Результатом проведеного підготовчого етапу є таблиця ранжування споживачів (табл.2). Таким чином, результатом першого етапу методики оптимального розподілу ресурсів є сформована таблиця ранжування споживачів та їх потреб за пріоритетом обслуговування. Таблиця ранжування, сформована із дотриманням зазначених правил, дає змогу обумовлено розподіляти обмежені ресурси та уникати необхідності розгляду усіх можливих варіантів розподілу, що властиве методам теорії операцій і традиційно ускладнює розв'язання оптимізаційної задачі в умовах великої її розмірності.

*Другий етап* методики оптимального розподілу ресурсів передбачає встановлення системи частинних критеріїв оптимальності та опис їх зміни. Варійованим параметром для визначених умов задачі встановлено кількість постачальників, що виділяються для обслуговування потреб споживача,  $n_i$ , за обмежень їх загальної кількості  $N$ :

$$n_i, \sum_{i=1}^I n_i \leq N, \quad (1)$$

тобто для першого споживача виділятиметься  $n_1$  постачальників, для другого –  $n_2$  і т. д., причому знайдене значення, наприклад  $n_i = 2$ , означає, що для  $i$ -го споживача виділені постачальники для задоволення його першої  $Pot_1$  (з першим пріоритетом) та другої  $Pot_2$  потреби (з другим пріоритетом).

Для реалізації оптимального розподілу обмежених ресурсів використовуватиметься ефективно-вартісна модель частинних критеріїв. Критерієм ефективності вважатимемо якість виконання споживачем цільових задач для задоволення його потреб

$$P(n) \rightarrow \max. \quad (2)$$

Критерієм вартості обрано узагальнені витрати ресурсу постачальника для забезпечення потреб споживача з метою виконання ним цільових задач

$$S(n) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Тоді для декількох споживачів у межах однієї групи значущості матимемо систему частинних критеріїв

$$\begin{cases} P_1(n_1) \rightarrow \max, S_1(n_1) \rightarrow \min, \\ P_2(n_2) \rightarrow \max, S_2(n_2) \rightarrow \min, \dots, \\ P_i(n_i) \rightarrow \max, S_i(n_i) \rightarrow \min, \dots, \\ P_I(n_I) \rightarrow \max, S_I(n_I) \rightarrow \min. \end{cases} \quad (4)$$





Таблиця 2

Таблиця ранжування споживачів

Номер групи / номер споживача в групі	Пріорите т потреб спожива ча	Ієрархія потреб споживача	Ефективність виконання цільових задач споживачем	Витрачуван й ресурс постачальни ка
Споживачі групи 1				
1/1	Споживач 1			
	1	$Pot_{11}$	$E_{11}$	$R_1$
	2	$Pot_{12}$	$E_{12}$	$R_2$
	...	...	...	...
	$J_1$	$Pot_{1J_1}$	$E_{1J_1}$	$R_K$
1/2	Споживач 2			
	1	$Pot_{21}$	$E_{21}$	$R_1$
	2	$Pot_{22}$	$E_{22}$	$R_1$
	...	...	...	...
	$J_2$	$Pot_{2J_2}$	$E_{2J_2}$	$R_K$
Споживачі групи 2				
2/1	Споживач 1			
	...	...	...	...
	...	...	...	...
Споживачі групи L				
L/1	Споживач 1			
	...	...	...	...
	...	...	...	...

Сформована система частинних критеріїв (4) є суперечливою, оскільки досягнення найвищої якості виконання споживачем цільових задач неминуче приведе до збільшення витрат ресурсу постачальника на противагу вимозі його мінімізації. Наявність суперечливості критеріїв є ознакою зведення задачі розподілу обмежених ресурсів до багатокритеріальної форми. Розв'язання багатокритеріальної задачі розподілу ресурсів потребує опису зміни частинних критеріїв оптимальності (2) – (4) і буде розв'язана розрахунковим шляхом з отриманням аналогового подання зміни частинних критеріїв. Порядок розрахунків значень, що описують зміну частинних критеріїв оптимальності, визначається специфікою галузі реалізації розподілу ресурсів і буде продемонстровано надалі на прикладах.



У першому наближенні значення, що описують зміну частинних критеріїв оптимальності розподілу ресурсів та порядок їх отримання, подано табл.3, 4.

Таблиця 3

Опис зміни критерію ефективності

$n_i$	1	2	$N_i$
$P_i$	$P_i(Pot_1)$	$P_i(Pot_1)P_i(Pot_2)$	$\prod_{j=1}^{J=N_i} (P_i(Pot_j))$

Таблиця 4

Опис зміни критерію вартості

$n_i$	1	2	$N_i$
$S_i$	$R_1$	$R_1 + R_2$	$\sum_{j=1}^{J=N_i} R_j$

За дискретними даними, наведеними в табл.3,4, згідно з апроксимаційними алгоритмами формуються аналогові моделі зміни частинних критеріїв у вигляді поліномів

$$P_i(n_i) = P_0 + P_1 n_i + P_2 n_i^2 + \dots; \quad (5)$$

$$S_i(n_i) = S_0 + S_1 n_i + S_2 n_i^2 + \dots, \quad (6)$$

де  $P_0, P_1, P_2, \dots, S_0, S_1, S_2, \dots$  – параметри моделей, узгоджені з дискретними даними, наведеними в табл.3,4, наприклад за нормою МНК.

Таким чином, табл.3,4 являють собою дискретну форму опису частинних критеріїв оптимального розподілу обмежених ресурсів, а поліноми (5), (6) – аналогову їх форму.

Третій етап методики являє собою безпосередньо розв'язання оптимізаційної задачі шляхом зведення сукупності частинних критеріїв до узагальненого функціонала за нелінійною схемою компромісів. Нормування аналітичних моделей частинних критеріїв (5), (6) з переліку (4) на обмеженому інтервалі зміни аргумента  $n_i$  виконується за формулами

$$\begin{aligned} \varphi_{01}(n_1) &= \frac{\min P_1(n_1)}{P_1(n_1)} \rightarrow \min, \quad \varphi_{0S1}(n_1) = \frac{S_1(n_1)}{\max S_1(n_1)} \rightarrow \min; \quad \varphi_{02}(n_2) = \frac{\min P_2(n_2)}{P_2(n_2)} \rightarrow \min, \\ \varphi_{0S2}(n_2) &= \frac{S_2(n_2)}{\max S_2(n_2)} \rightarrow \min, \dots; \quad \varphi_{0i}(n_i) = \frac{\min P_i(n_i)}{P_i(n_i)} \rightarrow \min, \quad \varphi_{0Si}(n_i) = \frac{S_i(n_i)}{\max S_i(n_i)} \rightarrow \min, \dots; \quad (7) \\ \varphi_{01}(n_I) &= \frac{\min P_I(n_I)}{P_I(n_I)} \rightarrow \min, \quad \varphi_{0SI}(n_I) = \frac{S_I(n_I)}{\max S_I(n_I)} \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Слід зазначити, що на етапі нормування частинних критеріїв обмеження щодо розв'язання оптимізаційної задачі за аргументом  $n_i$  дозволяють врахувати потреби  $i$ -го споживачів при нормуванні критерію ефективності



$P(n_i)$ , а обмежені запаси  $k$ -го постачальника при нормуванні критерію вартості  $S(n_i)$ .

Відповідно до нелінійної згортки та з урахуванням уведених для нормування (7) позначень матимемо узагальнений критерій (оптимізаційну модель) оптимальності розподілу обмежених ресурсів постачальників для однієї групи значущості споживачів

$$\begin{aligned} \delta(n_1, n_2, \dots, n_i, \dots, n_l) = & \gamma_{01}(1 - \varphi_{01}(n_1))^{-1} + \gamma_{0S1}(1 - \varphi_{0S1}(n_1))^{-1} + \\ & + \gamma_{02}(1 - \varphi_{02}(n_2))^{-1} + \gamma_{0S2}(1 - \varphi_{0S2}(n_2))^{-1} + \dots \\ & + \gamma_{0i}(1 - \varphi_{0i}(n_i))^{-1} + \gamma_{0Si}(1 - \varphi_{0Si}(n_i))^{-1} \dots \\ & + \gamma_{0l}(1 - \varphi_{0l}(n_l))^{-1} + \gamma_{0Sl}(1 - \varphi_{0Sl}(n_l))^{-1} \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (8)$$

Де  $\gamma_{01}, \gamma_{0S1}, \gamma_{02}, \gamma_{0S2}, \dots, \gamma_{0i}, \gamma_{0Si}, \dots, \gamma_{0l}, \gamma_{0Sl}$  – нормовані вагові коефіцієнти, що характеризують перевагу (значущість) відповідного критерію при отриманні остаточного рішення задачі оптимального розподілу обмежених ресурсів.

На підставі викладеного можна сформувати систему критеріїв оптимального розподілу обмежених ресурсів за споживачами, віднесених до  $l=1..L$  груп значущості:

$$\begin{cases} \delta_1(n_{11}, n_{12}, \dots, n_{1i}, \dots, n_{1l_1}) \rightarrow \min; \\ \delta_2(n_{21}, n_{22}, \dots, n_{2i}, \dots, n_{2l_2}) \rightarrow \min, \dots; \\ \delta_l(n_{l1}, n_{l2}, \dots, n_{li}, \dots, n_{ll_l}) \rightarrow \min, \dots; \\ \delta_L(n_{L1}, n_{L2}, \dots, n_{Li}, \dots, n_{LL_L}) \rightarrow \min; \\ S(n_{11}, n_{12}, \dots, n_{1i}, \dots, n_{1l_1}, n_{21}, n_{22}, \dots, n_{2i}, \dots, n_{2l_2}, \dots; \\ n_{l1}, n_{l2}, \dots, n_{li}, \dots, n_{ll_l}, \dots, n_{L1}, n_{L2}, \dots, n_{Li}, \dots, n_{LL_L}) \rightarrow \min. \end{cases} \quad (9)$$

Особливістю системи критеріїв (9) є виділення з узагальнених критеріїв оптимальності розподілу обмежених ресурсів у межах однієї групи значущості (8) частинних критеріїв вартості і формування з них узагальненого критерію. У системі (9) введено позначення:

$$\begin{aligned} \delta_1(n_{11}, n_{12}, \dots, n_{1i}, \dots, n_{1l_1}) = & \gamma_{011}(1 - \varphi_{011}(n_{11}))^{-1} + \gamma_{012}(1 - \varphi_{012}(n_{12}))^{-1} + \dots + \\ & + \gamma_{01i}(1 - \varphi_{01i}(n_{1i}))^{-1} + \dots + \gamma_{01l_1}(1 - \varphi_{01l_1}(n_{1l_1}))^{-1} - \end{aligned}$$

критерій ефективності розподілу ресурсів постачальника між споживачами першої групи важливості;

$$\begin{aligned} \delta_2(n_{21}, n_{22}, \dots, n_{2i}, \dots, n_{2l_2}) = & \gamma_{021}(1 - \varphi_{021}(n_{21}))^{-1} + \gamma_{022}(1 - \varphi_{022}(n_{22}))^{-1} + \dots + \\ & + \gamma_{02i}(1 - \varphi_{02i}(n_{2i}))^{-1} + \dots + \gamma_{02l_2}(1 - \varphi_{02l_2}(n_{2l_2}))^{-1}, \\ \delta_l(n_{l1}, n_{l2}, \dots, n_{li}, \dots, n_{ll_l}) = & \gamma_{0l1}(1 - \varphi_{0l1}(n_{l1}))^{-1} + \gamma_{0l2}(1 - \varphi_{0l2}(n_{l2}))^{-1} + \dots + \\ & + \gamma_{0li}(1 - \varphi_{0li}(n_{li}))^{-1} + \dots + \gamma_{0ll_l}(1 - \varphi_{0ll_l}(n_{ll_l}))^{-1}, \end{aligned}$$



$$\delta_L(n_{L1}, n_{L2}, \dots, n_{Li}, \dots, n_{LL_L}) = \gamma_{0L1}(1 - \varphi_{0L1}(n_{L1}))^{-1} + \gamma_{0L2}(1 - \varphi_{0L2}(n_{L2}))^{-1} + \dots +$$

$$+ \gamma_{0Li}(1 - \varphi_{0Li}(n_{Li}))^{-1} + \dots + \gamma_{0LL_L}(1 - \varphi_{0LL_L}(n_{LL_L}))^{-1} -$$

критерій ефективності обслуговування споживачів другої  $l$ -ї та  $L$ -ї груп значущості відповідно.

Критерій узагальненої вартості (витрат) формується за виразом

$$S(n_{11}, n_{12}, \dots, n_{1i}, \dots, n_{1I_1}, n_{21}, n_{22}, \dots, n_{2i}, \dots, n_{2I_2}, \dots,$$

$$n_{l1}, n_{l2}, \dots, n_{li}, \dots, n_{lI_l}, \dots, n_{L1}, n_{L2}, \dots, n_{Li}, \dots, n_{LL_L}) =$$

$$= \gamma_{0S11}(1 - \varphi_{0S11}(n_{11}))^{-1} + \gamma_{0S12}(1 - \varphi_{0S12}(n_{12}))^{-1} + \dots +$$

$$+ \gamma_{0S1i}(1 - \varphi_{0S1i}(n_{1i}))^{-1} \dots + \gamma_{0S1I_1}(1 - \varphi_{0S1I_1}(n_{1I_1}))^{-1} +$$

$$+ \gamma_{0S21}(1 - \varphi_{0S21}(n_{21}))^{-1} + \gamma_{0S22}(1 - \varphi_{0S22}(n_{22}))^{-1} + \dots +$$

$$+ \gamma_{0S2i}(1 - \varphi_{0S2i}(n_{2i}))^{-1} \dots + \gamma_{0S2I_2}(1 - \varphi_{0S2I_2}(n_{2I_2}))^{-1} + \dots$$

$$+ \gamma_{0Sl1}(1 - \varphi_{0Sl1}(n_{l1}))^{-1} + \gamma_{0Sl2}(1 - \varphi_{0Sl2}(n_{l2}))^{-1} + \dots +$$

$$+ \gamma_{0Sli}(1 - \varphi_{0Sli}(n_{li}))^{-1} \dots + \gamma_{0SlI_l}(1 - \varphi_{0SlI_l}(n_{lI_l}))^{-1} + \dots +$$

$$+ \gamma_{0SL1}(1 - \varphi_{0SL1}(n_{L1}))^{-1} + \gamma_{0SL2}(1 - \varphi_{0SL2}(n_{L2}))^{-1} + \dots +$$

$$+ \gamma_{0SLi}(1 - \varphi_{0SLi}(n_{Li}))^{-1} \dots + \gamma_{0SLI_L}(1 - \varphi_{0SLI_L}(n_{LL_L}))^{-1} + \dots$$

Подвійна індексація параметрів  $n_{li}$  за індексом  $l$  характеризує кількість виділених груп, а за індексом  $i$  – кількість споживачів у групі.

Надалі з використанням технології вкладених згорток формується інтегрований критерій оптимальності розподілу обмежених ресурсів постачальників між споживачами за аналогового подання зміни частинних критеріїв:

$$\Omega(n_{11}, n_{12}, \dots, n_{1i}, \dots, n_{1I_1}, n_{21}, n_{22}, \dots, n_{2i}, \dots, n_{2I_2}, \dots,$$

$$n_{l1}, n_{l2}, \dots, n_{li}, \dots, n_{lI_l}, \dots, n_{L1}, n_{L2}, \dots, n_{Li}, \dots, n_{LL_L}) =$$

$$= G_{01}(1 - \delta_{01}(n_{11}, n_{12}, \dots, n_{1i}, \dots, n_{1I_1}))^{-1} +$$

$$+ G_{02}(1 - \delta_{02}(n_{21}, n_{22}, \dots, n_{2i}, \dots, n_{2I_2}))^{-1} +$$

$$+ \dots + G_{0l}(1 - \delta_{0l}(n_{l1}, n_{l2}, \dots, n_{li}, \dots, n_{lI_l}))^{-1} + \dots +$$

$$+ G_{0L}(1 - \delta_{0L}(n_{L1}, n_{L2}, \dots, n_{Li}, \dots, n_{LL_L}))^{-1} +$$

$$+ F_0(1 - S(n_{11}, n_{12}, \dots, n_{1i}, \dots, n_{1I_1}, n_{21}, n_{22}, \dots, n_{2i}, \dots, n_{2I_2}, \dots,$$

$$n_{l1}, n_{l2}, \dots, n_{li}, \dots, n_{lI_l}, \dots, n_{L1}, n_{L2}, \dots, n_{Li}, \dots, n_{LL_L}))^{-1} \rightarrow \min.$$

Критерій (9) перед їх включенням до згортки (10) нормуються до величини, яка визначається за найгіршого варіанта розподілу ресурсів постачальників між споживачами. У виразі (10)  $G_{01}, G_{02}, \dots, G_{0l}, \dots, G_{0L}, F_0$  – нормовані відповідно до (11) вагові коефіцієнти, узгоджені з вимогами табл.1 щодо ефективності виконання цільових задач споживачами після розподілу ресурсів постачальників.



Інтегрований критерій оптимального розподілу обмежених ресурсів (10) між споживачами являє собою оптимізаційну модель, де враховані суперечливі ефективнісно-вартісні частинні критерії (4), установлені для декількох груп значущості щодо обслуговування (9). Модель сформовано з використанням вкладених згорток за нелінійною схемою компромісів, що дозволяє враховувати в розподілі значну кількість критеріальних вимог, різномірність потреб споживачів і запасів та обмеженість ресурсів.

Оптимальні значення варійованих параметрів за моделлю (10) визначаються шляхом розв'язання системи нелінійних рівнянь

$$\frac{\partial^{(I_1+I_2+\dots+I_L)} \Omega(n_{11}, n_{12}, \dots, n_{1i}, \dots, n_{1I_1}, n_{21}, n_{22}, \dots, n_{2i}, \dots, n_{2I_2}, \dots, n_{L1}, n_{L2}, \dots, n_{Li}, \dots, n_{LI_L})}{\partial^{(I_1+I_2+\dots+I_L)} n_{iI_i} (i=1, 2, \dots, L)} = 0. \quad (11)$$

Результатом розв'язання системи (11) є значення варійованих параметрів  $n_{11}^*, n_{12}^*, \dots, n_{1i}^*, \dots, n_{1I_1}^*, n_{21}^*, n_{22}^*, \dots, n_{2i}^*, \dots, n_{2I_2}^*, \dots, n_{L1}^*, n_{L2}^*, \dots, n_{Li}^*, \dots, n_{LI_L}^*$

Для отримання розв'язку оптимізаційної задачі у вигляді натурального числа  $n_{LI_L}^{opt}$ , виходячи із сутності варійованого параметра з урахуванням позначень, прийнятих в моделі (10) та з контролем дотримання умови (1). Отриманий розв'язок використовується для складання оптимального плану розподілу ресурсів, для чого він інтерпретується таким чином. Для першого споживача з першої групи значущості виділятиметься  $n_{11}^{opt}$  постачальників, для другого –  $n_{12}^{opt}$  і т.д.

На підставі викладеного багатокритеріальна методика оптимального розподілу обмежених ресурсів включатиме такі етапи.

1. Формування таблиці ранжування споживачів за групами значущості і пріоритетом у межах груп (табл.2) з використанням вимог табл.1.
2. Установлення критеріїв оптимальності розподілу ресурсів та їх опис:
  - 2.1) визначення варійованих параметрів;
  - 2.2) установлення критеріїв ефективності розподілу та критеріїв витрат ресурсів (наприклад, у вигляді (2) – (4));
  - 2.3) опис зміни частинних критеріїв оптимальності (табл.3, 4);
  - 2.4) формування аналітичних моделей частинних критеріїв у вигляді виразів (5), (6) за дискретними даними табл.3, 4 з використанням методів апроксимації.
3. Розв'язання оптимізаційної задачі розподілу обмежених ресурсів:
  - 3.1) нормування частинних критеріїв оптимальності розподілу з урахуванням обмежень ресурсів за виразами (7);
  - 3.2) формування узагальнених критеріїв оптимальності в межах груп споживачів (8) та їх нормування;



3.3) визначення інтегрованого критерію оптимальності розподілу обмежених ресурсів (10) та розрахунок оптимальних значень варійованих параметрів шляхом розв'язання системи нелінійних рівнянь (11).

4. Інтерпретація оптимальних значень варійованих параметрів та прийняття рішення про оптимальний план розподілу обмежених ресурсів.

### **ВИСНОВКИ.**

1. Реалізація процесів управління персоналу має чітко виражені способи та стилі. Комбінація стилів і способів управління забезпечує ефективність управління, виходячи із ситуації, що склалася, специфіки колективу та майстерності керівника.

2. Контроль і управління якістю обслуговування повітряних суден здійснюється у відповідності до умов міжнародних стандартів. Їх виконання потребує створення системи управління якістю, як підсистеми управління виробництвом в цілому.

3. Ресурсне забезпечення процесів обслуговування повітряних суден на сьогоднішній день можливо реалізувати із впровадженням CALS-технологій та автоматизацію таких процесів. Зазначене забезпечує підвищення ефективності обслуговування з покращенням економічних показників. В такому випадку задачу управління запасами можливо розглядати як задачу розподілу обмежених ресурсів.