

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни **«Бортові електрифіковані комплекси  
конкретних типів повітряних суден»**  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
***173 Авіоніка***  
***(Авіоніка)***

**за темою № 5 - Системи управління польотом**

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2023 № 7

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 28.08.2023 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією Науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023р № 1

***Розробник:***

*Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії Хебда А.С.*

***Рецензенти:***

- 1. К.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Шмельов Ю.М.*
- 2. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.*

### **План лекції**

1. Систем керування тримерами вертольоту Мі-2.
2. Система керування тримерами вертольоту Мі-8.
3. Призначення системи рушійних упорів.
4. Принцип дії та комплект СПУУ-52.
5. Основні характеристики та система живлення СПУУ-52.
6. Включення та підготовка до роботи.
7. Контроль системи та основні відмови.

### **Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті:**

#### **Основна:**

- 1.Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.-
- 2.Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
- 3.Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
- 4.Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.

#### **Додаткова:**

- 1.Єдині конспекти з АіРЕО Мі-8МТВ на цикловій комісії.
- 2.Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-2 - М.: Департамент повітряного транспорту, 1996.
- 3.Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 ( Модуль 3, 13, 14)

#### **Інформаційні ресурси в Інтернеті:**

1. <http://aviadocs.com/RLE/Mi-8MTV-1/Cd1/Rtye/Mi-8MTV1 RTE Kniga1.pdf>
2. [http://aviadocs.com/RLE/Mi-8MTV-1/Cd1/Rlye/dop\\_topl\\_bak.pdf](http://aviadocs.com/RLE/Mi-8MTV-1/Cd1/Rlye/dop_topl_bak.pdf)
3. <http://aviadocs.com/RLE/Mi-8MTV-1/Cd1/Rtye/Mi-8MTV1 RTE Kniga7.pdf>  
<https://infopedia.su/17x1034.html> [https://studopedia.su/14\\_58688\\_tema-.html](https://studopedia.su/14_58688_tema-.html)

## Текст лекції

### 1. Систем керування тримерами вертольоту Мі-2.

Система тримерів на вертольоті Мі-2 призначена для створення необхідних навантажень на ручці керування при різних встановлених режимах польоту. В систему ручного керування включені механізми МП-100М. Керування механізмом створюється перемикачем на ручці керування вертольотом.

Перемикач тригерів дозволяє за допомогою реле виконувати включення обох електромеханізмів, як одночасно так і роздільно, що дозволяє відповідно знімати навантаження у прокольному та поперечному керуванні.

На вертольоті встановлено два електромеханізми МП-100М. Один в системі поперченого керування, другий у системі прокольного керування. При роботі електромеханізму шток або випускається, або забирається, що приводить к зменшенню зусиль на ручці керування.

Технічні характеристики МП-100М:

Напруга живлення – 27В;

Навантаження на шток – номінальна 100 кг, максимальна 150 кг.

Швидкість ходу штока – 2.7 мм/с

Споживаємий струм при нормальному навантаженні – не більше 2А.

Споживаємий струм при максимальному навантаженні – 2.3А.

Статичне навантаження – 400 кг.

Робочий хід штока – 30 мм.

Для контролю положення завантажувальних механізмів на приладовій дошці встановлений подвійний показчик типа УПЕС-21. Датчики цих показчиків системою тяг з'єднанні з проміжними гойдалками в системі керування, які в свою чергу з'єднанні зі штоками електромеханізмів МП-100М.

В комплект УПЕС входить:

- Показчик УПЕС-21- 1 шт.
- Датчик УПЕС-Д- 2 шт.

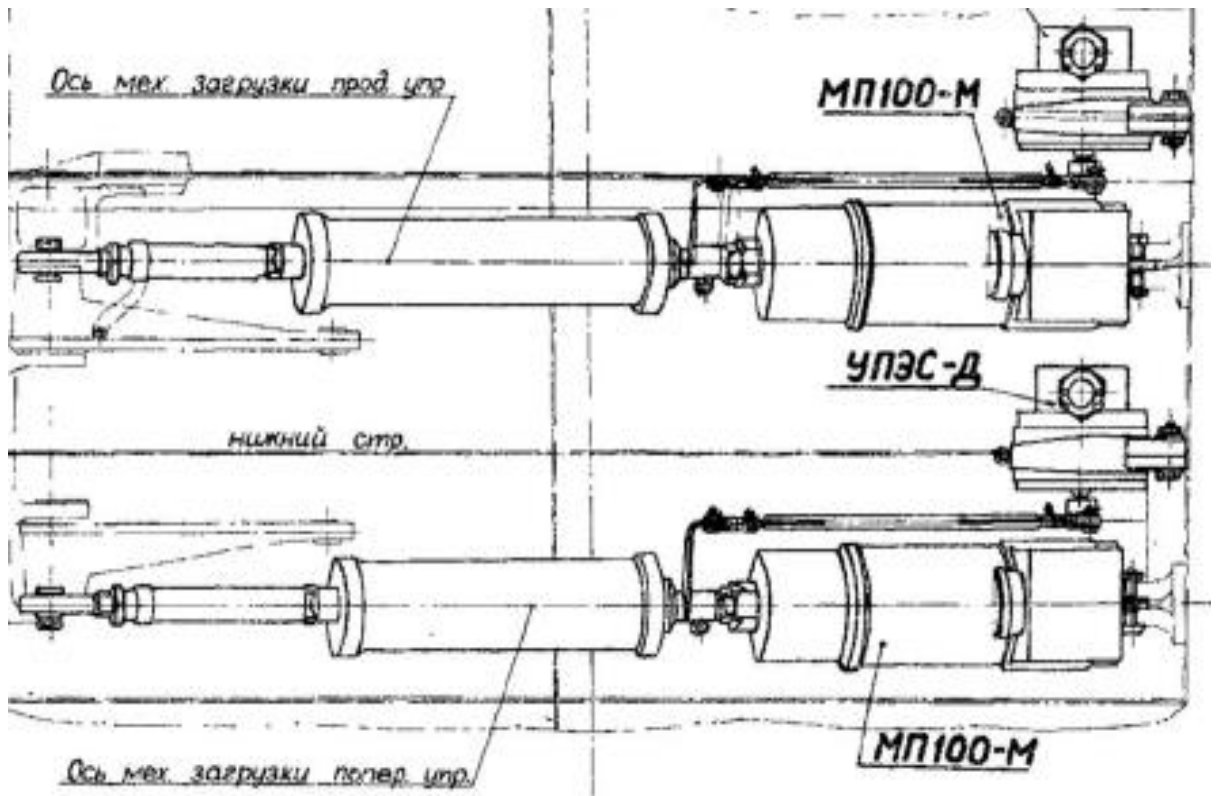
Технічні дані УПЕС-21М:

Прилад працює при напрузі 27В постійного струму.

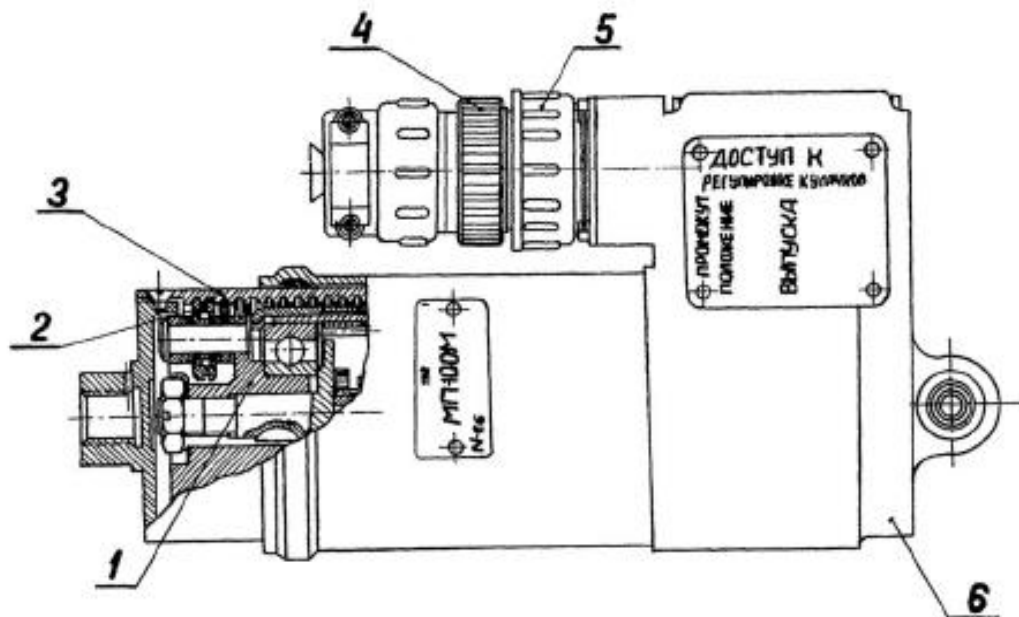
Похибка приладу при нормальних температурах навколишній середовища від 1 до 1.5 відсотків.

Похибка датчика 1.5 відсотки.

Датчики та прилади взаємозамінні.



Електродвигун - реверсивний, постійного струму, послідовно збудження. Для гальмування редуктора при припиненні подачі напруги в Двигун обладнаний муфта гальмування. Реверс електродвигуна здійснюється шляхом зраді-ня полярності полюсів при збереженні напрямку струму в обмотці якоря. Швидкість обертання двигуна - 10500 об / хв.



## 2. Система керування тримерами вертольоту Мі-8.

Для створення зусиль на ручці і педалях керування, а також для зняття цих зусиль при сталому режимі польоту в системах поздовжнього, поперечного і ножного управління включені керовані пружинні механізми завантаження з електромагнітними гальмами ЕМТ-2М.

Зняття зусиль з ручок управління вертольотом і педалей здійснюється практично миттєво після натискання кнопки «ТРИМЕР» на лівій або правій ручці управління.

Принцип дії електромагнітного гальма.

Електромагнітне гальмо ЕМТ-2М складається з редуктора, електромагнітної муфти і відцентрового пристрою.

При русі ручки або педалей пружина механізму завантаження стискається і зусилля передається на ручку або педаль, а також на поводок, закріплений на шліцах вивідного валу гальма.

Для зняття зусиль льотчик натискає кнопку тримерів, при цьому відбувається включення муфти і диск притягається до корпусу муфти, стискає пружину і звільняє гальмівний диск, забезпечуючи колесу вільне обертання. Сила стислої пружини механізму завантаження відхиляє повідець гальма.

Пружинний механізм встановлюється в нейтральне положення і зусилля з ручки або педалей знімається.

Відцентроване гальмо забезпечує уповільнення обертання вивідного валу.



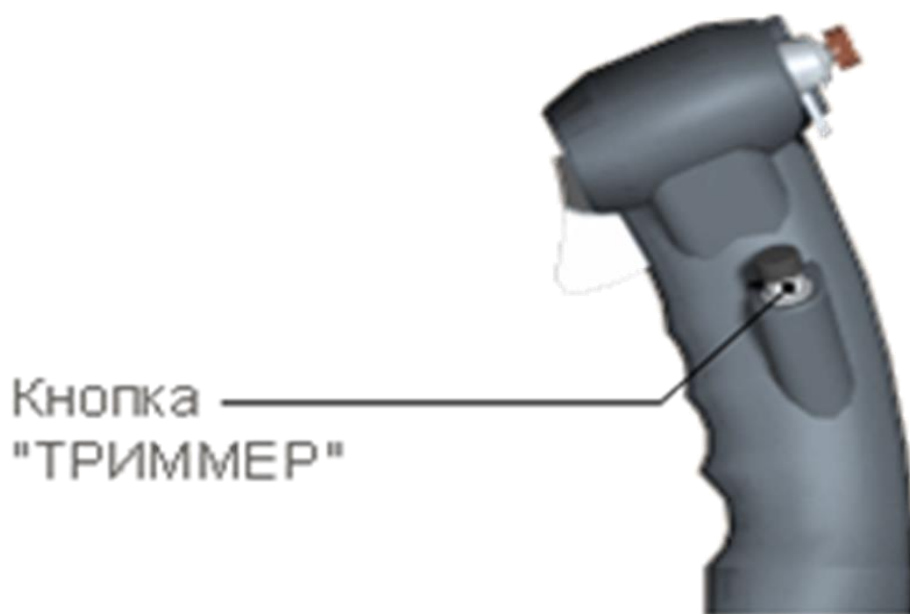
### Основні технічні дані

Напруга живлення	27 В±10%
------------------	----------

Струм споживання	не більше 3,2 А
Напруга включення електромагнітної муфти	не більше 15 В
Напруга відключення електромагнітної муфти	не більше 8 В
Маса гальма	2 кг

Однією з основних функцій обладнання авіоніки є автоматизація процесів керування ПК, зокрема забезпечення виконання системами авіоніки усіх функцій, необхідних для належного виконання безпечного польоту з найменшою кількістю членів екіпажу. Це спонукає до невпинного розвитку та вдосконалення існуючих бортових систем ПК. Саме результатом удосконалення та розвитку існуючих систем авіоніки є скорочення членів екіпажу ПК до двох осіб: командира та першого пілота.

Побудова сучасних пристроїв та систем авіоніки нерозривно пов'язана з використанням сигналів у цифровому вигляді.



Широке застосування цифрової техніки у побудові ПК зумовлено численними перевагами порівняно з аналоговою, основними з яких є:

- можливість використання цифрової обчислювальної техніки;
- підвищення завадостійкості;
- збільшення інформаційної пропускної здатності каналів

передавання даних;

- зменшення габаритних розмірів систем авіоніки та кількості дротових з'єднань.

Функціонування кожного цифрового пристрою неодмінно пов'язане з «цифровим словом», яке є аналогом реального аналогового сигналу на певному рівні дискретизації.

Застосування цифрових каналів інформаційного обміну між блоками авіоніки дозволило зменшити кількість проводів та підвищити завадостійкість.

Для організації роботи систем авіоніки застосовується комплекс програм керування та оброблення, що утворюють певну операційну систему, яка, з одного боку, відіграє роль інтерфейсу взаємодії між пристроями обчислювальної системи та прикладними програмами, а з другого – необхідна для керування пристроями та обчислювальними процесами, ефективного розподілу обчислювальних ресурсів між обчислювальними процесами та організацією точних розрахунків.

Програмне забезпечення відіграє одну з найголовніших ролей у проектуванні та розробленні систем. Сучасна елементна база, що використовується для створення блоків, потребує використання спеціальних обчислювальних програм для коректного функціонування.

Електродвигун - реверсивний, постійного струму, послідовно збудження. Для гальмування редуктора при припиненні подачі напруги в Двигун обладнаний муфта гальмування. Реверс електродвигуна здійснюється шляхом зміни полярності полюсів при збереженні напрямку струму в обмотці якоря. Швидкість обертання двигуна - 10500 об / хв.

### **3.Призначення системи рушійних упорів.**

Система рухомого упору управління СПУУ-52 призначена для автоматичного - в залежності від щільності повітря - зміни положення упору, що обмежує хід правої педалі, а отже, максимальну величину кута установки лопатей рульового гвинта.

Зі збільшенням щільності повітря кут установки лопатей рульового гвинта автоматично зменшується, оберігаючи рульової гвинт і трансмісію від перевантажень, а при зменшенні щільності повітря - збільшується, що забезпечує необхідний запас ножного управління.

Система СПУУ є релейну слідкуючу систему постійного струму, вихідний шток виконавчого механізму, якій переміщує рухомий упор, що обмежує переміщення правої педалі управління кроком хвостового гвинта вертольота.

При низькому тиску і плюсових температурах допустимий крок хвостового гвинта збільшується, а при високому тиску і низьких температурах зменшується, що виключає можливість перевантаження трансмісії вертольота при маневруванні.

#### 4. Принцип дії та комплект СПУУ-52.

Сигнал, пропорційний зміні температури, формується в підсилювально-перетворювальній пристрої (плата УПУ) блоку БУ. Елементом, який виробляє цей сигнал, є вимірювальний міст, в одному з плечей якого включено приймач електричного термометра опору П-1 (встановлений на вентиляторі двигунів)

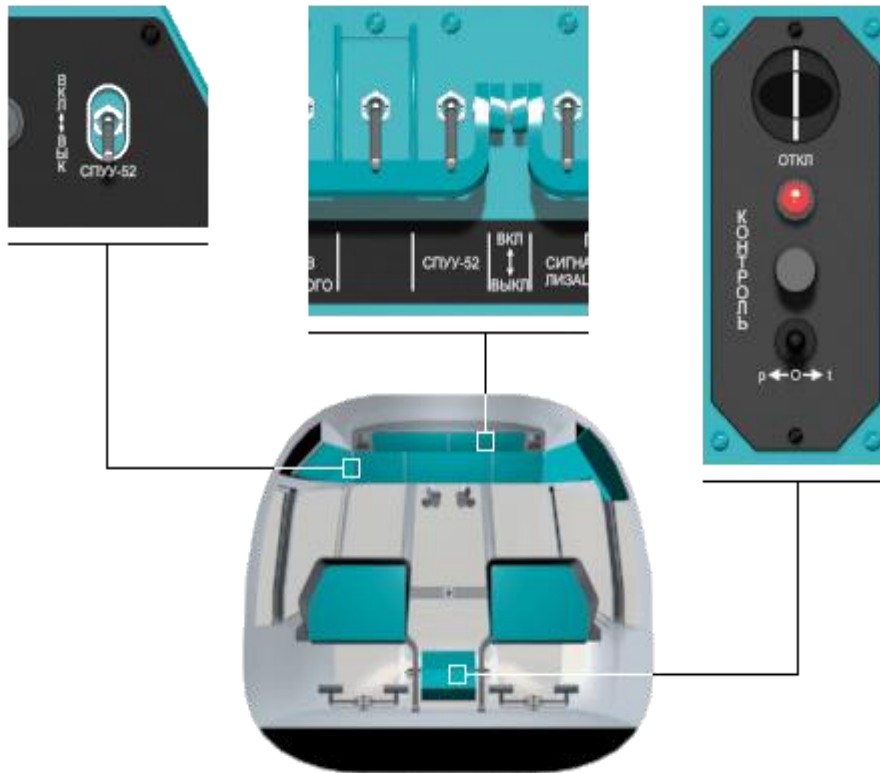
Сигнал, пропорційний зміні тиску, формується в підсилювально-перетворювальній пристрої блоку БУ.

Підсумовування сигналів температури і тиску з сигналів датчика зворотного зв'язку ДОС здійснюється на мікросхемі ОУ, встановленої на платі УВУ. При температурі  $t_H = 15^\circ \text{C}$ , тиску  $P = P_0$  (760 мм рт.ст.), шток виконавчого механізму і пов'язаний з ним датчик зворотного зв'язку повинні займати нульові положення.

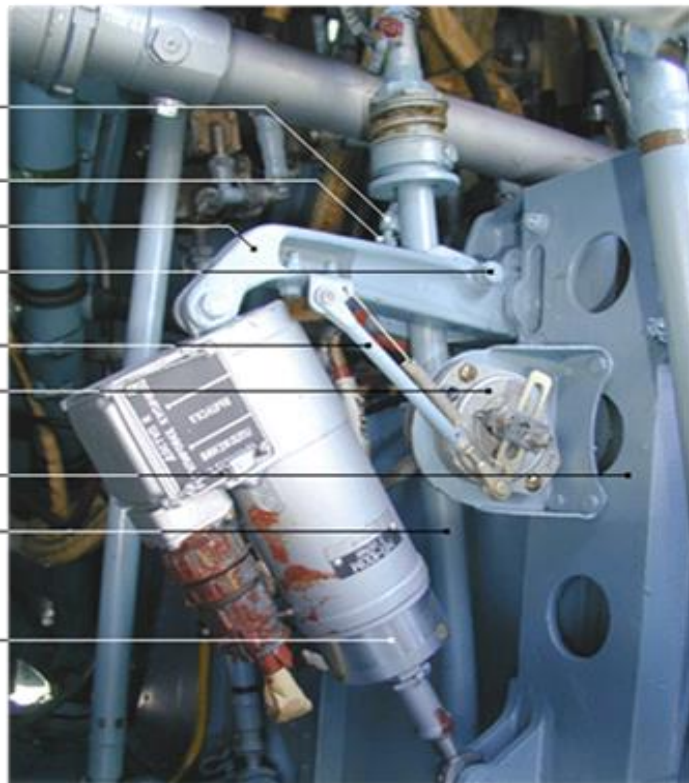
При зміні умов польоту (температури і тиску) при зміні умов польоту (температури і тиску) на виході мікросхеми ОУ з'являється напруга., Яке в залежності від полярності подається на один з імпульсних підсилювачів, які керують обмотками МП-100, що викликає рух штока і зняття (введення) обмеження по витраті правої педалі. ДОС, ротор якого механічно пов'язаний з штоком виконавчі електричні

У комплект системи входять:

- блок БУ-32, розташований на центральному пульті;
- вимірювальний комплекс ІКД-27Да, встановлений під підлогою кабіни екіпажу в районі шпангоута № 3Н;
- приймач температури П-1, встановлений в тунелі вентилятора;
- датчик зворотного зв'язку ДОС, встановлений на механізмі рухомого упору.



Система СПУУ-52-1 взаємодіє з виконавчим електромеханізмом типу МП-100М 2серія, що входять до штатного обладнання вертольота.



Рисунок— МП-100 М2

Виконавчим органом системи СПУУ-52 є електромеханізм МП-100М 2 сер., Який керує механізмом рухомого упору. Повний хід штока виконавчі електричні МП-100М становить  $41 + 1$  мм.

При повністю висунутому штоку виконавчі електричні МП-100М рухливий упор обмежує кут установки лопатей рульового гвинта до  $17^{\circ} 20' \pm 25'$ . При повністю прибраному штоку виконавчі електричні рухливий упор не обмежує кут установки лопатей рульового гвинта. Максимальний можливий кут установки лопатей рульового гвинта при цьому становить  $22^{\circ} 45' \dots 23^{\circ} 30'$  по упору штока апарату управління РА-60Б в торець гідроциліндра.

## **5. Основні характеристики та система живлення СПУУ-52.**

Основні характеристики:

Напруга живлення постійного струму 28,5В

Напруга змінного струму-36 + 1,8-3,6В Частота змінного струму-400 ± 8Гц

Положення важеля датчика зворотного зв'язку при початкових умовах не гірше ± 4 град

Передавальне число по температурі 0,9 + 0,27

Передавальне число по тиску 0,24 + 0,08

Зона нечутливості, заміряна по датчику зворотного зв'язку 2 ... 4 град.

Ударні навантаження 4 ... 6 од

Маса не більше 2,7 кг

Система живлення:

Ланцюг живлення системи СПУУ-52 по постійному струму підключена до шини ВУ через АЗС «СПУУ-52»,

А ланцюга живлення лампи-табло на блоці БУ-32 - до акумуляторної шині через запобіжник ПМ-2 «СПУУ».

Ланцюги живлення системи по змінному струмі підключені до генераторним шинам 3 ф ~ 36 В 400 Гц (фази А і В) через два запобіжника ПМ-2

Джерелом напруги ± 10В, ± 5В і ± 3В, необхідних для роботи модулятора і імпульсних підсилювачів, служить блок живлення БП.

Включення і вимикання системи здійснюється перемикачем СПУУ-52, розташованим на лівому щитку електропульт.

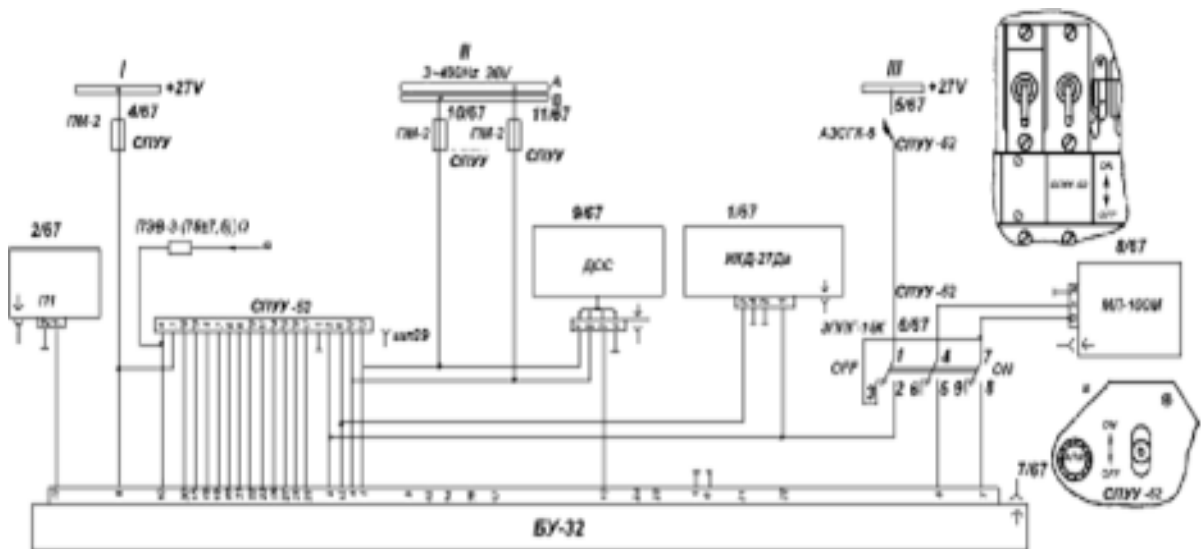


Рисунок 2 – Принципіальна схема живлення.

При установці вимикача «СПУУ-52» в положення «ВКЛ» харчування надходить в систему і вона буде підготовлена до роботи. Кнопка-табло «ОТКЛ» згасне, якщо на блок БУ-32 буде подаватися напруга 3 ф  $\sim 36$  В 400 Гц.

## 6. Включення та підготовка до роботи.

При вимкненому вимикачі і включеному АЗС системи «СПУУ-52» харчування надходить на електромеханізм МП-100М. Електромеханізм вступає в роботу і шток його втягується. Одночасно на передній панелі блоку БУ-32 загоряється кнопка-табло «ОТКЛ», що сигналізує про відсутність харчування в системі СПУУ-52.

При установці вимикача «СПУУ-52» в положення «ВКЛ» харчування надходить в систему і вона буде підготовлена до роботи. Кнопка-табло «ОТКЛ» згасне, якщо на блок БУ-32 буде подаватися напруга 3 ф  $\sim 36$  В 400 Гц., Рухливий упор знаходиться в крайньому прибраному положенні і не перешкоджає переміщенню педалей.

Цей сигнал викликає відхилення стрілки індикатора нуля ІН до суміщення з крайнім лівим нерухомим індексом.

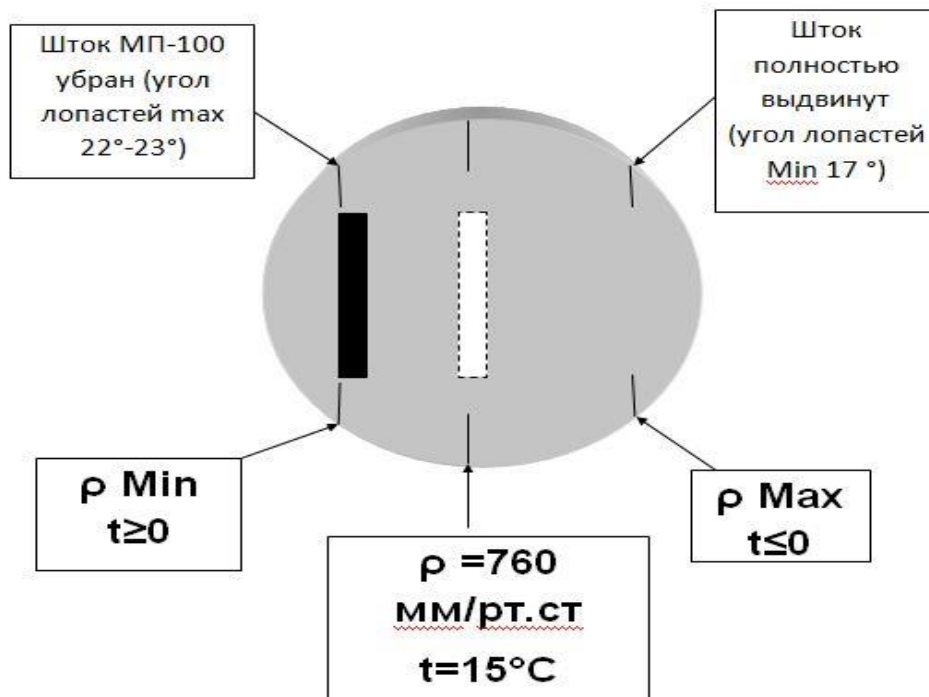


Рисунок 3- Блок БУ-32

#### Органи керування БУ-32

1. Індикатор нуля - індикація положення штока виконавчого механізму.
2. Кнопка-табло - сигналізація відсутності напружень основних джерел живлення, підключення додаткового сигналу центрування для обнулення керуючих сигналів при проведенні наземної перевірки системи засобами вбудованого контролю.
3. Ручка центрування - зміна рівня додаткового сигналу центрування.
4. Тумблер - завдання контрольних сигналів тиску і температури при проведенні наземної перевірки системи засобами вбудованого контролю.
5. Резистор «Rt» - підстроювання передавального числа по температурі.
6. Резистор «Rp» - підстроювання передавального числа по тиску.
7. Резистор «ДОС» - підстроювання крутизни сигналу датчика зворотного зв'язку.
8. Резистор «ЦЕНТР» - центрування системи - обнуління керуючих сигналів, викликаних інструментальними похибками схеми і неточністю виставки початкових умов.

Відключення системи здійснюється установкою перемикача ХАРЧУВАННЯ СПУУ в положення «ВИКЛ.». При цьому напруга 28,5В знімається з усіх точок системи. Р2 знеструмлюється і підключає кнопку-лампочку до резервного джерела. Лампочка загоряється, сигналізуючи про відключення системи. Шток виконавчі електричні переміщається в крайнє прибране положення. Стрілка індикатора нуля ІН займає крайнє ліве положення. Обмеження щодо переміщення правої педалі знімається.



## 7. Контроль системи та основні відмови.

Контроль системи.

Передполітний і післяполітний контроль працездатності системи здійснюється засобами вбудованого контролю.

1. Натиснути кнопку-табло. Загоряння лампочки свідчить про включення режиму контролю. Встановити потенціометром (Центр) стрілку на центральній відмітці.

2. При установці тумблера вбудованого контролю в положення «t» і утримуючи кнопку-табло шток виконавчі електричні переміщається на величину, відповідну переміщенню стрілки індикатора нуля приблизно до правої проміжної позначки. При поверненні тумблера контролю в нейтральне положення шток виконавчі електричні займає нульове положення, і стрілка індикатора нуля переміщається в середнє положення.

3. Контроль каналу тиску здійснюється за умови встановлення перемикача контролю в положення «Р», утримуючи кнопку-табло. При тиску 760 мм рт. ст. шток виконавчі електричні переміщається в положення, при якому стрілка індикатора нуля приблизно поєднується з лівої проміжної відміткою.

При відпуску тумблера і кнопки-табло шток виконавчі електричні повертається в положення, яке він займав перед початком контролю.



Основні несправності та їх усунення:

Зовнішні прояви несправностей	Методи виявлення несправності пристрою на вертольоті	Метод ремонту
Після включення АЗС 36В і перемикача ВКЛ СПУУ на блоці керування горить кнопка – табло ВІДКЛ.	Перевірити наявність живлення по постійному струму 27В на штирках 1.2 роз'єму БУ Перевірити наявність живлення по струму 36В 400Гц на штирках 3.4 роз'єму БУ.	Перевірку і ремонт проводити згідно інструкції з експлуатації
При натисканні кнопки – табло і обертанні ручки центрування стрілка індикатора нуля не переміщається від одного крайнього положення до другого.	Перевірити справність електромеханізму. Перевірити справність датчика зворотного зв'язку. Перевірити справність блока керування БУ.	Перевірку і ремонт проводити згідно інструкції з експлуатації
При натисканні кнопки-табло і суміщенні ручною центрівкою стрілки індикатора нуля з середніми відмітками,	Перевірити справність вимірюю чого комплексу тиску. Перевірити справність	Перевірку і ремонт проводити згідно інструкції з експлуатації

<p>встановлення тумблеру в положення Р і Т не приводять к зміщенню стрілки індикатора з середньої відмітки.</p> <p>Примітка: За суміщене положення стрілки індикатору нуля з його відмітками приймається положення при якому задня кромка стрілки суміщається з передньою кромкою відмітки.</p>	<p>Приймача температури.</p> <p>Перевірити справність блока БУ.</p>	
<p>Після виключення тумблеру ВКЛ.СПУУ стрілка індикатора нуля не встановлюється на крайню ліву відмітку</p>	<p>Перевірити справність електромеханізму.</p> <p>Перевірити справність датчика зворотного зв'язку.</p> <p>Перевірити справність блока керування БУ.</p>	<p>Перевірку і ремонт проводити згідно інструкції з експлуатації</p>