

# Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## Військовий інститут



**Тема № 14. Повірка приладів для  
вимірювання параметрів електровакуумних  
та напівпровідникових приладів.**

**Заняття №1,2. Проведення повірки приладів  
для вимірювання параметрів електронних  
ламп.**

## **Навчальна мета:**

**Проведення повірки приладів для вимірювання параметрів електронних ламп.**

## **Навчальні питання:**

**Питання 1. Вимоги нормативно - технічної документації по повірці. Умови повірки.**

**Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.**

**Питання 3. Оформлення результатів повірки.**

# Питання 1. Вимоги нормативно-технічної документації з повірки. Умови повірки.

## Операції повірки.

Зовнішній огляд.

Опробування

Визначення метрологічних характеристик.

Під час зовнішнього огляду повинно бути встановлене наступне:

Цілісність тарувальних відміток попередньої повірки.

Цілісність мережевої колодки живлення, лампових панелей, вимірювального приладу.

Відсутність механічних пошкоджень корпусу, міцності кріплення деталей та гвинтів.

Надійність фіксації ручок органів управління і регулювання.

Чіткість написів на передній панелі.

Опробування проводиться у відповідності з п.7.1 технічного опису, але замість комутації карти зкомутувати гнізда 20/1, 26/11, 40/11, 52/11 в комутаторі.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

### Визначення основної похибки вимірювання.

Визначення основної похибки вимірювання проводиться методом порівняння показів стрілочного приладу вимірювача з показами засобів повірки і визначення відповідності одержаних значень похибки з допустимими значеннями приводної похибки вимірювача.

Основна приводна похибка вимірювача розраховується згідно формули:

$$\delta = \frac{A_{\text{вим}} - A_{\text{зраз}}}{B} \cdot 100\%$$

$A_{\text{вим}}$  – покази в перевіряємій точці шкали приладу;

$A_{\text{зраз}}$  – покази зразкового приладу;

$B$  – граничне значення шкали.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3.

### Визначення метрологічних характеристик.

Визначення похибки вимірювання починається на шкалі з найменшим номінальним значенням і визначається в числових відмітках робочої частини (2/3) шкали приладу вимірювача.

На інших шкалах – на відмітках з найбільшим значенням похибки, яка визначена на шкалі з найменшим значенням, і на кінцевих відмітках шкали.

### Напруга живлення аноду $U_a$ .

При визначенні похибки вимірювання напруги живлення аноду використовується джерело анодного кола повіряємої лампи, тому зовнішнє джерело не потрібне.

Зразковий вольтметр класу 0.2 підключити плюсовим затискачем до гнізда 12/11 комутатора, а мінусовим затискачем – до корпусної клеми вимірювача, ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “ $U_a$ ”.

Повірка починається на шкалі 15В. Для цього потрібно в комутаторі закомотувати гнізда 25/1, 20/1, 8/11, 46/11, 58/11.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

Потім ручкою “**Ua**” поступово змінювати анодну напругу і при натиснутій кнопці “ИЗМЕРЕНИЕ” змінювати покази з зразкового вольтметра і вимірювача, ціна поділки вимірювача при цьому складає 0.5 В.

Під час визначення похибки вимірювання на шкалі 75В потрібно закомутувати гнізда 25/1, 20/1, 46/11, 58/11, 9/11; на шкалі 150В замість гнізда 9/11 закомутувати гніздо 10/11, ціна поділки шкали вимірювача при цьому складає: на шкалі 75В – 1В, на шкалі 150В – 2В.

При визначенні похибки вимірювання на другій половині шкали – 300В закомутувати гнізда 26/1, 20/1, 40/11, 52/11, ціна поділки шкали вимірювача при цьому складає 4В.

### Напруга живлення другої сітки **Ug2**.

При визначенні похибки вимірювання напруги живлення другої сітки використовується джерело живлення другої сітки перевіряємої лампи.

Зразковий вольтметр класу 0.2 підключити плюсовим затискачем до гнізда “G2”, а мінусовим затискачем – до корпусної клеми вимірювача.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

Ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”, ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “Ug2”. Повільну зміну напруги виконувати ручкою “Ug2”. При визначенні похибки вимірювання на шкалі 75В потрібно закомутувати гнізда 18/1, 26/1, 19/1, 46/1, 58/11, 23/11; на шкалі 150В замість гнізда 23/11 закомутувати гніздо 24/11.

При визначенні похибки вимірювання на другій половині шкали – 300В закомутувати гніздо 26/1, 20/1, 40/11, 52/11, 18/11.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

### Напруга живлення кіл схеми вимірювача 250В.

Шкала для перевірки напруги живлення схеми вимірювача становить 300В. При визначенні похибки вимірювання на цій шкалі використовується джерело живлення кіл схеми 250В.

Зразковий вольтметр класу 0.2 підключити плюсовим затискачем до гнізда 39/11, а мінусовим затискачем – до корпусної клеми вимірювача.

Ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”, ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “250”.

Закомутувати гнізда 20/1, 26/1, 40/11, 52/11.

Повільне регулювання напруги виконувати регулятором “250В” (R169), достатньо визначити похибку вимірювання тільки в точці 250В.

### Напруга живлення першої сітки Ug1.

Зразковий вольтметр класу 0.2 підключити мінусовим затискачем до гнізда 43/1, а плюсовим затискачем – до корпусної клеми вимірювача.

Ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”, ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “Ug1”.



## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

Закомутувати наступні гнізда в комутаторі: 20/1, 26/1, 40/11, 52/11, а також при визначенні похибки вимірювання:

на шкалі 1,5В – гнізда 15/1, 2/1;

на шкалі 3В – гнізда 16/1, 2/1;

на шкалі 7,5В – гнізда 17/1, 2/1;

на шкалі 15В – гнізда 18/1, 1/1;

на шкалі 30В – гнізда 13/11, 1/1;

на шкалі 75В – гнізда 1/1;

при цьому ціна поділки:

шкали 1,5В складає 0,02В;

шкали 3В складає 0,04В;

шкали 7,5В складає 0,1В;

шкали 15В складає 0,2В;

шкали 30В складає 0,4В;

шкали 75В складає 1В.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

Напруга живлення каналу **Uh**, **Uf**.

Зразковий вольтметр класу 0.2 підключити плюсовим затискачем до корпусної клеми, а мінусовим затискачем – до гнізда 55/1 комутатора. Ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”, ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “**Ug1**”. При визначенні похибки вимірювання напруги каналу використовується джерело живлення першої сітки, при цьому кнопку “вимірювання” натискати не потрібно, закомутувати в комутаторі гнізда 65/11, 72/11 і при визначенні похибки вимірювання:

на шкалі 3В – гнізда 13/1, 2/1, 47/1;

на шкалі 7.5В – гнізда 14/1, 2/1;

на шкалі 15В – гнізда 1/1, 47/1.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

При визначенні похибки вимірювання на шкалах 3В і 7.5В плавну зміну напруги здійснювати ручкою “Ug1”–“-10”, на шкалв 15В – ручкою “Ug1”–“-65”.

Струм аноду  $I_a$  і струм емісії  $I_e$ .

При визначенні похибки вимірювання струму аноду використовується джерело живлення анодного ланцюга перевіряємої лампи.

Зразковий міліамперметр класу 0.2 з'єднаний послідовно з зовнішнім опором навантаження, з'єднати плюсовим затискачем до гнізда 67/1 комутатора, а мінусовим затискачем – до корпусної клеми вимірювача.

Ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”, ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “ $I_a$ ”.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

На комутаторі закомутувати гнізда 12/11, 25/1, 58/11, 46/11, 20/1 і при визначенні похибки вимірювання:

- на шкалі 1.5mA – гніздо 27/1;
- на шкалі 3mA – гніздо 28/1;
- на шкалі 7.5mA – гніздо 29/1;
- на шкалі 15mA – гніздо 30/1;
- на шкалі 30mA – гніздо 25/1;
- на шкалі 75mA – гніздо 26/1;
- на шкалі 150mA – гніздо 27/1;

- при цьому ціна поділки
- шкали 1.5mA має 0.02mA;
  - шкали 3mA має 0.04mA;
  - шкали 7.5mA має 0.1mA;
  - шкали 15mA має 0.2mA;
  - шкали 30mA має 0.4mA;
  - шкали 75mA має 1mA;
  - шкали 150mA має 2Ma.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

Величини зовнішніх опорів навантаження повинні приблизно мати  
слідуючі значення:

шкали 1.5mA	– 100кОм	0.25Вт;
шкали 3mA	– 50кОм	0.5Вт;
шкали 7.5mA	– 20кОм	2Вт;
шкали 15mA	– 10кОм	5Вт;
шкали 30mA	– 5кОм	5Вт;
шкали 75mA	– 2кОм	15Вт;
шкали 150mA	– 1кОм	25Вт.

Значення струму  $I_a$  встановлюють ручкою “ $U_a$ ”.

### Струм сітки $I_{g2}$ .

При визначенні похибки вимірювання струму другої сітки  
використовується джерело живлення другої сітки.

Зразковий міліамперметр класу 0.2 з'єднаний послідовно з зовнішнім  
навантаженням, підключити плюсовим затискачем до гнізда 61/1 комутатора,  
а мінусовим затискачем – до корпусної клеми вимірювача.

Ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”, ручку  
перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “ $I_{g2}$ ”.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

На комутаторі закомутувати гнізда 19/11, 26/1, 40/11, 52/11 і при визначенні похибки вимірювання:

на шкалі  $0.75\text{mA}$  – гніздо 14/1;

на шкалі  $1.5\text{mA}$  – гніздо 15/1;

на шкалі  $3\text{mA}$  – гніздо 16/1;

на шкалі  $7.5\text{mA}$  – гніздо 17/1;

на шкалі  $15\text{mA}$  – гніздо 18/1.

Значення струму  $I_{g2}$  встановлюють ручкою “ $U_{g2}$ ”.

### Випрямлений струм Івп.

При визначенні похибки вимірювання **Івп** необхідно зразковий міліамперметр класу 0.2 підключити плюсовим затискачем до гнізда 55/1 комутатора, а мінусовим – до гнізда 42/1 вимірювача.

Ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”, ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “Івп”.

На комутаторі закомутувати гнізда 42/1, 55/11, 57/11, 69/11, 70/11. крім того закомутувати, гніздо 7/1 при визначенні похибки вимірювання на шкалі  $150\text{mA}$ , а на шкалі  $300\text{mA}$  – гніздо 8/1, а також одне з гнізд – 21/1, 19/11, 20/11, або 21/11.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

Змінюючи величину струму ручками “НАКАЛ” – “ГРУБО” і “ТОЧНО”, при натисканні кнопки “ИЗМЕРЕНИЕ” зняти покази з зразкового міліамперметра і вимірювача.

Зворотній струм першої сітки  $I_{g1}$ , струм аноду на початку характеристики  $I_{a0}$  і струм витікання між електродами  $I_{вит}$ . При визначенні похибки вимірювання “ $I_{g1}$ ”, “ $I_{a0}$ ”, “ $I_{вит}$ ” використовується джерело живлення першої сітки.

Зразковий міліамперметр класу 0.2 з'єднаний послідовно з зовнішнім опором навантаження, з'єднати мінусовим затискачем до гнізда 43/1 комутатора, а плюсовим затискачем – до корпусної клеми вимірювача.

Ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”, ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “ $I_{g1}$ ”.

На комутаторі закомутувати гнізда 2/1, 20/1, 26/1, 40/11, 52/11, потім здійснити встановлення нуля і калібрування лампового мікроампетметра.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

При визначенні похибки додатково зокомутувати:

на шкалі  $0.75\text{mkA}$  – гніздо 9/1;

на шкалі  $3\text{mkA}$  – гніздо 10/1;

на шкалі  $15\text{mkA}$  – гніздо 11/1;

на шкалі  $30\text{mkA}$  – гніздо 12/1;

на шкалі  $150\text{mkA}$  – гніздо 7/11;

при цьому ціна поділки

шкали  $0.75\text{mkA}$  має  $0.01\text{mkA}$ ;

шкали  $3\text{mkA}$  має  $0.04\text{mkA}$ ;

шкали  $15\text{mkA}$  має  $0.2\text{mkA}$ ;

шкали  $30\text{mkA}$  має  $0.4\text{mkA}$ ;

шкали  $150\text{mkA}$  має  $2\text{mkA}$ ;



## Питання 2. Методика перевірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

Величини зовнішніх опорів навантаження повинні приблизно мати  
слідуючі значення:

шкали 0.75mA – 10МОм 0.1Вт;

шкали 3mA – 3МОм 0.1Вт;

шкали 15mA – 0.68МОм 0.1Вт;

шкали 30mA – 300кОм 0.1Вт;

шкали 150mA – 68кОм 0.1Вт.

Значення струму встановлюють ручкою “Ug1” — “-10”.

Крутизна анодно – сітчастої характеристики.

Визначення похибки вимірювання крутизни здійснюється за допомогою мілівольтметра класу 1.0 з шкалою 150мВі генератора, при цьому лампу VL15(6НЗП) вийняти.

Мілівольтметр, а також генератор підключити одним з вихідних затискачів до гнізда 6/1 комутатора, а іншим – до докорпусної клеми вимірювача.

Ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”,  
ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “S”. Тумблер “S”  
поставити в положення “КАЛИБР”.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

На комутаторі закомутувати гнізда 20/1, 26/1, 40/11, 52/11.

За допомогою мілівольтметра встановити вихідну напругу генератора, яка дорівнює 120mV частотою 1400Hz. Обертанням ручки “ЧАСТОТА” звукового генератора (близько 1400Hz) при натиснутій кнопці “ИЗМЕРЕНИЕ” добитись максимуму показів вимірювача (вихідна напруга генератора повинна бути рівною 120mV). Далі за допомогою регулятора “S” “КАЛИБР” (R129) покажчик вимірювача (стрілку) поставити на калібрувальну помітку шкали (поділка 120). Потім, не змінюючи частоти генератора, змінювати вихідну напругу його і при натиснутій кнопці “ИЗМЕРЕНИЕ” зняти покази мілівольтметра і вимірювача. Визначення частоти настройки крутизноміра.

Для визначення частоти настройки крутизноміра необхідно ручку перемикача “ИЗОЛЯЦИЯ” поставити в положення “ПАР”, а ручку перемикача “ПАРАМЕТРИ” – в положення “S”. Тумблер “S” поставити в положення “КАЛИБР”.

На комутаторі закомутувати гнізда 20/1, 26/1, 40/11, 52/11.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

Вольтметр змінного струму і частотомір підключити до гнізда 4/1 комутатора і до корпусного затискача вимірювача.

При натиснутій кнопці “ИЗМЕРЕНИЕ” за допомогою регуляторів “АМПЛИТУДА” і “ЧАСТОТА”, які розташовані на лівій боковій панелі вимірювача, добитись максимуму показів на стрілочному приладі вимірювача, причому змінна напруга, яка вимірюється електричним вольтметром, повинна бути рівною 450мВ.

Після цього за допомогою частотоміра відрахувати значення частоти. Значення частоти настройки повинно бути в межах  $1400 \pm 50$  Гц.

Визначення послаблення ламповим вольтметром крутизноміра сигналів на частотах, які відрізняються від основної.

Визначення здійснюється в слідуючому порядку:

Тумблер “S” поставити в положення “КАЛИБР”, лампу VL15 вийняти, закомутувати гнізда 20/1, 26/1, 40/11, 52/11. генератор підключити до гнізда 4/1 комутатора і до корпусного затискача вимірювача. Вихідну напругу генератора встановити рівною 450мВ за допомогою зовнішнього вольтметра змінного струму.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

Потім вольтметр змінного струму підключити до гнізда “ЛАМПОВИЙ ВОЛЬТМЕТР”, яке розташоване на лівій боковій панелі і за допомогою ручки “ЧАСТОТА” генератора (близько 1400Гц) добитись максимуму показів вольтметра і встановити їх рівним 25В ручкою “ВЫХОД” генератора. Підтримуючи вихідну напругу генератора постійною, змінювати його частоту.

При частоті вихідної напруги генератора 800Гц і 1200Гц зняти покази зразкового вольтметра змінного струму. Послаблення обчислюється за допомогою формули:

$$\sigma = \frac{V}{V_{Hz}}$$

$\sigma$  – послаблення, в разях;

$V$  – покази зразкового вольтметра змінного струму на основній частоті,  $V$  (т. б. т. 15В при  $Hz=1400 \pm 50Hz$ );

$V_{Hz}$  – покази зразкового вольтметра змінного струму при частоті вихідної напруги генератора 800Hz або 1200Hz.

Послаблення на частоті 1200Гц повинне бути не менш ніж 100 разів.

## Питання 2. Методика повірки вимірювачів типу Л1, Л3. Визначення метрологічних характеристик.

### Перевірка параметрів джерел напруги живлення.

Перевірка всіх джерел живлення, крім джерел живлення накалу, здійснюється при натиснутій кнопці “ИЗМЕРЕНИЕ”. При цьому визначаються:

коефіцієнт пульсації 
$$K = \frac{U}{10U_0} \%$$

$K$  – коефіцієнт пульсації, %;

$U$  – значення напруги, яке виміряне вольтметром амплітудних значень;

$U_0$  – значення постійної напруги, на рівні якої визначається коефіцієнт пульсації.

нестабільність напруги 
$$= \frac{\Delta U}{U_0} 100 \%$$

де – нестабільність напруги, %;

$\Delta U$  – змінна напруга при зміні навантаження на 50%, V;

$U_0$  – значення постійної напруги, на рівні якої визначається нестабільність.

### Питання 3. Оформлення результатів повірки.

Результати повірки заносяться у відповідні розділи формуляру приладу і завіряються підписом повірителя і відтиском повірочного тавра.

Прилади, які мають незадовільні результати повірки до користування не допускаються.