

Цифровий контролер  
потенціостату ПИ-50

# MTech CON-PI-50-2

З програмним керуванням  
через USB інтерфейс



ПАСПОРТ ТА ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА

Львів - 2015

## 1. Загальний опис

Контролер **MTech CON-PI-50-2** (далі "пристрій") призначений для керування роботою потенціостату ПИ-50 і виконання досліджень та аналізу електрохімічними методами: вольтамперометрією (класична, циклічна), хроноамперометрією та хронопотенціометрією.

Контроль процесу дослідження/аналізу, візуалізацію результатів вимірювань та їх первинну обробку реалізовано у програмному забезпеченні "**MTech CON-PI-50-2**" (далі "програма"). Зв'язок пристрою з персональним комп'ютером реалізовано через USB порт.

## 2. Технічні характеристики

Характеристика	Значення
Діапазон розгортки потенціалу робочого електроду (відносно електроду порівняння)	-5 ... +5 В
Дискретність розгортки потенціалу	~2,5 мВ
Діапазон вимірювання струму	$\pm 2,2 \cdot k$ (k – коеф. перетв. "струм-напруга" у ПИ-50)
Швидкість розгортки потенціалу	0,01 ... 100 мВ/с
Допустима відносна похибка вимірювання струму/потенціалу	$\leq 0,1\%$

## 3. Комплектація

Контролер **MTech CON-PI-50-2** – 1 шт

Кабель з USB-RS232 конвертером PL2303 \* – 1 шт

Кабель живлення під стандартну розетку 220 В – 1 шт

Кабелі для підключення до потенціостату із роз'ємами BNC\* – 3 шт

Паспорт та інструкція користувача – 1 шт

Програмне забезпечення "**MTech CON-PI-50-2**" \*\* – 1 шт

### Примітки:

\* з'єднання кабелів із пристроєм може бути "жорстким" або через відповідні гнізда.

\*\* програмне забезпечення постачається на оптичному носію (CD/DVD) або через web-сайт лабораторії **MTech**.

## 4. Гарантійні зобов'язання

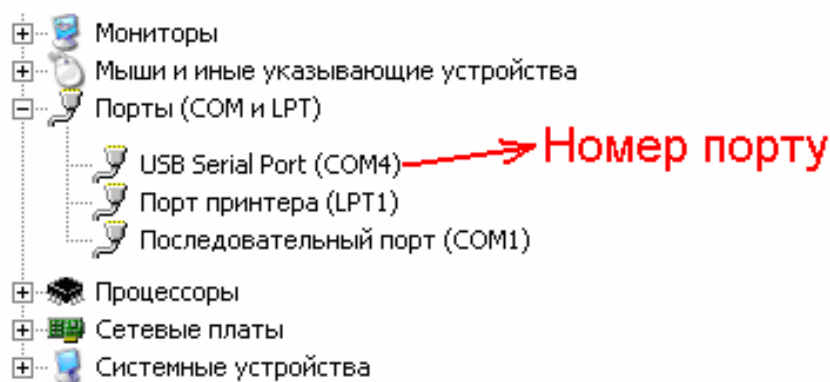
Виробник зобов'язаний виконувати безкоштовне гарантійне обслуговування пристрою впродовж 12 місяців після введення в експлуатацію за умови непошкодженості корпусу та пломби-наклейки.

## 5. Програмне забезпечення

### 5.1. Встановлення та налаштування

Файл zip-архіву з останньою версією програмного забезпечення для контролера **MTech CON-PI-50-2** потрібно розархівувати в якусь папку на жорсткому диску комп'ютера, наприклад "CON-PI-50-2-SETUP". В результаті цього ця папка повинна містити такі компоненти: папки "DRIVER-XP", "DRIVER-7" та інсталяційні файли (setup.exe та інші).

Під'єднайте USB кабель пристрою до USB порту персонального комп'ютера. Якщо на Вашому комп'ютері раніше вже використовувались прилади із USB-RS232 конвертером PL2303, то жодних повідомлень комп'ютер не видасть та автоматично підключе відповідний драйвер. Якщо ж комп'ютеру цей конвертер "незнайомий", то він видасть повідомлення про новий пристрій та необхідність встановлення драйверів для нього. При цьому слід вибрати "ручний спосіб" встановлення драйвера із зазначеного місця на диску. В залежності від типу операційної системи (XP чи 7) слід вказати шлях до папки "DRIVER-XP" чи "DRIVER-7". Після встановлення драйвера слід з'ясувати номер виділеного системою порту. Для цього перейдіть у "Пуск / Налаштування / Панель управління / Система / Диспетчер пристроїв / Порты (COM и LPT)" – там повинен бути рядок "USB Serial Port (COMx)", де x–номер порту (на рисунку знизу це 4). Приблизне зображення (залежно від системи Windows):



Запам'ятайте цей номер – він Вам ще знадобиться.

Від'єднайте USB кабель пристрою від комп'ютера.

Створіть на диску папку, в яку слід заінсталювати програмне забезпечення, наприклад "CON-PI-50-2". Запустіть файл setup.exe і встановіть програму у створену папку. Якщо все зроблено правильно, то у папці "CON-PI-50-2" будуть такі файли:

mtech\_CON-pi50-2.exe

ST5UNST.LOG

manual\_MTech\_CON-PI-50-2.pdf

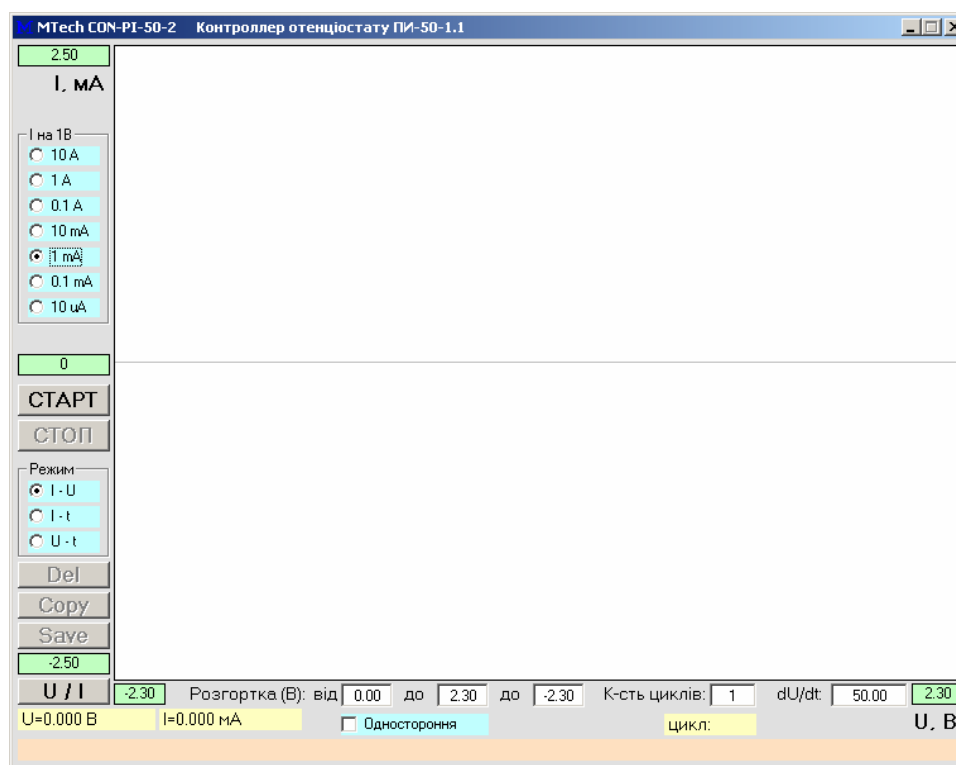
dac.dat

port.txt

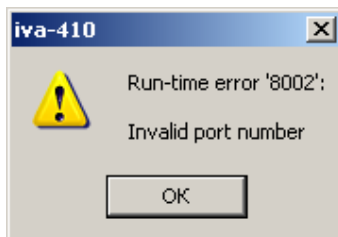
В останньому файлі (port.txt) слід прописати номер порту, який виділила система при встановленні драйвера – зробити це можна в звичайній програмі "блокнот" Вашої операційної системи.

Тепер все готове до початку роботи з пристроєм!

Під'єднайте USB кабель пристрою до USB порту персонального комп'ютера (це має бути той самий порт, до якого Ви підключались раніше! В іншому випадку система може виділити інший номер порту). Запустіть основний файл програми – mtech\_CON-pi50-2.exe. Якщо всі попередні дії зроблено правильно, то програма "виявить" пристрій (на ньому засвітиться червона лампочка) і Ви побачите вікно програми:



Якщо ж щось було зроблено неправильно, то Ви побачите повідомлення про помилку, наприклад:



Слід перевірити відповідність номеру порту, записаного у файлі port.txt, та виділеного системою (Диспетчер устройств / Порты (COM и LPT). Для коректного сприйняття програмою числових даних дуже важливо щоб розділювачем цілої та дробової частини числа була крапка (а не кома!) – цей параметр системи можна знайти і змінити у "Панель управління / язики и рег. стандарты / настройка". Також бажано працювати із стандартною роздільною здатністю монітора – 96 dpi (96 точок на дюйм). Цей параметр системи можна знайти і змінити у "Панель управління / Екран / Параметры / Дополнительно / Общие".

Якщо виникнуть нездоланні труднощі із встановленням драйверів чи програмного забезпечення, то зверніться до нас за адресою i\_patsay@franko.lviv.ua або mtech\_lab@ukr.net – допоможемо.

## 5.2. Призначення

– Програмне керування потенціостатом ПИ-50 для виконання електрохімічних досліджень чи аналізу методами класичної та циклічної вольтамперометрії, хроноамперометрії та хронопотенціометрії.

– Реєстрація та графічне відображення вимірних залежностей: вольтамперограм, хроноамперограм та хронопотенціограм.

– Копіювання вимірних залежностей у буфер обміну комп'ютера для перенесення інформації у інші програми (у форматі таблиці з двома стовпчиками X-Y).

– Запис вимірних залежностей у файл "data.dat" для збереження/перенесення інформації у інші програми (у форматі таблиці з двома стовпчиками X-Y). Зазначений файл записується у ту саму папку, де була встановлена програма **MTech CON-PI-50-2**.

### 5.3. Порядок роботи

#### 5.3.1. Запуск та завершення роботи програми

Програмне забезпечення "MTech CON-PI-50-2" можна запускати лише після підключення пристрою до USB порту комп'ютера. В іншому випадку з'явиться повідомлення про помилку. Загалом послідовність роботи повинна бути такою:

- підключити три кабелі пристрою до потенціостату ПИ-50;
- увімкнути потенціостат ПИ-50 та дати йому "прогрітись";
- підключити пристрій до USB порту комп'ютера;
- запустити програму "MTech CON-PI-50-2";
- виконати необхідні вимірювання;
- закрити програму "MTech CON-PI-50-2";
- відключити пристрій від USB порту комп'ютера;

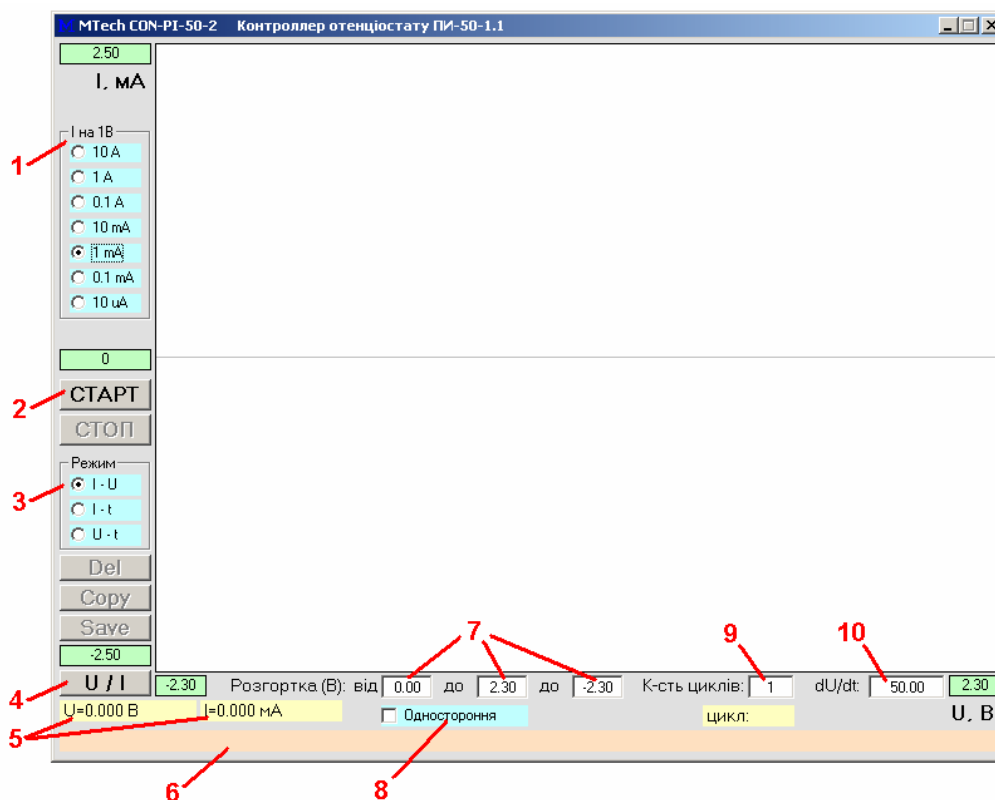
Якщо передбачається стаціонарне (не "мобільне") використання пристрою (коли пристрій завжди працює з певним комп'ютером і потенціостатом), то допускається постійне підключення пристрою до комп'ютера та потенціостата. Однак при цьому бажано відключати USB кабель пристрою перед вимкненням комп'ютера.

В будь-який момент часу програма (і пристрій) може перебувати в одному з трьох режимів (станів), які умовно названо "Підготовка", "Вимірювання" та "Результат".

Після запуску програми вона переходить в режим "Підготовка".

#### 5.3.2. Режим "Підготовка"

Цей режим призначений для підготовки до нового вимірювання – вибору методу, параметрів розгортки, значення коефіцієнту перетворення "струм-напруга" та інших параметрів. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:



1 – вибір коефіцієнту ( $k$ ) перетворення "струм-напруга", який задано у потенціостаті (ця величина визначає діапазон струмів:  $\pm 2,2 \cdot k$ );

2 – запуск вимірювання (перехід в режим "Вимірювання");

3 – тип вимірювання/методу (див. розділ "Методи ...");

4 – виміряти біжучі значення потенціалу/струму (контролер подає на вхід потенціостату  $U_{\text{поч}}$  і вимірює сигнал на виходах "I" та "φ") – якщо при цьому ячейка відключена (кнопка "ЯЧ. ОТКЛ." на ПИ-50), то так можна виміряти "стаціонарний" потенціал робочого електроду (без поляризуючого струму);

5 – біжучі значення потенціалу/струму;

6 – поле для підказок та пояснень;

7 – поля для введення значень потенціалів (межі розгортки – детальніше див. розділ "Методи ...");

8 – вибір "односторонньої" (не "кругової") розгортки (від  $U_{\text{поч}}$  до  $U_{\text{кін}}$ );

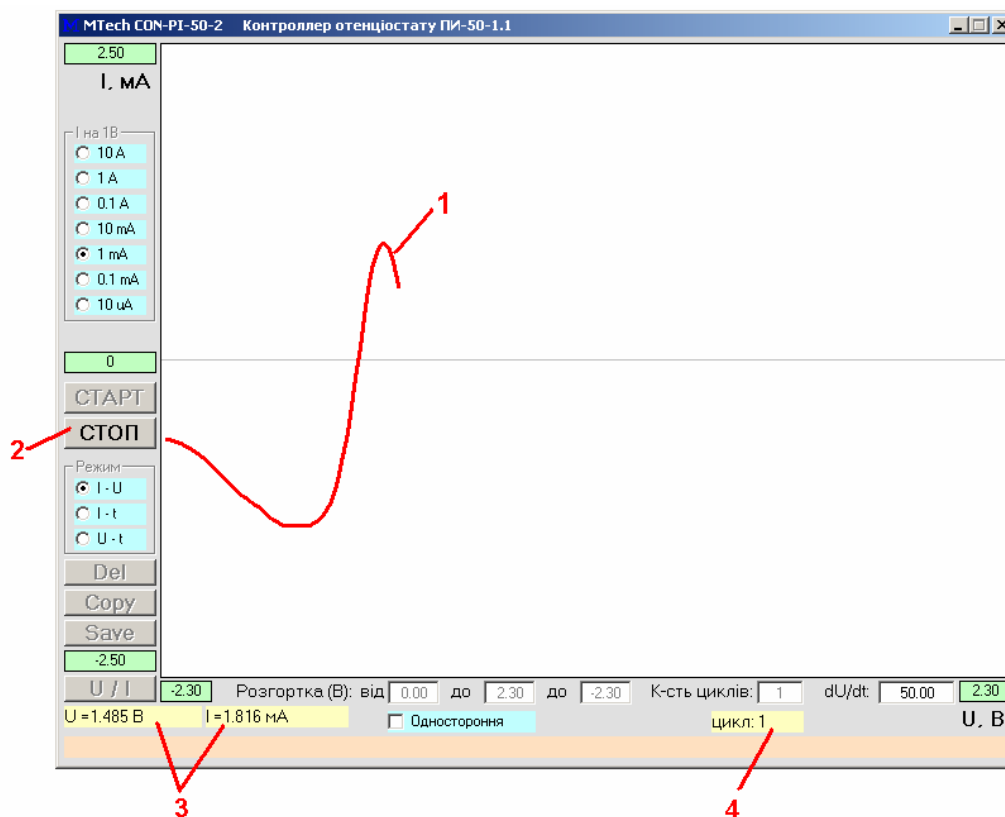
9 – вибір кількості циклів вимірювання вольтамперограми;

10 – поле для введення швидкості розгортки потенціалу, мВ/с.



### 5.3.3. Режим "Вимірювання"

Цей режим активний під час вимірювання. Програма переходить в нього після натискання кнопки "СТАРТ". У головному графічному полі програми виводиться біжуча крива в "реальному часі" (тип кривої залежить від вибраного методу). Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

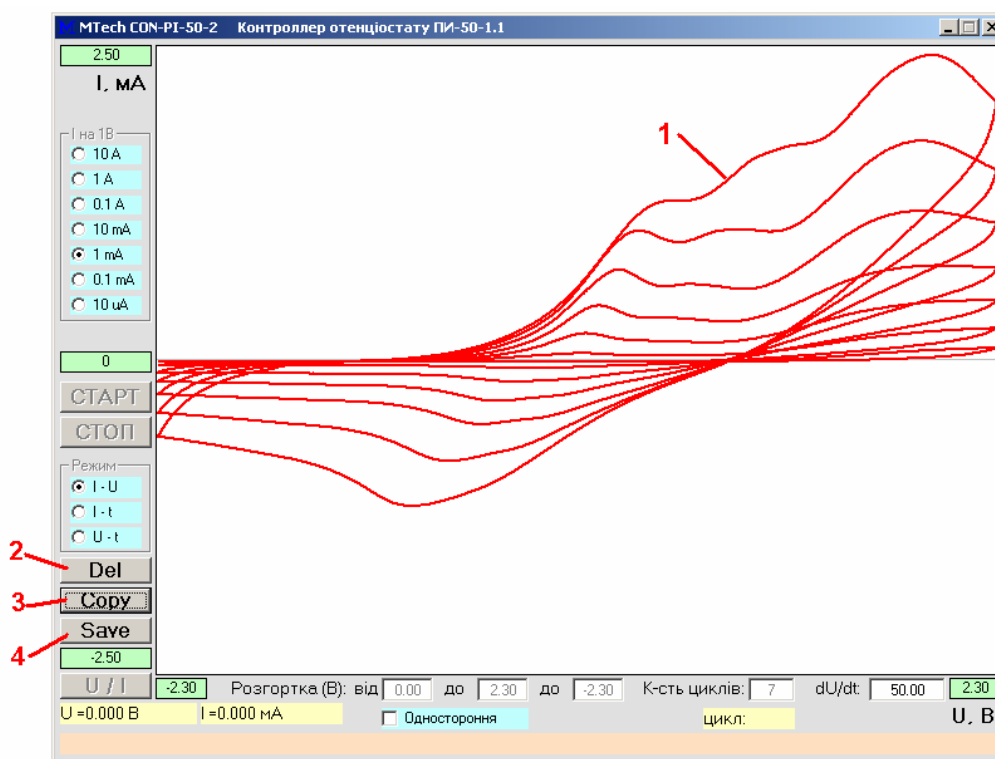


- 1 – вимірювана залежність;
- 2 – зупинка вимірювання (перехід в режим "Результат");
- 3 – біжучі значення потенціалу та струму;
- 4 – біжучий цикл.

Під час вимірювання бажано "не відволікати" комп'ютер виконанням інших завдань, особливо якщо процесор не надто "швидкий".

### 5.3.4. Режим "Результат"

Програма переходить в цей режим після автоматичного завершення вимірювання (наприклад, коли досягнуто кінцевої напруги розгортки) або внаслідок примусової зупинки вимірювання кнопкою "СТОП". Режим "Результат" призначений для візуального спостереження результатів вимірювання, запису чи перенесення їх в інші програми для подальшого математичного опрацювання. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:



- 1 – виміряна залежність;
- 2 – видалення результатів (перехід в режим "Підготовка");
- 3 – копіювання виміряної кривої у буфер обміну комп'ютера для перенесення в інші програми (табличка з двох стовпчиків X-Y);
- 4 – запис виміряної кривої у файл data.dat для збереження чи перенесення в інші програми (табличка з двох стовпчиків X-Y).

## 5.4. Методи дослідження

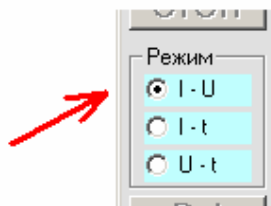
У програму закладено такі методи дослідження/аналізу:

- циклічна вольтамперометрія;
- класична вольтамперометрія;
- хроноамперометрія;
- хронопотенціометрія.

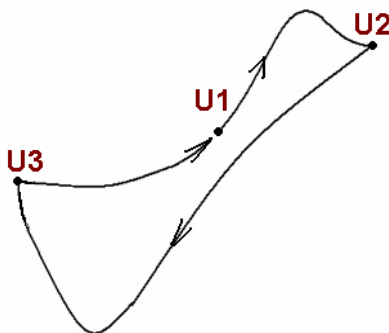
У методах вольтамперометрії вимірюють залежність струму від потенціалу робочого електроду (відносно електроду порівняння). У хроноамперометрії вимірюють залежність струму від часу при сталому значенні потенціалу робочого електроду ( $U_{\text{поч}}$ ). У хронопотенціометрії вимірюють залежність потенціалу робочого електроду від часу з чи без поляризуючого струму (якщо струм відсутній, то це т.з. "стаціонарний" потенціал). Для хронопотенціометрії ПИ-50 повинен працювати в режимі "ГАЛЬВАНОСТАТ", а для всіх інших – "ПОТЕНЦІОСТАТ".

### 5.4.1. Циклічна вольтамперометрія

Для вимірювання вольтамперограми слід вибрати перший режим роботи пристрою:



За цим методом здійснюється багатократна (циклічна) розгортка потенціалу робочого електроду в такому порядку: від  $U_1$  до  $U_2$ , від  $U_2$  до  $U_3$ , від  $U_3$  до  $U_1$ . Графічно це можна проілюструвати так:



Ці значення потенціалів задаються перед початком вимірювань у відповідних полях:



$U_1$  – початковий потенціал;

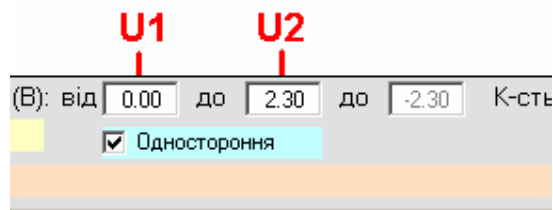
$U_2$  – перша межа розгортки;

$U_3$  – друга межа розгортки.

Окрім цих значень потенціалу треба також задати кількість циклів та швидкість розгортки потенціалу у відповідних полях програми.

#### 5.4.2. Класична вольтамперометрія

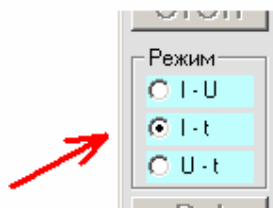
За першим режимом роботи пристрою також можна вимірювати вольтамперограми з "односторонньою" розгорткою потенціалу. Під "односторонньою" розуміють розгортку потенціалу робочого електрода від  $U_1$  до  $U_2$ , які задаються перед початком вимірювання у відповідних полях:



Зверніть увагу – для вибору цього методу треба позначити відповідний чекбокс ("Одностороння"). Як і в попередньому випадку також слід задати швидкість розгортки потенціалу та кількість циклів.

#### 5.4.3. Хроноамперометрія

Для вимірювання хроноамперограми слід вибрати другий режим роботи пристрою:

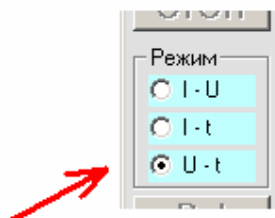


За цим методом вимірюють залежність струму від часу при сталому потенціалі робочого електрода ( $U_{\text{поч}}$ ). Вимірювання струму відбувається з певним часовим кроком – 0,1 с.

Слід пам'ятати, що у хроноамперометрії неможлива автоматична зупинка вимірювання – для цього слід скористатись кнопкою "СТОП".

#### 5.4.4. Хронопотенціометрія

Для вимірювання хронопотенціограми слід вибрати третій режим роботи пристрою:



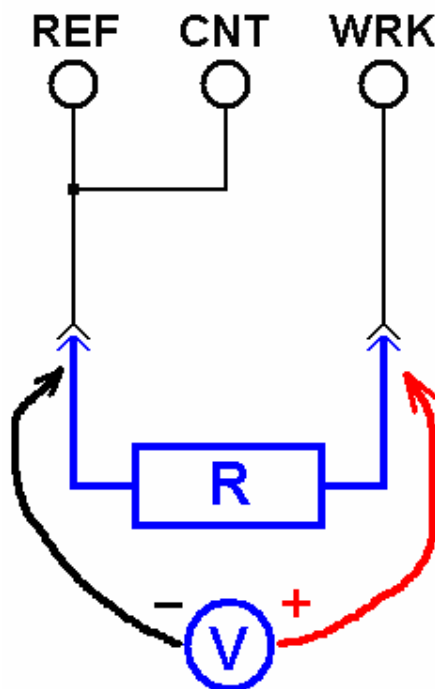
Пам'ятайте, що ПИ-50 має працювати як "ГАЛЬВАНОСТАТ".

За цим методом вимірюють залежність потенціалу робочого електрода від часу з чи без поляризуючого струму. Значення поляризуючого струму задається відповідним значенням напруги ( $U_{\text{поч}}$ ), що подається на вхід ПИ-50 та коефіцієнтом перетворення "струм-напруга". Якщо Вас цікавить зміна рівноважного ("стаціонарного") потенціалу, то слід задати  $U_{\text{поч}}=0.00$  В, а на ПИ-50 відключити допоміжний електрод ячейки (натиснути кнопку "ЯЧ. ОТКЛ."). Вимірювання потенціалу відбувається з певним часовим кроком – 1 с.

Слід пам'ятати, що у хронопотенціометрії неможлива автоматична зупинка вимірювання – для цього слід скористатись кнопкою "СТОП".

## 6. Повірка пристрою

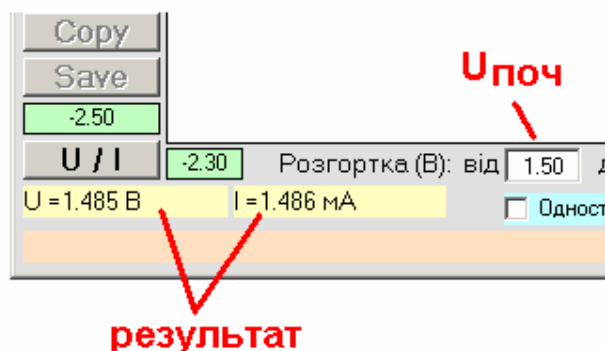
Бажано регулярно (1-2 рази на рік) виконувати повірку пристрою. Завдяки використанню високоякісних електронних компонентів іноземного виробництва є висока ймовірність, що пристрій буде справно працювати впродовж багатьох років, однак все ж доцільно перевіряти основні його технічні характеристики. Нижче стисло описано прості методи, як це можна зробити в невибагливих умовах та без спеціального обладнання. Єдине, що потрібно, це декілька резисторів (номінали в межах 20 Ом ... 1 кОм), тестер для вимірювання основних характеристик (напруги та опору) і таймер-секундомір. Звичайно, чим вищий клас точності тестера, тим краще. Пристрій має бути підключеним до ПИ-50, а вихід потенціостату слід від'єднати від електрохімічної ячейки і підключити до резистора у "двохелектродному" варіанті та вольтметра в такій полярності:



де REF – електрод порівняння,  
CNT – допоміжний електрод,  
WRK – робочий електрод.

Підключіть резистор з  $R=1$  кОм та вольтметр. Переведіть ПИ-50 в режим "ПОТЕНЦИОСТАТ", вклучіть коефіцієнт 1 мА/В (в програмі і на ПИ-50), виберіть режим "I – U". Задайте потенціал  $U_{\text{поч}}$  в межах

-2,4 ... +2,4 В і натисніть кнопку "U / I". При цьому пристрій подасть на вхід ПИ-50 задану напругу  $U_{\text{поч}}$  та виміряє значення напруги на виходах "I" та "φ" ПИ-50:



Вимірне значення потенціалу не повинно відрізнятися від показів вольтметра більше, ніж на 1-2 мВ. Значення струму повинно відповідати величині  $U/R$  – з похибкою  $\leq 0,1\%$ . Вказану процедуру повторіть з різними значеннями потенціалу в межах -5 ... +5 В. Використовуючи резистори інших номіналів те саме можна перевірити на інших коефіцієнтах "струм-напруга": 10 мА/В, 0,1 А/В і т.д. Вищеописаним способом перевіряють правильність вимірювання потенціалу та струму.

Для перевірки швидкості розгортки потенціалу слід визначити час вимірювання вольтамперограми. Це можна зробити як з резистором, так і з реальною електрохімічною ячейкою. Для циклічної вольтамперометрії тривалість вимірювання повинна відповідати формулі:

$$t = \frac{|U_2 - U_3| \cdot 1000}{v} \cdot 2n,$$

а для класичної (односторонньої) вольтамперометрії:

$$t = \frac{|U_2 - U_1| \cdot 1000}{v} \cdot n,$$

де  $t$  – тривалість вимірювання, с;

$U_1, U_2, U_3$  – потенціали, В;

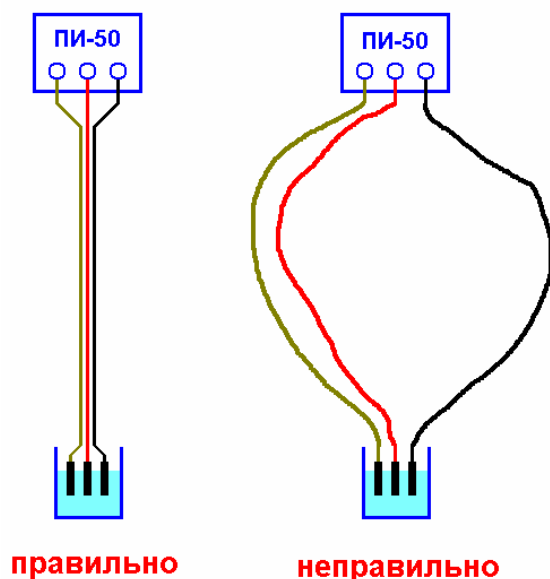
$v$  – швидкість розгортки, мВ/с;

$n$  – кількість циклів.

Якщо в результаті повірки виявиться суттєве відхилення параметрів пристрою від заявлених технічних характеристик, то слід звернутись в лабораторію **MTEch** для проведення ретельної повірки та калібрування.

## 7. Рекомендації для ефективної роботи

- Для зменшення шумів, що передаються через лінії живлення USB порту, доцільно заземлити корпус комп'ютера.
- Ячейку бажано розташувати в заземленому металевому екрані.
- З'єднуйте ПИ-50 з ячейкою таким чином, щоб кабелі не утворювали "широкої петлі", яка може призвести до суттєвих електромагнітних наводок:



- Розташовуйте пристрій на рівній металевій поверхні, що добре магнітиться, наприклад верхній кришці ПИ-50 – в нижній частині пристрою вмонтовано магнітний фіксатор щоб забезпечити його стійкість та запобігти падінню. Якщо кришка Вашого ПИ-50 не магнітиться, то можна під пристрій підкласти залізну пластину.

- Під час вимірювань не запускайте на комп'ютері інших програм і взагалі не відволікайте його зайвими задачами (не натискайте кнопок, не рухайте курсор миші і т.д.).

- Не забувайте регулярно повіряти пристрій (як це описано у розділі 6).

- Не з'єднуйте між собою контакти робочого та допоміжного електродів – це може призвести до різкого зростання струму та вивести з ладу як ПИ-50, так і пристрій **MTEch CON-PI-50-2**.



## 8. Посилання

При опублікуванні в науковій періодиці результатів досліджень, одержаних за допомогою контролеру **MTech CON-PI-50-2**, уклінно просимо зазначати в експериментальній частині модель пристрою та посилання на web-сайт лабораторії **MTech**. Наприклад:

"Вимірювання вольтамперограм здійснювали в межах потенціалу робочого електрода -0,7...+0,7 В за допомогою потенціостату ПИ-50 та контролеру **MTech CON-PI-50-2** [5].

.....

5. <http://www.lnu.edu.ua/faculty/Chem/mtech/mtech.htm>."

# MTech CON-PI-50-2

<http://chem.lnu.edu.ua/mtech/mtech.htm>

Дата виготовлення пристрою \_\_\_\_\_

Дата введення в експлуатацію \_\_\_\_\_

Кінцевий термін гарантії \_\_\_\_\_

Контактна інформація щодо сервісного обслуговування:

[i\\_patsay@franko.lviv.ua](mailto:i_patsay@franko.lviv.ua) або [mtech\\_lab@ukr.net](mailto:mtech_lab@ukr.net)

Виробник \_\_\_\_\_



Замовник \_\_\_\_\_