Біпотенціостат

### MTech BP-10

## З програмним керуванням через USB інтерфейс



#### ПАСПОРТ ТА КОРОТКА ІНСТРУКЦІЯ

Львів - 2018



#### 1. Загальний опис

Біпотенціостат **MTech BP-10** (далі "пристрій") – це прилад для електрохімічних досліджень з використанням дискового обертового електроду з кільцем. Пристрій також може працювати з іншими типами електрохімічних систем з одним чи двома робочими електродами. Робочим електродом №1 (РЕ1) вважається диск, а робочим електродом №2 (РЕ2) – кільце.

Контроль процесу вимірювання, візуалізацію виміряних залежностей, запис результатів на жорсткий диск комп'ютера реалізовано у програмному забезпеченні "**MTech BP-10**" (далі "програма"). Зв'язок пристрою з персональним комп'ютером реалізовано через USB порт.

Характеристика	Значення
Діапазон потенціалів РЕ1 та РЕ2 (відносно електрода порівняння)	-5,0 +5,0 B
Діапазон вихідної напруги (PEx-COUNT)	-13 +13 B
	від ±1 мкА до ±10 мА (РЕ1)
діапазони струму	від ±1 мкА до ±1 мА (РЕ2)
Budin podouwy dianazouje crnywy	ручний (5-позиційні
Биогр рооочих длапазонів струму	галетні перемикачі)
Poyunu pocotu PE1	потенціостатичний
Тежими россти тет	потенціодинамічний
Швидкість розгортки потенціалу РЕ1	0,1 100 мВ/с
Режими роботи РЕ2	потенціостатичний
Допустима приведена похибка*	0,2% (PE1)
вимірювання напруги/струму	0,3% (PE2)

#### 2. Технічні характеристики

\* Примітка. "Приведена похибка" – це відхилення значення величини, приведене до розмаху шкали. Наприклад, приведена похибка 0,2% на діапазоні струму ±10 мкА відповідає допустимому абсолютному відхиленню у ±40 нА (0,2% від 20 мкА – розмаху шкали струму).



#### 3. Комплектація та гарантійні зобов'язання

Біпотенціостат **MTech BP-10** – 1 шт Кабель USB – 1 шт Кабель живлення під стандартну розетку 220 В – 1 шт Кабелі для підключення до електродів із зажимами типу "крокодил" – 4 шт (через роз'єм DB-9M) Паспорт та інструкція (електронний формат) – 1 шт Програмне забезпечення "**MTech BP-10**" – 1 шт Програмне забезпечення "**MTech CVA-Filtr**" – 1 шт

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

#### 4. Будова та принцип роботи пристрою

Спрощена блок-схема пристрою:





Мікроконтролер (МС) пристрою керує роботою електромагнітного реле S1, цифро-аналоговими (DACx) та аналого-цифровими (ADCx) перетворювачами і забезпечує двосторонній зв'язок з керуючою програмою ПК через USB порт:

– Реле S1 визначає режим роботи PE1. Коли воно розімкнуте, то поляризація PE1 відсутня і за допомогою ADC1 можна міряти рівноважний потенціал PE1 відносно електроду порівняння (REF). Коли реле замкнуте, то PE1 перебуває в стані "потенціостат" з напругою стабілізації, яка задається через DAC1.

– Вимірювання струму через РЕ1 здійснюється за допомогою ADC3 після перетворювача "струм-напруга" на A3. Діапазон вимірюваних струмів залежить від вибраного опору R1-R5, який задається оператором вручну за допомогою 5-позиційного галетного перемикача H1.

– Аналогічно вимірюється струм через РЕ2. Для цього задіяно ADC4, A4, R6-R10, H2.

– Режим роботи РЕ2 задається механічним перемикачем S2 на передній панелі приладу. Коли цей перемикач розімкнутий, то поляризація РЕ2 відсутня і за допомогою ADC2 можна міряти рівноважний потенціал РЕ2. Коли S2 замкнутий (і S1 також), то РЕ2 перебуває в стані "потенціостат" з напругою стабілізації, яка залежить від DAC2 та DAC1.

Підключення пристрою до електрохімічної системи з дисковим електродом з кільцем:





Кабелі електродів підключають до пристрою через роз'єм DB-9M:



Колодку з DB-9M слід вставити у відповідний роз'єм на передній панелі пристрою та зафіксувати двома гвинтами (сильно затягувати <u>гвинти не треба щоб не зірвати кріплення</u>!).

На кінцях кабелів є зажими типу "крокодил" для підключення до електродів. Кольорове маркування кабелів, позначене на рисунку вище, продубльовано на верхній кришці пристрою.

#### 5. Програмне забезпечення

#### 5.1. Встановлення та налаштування

Файл zip-apxiby з папкою інсталяційного пакету потрібно розархівувати на жорсткий диск комп'ютера. Ця папка містить інсталяційні файли (setup.exe та інші) і папку "DRIVERS".

Спершу слід заінсталювати програмне забезпечення для роботи з пристроєм. Створіть на диску папку, в яку слід заінсталювати програмне забезпечення, наприклад "MTech BP-10". Запустіть файл setup.exe і встановіть програму у створену папку. Якщо все зроблено правильно, то папка "MTech BP-10" міститиме виконавчий файл "mtech\_bp-10.exe" (основний), "mtech\_cva-filtr.exe" (допоміжний) та деякі інші файли.

Тепер слід встановити USB драйвер для коректного вз'язку пристрою з ПК. У пристрої задіяно стандартний конвертер USB-RS232 на модулі CP2102. Підключіть USB кабель пристрою у вільний USB порт комп'ютера (сам пристрій поки не вмикайте). На передній панелі



пристрою декілька разів спалахне червона лампочка. Якщо на Вашому комп'ютері раніше вже використовувались прилади із USB-RS232 конвертером типу CP210х, 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 слід вказати шлях до папки "winXP-Vista", "win7-8" чи "win10".

Після встановлення драйвера слід з'ясувати номер виділеного системою порту. Для цього перейдіть у "Пуск / Настройка / Панель управления / Система / Диспетчер устройств / Порты (СОМ и LPT)" – там повинен бути рядок типу "Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge (COMx)", де х-номер порту (на рисунку знизу це 8). Приблизне зображення (залежно від системи Windows):



Цей номер порту (наприклад 8) слід прописати у файлі port.txt. Зробити це можна в звичайному текстовому редакторі windows типу "блокнот" (notepad).

Від'єднайте USB кабель пристрою від комп'ютера. Під'єднайте кабель живлення пристрою до стандартної розетки ~220 В та ввімкніть пристрій – при цьому повинна засвітитись зелена лампочка на передній панелі, яка вказує на наявність живлення аналогової частини пристрою. Під'єднайте USB кабель пристрою до USB порту комп'ютера (це має бути той самий порт, до якого Ви підключались раніше! В іншому випадку система може виділити інший номер порту) – при цьому декілька разів спалахне червона лампочка, що



вказує на наявність живлення цифрової частини пристрою, успішний запуск мікроконтролера та завершення автокалібрування. Коли спалахування припинеться запустіть основний файл – mtech\_вр-10.exe. Якщо всі попередні дії зроблено правильно, то програма встановить зв'язок з пристроєм і Ви побачите вікно програми:



Якщо ж щось було зроблено неправильно, то Ви побачите повідомлення про помилку – слід перевірити відповідність номеру порту у файлі port.txt, та виділеного системою (Диспетчер устройств / Порты (СОМ и LPT). Для коректної роботи програми слід працювати із стандартною роздільною здатністю монітора – 96 dpi (96 точок на дюйм). Цей параметр системи можна знайти і змінити у "Панель управления / Екран / Параметры / Дополнительно / Общие".

Інша програма ("MTech CVA-Filtr") інсталяції не потребує. Вона призначена для згладження виміряних вольтамперограм через корекцію дискретності значень АЦП. Порядок роботи дуже простий: виділіть таблицю з точками вольтамперограми (дві колонки: потенціал-струм), скопіюйте у буфер пам'яті ПК, а в програмі клікніть "PASTE and FILTR".



#### 5.2. Порядок роботи з основним програмним забезпеченням

Основне програмне забезпечення "МТесh ВР-10" дозволяє здійснювати експерименти з використанням дискового електроду з кільцем (ДЕК) чи просто з двома різними робочими електродами або з одним робочим електродом. Тобто пристрій можна використовувати і як звичайний "монопотенціостат" – для цього просто кабель РЕ2 (ring) залишають непідключеним. Якщо планується використовувати ДЕК в режимі "монопотенціостат" з одним дисковим електродом, то кабель ring можна залишити підключеним до кільця, але слід вимкнути поляризацію кільця (червоний перемикач на панелі пристрою).

Логіка кольорової гами програми:

– усі числові дані, які стосуються РЕ1 (диск), виводяться числами **темночервоного** кольору або у полях з світлочервоним фоном;

– усі числові дані, які стосуються РЕ2 (кільце), виводяться числами **темносинього** кольору або у полях з голубим фоном;

- загальні налаштування і т.п. виводяться іншими кольорами.

#### Загалом послідовність роботи повинна бути такою:

- під'єднати вилку живлення пристрою у стандартну розетку ~220 В;

- увімкнути пристрій (засвітиться зелена лампочка);

– під'єднати інтерфейсний кабель пристрою до виділеного USB порта комп'ютера (червона лампочка пристрою спалахне декілька разів) та дочекатись постійного світіння червоної лампочки;

– запустити програмне забезпечення "mtech\_вр-10.exe";

- під'єднати кабелі до відповідних клем комірки;

- виконати заплановані вимірювання;
- від'єднати кабелі від комірки;
- закрити програмне забезпечення;
- від'єднати кабель пристрою від USB порта (червона лампа згасне);
- вимкнути пристрій (зелена лампа згасне);
- від'єднати вилку живлення від розетки (необов'язково).

Перед початком вимірювання оператор вибирає потрібний метод дослідження (див. наступний розділ), робочі діапазони струмів РЕ1 та РЕ2 (у програмі і на панелі пристрою), вмикає чи вимикає поляризацію РЕ2 (аналогічно), задає інші необхідні параметри вимірювання (вони залежать від вибраного методу), зазначає короткий опис експерименту



(необов'язково) та клікає на кнопку **START**. Програма виводить попередження про необхідність перевірки коректності налаштування пристрою:



Оператор перевіряє правильність положення ручок вибору діапазонів струму і перемикача поляризації РЕ2. Якщо все гаразд – клікає на кнопку **OK** і запускається процес вимірювання. Якщо ж потрібно повернутись до вибору параметрів, то слід клікнути на **Cancel**.

В процесі вимірювань програма відображає відповідні криві на графічному полі, масштаб рисунків (позначення максимумів/мінімумів на координатних осях) виводить поточні значення потенціалів РЕ1 та РЕ2 (відносно REF), струмів РЕ1 та РЕ2, номер поточного циклу (якщо вибрано метод ЦВА). Якщо потрібно дочасно зупинити експеримент – слід скористатись кнопкою **STOP**. Якщо струм диску перевищить допустиму межу діапазону, то програма сама зупинить експеримент.

Після завершення вимірювань програма записує результати у datфайл у форматі таблиці з 5-ма колонками:

час, с - потенціал РЕ1, В - струм РЕ1, мкА - потенціал РЕ2, В - струм РЕ2, мкА

Файл записується у папку програми, його ім'я формується програмою автоматично за датою і годиною початку експерименту у такому форматі: ДД-ММ-РРРР\_ГГ-XX.dat (день-місяць-рік\_год.-хв.).

Також після завершення вимірювань цю таблицю з результатами можна перенести в інші програми за допомогою кнопки **Copy**. Після цього кнопкою **Del** очищають оперативну пам'ять та графічне поле від результатів виконаного вимірювання та переходять до підготовки нового.



#### 5.3. Методи вольтамперометрії (І-Е)

В програму закладено два варіанти методу вольтамперометрії: циклічну (ЦВА) та класичну (ВА). Для вибору такого типу дослідження слід активувати метод "І-Е". Якщо планується робота з двома робочими електродами, то слід активувати РЕ2 (ring ON) та вказати його потенціал:



Якщо ж планується робота лише з одним робочим електродом, то слід вимкнути поляризацію другого (ring OFF) не залежно від того чи він фізично підключений до пристрою чи взагалі відсутній.

<u>Для методу ЦВА</u> слід задати потенціали розгортки РЕ1, швидкість розгортки (мВ/с) та кількість необхідних циклів (до 100):



В кожному циклі розгортка відбувається таким чином:

від Епоч до Ем1; від Ем1 до Епоч; від Епоч до Ем2; від Ем2 до Епоч Графічно це можна показати таким чином:





В процесі вимірювання на графічному полі програма відображає дві криві:

1) Залежність струму РЕ1 від потенціалу РЕ1 (червона)

2) Залежність струму РЕ2 від потенціалу РЕ1 (синя)

Якщо в процесі вимірювання потрібно <u>тимчасово</u> зупинити розгортку потенціалу РЕ1, то слід скористатись кнопкою "**пауза**":



Слід мати на увазі, що під час паузи вимірювання не припиняються – вони продовжуються (і продовжується заповнення таблиці результатів), лише потенціал РЕ1 не змінюється!

Повторний клік на цю кнопку продовжить розгортку.

Якщо в процесі вимірювань виникне потреба дочасно змінити напрям розгортки, то слід скористатись кнопкою "**розворот**":



Ця опція активна не завжди, а лише коли розгортка перебуває на дозволених етапах (1 чи 3). На рисунку червоними стрілками показано як зміниться напрям розгортки при кліку на цю кнопку:





Якщо в процесі вимірювання ЦВА оператор бачить, що задав надто багато циклів для вимірювання і хоче щоб вимірювання припинилось <u>після завершення поточного циклу</u>, то слід скористатись кнопкою "**останній цикл**" (на вигляд така ж, як і "пауза", але розташована біля поля циклів):



На вищеприведеному рисунку після кліку на кнопку "**останній цик**л" програма допише поточний цикл (№21) і зупинить вимірювання.

<u>Для методу ВА</u> слід виділити чекбокс "Одностороння" та задати лише два потенціали розгортки РЕ1 та швидкість розгортки (мВ/с):



#### 5.4. Методи хроноамперометрії (І-t)

У методі хроноамперометрії вимірюють залежність струму в часі при фіксованому значенні потенціалу робочого електрода. Як і в попередньому методі можна працювати лише з одним поляризованим робочим електродом (РЕ1, другий відсутній фізично), з двома поляризованими електродами (РЕ1 і РЕ2) або одним поляризованим (РЕ1) і другим (РЕ2) неполяризованим. В останньому варіанті для першого РЕ дослідника цікавить зміна струму в часі, а для другого РЕ – зміна його рівноважного потенціалу в часі.

Потенціал РЕ1 задають у першому полі потенціалів:





Потенціал РЕ2 задають у полі "Er", а в полі "dt" вказують, з яким часовим кроком слід здійснювати вимірювання:



Якщо PE2 не планується використовувати взагалі (у комірці є лише один робочий електрод), то його поляризацію відключають (ring OFF) і відповідний кабель залишають непідключеним.

Якщо ж PE2 присутній в комірці, але його не хочуть поляризувати (цікавить зміна його <u>рівноважного</u> потенціалу в часі), то поляризацію також відключають (ring OFF), але сам кабель **ring** підключають до електрода.

В процесі вимірювання на графічному полі програма відображає дві криві:

1) Залежність струму РЕ1 від часу (червона)

2) Залежність струму РЕ2 від часу (синя) якщо ring ON

Слід мати на увазі, що у методах хроноамперометрії не передбачено автоматичної зупинки вимірювання – для цього слід скористатись кнопкою **STOP**.

#### 5.5. Методи хронопотенціометрії (E-t)

У методі хронопотенціометрії вимірюють залежність рівноважного потенціалу робочого електрода в часі. Як і в попередніх методах можна працювати лише з одним робочим електродом (РЕ1, другий відсутній фізично) або з двома електродами (РЕ1 і РЕ2). В будь-якому з цих варіантів поляризацію РЕ2 слід вимикати (ring OFF) не залежно від того чи є РЕ2 в системі чи немає.

В процесі вимірювання на графічному полі програма відображає дві криві:

1) Залежність потенціалу РЕ1 від часу (червона)

2) Залежність потенціалу РЕ2 від часу (синя)



Як і для попереднього методу часовий крок вимірювання задають в полі "**dt**". Слід мати на увазі, що у методах хронопотенціометрії не передбачено автоматичної зупинки вимірювання – для цього слід скористатись кнопкою **STOP**.

#### 6. Умови ефективної та безпечної роботи

– Для зменшення шумів, що передаються через лінії USB порту, доцільно заземлити корпус комп'ютера.

 – Не торкайтесь металевих частин контактів "крокодил" кабелів – електричний заряд тіла оператора може пошкодити пристрій, особливо це важливо для контакту REF.

– Під час вимірювань не запускайте на комп'ютері інших програм і взагалі не відволікайте його зайвими задачами.

– Не розташовуйте пристрій та комірку поблизу потужних електричних приладів, які є джерелом тепла чи значного електромагнітного випромінювання (нагрівачі, печі, насоси, компресори тощо). Ці прилади підвищують шуми, а також можуть призвести до зависання USB-порта і втрати зв'язку "ПК-пристрій".

– Забезпечте надійне живлення ПК (поставте блок безперебійного живлення або автономне джерело на випадок відключення електрики).

– В будь-якому випадку ми радимо не залишати працюючий пристрій без нагляду оператора. Лабораторія MTech, як виробник, не несе жодної відповідальності за ймовірні збитки, завдані користувачу чи майну, в результаті роботи пристрою.

#### 7. Посилання

При опублікуванні в науковій періодиці результатів досліджень, одержаних за допомогою пристрою, слід зазначати в експериментальній частині його назву та посилання на web-сайт лабораторії **МТесh**: Наприклад:

"Вимірювання кривих ЦВА виконували за допомогою біпотенціостата **MTech BP-10** [5].

<sup>5.</sup> *Пацай І.О.* Біпотенціостат МТесh ВР-10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://chem.lnu.edu.ua/mtech/index.htm"



# MTech BP-10

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

Дата	виготовлення	пристрою	
------	--------------	----------	--

Дата введення в експлуатацію

Кінцевий термін гарантії

Контактна інформація щодо сервісного обслуговування: mtech lab@ukr.net

Tech

Виробник	* MTech *
	* * LVIV Ukraine *
Замовник	