

Електронний самописець
для полярографа ПУ-1

MTech CON-PU-1

**З програмним керуванням
через USB інтерфейс**



ПАСПОРТ ТА ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА

Львів - 2016

1. Загальний опис

Електронний самописець **MTech CON-PU-1** (далі "пристрій") призначений для заміни застарілих електромеханічних двохкоординатних самописців полярографів ПУ-1, одночасного вимірювання сигналів струму та напруги і передачі результатів вимірювання у керуючу програму персонального комп'ютера через USB порт для реєстрації та візуалізації вольтамперограм.

2. Технічні характеристики

Характеристика	Значення
Кількість вхідних каналів	2
Діапазон вхідного сигналу кожного каналу	-3 ... +3 В
Дискретність вимірювання вхідного сигналу	~1 мВ
Частота дискретизації (к-сть вимірювань за 1 с)	до 100 с ⁻¹
Допустима приведена (абсолютна) похибка вимірювання	0,2% (±0,01 В)

3. Комплектація

Самописець **MTech CON-PU-1** – 1 шт

Кабель з USB-RS232 конвертером PL2303 * – 1 шт

Кабель для підключення до ПУ-1 із роз'ємом РШ2Н-1-29 – 1 шт

Паспорт та інструкція користувача – 1 шт

Програмне забезпечення "**MTech CON-PU-1**" ** – 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

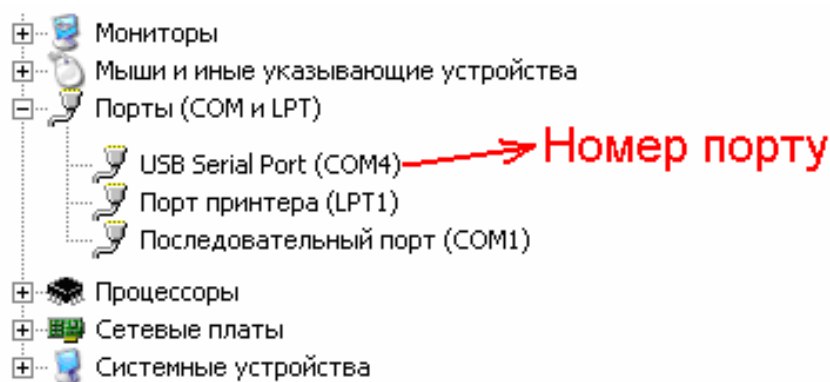
Виробник зобов'язаний виконувати безкоштовне гарантійне обслуговування пристрою впродовж 12 місяців після введення в експлуатацію за умови непошкодженості корпусу та пломби-наклейки.

5. Програмне забезпечення

5.1. Встановлення та налаштування

Файл зір-архіву з останньою версією програмного забезпечення для самописця **MTech CON-PU-1** слід розархівувати в якусь папку на жорсткому диску, запустити файл `setup.exe` та виконати стандартну процедуру інсталювання програми.

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". Якщо на Вашому комп'ютері встановлена операційна система Windows-10, то слід запустити відповідний exe-файл з папки "DRIVER-10". 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):



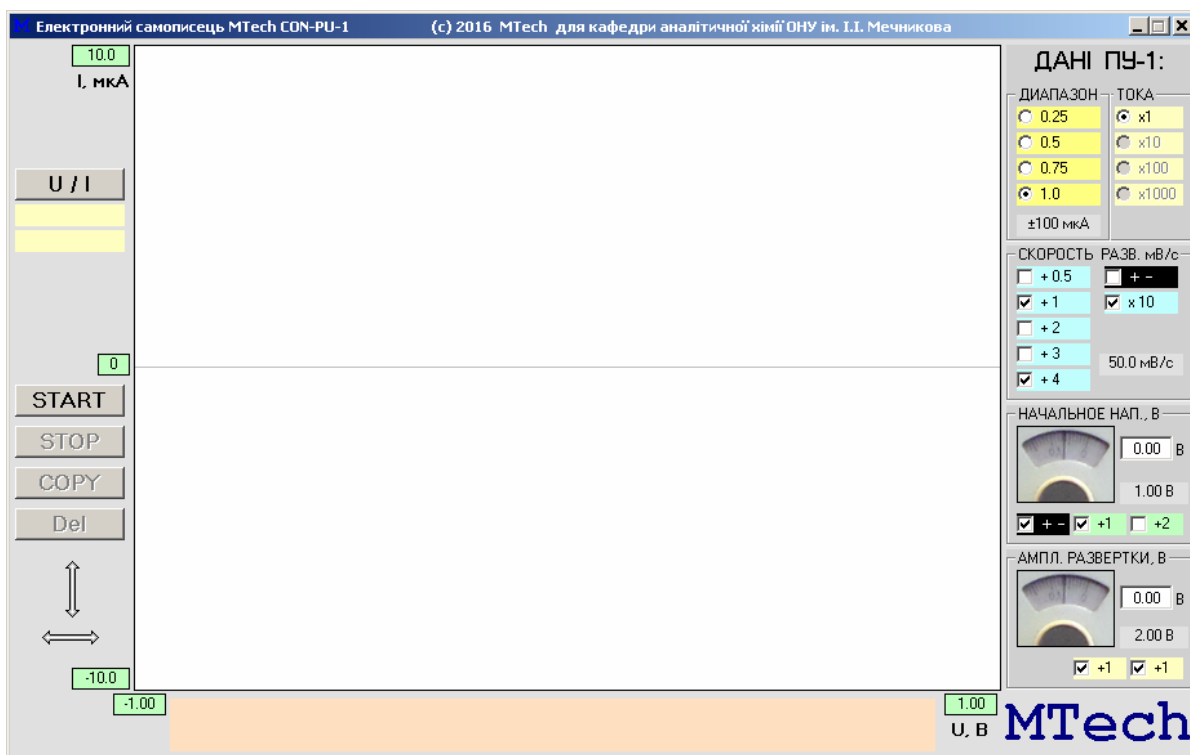
Запам'ятайте цей номер – він Вам ще знадобиться.

Від'єднайте USB кабель пристрою від комп'ютера.

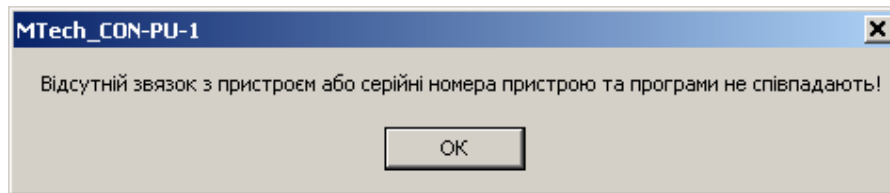
У файлі port.txt слід прописати номер порту, який виділила система при встановленні драйвера, – зробити це можна в звичайній програмі "блокнот" Вашої операційної системи.

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-PU-1.exe. Якщо всі попередні дії зроблено правильно, то програма "виявить" пристрій 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 устроїв / 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. стандарти / 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

- Вимірювання струму в колі та потенціалу робочого електрода (відносно електрода порівняння), підключеного до полярографа ПУ-1.
- Реєстрація та графічне відображення виміряних вольтамперограм.
- Копіювання виміряних вольтамперограм у буфер обміну комп'ютера для перенесення інформації у інші програми (у форматі таблиці з двома стовпчиками U (В) – I (мкА)).

5.3. Порядок роботи

5.3.1. Запуск та завершення роботи програми

Програмне забезпечення "MTech CON-PU-1" можна запускати лише після підключення пристрою до USB порту комп'ютера та полярографа ПУ-1. В іншому випадку з'явиться повідомлення про помилку або відбудеться аварійне завершення роботи програми. Загалом послідовність роботи повинна бути такою:

- підключити сигнальний кабель пристрою із роз'ємом PSH2H-1-29 до гнізда "РЕГИСТРАТОР" полярографа ПУ-1;
- увімкнути полярограф ПУ-1 та дати йому "прогрітись";
- підключити пристрій до USB порту комп'ютера;
- запустити програму "MTech CON-PU-1";
- виконати необхідні вимірювання;
- закрити програму "MTech CON-PU-1";
- відключити пристрій від USB порту комп'ютера;
- вимкнути полярограф ПУ-1.

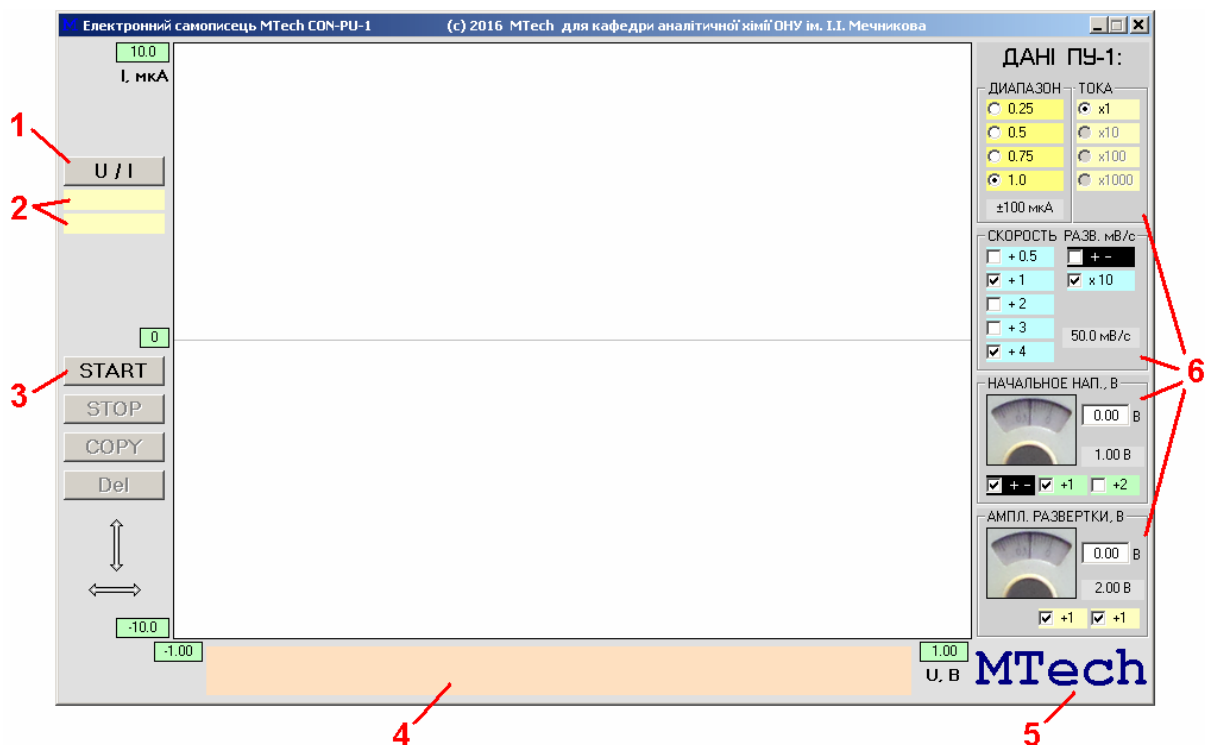
Сигнальний кабель пристрою не потрібно щоразу підключати/відключати від ПУ-1, він може бути постійно підключеним до полярографа, однак дуже важливою є послідовність завершення роботи – спершу відключити пристрій від USB порту комп'ютера, а вже потім вимикати ПУ-1.

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 параметрів вимірювання вольтамперограми. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

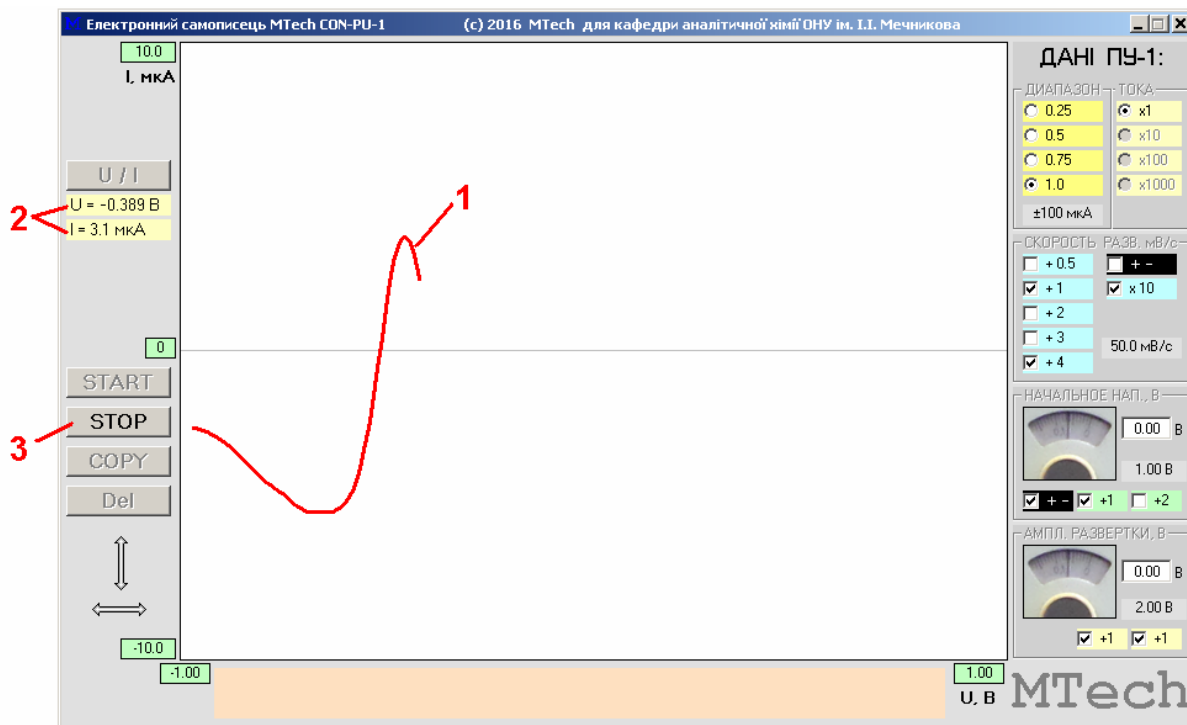


- 1 – однократне вимірювання потенціалу та струму;
- 2 – біжучі значення потенціалу/струму;
- 3 – запуск вимірювання (перехід в режим "Вимірювання") – спершу натискають кнопку "START", а потім запускають розгортку на ПУ-1;
- 4 – поле для підказок та пояснень;
- 5 – посилання для додаткової інформації;
- 6 – налаштування полярографа ПУ-1. Тут слід відмітити, які кнопки натиснуті на ПУ-1 та вказати положення обертових регуляторів напруг (початкової та амплітуди розгортки). Дуже важливо, щоб параметри, задані у програмі, відповідали реальному налаштуванню ПУ-1. В іншому випадку виміряна полярограма буде спотвореною (як за потенціалами, так і за струмами).

Програма запам'ятовує останні вибрані налаштування і відтворює їх при наступному запуску. Детальніше про вибір параметрів ПУ-1 див. розділ 6. Додатково можна ознайомитись з інструкцією до полярографа (файл PU-1.djv).

5.3.3. Режим "Вимірювання"

Цей режим активний під час вимірювання. Програма переходить в нього після натискання кнопки "START". У головному графічному полі програми виводиться вольтамперограма в "реальному часі". Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

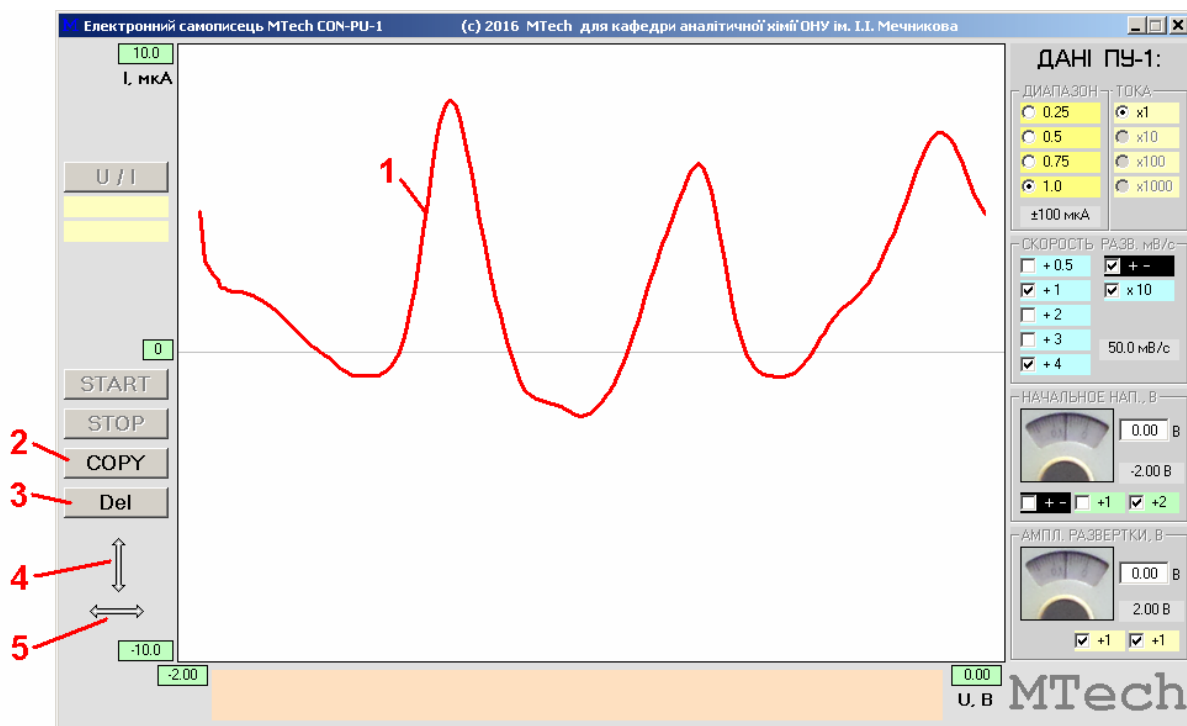


- 1 – вимірювана залежність;
- 2 – біжучі значення потенціалу та струму;
- 3 – зупинка вимірювання (перехід в режим "Результат").

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 "STOP". Режим "Результат" призначений для візуального спостереження результатів вимірювання (вольтамперограми) та перенесення їх в інші програми для подальшого математичного опрацювання. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

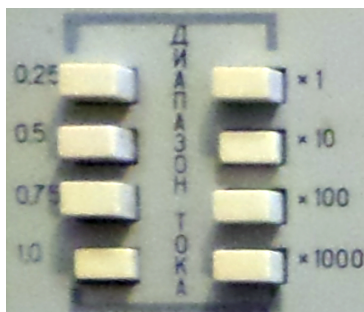


- 1 – виміряна вольтамперограма;
 - 2 – копіювання кривої у буфер обміну комп'ютера для перенесення в інші програми таблицюю з двох стовпчиків: U (В) – I (мкА);
 - 3 – видалення результатів (перехід в режим "Підготовка");
 - 4 – інверсія вольтамперограми у вертикальному напрямку;
 - 5 – інверсія вольтамперограми у горизонтальному напрямку.
- Функції інверсії призначені для налаштування зручного зображення вольтамперограми перед її перенесенням в інші програми.

6. НАЛАШТУВАННЯ ПОЛЯРОГРАФА ПУ-1

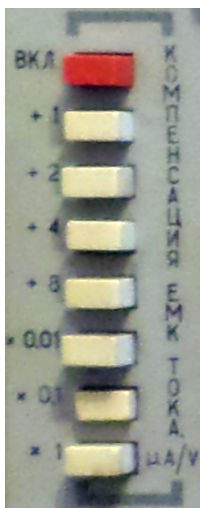
Діапазон струму

Для вимірювання струму полярограф містить перетворювач "струм–напруга", чутливість якого задається за допомогою блоку кнопок "ДІАПАЗОН ТОКА":



Коефіцієнт перетворювача визначається таким чином, що 25 мВ вихідного сигналу за координатою "Y" відповідає струм у мкА, що задано цими кнопками (для постійнострумової полярографії). Наприклад, якщо натиснуті кнопки "1,0" та "x10" (див. рис.), то 25 мВ вихідного сигналу відповідає струм 10 мкА. У програмі **MTech CON-PU-1** передбачено автоматичний перерахунок струму в залежності від заданих параметрів "ДІАПАЗОН ТОКА". Оскільки максимальний вихідний струм ПУ-1 складає приблизно ± 100 мкА, а діапазон вхідних сигналів самописця ± 3 В, то достатнім є множник $\times 1$, а решту ($\times 10$, $\times 100$, $\times 1000$) використовувати не доцільно – тому вони неактивні у програмі.

Для компенсації ємкісного струму слід натиснути червону кнопку "ВКЛ" у блоці "КОМПЕНСАЦІЯ ЕМК. ТОКА" та вибрати величину компенсації в одиницях мкА/В за допомогою відповідних кнопок:



Якщо вимірювання струму потрібно синхронізувати з моментом відриву ртутної краплі, то слід активувати синхронізацію кнопкою "ВКЛ" блока "СИНХРОНИЗАЦІЯ":



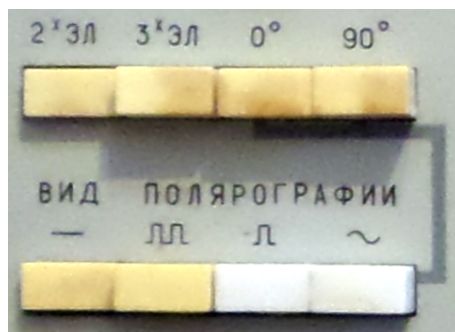
Ступінь синхронізації в умовних одиницях задається кнопками "+1", "+2", "+4" та "+8". Мінімальне значення "+1". Зрозуміло, що активувати синхронізацію слід лише при роботі з крапаючим ртутним електродом.

До вимірювальної схеми полярографа можна підключати електрохімічну ячейку (ДАТЧИК) або внутрішню схему, яка є спрощеним еквівалентом ячейки (ИМИТАТОР) з певним поляризаційним опором R_n та ємністю подвійного електричного шару C_d :



Якщо активовано імітатор, то кнопки " R_n " чи/та " C_d " мають бути натиснуті, а червона кнопка "ВКЛ" ненатиснута. Для роботи з ячейкою кнопку "ВКЛ" слід натиснути (при цьому положення кнопок " R_n " та " C_d " не має значення).

Тип ячейки (2- чи 3-електродна) та різновид методу полярографії задають у відповідному блоці:



Двома першими кнопками верхнього ряду задають тип ячейки.

Нижній ряд кнопок відповідає методам:

- 1) постійнострумова;
- 2) зміннострумова з прямокутною змінною складовою;
- 3) імпульсна;
- 4) зміннострумова із синусоїдальною змінною складовою.

Якщо вибрано останній метод, то кнопками "0°" та "90°" задають вимірювання активної чи ємкісної складової струму, відповідно.

Електроди ячейки (допоміжний, робочий та порівняння) підключають до відповідних BNC-гнізд:



Якщо працюють з 2-електродною ячейкою, то гніздо "СПРАВН." залишають вільним.

Блоком кнопок "ВЫХОД НА ВОЛЬТМЕТР" вибирають джерело вхідного сигналу для вмонтованого у ПУ-1 (для деяких моделей – зовнішнього) вольтметра:

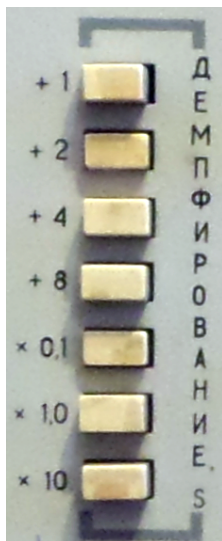


Можливі джерела напруги:

- вихід компенсатора;
- вихід перетворювача "струм–напруга";
- вихід суматора;
- вихід генератора розгортки;

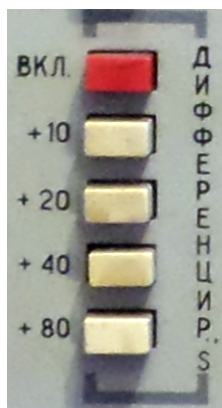
- вихідна напруга генератора 25 Гц;
- вихідний сигнал за координатою "Y" на самописець (РЕГИСТРАТОР);
- корпус приладу (нуль).

Поляррограф містить інтегратор, який дозволяє згладжувати вольтамперограми зменшуючи флуктуації струму. Вибір ступеня згладження здійснюється блоком кнопок "ДЕМПФИРОВАНИЕ", який задає постійну часу інтегрування:



Мінімальне значення 0,1, а максимальне 150. Здебільшого обмежуються невеликими значеннями (0,1-0,5). Якщо треба відключити цю функцію, то слід натиснути лише кнопку "x0,1".

Для методу №1 (постійнострумова поляррографія) можна вимірювати вольтамперограми у диференціальному виді – залежність похідної dI/dU від U . Для цього слід активувати диференціатор та вказати постійну часу диференціювання:



Початкове значення напруги розгортки, яке може бути в межах -4...+4 В, задається відповідними кнопками та обертовим регулятором:



Знак початкової напруги вказують чорною кнопкою. Якщо початкове значення є додатнім, то слід натиснути чорну кнопку, якщо ж від'ємним – навпаки відтиснути. Абсолютне значення початкової напруги задають кнопками "+1", "+2" та обертовим регулятором. Наприклад, якщо початкова напруга розгортки має бути -1,3 В то цей блок має бути в такому стані:

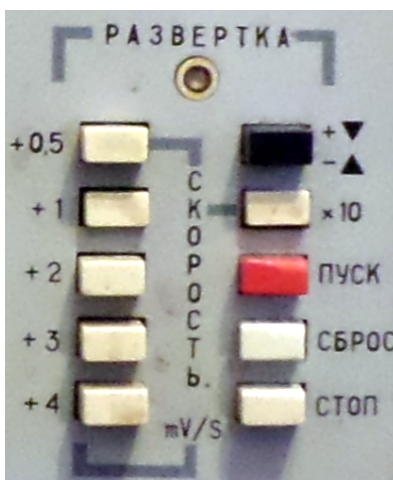
- чорна кнопка – НЕнатиснута;
- кнопка "+1" – натиснута;
- кнопка "+2" – НЕнатиснута;
- обертовий регулятор – в положенні 0,3.

Діапазон (амплітуда) розгортки напруги (різниця між $U_{\text{поч}}$ та $U_{\text{кін}}$), який може бути в межах від 0 до 3 В, задається відповідними кнопками та обертовим регулятором:



Ціле значення амплітуди розгортки задається кнопками "+1", а дробове – обертовим регулятором.

Швидкість та напрям розгортки напруги задається кнопками блока "РАЗВЕРТКА":

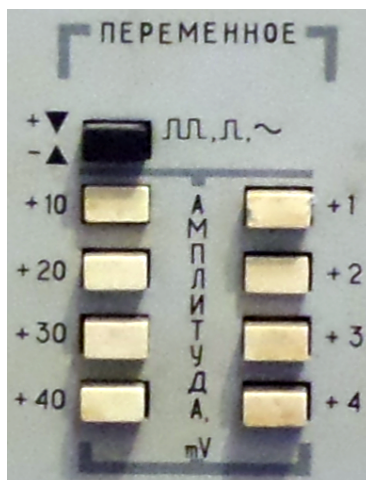


Кнопками "+0,5", "+1", "+2", "+3", "+4" та "x10" задають швидкість розгортки напруги в мВ/с. Отже, мінімальне значення є 0,5 мВ/с (натиснута лише кнопка "+0,5"), а максимальне 105 мВ/с (натиснуті всі 6 кнопок).

Напрямок розгортки (у бік збільшення чи зменшення напруги) задають чорною кнопкою. Якщо розгортка має йти у бік збільшення напруги, то слід натиснути чорну кнопку, якщо ж у бік зменшення – навпаки відтиснути.

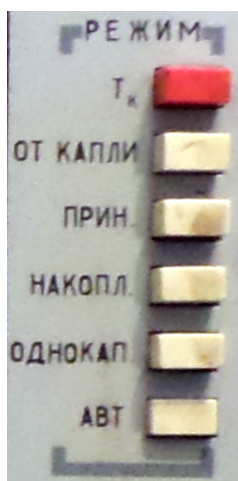
Розгортку напруги запускають кнопкою "ПУСК" – не забудьте перед цим натиснути кнопку "START" у програмі! Після завершення розгортки згідно заданих параметрів полярограф автоматично виставить напругу, що дорівнює її початковому значенню. Якщо ж потрібно дочасно зупинити розгортку, то слід натиснути кнопку "СБРОС". Для тимчасової зупинки/продовження розгортки використовують кнопку "СТОП" – це ніби аналог кнопки "пауза" у програвачах.

Блоком кнопок "ПЕРЕМЕННОЕ" задають значення змінної складової напруги (у мВ) для зміннострумових методів полярографії:



Слід мати на увазі, що прямокутні імпульси у полярографі є однополярними і тому розмах цих імпульсів вдвічі менший порівняно з розмахом (подвійна амплітуда) синусоїдальної напруги. Полярність прямокутних імпульсів задається чорною кнопкою: коли вона натиснута, то імпульси зростаючі, а коли відтиснута – спадаючі.

Блок кнопок "РЕЖИМ" використовують для встановлення типу синхронізації полярографа:



- Т_к – вимірювання періоду крапання;
- ОТ КАПЛИ – синхронізація з самочинним крапанням;
- ПРИН. – синхронізація за примусового відриву краплі;
- НАКОПЛ. – режим інверсійної полярографії (перед розгорткою напруги є попередня фаза накопичення продукту при сталій напрузі);
- ОДНОКАП. – режим вимірювання полярограми на одній краплі (аналог осцилополярографії);
- АВТ. – режим автоматичного періодичного запуску розгортки.

Кнопковий перемикач "ТАСТ-НЕПР" призначений для вибору режиму таст-реєстрації чи неперервної реєстрації:

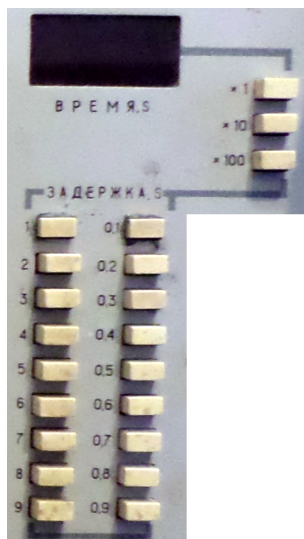


Для стаціонарного робочого електроду чи фіксованої ртутної краплі використовують режим неперервної реєстрації. У випадку крапаючого ртутного електроду цей режим призводить до коливань струму, зумовлених крапанням ртуті. Щоб усунути ці коливання можна активувати таст-режим, за яким вимірювання струму виконується лише у певний момент життя кожної краплі, згідно заданої затримки від початку її росту.

Кнопковий перемикач "УСТ.0-СЧЕТ" призначений для встановлення нуля і запуску відліку часових інтервалів, а також запуску полярографа в режимах "ПРИН.", "ОДНОКАП." і "АВТ.":



Блок "ЗАДЕРЖКА" призначений для встановлення затримки (для таст-режиму) чи тривалості фази накопичення (для інверсійної полярографії):



7. Посилання

При опублікуванні в науковій періодиці результатів досліджень, одержаних за допомогою полярографа ПУ-1 із самописцем **MTech CON-PU-1**, 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 універсального полярографа ПУ-1 з електронним самописцем **MTech CON-PU-1** [5].

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

MTech CON-PU-1

<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 або mtech_lab@ukr.net

Виробник _____



Замовник _____

Електронний самописець
для полярографа ПУ-1

MTech CON-PU-1

**З програмним керуванням
через USB інтерфейс**



ПАСПОРТ ТА ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА

Львів - 2016

1. Загальний опис

Електронний самописець **MTech CON-PU-1** (далі "пристрій") призначений для заміни застарілих електромеханічних двохкоординатних самописців полярографів ПУ-1, одночасного вимірювання сигналів струму та напруги і передачі результатів вимірювання у керуючу програму персонального комп'ютера через USB порт для реєстрації та візуалізації вольтамперограм.

2. Технічні характеристики

Характеристика	Значення
Кількість вхідних каналів	2
Діапазон вхідного сигналу кожного каналу	-3 ... +3 В
Дискретність вимірювання вхідного сигналу	~1 мВ
Частота дискретизації (к-сть вимірювань за 1 с)	до 100 с ⁻¹
Допустима приведена (абсолютна) похибка вимірювання	0,2% (±0,01 В)

3. Комплектація

Самописець **MTech CON-PU-1** – 1 шт

Кабель з USB-RS232 конвертером PL2303 * – 1 шт

Кабель для підключення до ПУ-1 із роз'ємом РШ2Н-1-29 – 1 шт

Паспорт та інструкція користувача – 1 шт

Програмне забезпечення "**MTech CON-PU-1**" ** – 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

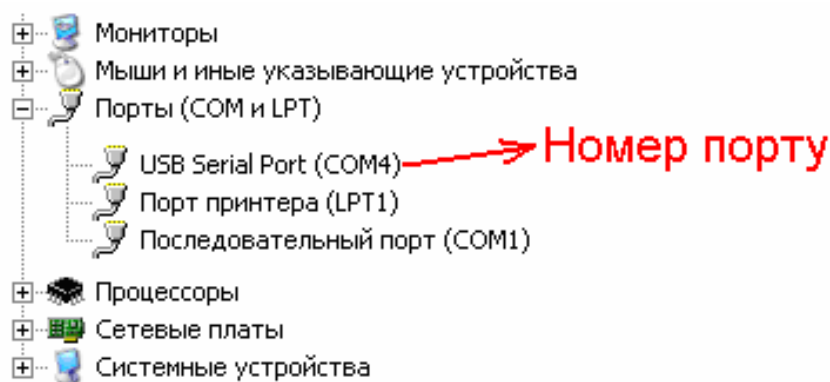
Виробник зобов'язаний виконувати безкоштовне гарантійне обслуговування пристрою впродовж 12 місяців після введення в експлуатацію за умови непошкодженості корпусу та пломби-наклейки.

5. Програмне забезпечення

5.1. Встановлення та налаштування

Файл зір-архіву з останньою версією програмного забезпечення для самописця **MTech CON-PU-1** слід розархівувати в якусь папку на жорсткому диску, запустити файл `setup.exe` та виконати стандартну процедуру інсталювання програми.

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". Якщо на Вашому комп'ютері встановлена операційна система Windows-10, то слід запустити відповідний exe-файл з папки "DRIVER-10". 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):



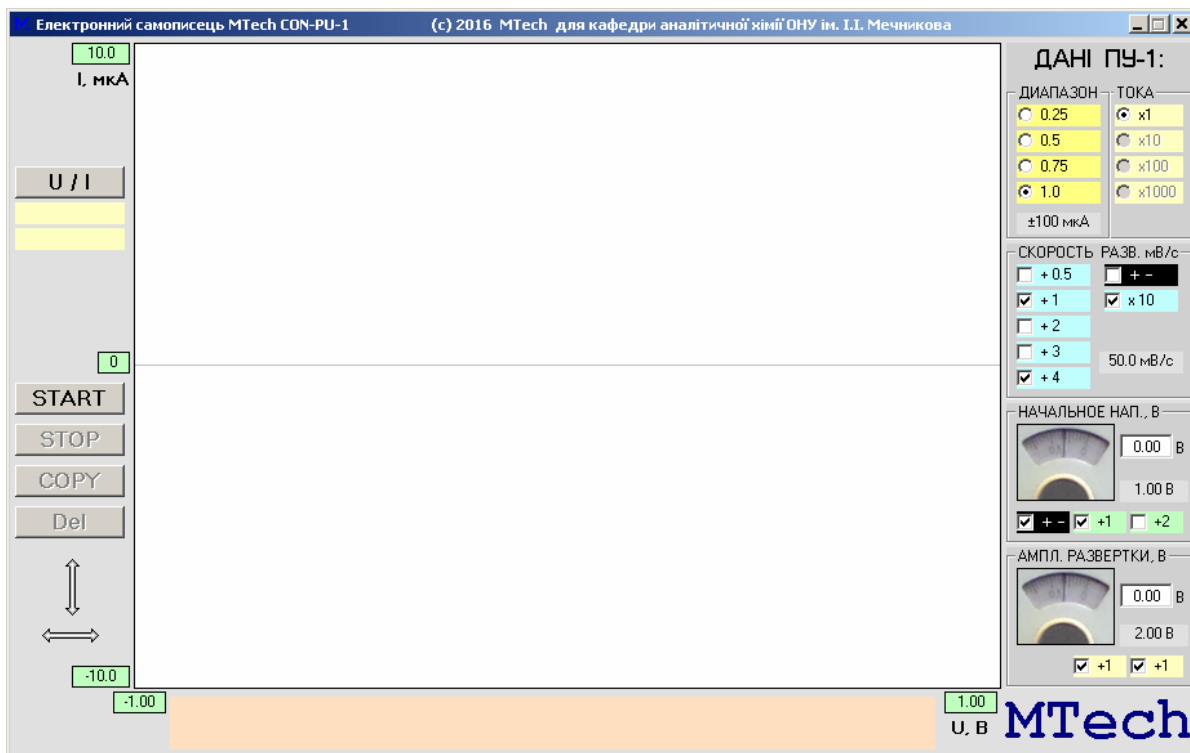
Запам'ятайте цей номер – він Вам ще знадобиться.

Від'єднайте USB кабель пристрою від комп'ютера.

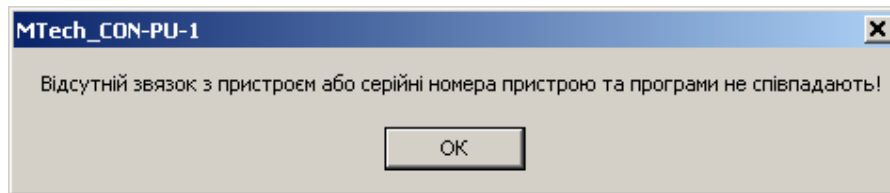
У файлі port.txt слід прописати номер порту, який виділила система при встановленні драйвера, – зробити це можна в звичайній програмі "блокнот" Вашої операційної системи.

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-PU-1.exe. Якщо всі попередні дії зроблено правильно, то програма "виявить" пристрій 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 устроїв / 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. стандарти / 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

- Вимірювання струму в колі та потенціалу робочого електрода (відносно електрода порівняння), підключеного до полярографа ПУ-1.
- Реєстрація та графічне відображення виміряних вольтамперограм.
- Копіювання виміряних вольтамперограм у буфер обміну комп'ютера для перенесення інформації у інші програми (у форматі таблиці з двома стовпчиками U (В) – I (мкА)).

5.3. Порядок роботи

5.3.1. Запуск та завершення роботи програми

Програмне забезпечення "MTech CON-PU-1" можна запускати лише після підключення пристрою до USB порту комп'ютера та полярографа ПУ-1. В іншому випадку з'явиться повідомлення про помилку або відбудеться аварійне завершення роботи програми. Загалом послідовність роботи повинна бути такою:

- підключити сигнальний кабель пристрою із роз'ємом PSH2H-1-29 до гнізда "РЕГИСТРАТОР" полярографа ПУ-1;
- увімкнути полярограф ПУ-1 та дати йому "прогрітись";
- підключити пристрій до USB порту комп'ютера;
- запустити програму "MTech CON-PU-1";
- виконати необхідні вимірювання;
- закрити програму "MTech CON-PU-1";
- відключити пристрій від USB порту комп'ютера;
- вимкнути полярограф ПУ-1.

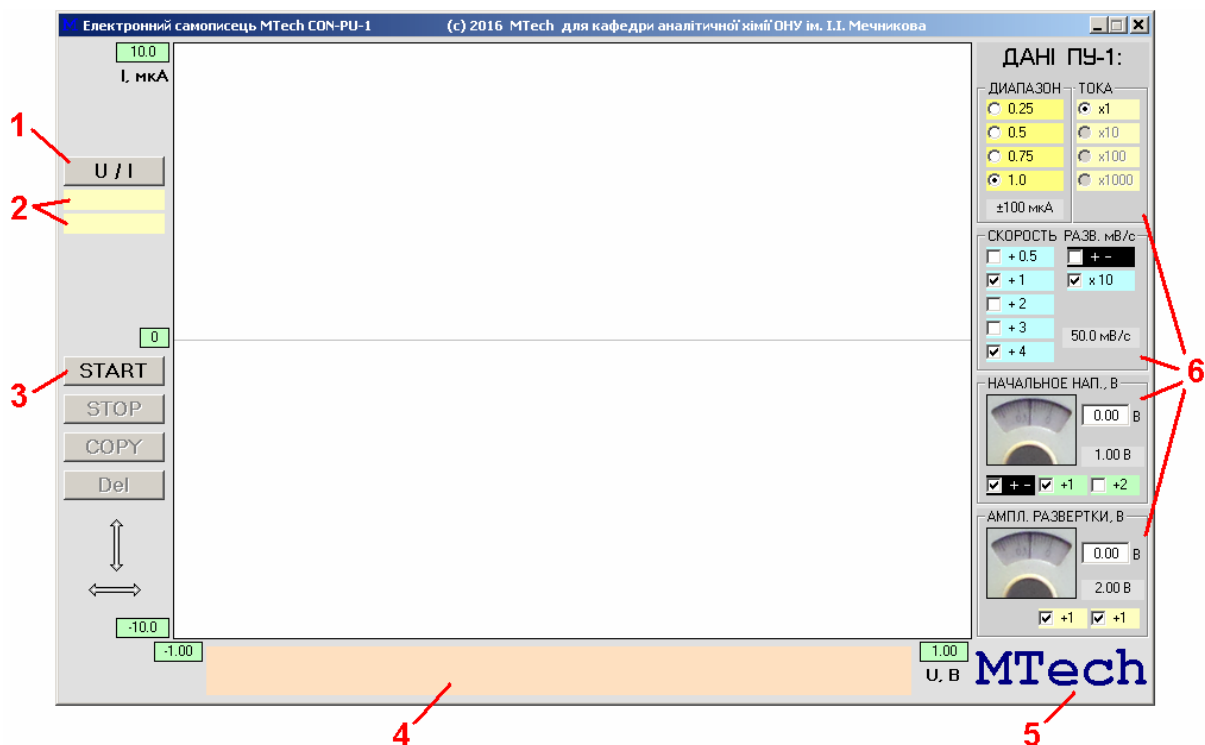
Сигнальний кабель пристрою не потрібно щоразу підключати/відключати від ПУ-1, він може бути постійно підключеним до полярографа, однак дуже важливою є послідовність завершення роботи – спершу відключити пристрій від USB порту комп'ютера, а вже потім вимикати ПУ-1.

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 параметрів вимірювання вольтамперограми. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

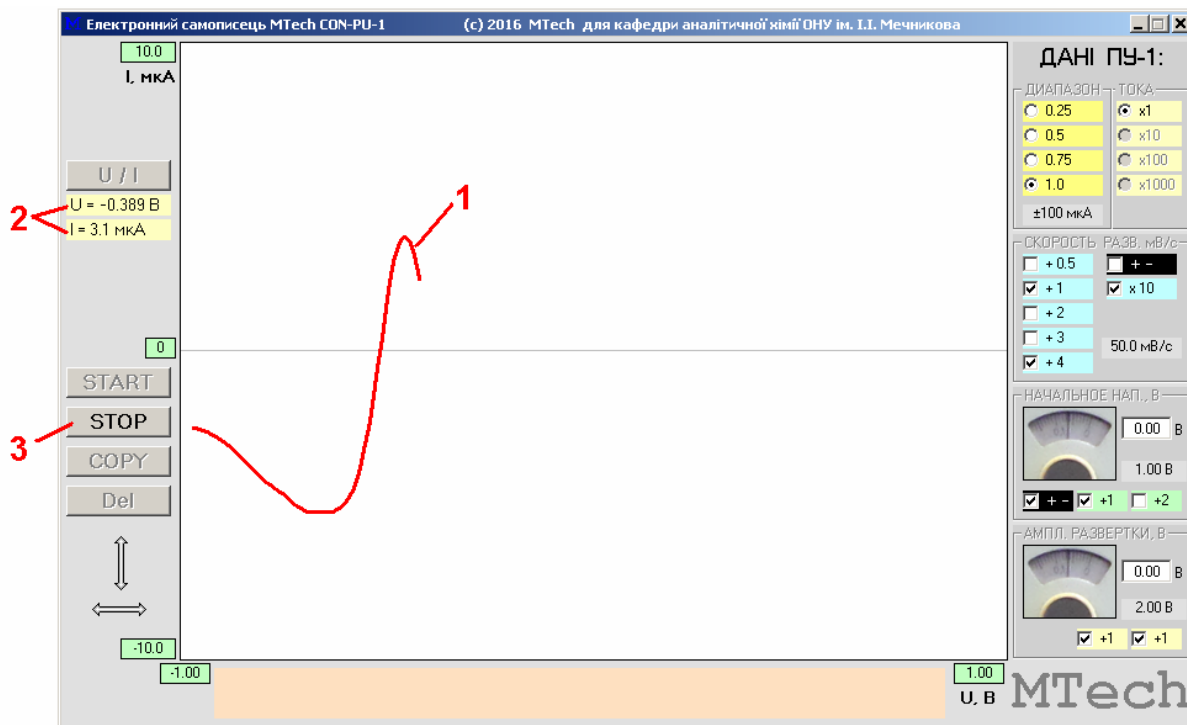


- 1 – однократне вимірювання потенціалу та струму;
- 2 – біжучі значення потенціалу/струму;
- 3 – запуск вимірювання (перехід в режим "Вимірювання") – спершу натискають кнопку "START", а потім запускають розгортку на ПУ-1;
- 4 – поле для підказок та пояснень;
- 5 – посилання для додаткової інформації;
- 6 – налаштування полярографа ПУ-1. Тут слід відмітити, які кнопки натиснуті на ПУ-1 та вказати положення обертових регуляторів напруг (початкової та амплітуди розгортки). Дуже важливо, щоб параметри, задані у програмі, відповідали реальному налаштуванню ПУ-1. В іншому випадку вимірювана полярограма буде спотвореною (як за потенціалами, так і за струмами).

Програма запам'ятовує останні вибрані налаштування і відтворює їх при наступному запуску. Детальніше про вибір параметрів ПУ-1 див. розділ 6. Додатково можна ознайомитись з інструкцією до полярографа (файл PU-1.djv).

5.3.3. Режим "Вимірювання"

Цей режим активний під час вимірювання. Програма переходить в нього після натискання кнопки "START". У головному графічному полі програми виводиться вольтамперограма в "реальному часі". Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

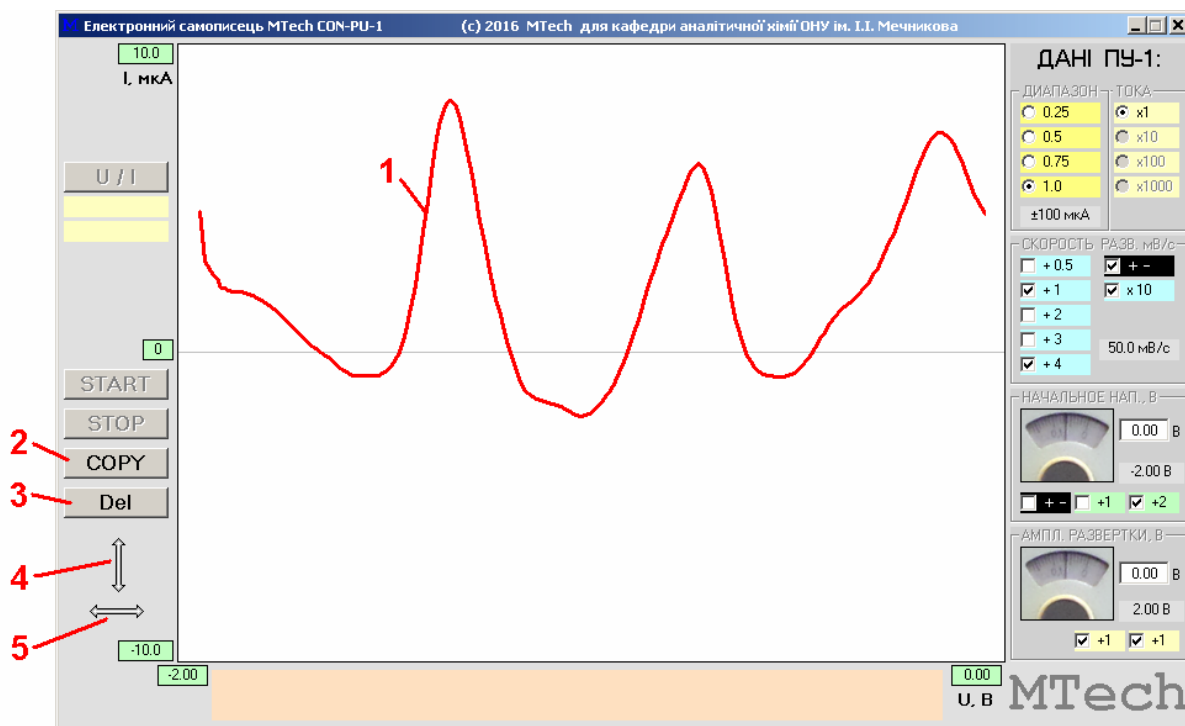


- 1 – вимірювана залежність;
- 2 – біжучі значення потенціалу та струму;
- 3 – зупинка вимірювання (перехід в режим "Результат").

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 "STOP". Режим "Результат" призначений для візуального спостереження результатів вимірювання (вольтамперограми) та перенесення їх в інші програми для подальшого математичного опрацювання. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

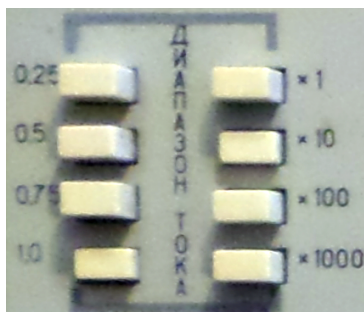


- 1 – виміряна вольтамперограма;
 - 2 – копіювання кривої у буфер обміну комп'ютера для перенесення в інші програми таблицюю з двох стовпчиків: U (В) – I (мкА);
 - 3 – видалення результатів (перехід в режим "Підготовка");
 - 4 – інверсія вольтамперограми у вертикальному напрямку;
 - 5 – інверсія вольтамперограми у горизонтальному напрямку.
- Функції інверсії призначені для налаштування зручного зображення вольтамперограми перед її перенесенням в інші програми.

6. НАЛАШТУВАННЯ ПОЛЯРОГРАФА ПУ-1

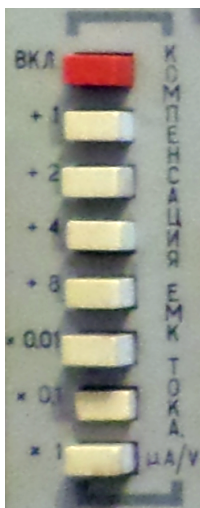
Діапазон струму

Для вимірювання струму полярограф містить перетворювач "струм–напруга", чутливість якого задається за допомогою блоку кнопок "ДІАПАЗОН ТОКА":



Коефіцієнт перетворювача визначається таким чином, що 25 мВ вихідного сигналу за координатою "Y" відповідає струм у мкА, що задано цими кнопками (для постійнострумової полярографії). Наприклад, якщо натиснуті кнопки "1,0" та "x10" (див. рис.), то 25 мВ вихідного сигналу відповідає струм 10 мкА. У програмі **MTech CON-PU-1** передбачено автоматичний перерахунок струму в залежності від заданих параметрів "ДІАПАЗОН ТОКА". Оскільки максимальний вихідний струм ПУ-1 складає приблизно ± 100 мкА, а діапазон вхідних сигналів самописця ± 3 В, то достатнім є множник $\times 1$, а решту ($\times 10$, $\times 100$, $\times 1000$) використовувати не доцільно – тому вони неактивні у програмі.

Для компенсації ємкісного струму слід натиснути червону кнопку "ВКЛ" у блоці "КОМПЕНСАЦІЯ ЕМК. ТОКА" та вибрати величину компенсації в одиницях мкА/В за допомогою відповідних кнопок:



Якщо вимірювання струму потрібно синхронізувати з моментом відриву ртутної краплі, то слід активувати синхронізацію кнопкою "ВКЛ" блока "СИНХРОНИЗАЦІЯ":



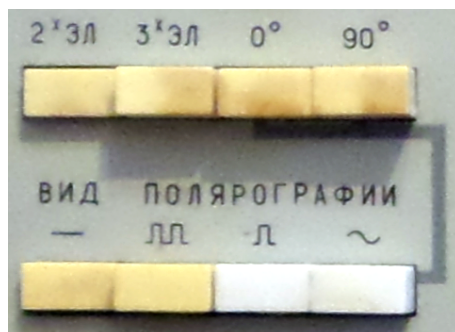
Ступінь синхронізації в умовних одиницях задається кнопками "+1", "+2", "+4" та "+8". Мінімальне значення "+1". Зрозуміло, що активувати синхронізацію слід лише при роботі з крапаючим ртутним електродом.

До вимірювальної схеми полярографа можна підключати електрохімічну ячейку (ДАТЧИК) або внутрішню схему, яка є спрощеним еквівалентом ячейки (ИМИТАТОР) з певним поляризаційним опором R_n та ємністю подвійного електричного шару C_d :



Якщо активовано імітатор, то кнопки " R_n " чи/та " C_d " мають бути натиснуті, а червона кнопка "ВКЛ" ненатиснута. Для роботи з ячейкою кнопку "ВКЛ" слід натиснути (при цьому положення кнопок " R_n " та " C_d " не має значення).

Тип ячейки (2- чи 3-електродна) та різновид методу полярографії задають у відповідному блоці:



Двома першими кнопками верхнього ряду задають тип ячейки.

Нижній ряд кнопок відповідає методам:

- 1) постійнострумова;
- 2) зміннострумова з прямокутною змінною складовою;
- 3) імпульсна;
- 4) зміннострумова із синусоїдальною змінною складовою.

Якщо вибрано останній метод, то кнопками "0°" та "90°" задають вимірювання активної чи ємкісної складової струму, відповідно.

Електроди ячейки (допоміжний, робочий та порівняння) підключають до відповідних BNC-гнізд:



Якщо працюють з 2-електродною ячейкою, то гніздо "СПРАВН." залишають вільним.

Блоком кнопок "ВЫХОД НА ВОЛЬТМЕТР" вибирають джерело вхідного сигналу для вмонтованого у ПУ-1 (для деяких моделей – зовнішнього) вольтметра:

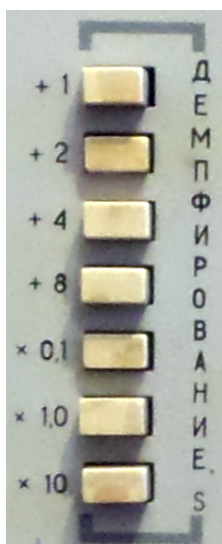


Можливі джерела напруги:

- вихід компенсатора;
- вихід перетворювача "струм–напруга";
- вихід суматора;
- вихід генератора розгортки;

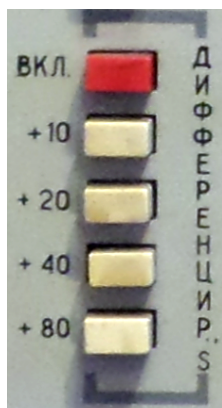
- вихідна напруга генератора 25 Гц;
- вихідний сигнал за координатою "Y" на самописець (РЕГИСТРАТОР);
- корпус приладу (нуль).

Поляррограф містить інтегратор, який дозволяє згладжувати вольтамперограми зменшуючи флуктуації струму. Вибір ступеня згладження здійснюється блоком кнопок "ДЕМПФИРОВАНИЕ", який задає постійну часу інтегрування:



Мінімальне значення 0,1, а максимальне 150. Здебільшого обмежуються невеликими значеннями (0,1-0,5). Якщо треба відключити цю функцію, то слід натиснути лише кнопку "x0,1".

Для методу №1 (постійнострумова поляррографія) можна вимірювати вольтамперограми у диференціальному виді – залежність похідної dI/dU від U . Для цього слід активувати диференціатор та вказати постійну часу диференціювання:



Початкове значення напруги розгортки, яке може бути в межах -4...+4 В, задається відповідними кнопками та обертовим регулятором:



Знак початкової напруги вказують чорною кнопкою. Якщо початкове значення є додатнім, то слід натиснути чорну кнопку, якщо ж від'ємним – навпаки відтиснути. Абсолютне значення початкової напруги задають кнопками "+1", "+2" та обертовим регулятором. Наприклад, якщо початкова напруга розгортки має бути -1,3 В то цей блок має бути в такому стані:

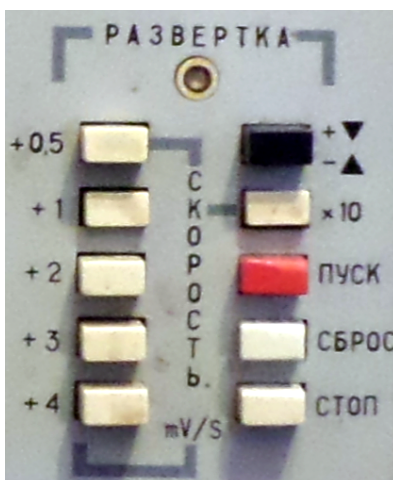
- чорна кнопка – НЕнатиснута;
- кнопка "+1" – натиснута;
- кнопка "+2" – НЕнатиснута;
- обертовий регулятор – в положенні 0,3.

Діапазон (амплітуда) розгортки напруги (різниця між $U_{\text{поч}}$ та $U_{\text{кін}}$), який може бути в межах від 0 до 3 В, задається відповідними кнопками та обертовим регулятором:



Ціле значення амплітуди розгортки задається кнопками "+1", а дробове – обертовим регулятором.

Швидкість та напрям розгортки напруги задається кнопками блока "РАЗВЕРТКА":

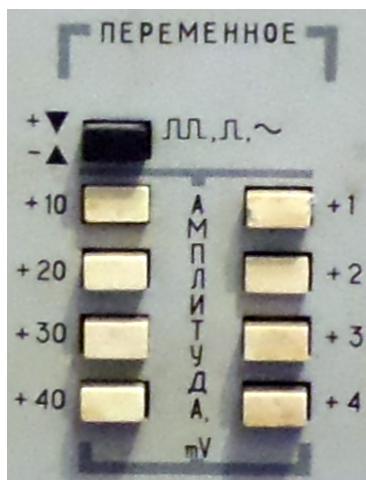


Кнопками "+0,5", "+1", "+2", "+3", "+4" та "x10" задають швидкість розгортки напруги в мВ/с. Отже, мінімальне значення є 0,5 мВ/с (натиснута лише кнопка "+0,5"), а максимальне 105 мВ/с (натиснуті всі 6 кнопок).

Напрямок розгортки (у бік збільшення чи зменшення напруги) задають чорною кнопкою. Якщо розгортка має йти у бік збільшення напруги, то слід натиснути чорну кнопку, якщо ж у бік зменшення – навпаки відтиснути.

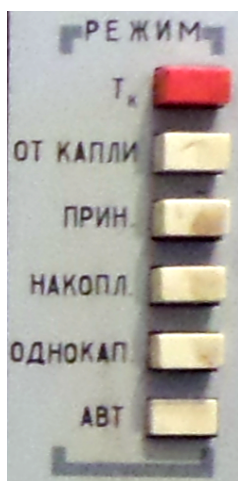
Розгортку напруги запускають кнопкою "ПУСК" – не забудьте перед цим натиснути кнопку "START" у програмі! Після завершення розгортки згідно заданих параметрів полярограф автоматично виставить напругу, що дорівнює її початковому значенню. Якщо ж потрібно дочасно зупинити розгортку, то слід натиснути кнопку "СБРОС". Для тимчасової зупинки/продовження розгортки використовують кнопку "СТОП" – це ніби аналог кнопки "пауза" у програвачах.

Блоком кнопок "ПЕРЕМЕННОЕ" задають значення змінної складової напруги (у мВ) для зміннострумових методів полярографії:



Слід мати на увазі, що прямокутні імпульси у полярографі є однополярними і тому розмах цих імпульсів вдвічі менший порівняно з розмахом (подвійна амплітуда) синусоїдальної напруги. Полярність прямокутних імпульсів задається чорною кнопкою: коли вона натиснута, то імпульси зростаючі, а коли відтиснута – спадаючі.

Блок кнопок "РЕЖИМ" використовують для встановлення типу синхронізації полярографа:



- Т_к – вимірювання періоду крапання;
- ОТ КАПЛИ – синхронізація з самочинним крапанням;
- ПРИН. – синхронізація за примусового відриву краплі;
- НАКОПЛ. – режим інверсійної полярографії (перед розгорткою напруги є попередня фаза накопичення продукту при сталій напрузі);
- ОДНОКАП. – режим вимірювання полярограми на одній краплі (аналог осцилополярографії);
- АВТ. – режим автоматичного періодичного запуску розгортки.

Кнопковий перемикач "ТАСТ-НЕПР" призначений для вибору режиму таст-реєстрації чи неперервної реєстрації:

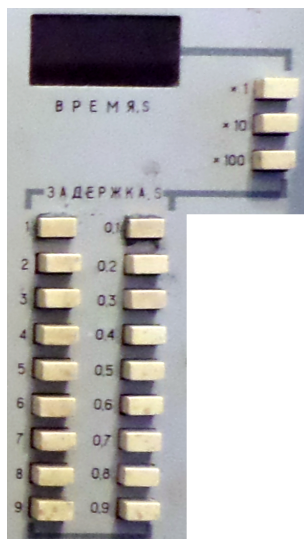


Для стаціонарного робочого електроду чи фіксованої ртутної краплі використовують режим неперервної реєстрації. У випадку крапаючого ртутного електроду цей режим призводить до коливань струму, зумовлених крапанням ртуті. Щоб усунути ці коливання можна активувати таст-режим, за яким вимірювання струму виконується лише у певний момент життя кожної краплі, згідно заданої затримки від початку її росту.

Кнопковий перемикач "УСТ.0-СЧЕТ" призначений для встановлення нуля і запуску відліку часових інтервалів, а також запуску полярографа в режимах "ПРИН.", "ОДНОКАП." і "АВТ.":



Блок "ЗАДЕРЖКА" призначений для встановлення затримки (для таст-режиму) чи тривалості фази накопичення (для інверсійної полярографії):



7. Посилання

При опублікуванні в науковій періодиці результатів досліджень, одержаних за допомогою полярографа ПУ-1 із самописцем **MTech CON-PU-1**, 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 універсального полярографа ПУ-1 з електронним самописцем **MTech CON-PU-1** [5].

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

MTech CON-PU-1

<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 або mtech_lab@ukr.net

Виробник _____



Замовник _____

Електронний самописець
для полярографа ПУ-1

MTech CON-PU-1

**З програмним керуванням
через USB інтерфейс**



ПАСПОРТ ТА ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА

Львів - 2016

1. Загальний опис

Електронний самописець **MTech CON-PU-1** (далі "пристрій") призначений для заміни застарілих електромеханічних двохкоординатних самописців полярографів ПУ-1, одночасного вимірювання сигналів струму та напруги і передачі результатів вимірювання у керуючу програму персонального комп'ютера через USB порт для реєстрації та візуалізації вольтамперограм.

2. Технічні характеристики

Характеристика	Значення
Кількість вхідних каналів	2
Діапазон вхідного сигналу кожного каналу	-3 ... +3 В
Дискретність вимірювання вхідного сигналу	~1 мВ
Частота дискретизації (к-сть вимірювань за 1 с)	до 100 с ⁻¹
Допустима приведена (абсолютна) похибка вимірювання	0,2% (±0,01 В)

3. Комплектація

Самописець **MTech CON-PU-1** – 1 шт

Кабель з USB-RS232 конвертером PL2303 * – 1 шт

Кабель для підключення до ПУ-1 із роз'ємом РШ2Н-1-29 – 1 шт

Паспорт та інструкція користувача – 1 шт

Програмне забезпечення "**MTech CON-PU-1**" ** – 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

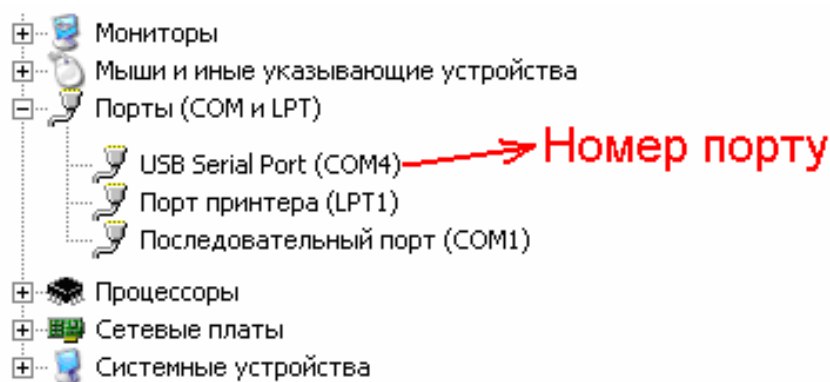
Виробник зобов'язаний виконувати безкоштовне гарантійне обслуговування пристрою впродовж 12 місяців після введення в експлуатацію за умови непошкодженості корпусу та пломби-наклейки.

5. Програмне забезпечення

5.1. Встановлення та налаштування

Файл зір-архіву з останньою версією програмного забезпечення для самописця **MTech CON-PU-1** слід розархівувати в якусь папку на жорсткому диску, запустити файл `setup.exe` та виконати стандартну процедуру інсталювання програми.

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". Якщо на Вашому комп'ютері встановлена операційна система Windows-10, то слід запустити відповідний exe-файл з папки "DRIVER-10". 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):



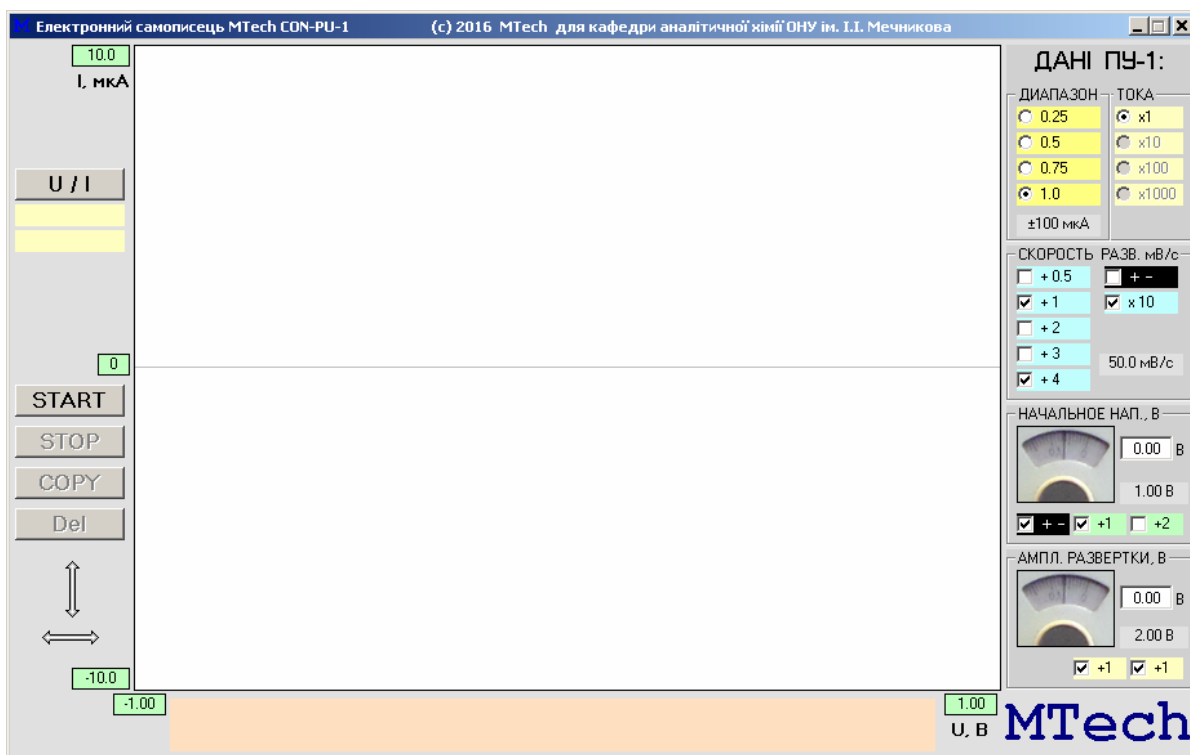
Запам'ятайте цей номер – він Вам ще знадобиться.

Від'єднайте USB кабель пристрою від комп'ютера.

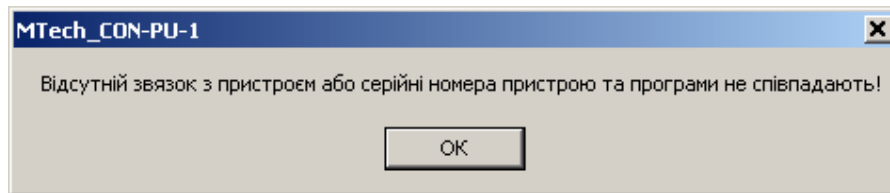
У файлі port.txt слід прописати номер порту, який виділила система при встановленні драйвера, – зробити це можна в звичайній програмі "блокнот" Вашої операційної системи.

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-PU-1.exe. Якщо всі попередні дії зроблено правильно, то програма "виявить" пристрій 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 устроїв / 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. стандарти / 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

- Вимірювання струму в колі та потенціалу робочого електрода (відносно електрода порівняння), підключеного до полярографа ПУ-1.
- Реєстрація та графічне відображення виміряних вольтамперограм.
- Копіювання виміряних вольтамперограм у буфер обміну комп'ютера для перенесення інформації у інші програми (у форматі таблиці з двома стовпчиками U (В) – I (мкА)).

5.3. Порядок роботи

5.3.1. Запуск та завершення роботи програми

Програмне забезпечення "MTech CON-PU-1" можна запускати лише після підключення пристрою до USB порту комп'ютера та полярографа ПУ-1. В іншому випадку з'явиться повідомлення про помилку або відбудеться аварійне завершення роботи програми. Загалом послідовність роботи повинна бути такою:

- підключити сигнальний кабель пристрою із роз'ємом PSH2H-1-29 до гнізда "РЕГИСТРАТОР" полярографа ПУ-1;
- увімкнути полярограф ПУ-1 та дати йому "прогрітись";
- підключити пристрій до USB порту комп'ютера;
- запустити програму "MTech CON-PU-1";
- виконати необхідні вимірювання;
- закрити програму "MTech CON-PU-1";
- відключити пристрій від USB порту комп'ютера;
- вимкнути полярограф ПУ-1.

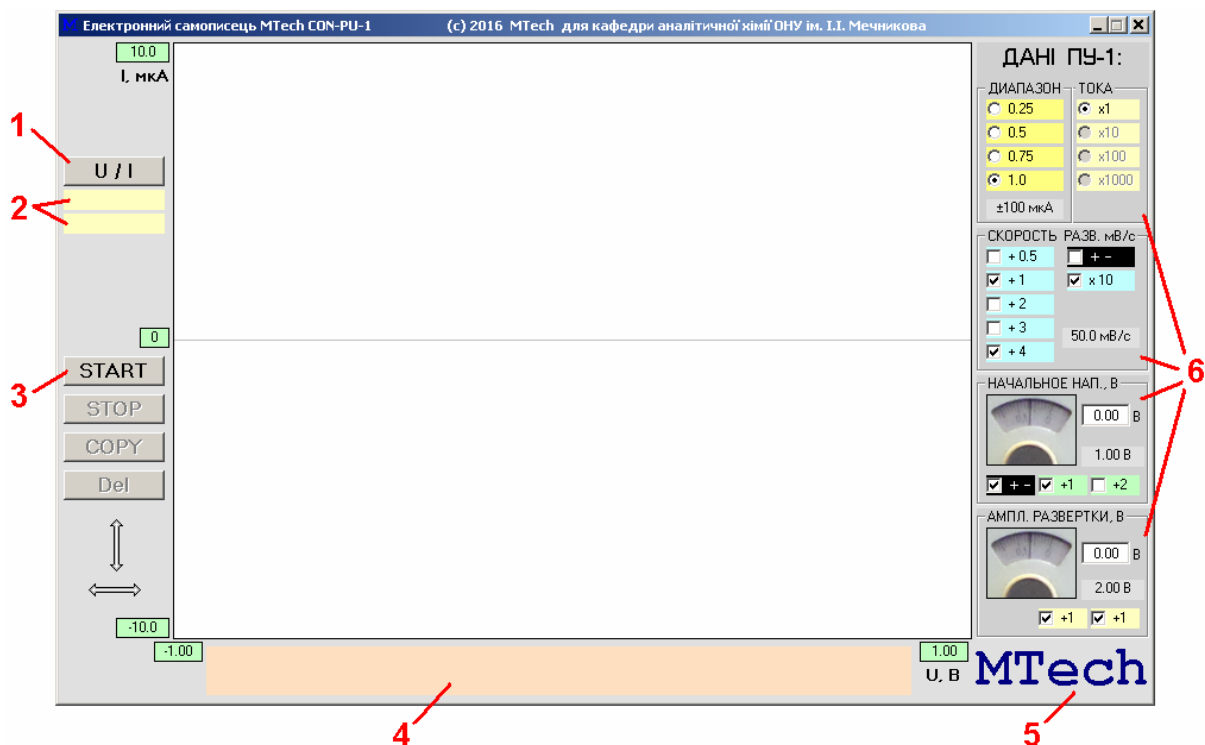
Сигнальний кабель пристрою не потрібно щоразу підключати/відключати від ПУ-1, він може бути постійно підключеним до полярографа, однак дуже важливою є послідовність завершення роботи – спершу відключити пристрій від USB порту комп'ютера, а вже потім вимикати ПУ-1.

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 параметрів вимірювання вольтамперограми. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

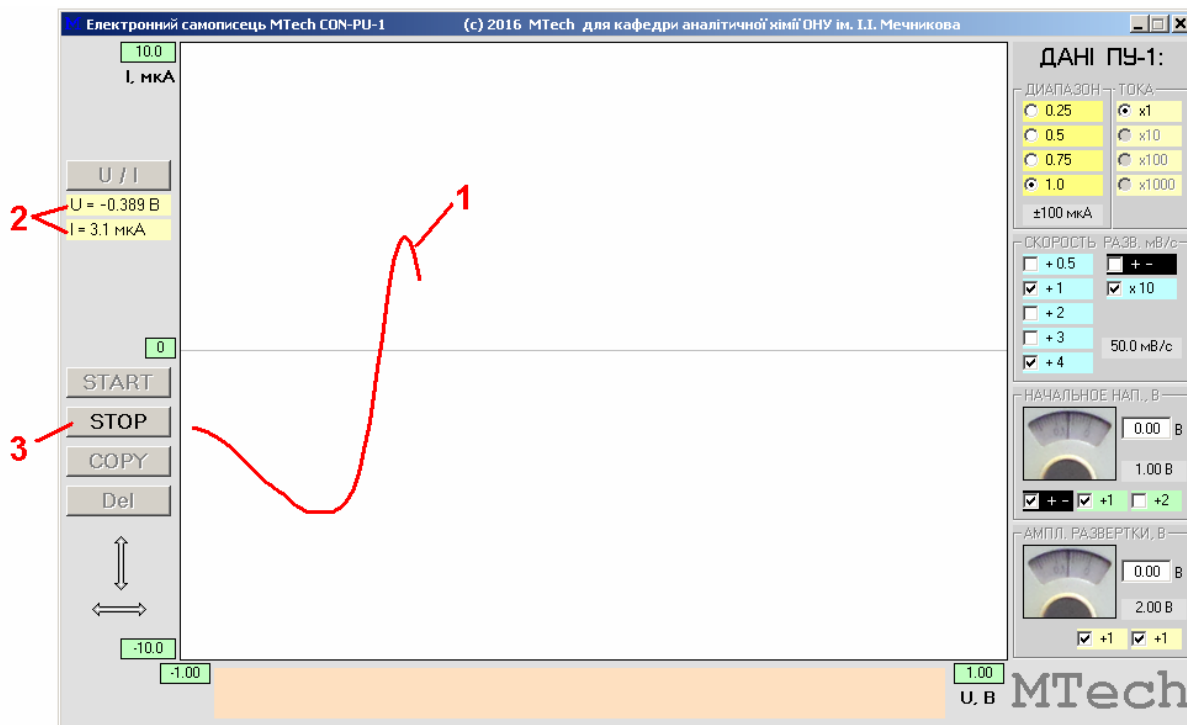


- 1 – однократне вимірювання потенціалу та струму;
- 2 – біжучі значення потенціалу/струму;
- 3 – запуск вимірювання (перехід в режим "Вимірювання") – спершу натискають кнопку "START", а потім запускають розгортку на ПУ-1;
- 4 – поле для підказок та пояснень;
- 5 – посилання для додаткової інформації;
- 6 – налаштування полярографа ПУ-1. Тут слід відмітити, які кнопки натиснуті на ПУ-1 та вказати положення обертових регуляторів напруг (початкової та амплітуди розгортки). Дуже важливо, щоб параметри, задані у програмі, відповідали реальному налаштуванню ПУ-1. В іншому випадку вимірюна полярограма буде спотвореною (як за потенціалами, так і за струмами).

Програма запам'ятовує останні вибрані налаштування і відтворює їх при наступному запуску. Детальніше про вибір параметрів ПУ-1 див. розділ 6. Додатково можна ознайомитись з інструкцією до полярографа (файл PU-1.djv).

5.3.3. Режим "Вимірювання"

Цей режим активний під час вимірювання. Програма переходить в нього після натискання кнопки "START". У головному графічному полі програми виводиться вольтамперограма в "реальному часі". Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

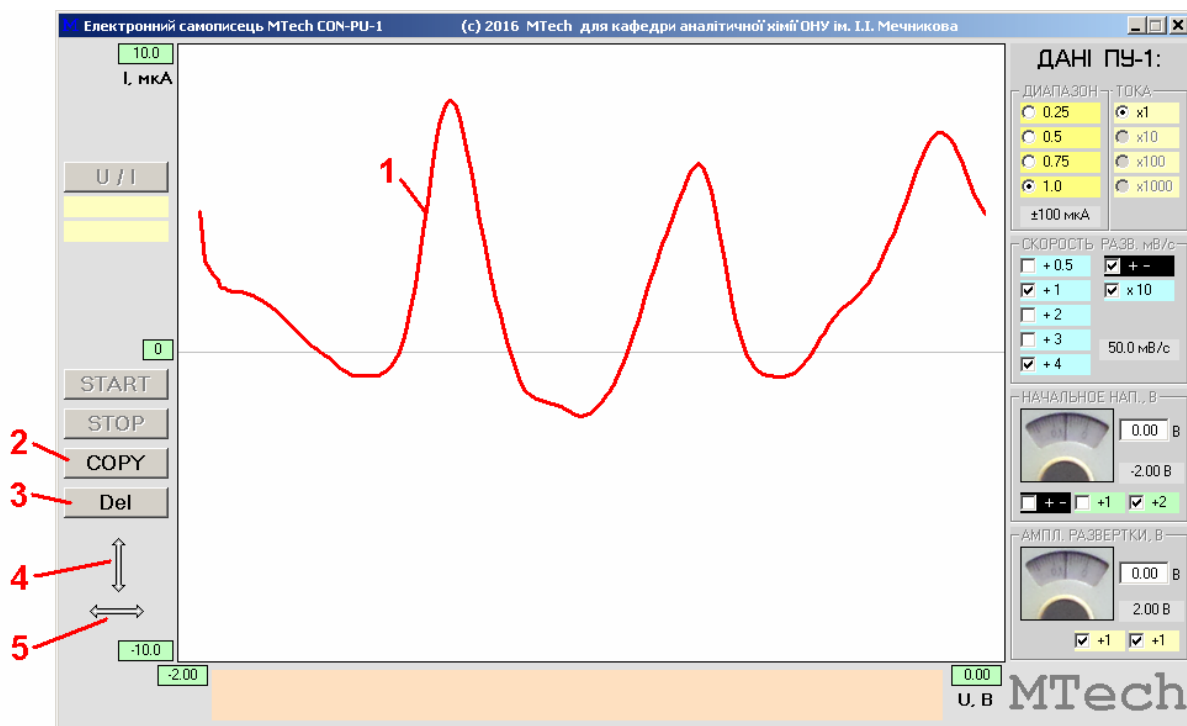


- 1 – вимірювана залежність;
- 2 – біжучі значення потенціалу та струму;
- 3 – зупинка вимірювання (перехід в режим "Результат").

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 "STOP". Режим "Результат" призначений для візуального спостереження результатів вимірювання (вольтамперограми) та перенесення їх в інші програми для подальшого математичного опрацювання. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому режимі:

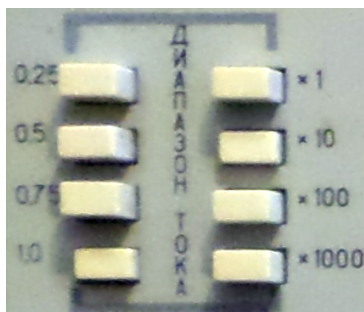


- 1 – виміряна вольтамперограма;
 - 2 – копіювання кривої у буфер обміну комп'ютера для перенесення в інші програми таблицюю з двох стовпчиків: U (В) – I (мкА);
 - 3 – видалення результатів (перехід в режим "Підготовка");
 - 4 – інверсія вольтамперограми у вертикальному напрямку;
 - 5 – інверсія вольтамперограми у горизонтальному напрямку.
- Функції інверсії призначені для налаштування зручного зображення вольтамперограми перед її перенесенням в інші програми.

6. НАЛАШТУВАННЯ ПОЛЯРОГРАФА ПУ-1

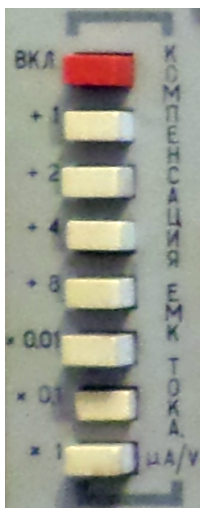
Діапазон струму

Для вимірювання струму полярограф містить перетворювач "струм–напруга", чутливість якого задається за допомогою блоку кнопок "ДІАПАЗОН ТОКА":



Коефіцієнт перетворювача визначається таким чином, що 25 мВ вихідного сигналу за координатою "Y" відповідає струм у мкА, що задано цими кнопками (для постійнострумової полярографії). Наприклад, якщо натиснуті кнопки "1,0" та "x10" (див. рис.), то 25 мВ вихідного сигналу відповідає струм 10 мкА. У програмі **MTech CON-PU-1** передбачено автоматичний перерахунок струму в залежності від заданих параметрів "ДІАПАЗОН ТОКА". Оскільки максимальний вихідний струм ПУ-1 складає приблизно ± 100 мкА, а діапазон вхідних сигналів самописця ± 3 В, то достатнім є множник $\times 1$, а решту ($\times 10$, $\times 100$, $\times 1000$) використовувати не доцільно – тому вони неактивні у програмі.

Для компенсації ємкісного струму слід натиснути червону кнопку "ВКЛ" у блоці "КОМПЕНСАЦІЯ ЕМК. ТОКА" та вибрати величину компенсації в одиницях мкА/В за допомогою відповідних кнопок:



Якщо вимірювання струму потрібно синхронізувати з моментом відриву ртутної краплі, то слід активувати синхронізацію кнопкою "ВКЛ" блока "СИНХРОНИЗАЦІЯ":



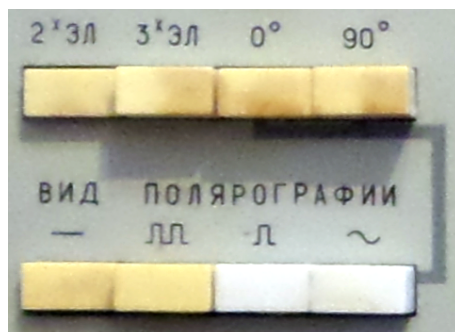
Ступінь синхронізації в умовних одиницях задається кнопками "+1", "+2", "+4" та "+8". Мінімальне значення "+1". Зрозуміло, що активувати синхронізацію слід лише при роботі з крапаючим ртутним електродом.

До вимірювальної схеми полярографа можна підключати електрохімічну ячейку (ДАТЧИК) або внутрішню схему, яка є спрощеним еквівалентом ячейки (ИМИТАТОР) з певним поляризаційним опором R_p та ємністю подвійного електричного шару C_d :



Якщо активовано імітатор, то кнопки " R_p " чи/та " C_d " мають бути натиснуті, а червона кнопка "ВКЛ" ненатиснута. Для роботи з ячейкою кнопку "ВКЛ" слід натиснути (при цьому положення кнопок " R_p " та " C_d " не має значення).

Тип ячейки (2- чи 3-електродна) та різновид методу полярографії задають у відповідному блоці:



Двома першими кнопками верхнього ряду задають тип ячейки.

Нижній ряд кнопок відповідає методам:

- 1) постійнострумова;
- 2) зміннострумова з прямокутною змінною складовою;
- 3) імпульсна;
- 4) зміннострумова із синусоїдальною змінною складовою.

Якщо вибрано останній метод, то кнопками "0°" та "90°" задають вимірювання активної чи ємкісної складової струму, відповідно.

Електроди ячейки (допоміжний, робочий та порівняння) підключають до відповідних BNC-гнізд:



Якщо працюють з 2-електродною ячейкою, то гніздо "СПРАВН." залишають вільним.

Блоком кнопок "ВЫХОД НА ВОЛЬТМЕТР" вибирають джерело вхідного сигналу для вмонтованого у ПУ-1 (для деяких моделей – зовнішнього) вольтметра:

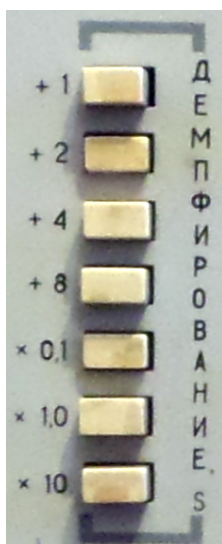


Можливі джерела напруги:

- вихід компенсатора;
- вихід перетворювача "струм–напруга";
- вихід суматора;
- вихід генератора розгортки;

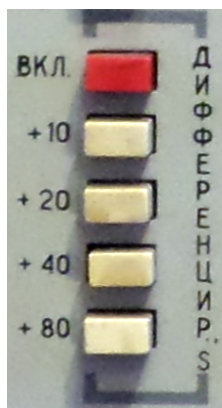
- вихідна напруга генератора 25 Гц;
- вихідний сигнал за координатою "Y" на самописець (РЕГИСТРАТОР);
- корпус приладу (нуль).

Поляррограф містить інтегратор, який дозволяє згладжувати вольтамперограми зменшуючи флуктуації струму. Вибір ступеня згладження здійснюється блоком кнопок "ДЕМПФИРОВАНИЕ", який задає постійну часу інтегрування:



Мінімальне значення 0,1, а максимальне 150. Здебільшого обмежуються невеликими значеннями (0,1-0,5). Якщо треба відключити цю функцію, то слід натиснути лише кнопку "x0,1".

Для методу №1 (постійнострумова поляррографія) можна вимірювати вольтамперограми у диференціальному виді – залежність похідної dI/dU від U . Для цього слід активувати диференціатор та вказати постійну часу диференціювання:



Початкове значення напруги розгортки, яке може бути в межах -4...+4 В, задається відповідними кнопками та обертовим регулятором:



Знак початкової напруги вказують чорною кнопкою. Якщо початкове значення є додатнім, то слід натиснути чорну кнопку, якщо ж від'ємним – навпаки відтиснути. Абсолютне значення початкової напруги задають кнопками "+1", "+2" та обертовим регулятором. Наприклад, якщо початкова напруга розгортки має бути -1,3 В то цей блок має бути в такому стані:

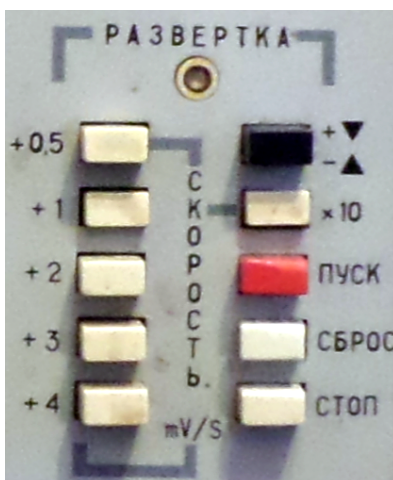
- чорна кнопка – НЕнатиснута;
- кнопка "+1" – натиснута;
- кнопка "+2" – НЕнатиснута;
- обертовий регулятор – в положенні 0,3.

Діапазон (амплітуда) розгортки напруги (різниця між $U_{\text{поч}}$ та $U_{\text{кін}}$), який може бути в межах від 0 до 3 В, задається відповідними кнопками та обертовим регулятором:



Ціле значення амплітуди розгортки задається кнопками "+1", а дробове – обертовим регулятором.

Швидкість та напрям розгортки напруги задається кнопками блока "РАЗВЕРТКА":

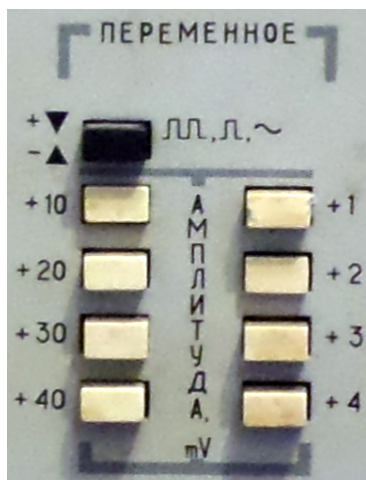


Кнопками "+0,5", "+1", "+2", "+3", "+4" та "x10" задають швидкість розгортки напруги в мВ/с. Отже, мінімальне значення є 0,5 мВ/с (натиснута лише кнопка "+0,5"), а максимальне 105 мВ/с (натиснуті всі 6 кнопок).

Напрямок розгортки (у бік збільшення чи зменшення напруги) задають чорною кнопкою. Якщо розгортка має йти у бік збільшення напруги, то слід натиснути чорну кнопку, якщо ж у бік зменшення – навпаки відтиснути.

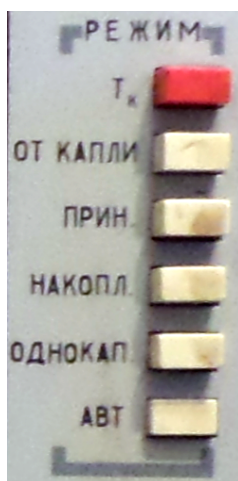
Розгортку напруги запускають кнопкою "ПУСК" – не забудьте перед цим натиснути кнопку "START" у програмі! Після завершення розгортки згідно заданих параметрів полярограф автоматично виставить напругу, що дорівнює її початковому значенню. Якщо ж потрібно дочасно зупинити розгортку, то слід натиснути кнопку "СБРОС". Для тимчасової зупинки/продовження розгортки використовують кнопку "СТОП" – це ніби аналог кнопки "пауза" у програвачах.

Блоком кнопок "ПЕРЕМЕННОЕ" задають значення змінної складової напруги (у мВ) для зміннострумових методів полярографії:



Слід мати на увазі, що прямокутні імпульси у полярографі є однополярними і тому розмах цих імпульсів вдвічі менший порівняно з розмахом (подвійна амплітуда) синусоїдальної напруги. Полярність прямокутних імпульсів задається чорною кнопкою: коли вона натиснута, то імпульси зростаючі, а коли відтиснута – спадаючі.

Блок кнопок "РЕЖИМ" використовують для встановлення типу синхронізації полярографа:



- Т_к – вимірювання періоду крапання;
- ОТ КАПЛИ – синхронізація з самочинним крапанням;
- ПРИН. – синхронізація за примусового відриву краплі;
- НАКОПЛ. – режим інверсійної полярографії (перед розгорткою напруги є попередня фаза накопичення продукту при сталій напрузі);
- ОДНОКАП. – режим вимірювання полярограми на одній краплі (аналог осцилополярографії);
- АВТ. – режим автоматичного періодичного запуску розгортки.

Кнопковий перемикач "ТАСТ-НЕПР" призначений для вибору режиму таст-реєстрації чи неперервної реєстрації:

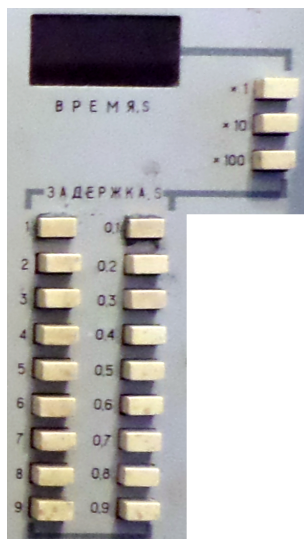


Для стаціонарного робочого електроду чи фіксованої ртутної краплі використовують режим неперервної реєстрації. У випадку крапаючого ртутного електроду цей режим призводить до коливань струму, зумовлених крапанням ртуті. Щоб усунути ці коливання можна активувати таст-режим, за яким вимірювання струму виконується лише у певний момент життя кожної краплі, згідно заданої затримки від початку її росту.

Кнопковий перемикач "УСТ.0-СЧЕТ" призначений для встановлення нуля і запуску відліку часових інтервалів, а також запуску полярографа в режимах "ПРИН.", "ОДНОКАП." і "АВТ.":



Блок "ЗАДЕРЖКА" призначений для встановлення затримки (для таст-режиму) чи тривалості фази накопичення (для інверсійної полярографії):



7. Посилання

При опублікуванні в науковій періодиці результатів досліджень, одержаних за допомогою полярографа ПУ-1 із самописцем **MTech CON-PU-1**, 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 універсального полярографа ПУ-1 з електронним самописцем **MTech CON-PU-1** [5].

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

MTech CON-PU-1

<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 або mtech_lab@ukr.net

Виробник _____



Замовник _____