



ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА З ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО АНАЛІЗА

Ю.П. Холмовой

Донбаська державна машинобудівна академія,

90400, Закарпатська обл., м. Хуст,

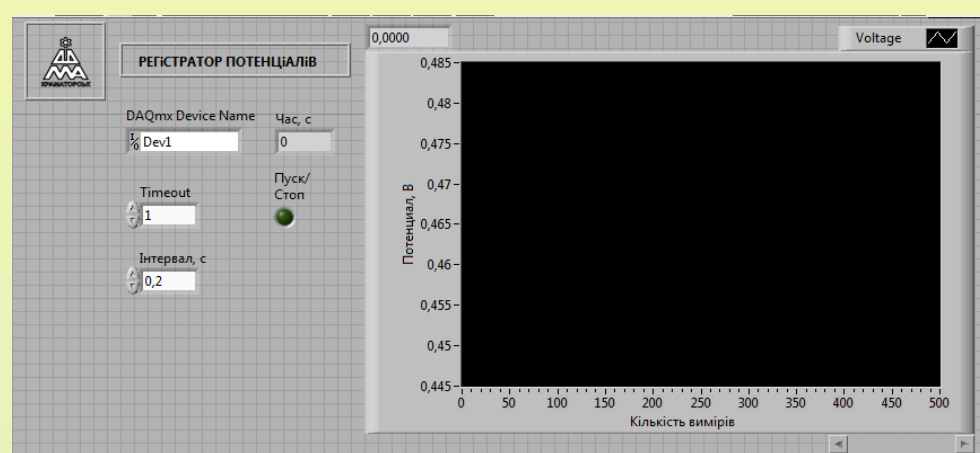
вул. Карпатської Січі, 21;

e-mail: mychim_156@ukr.net

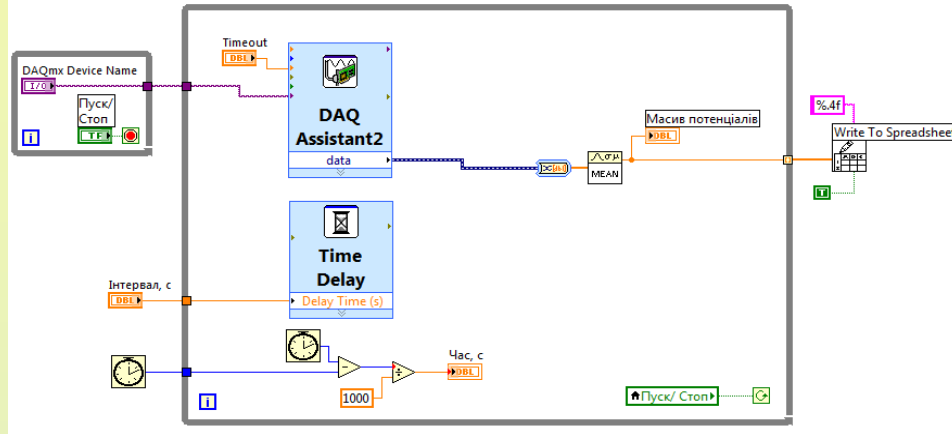
У більшості навчальних та виробничих лабораторій досі використовуються прилади минулих років випуску. Вони надійні, прості в експлуатації та дають цілком достовірні результати. Але вони мають один недолік: вони не забезпечують документалізації результатів аналізу. Рациональним вирішенням цієї проблеми було б створення апаратних комплексів із наявних приладів, з'єднаних із комп'ютером. Для цього потрібні відповідні програми для збирання, обробки та збереження отриманої інформації – своєрідні «віртуальні прилади» (ВП) – для управління процесом аналізу та реєстрації результатів вимірювань. Для хімічних лабораторій такі ВП поки що велика рідкість.

Ми у своїй роботі для створення різних ВП використовували пакет графічного програмування LabView-12 з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом у вигляді зображення різних елементів управління, та спеціальних графічних символів, що позначають оператори, функції, команди та інші елементи програмування. Для роботи з пакетом LabView-12 не обов'язково бути програмістом-професіоналом, хоча треба мати певні уявлення про деякі елементи програмування (умовний та безумовний перехід, цикли за умовою та за завданням, масиви даних, кластери та ін.).

Одним із перших було створено ВП **Реєстратор потенціалів**:

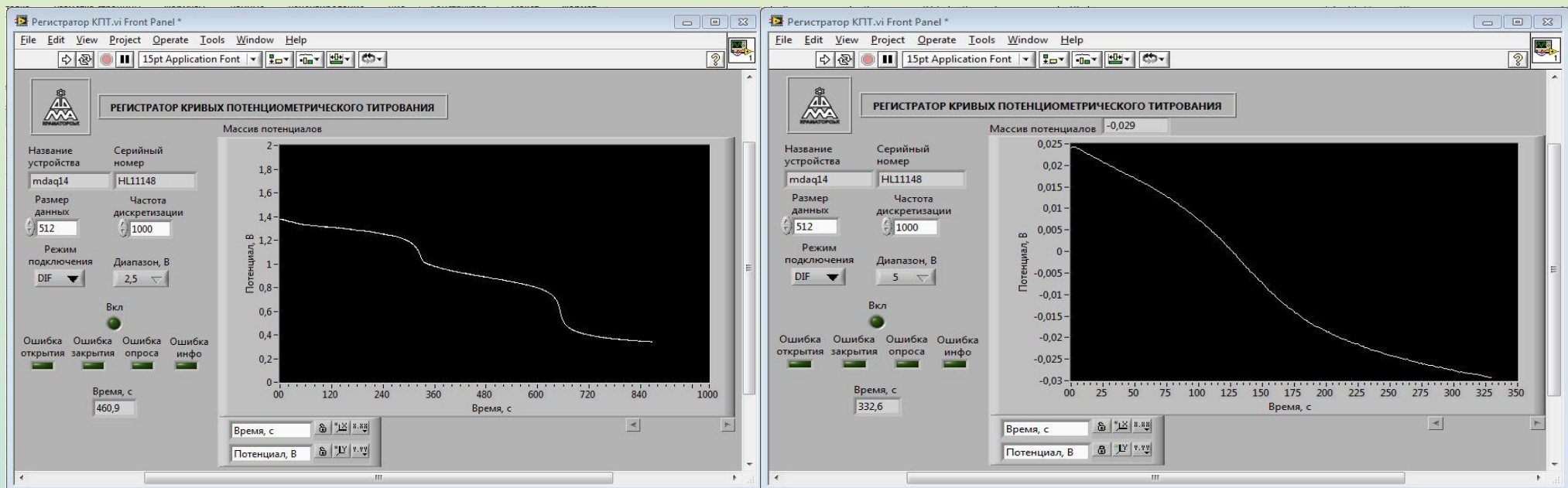


Фронт-панель



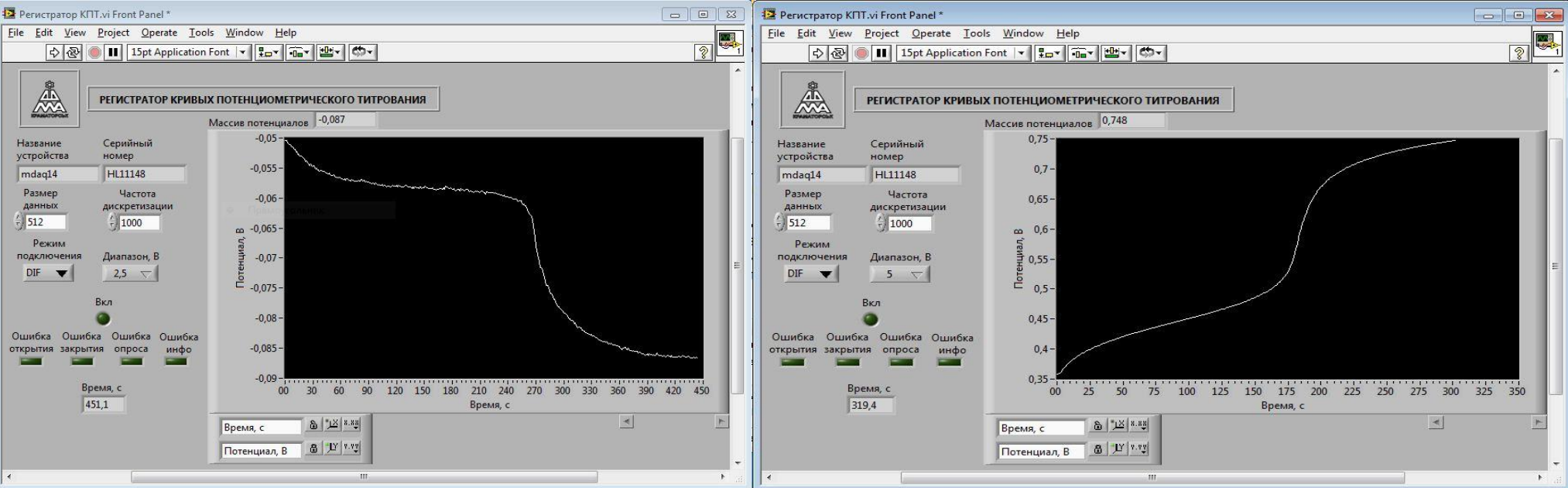
Блок-діаграма

Далі для інших розроблених нами ВП було проведено цифрове градування: за експериментальними даними були отримані поліноміальні рівняння для перерахування вимірюваних значень потенціалу з вольт в одиниці pH, оптичної густини або коефіцієнтів пропускання. Ці рівняння були вставлені у програмний код ВП, внаслідок чого з ВП «Реєстратор потенціалів» було створено ВП **«Реєстратор кривих титрування»**, та з його допомогою було проведено різні види потенціометричного титрування: **карбонату натрію соляною кислотою** (а), **осаджувальне - Pb²⁺ сульфатом натрію з Pb-CE(б)**, **комплексометричне - Mg²⁺ трилоном Б з Cu-CE (в)**, **окисно-відновне - Fe²⁺ хроматом калію з Pt-OBE (г)** :



а

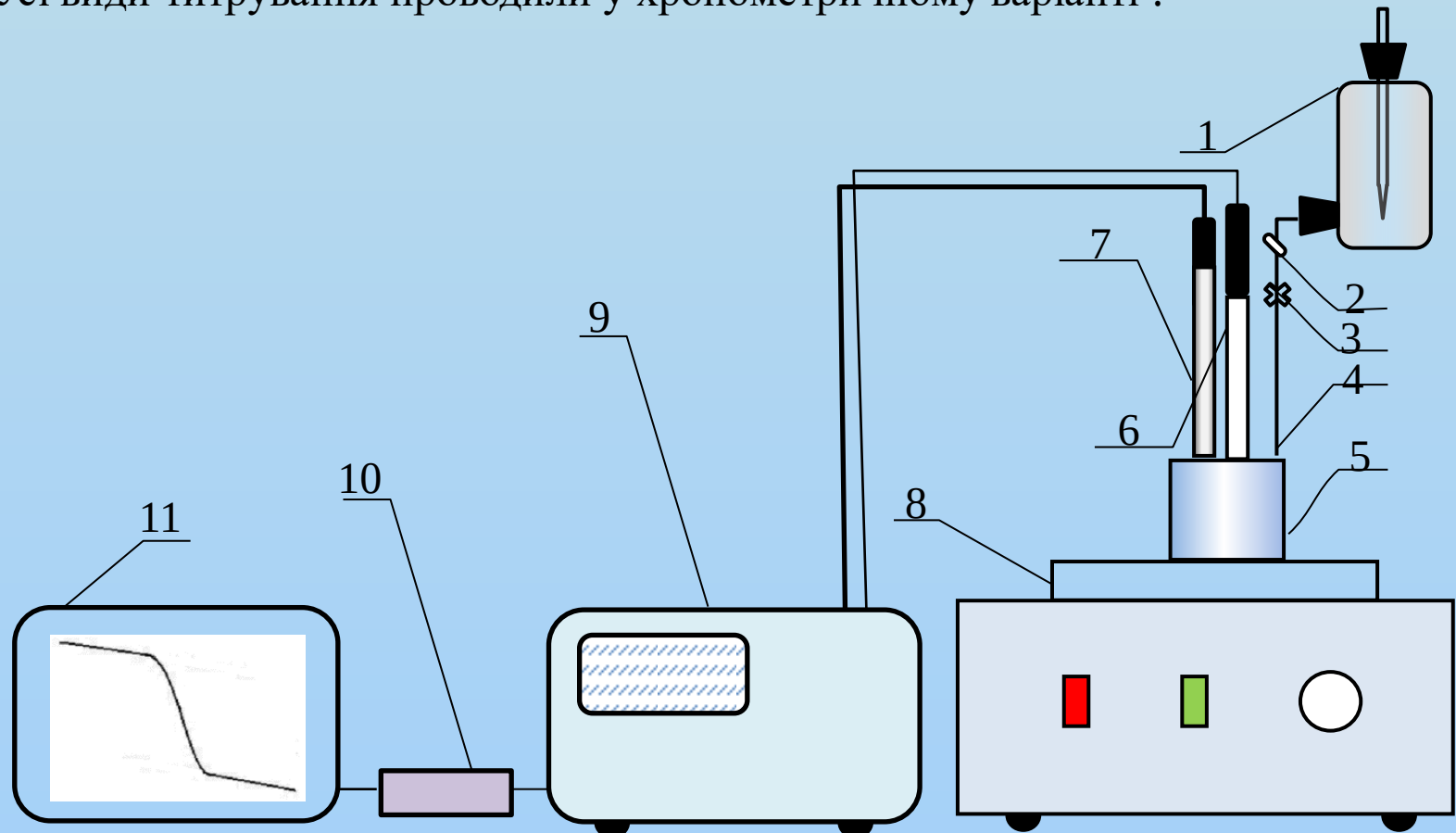
б



в

г

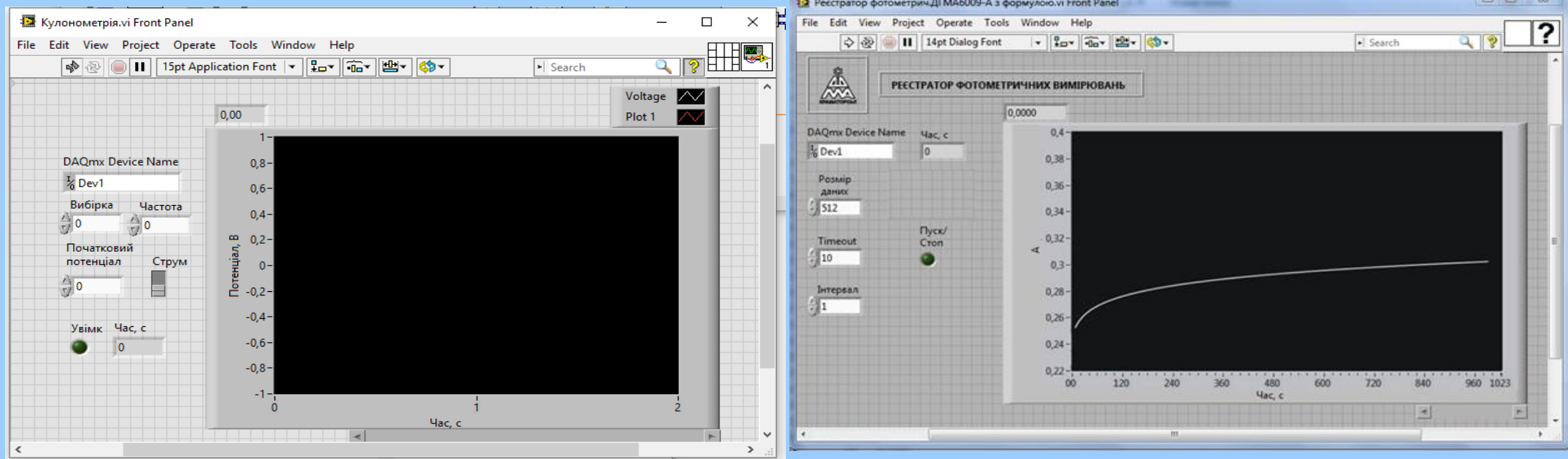
Усі види титрування проводили у хронометричному варіанті :



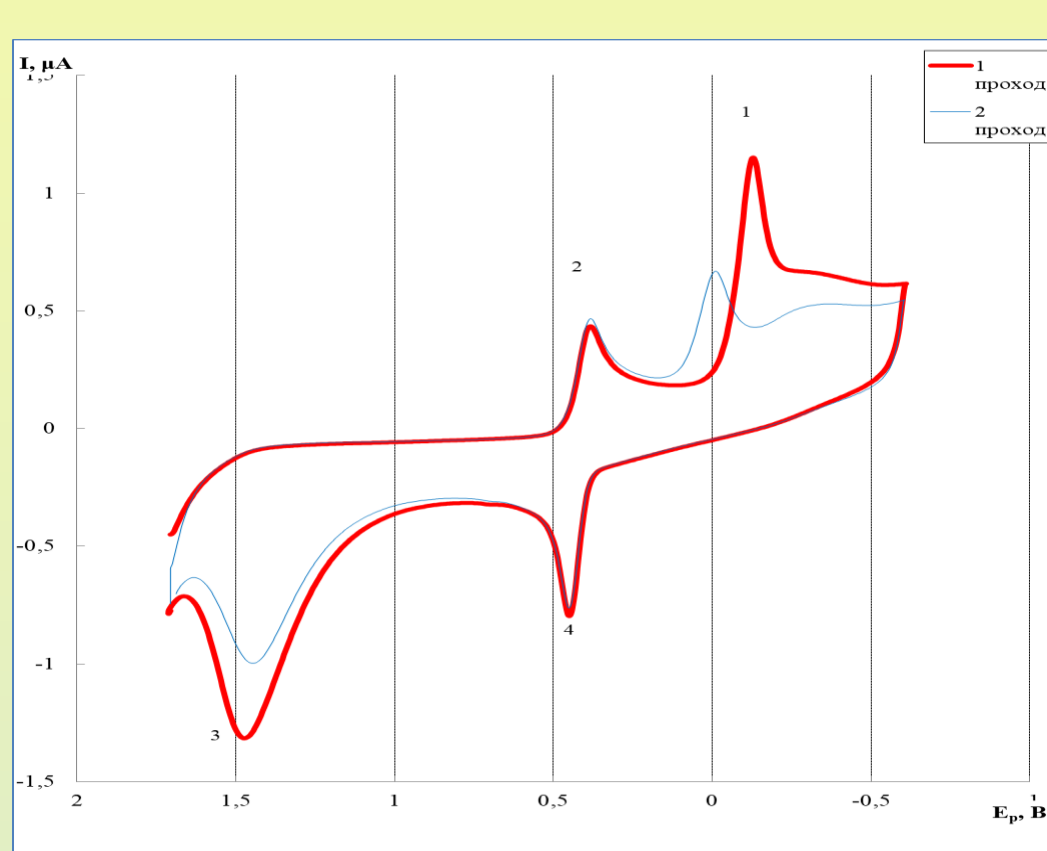
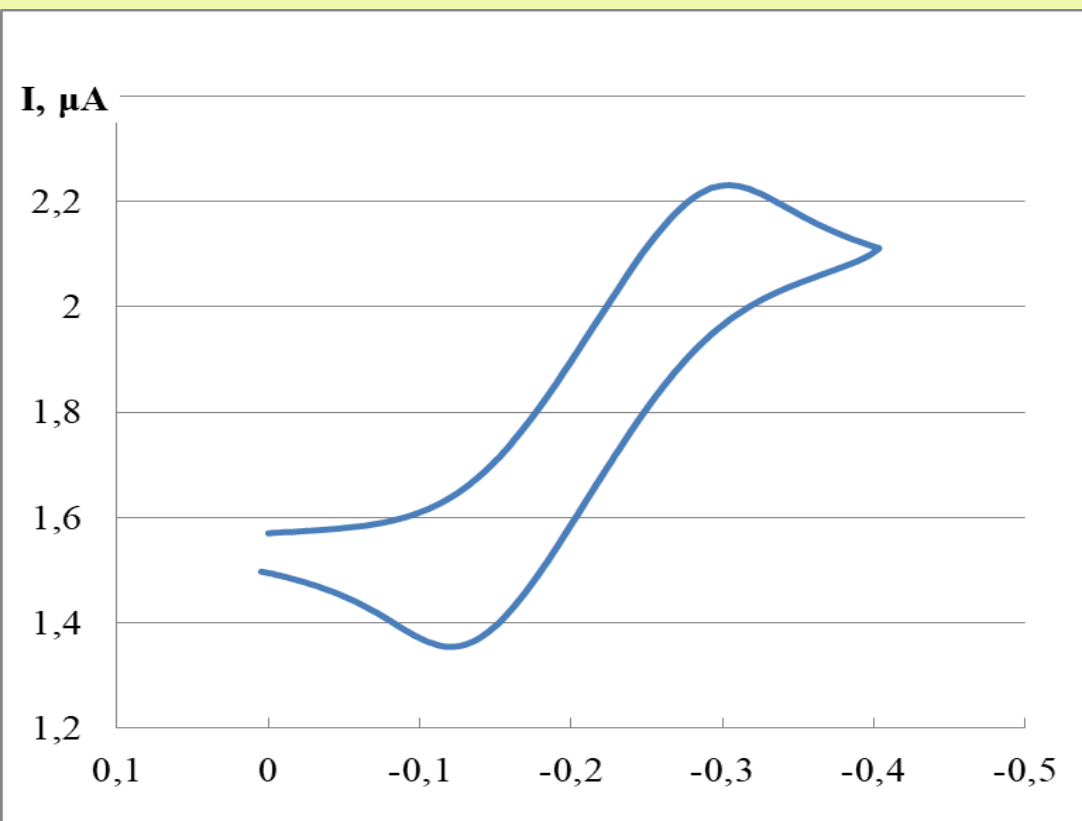
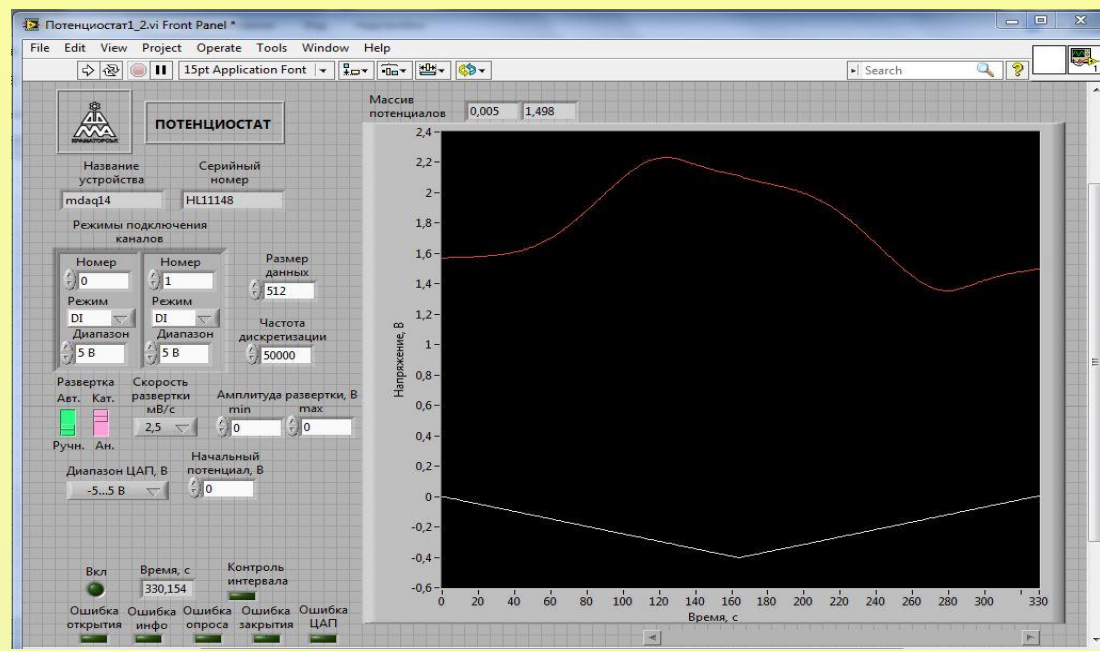
Установка для хронометричного титрування

1 – посудина Маріотта; 2 – регулюючий кран; 3 – запірний кран; 4 – капіляр; 5 – комірка для титрування; 6 – електрод порівняння; 7 – скляний електрод; 8 – магнітна мішалка; 9 – рН-метр; 10 – АЦП; 11 – комп'ютер

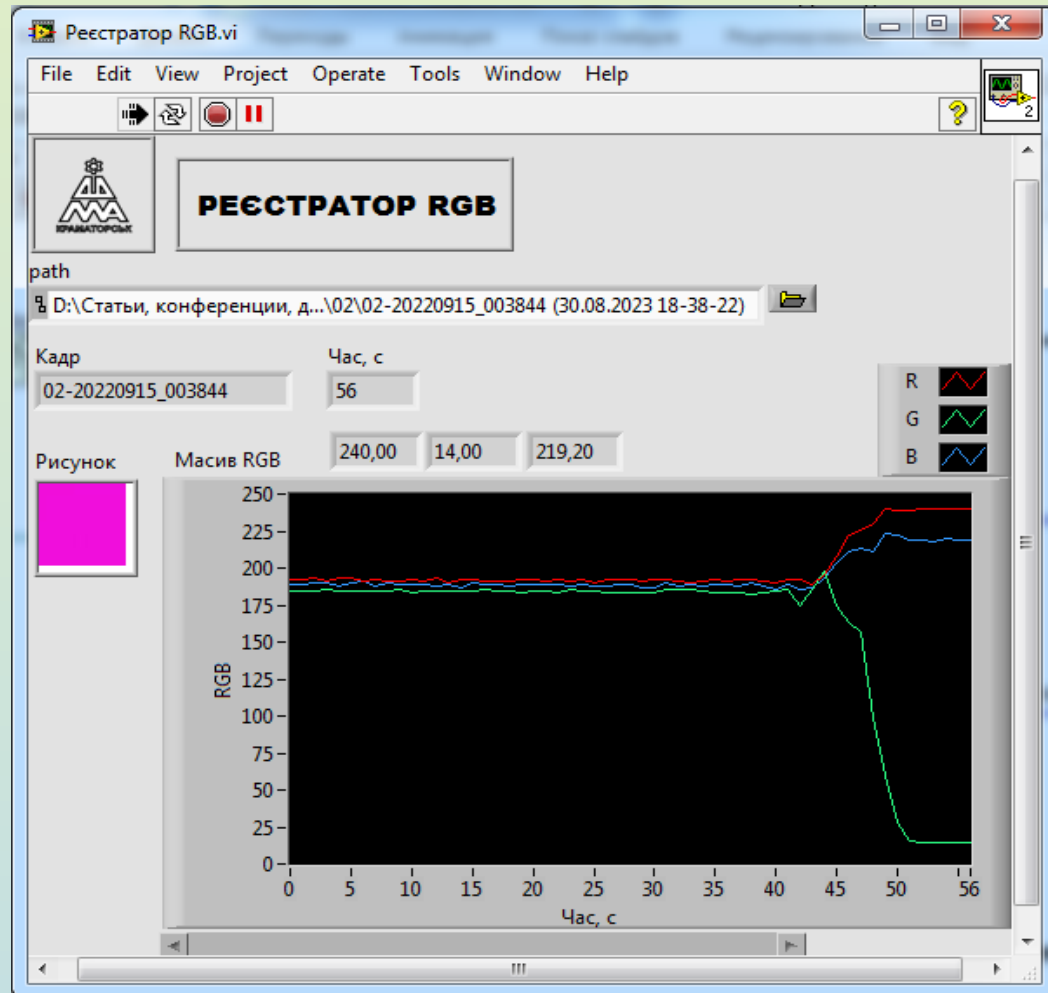
Далі були розроблені ВП «Кулонометрія» (д) та «Реєстратор фотометричних вимірювань» (е) – для дослідження реакції Піотровського:



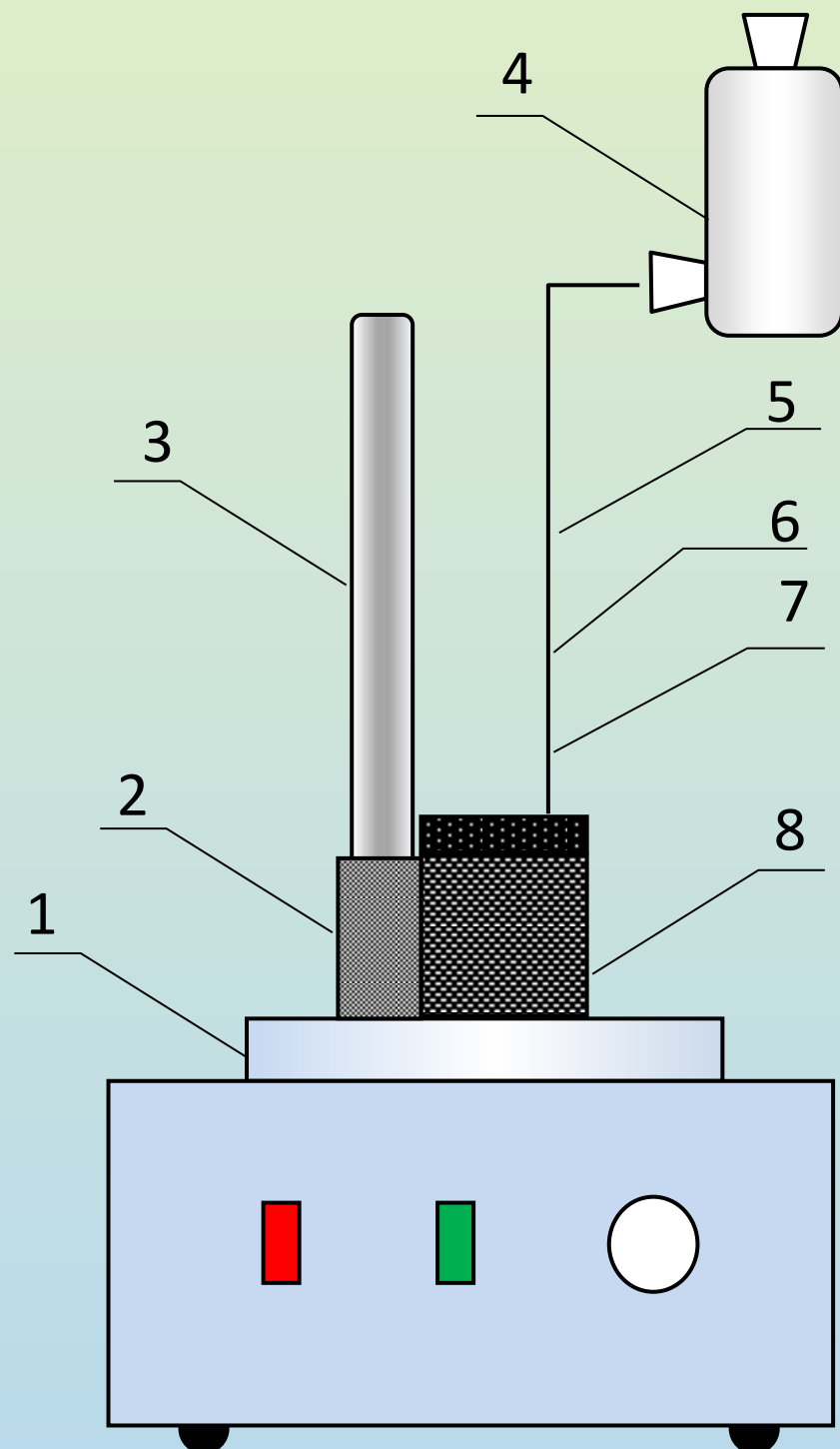
Було також розроблено ВП **«Потенціостат»** (ж), за допомогою якого були отримані циклічні вольтамперні характеристики для систем $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} - [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ (з) та **хінон – гідрохінон** (і):



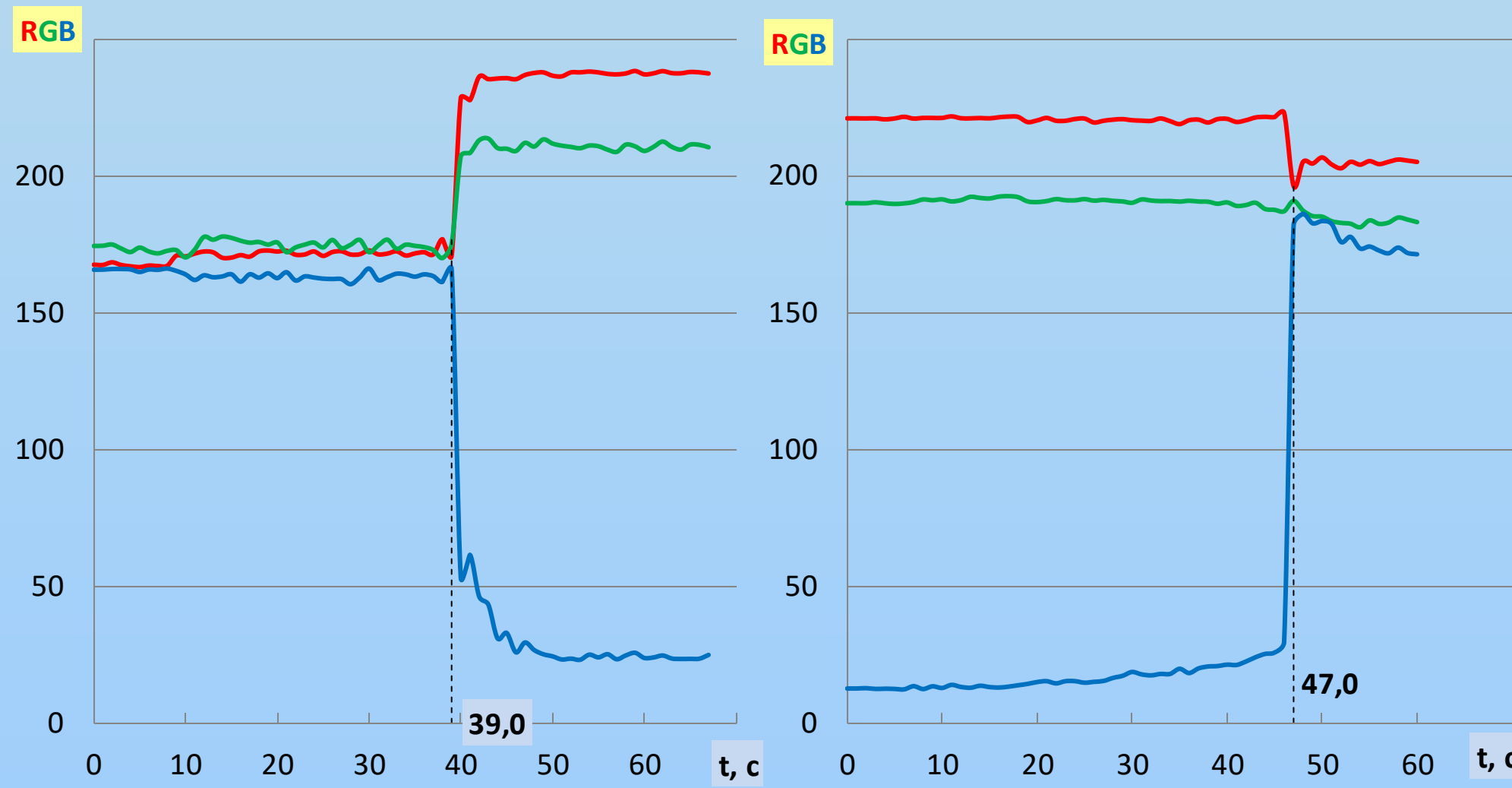
Було також розроблено ВП **«Реєстратор РГБ»** (к) та створено установку для кольориметричних вимірювань (л):



- 1 – магнітна мішалка;
- 2 – відділення для смартфона;
- 3 – смартфон;
- 4 – посудина Маріотта з титрантом;
- 5 – регулюючий кран;
- 6 – запірний кран;
- 7 – капіляр;
- 8 – кришка кюветного відділення;
- 9 – кюветне відділення



Нижче наведено приклад кольориметричного титрування розчину **HCl розчином NaOH** та **навпаки** (з **фенолфталеїном**):



Обидва графіки показують, що зміна забарвлення індикатора в кінцевій точці титрування відбувається в межах 1 секунди, що значно перевищує візуальну 10 %-ову зміну кольору індикатора, тобто практично відсутня індикаторна помилка та суб'єктивна компонента людського ока.

У перспективі існує реальна можливість створення ВП для інших методів інструментального аналізу: кондуктометричного та амперометричного титрування, а також для комп'ютерної реєстрації результатів хроматографічного аналізу (для хроматографів минулих років випуску).

Особливо цікаві перспективи існують у методу кольориметричного титрування: термін **«аналіз зі смартфоном»** звичайно ж викликає невідому цікавість, але це рішення є вкрай нераціональним, особливо для навчального процесу: у всіх студентів смартфони різні, а придбання кафедрою однакових смартфонів для всіх студентів надто затратно. Простіше замінити смартфони в комірці для титрування якоюсь мініатюрною відеокамерою, з'єднаною безпосередньо з комп'ютером, і тоді такі лабораторні роботи можна було б включати до програми дисципліни «Аналітична хімія».