

Приложение
к методическому пособию

**Растворы электролитов.
Электрическая проводимость
растворов электролитов**

Томск 2006

Выполнение работ по кондуктометрии с помощью учебно-лабораторного комплекса (УЛК) «Химия» связано с использованием модуля «Электрохимия». Подготовка модуля к работе производится путем его подключения к центральному контроллеру с помощью соединительного кабеля. Далее необходимо подключить центральный контроллер к сети переменного тока (напряжение 220 В, частота 50 Гц). Для проведения кондуктометрических измерений используется высокочастотный генератор переменного тока.

Для определения проводимости электроды во всех работах подключаются к разъемам $I_{\text{ВХ}}$ и $I_{\text{ВЫХ}}$ модуля.

Измерение температуры раствора можно производить подключением датчика температуры к любому свободному каналу (1–3). Для этого штекер термодатчика подключается к разъему соответствующего канала.

Подключение ячеек в работах № 1, № 2 и № 3

Электроды электрохимической ячейки подключаются к разъему $I_{\text{ВХ}}$ и $I_{\text{ВЫХ}}$ модуля «Электрохимия» без учета полярности. Термодатчик подключается к разъему 1 модуля.

Работа с контроллером в автономном режиме

Вход в главное меню контроллера осуществляется нажатием любой клавиши.

1. Производится выбор лабораторной установки. Для этого из пункта главного меню «1. Выбор установки» выбирается пункт «2. Электрохимия» (выбор производится контроллером автоматически — необходимо его только подтвердить).

2. Датчик температуры ассоциируется с первым измерительным каналом. Для этого в пункте главного меню «2. Каналы измерения» перемещается курсор до канала 1 («1-й канал») и далее (после перехода ко второй строке с помощью клавиши «←» или «→») клавишами «↑» и «↓» выбирается пункт «1. Термодатчик». Далее электроды для измерения проводимости ассоциируются с шестым измерительным каналом. Для этого курсор снова перемещается к первой строке с помощью клавиши «←» или «→», затем выбираем «6-й канал» (клавишами «↑» и «↓») и далее (после перехода ко второй строке с помощью клавиши «←» или «→») клавишами «↑» и «↓» выбирается пункт «6. Проводимость».

3. Устанавливается режим мониторинга результатов измерений. Для этого выбирается пункт главного меню «4. Мониторинг текущей работы», нажав клавишу «☚». Значение измеряемой проводимости отображается справа, а показания термодатчика — слева.

4. Переходим к экрану параметров измерений, нажав клавишу «☚». Выбираем ручной режим записи экспериментальных данных («ручной»). Уста-

навливаем номер банка, ячейки и «Интервал» измерений (в нашем случае это время задержки, после которого будет произведено измерение). Для получения более надежных данных рекомендуется включить «Усреднение».

5. Очередное измерение осуществляется нажатием клавиши «ПУСК». (Прим.: кнопка «ПУСК» работает только в пункте главного меню «4. Мониторинг текущей работы».)

6. Окончание измерения производится автоматически (отменить измерение можно нажатием клавиши «СТОП»). После окончания измерения номер ячейки в текущем банке автоматически увеличивается на единицу.

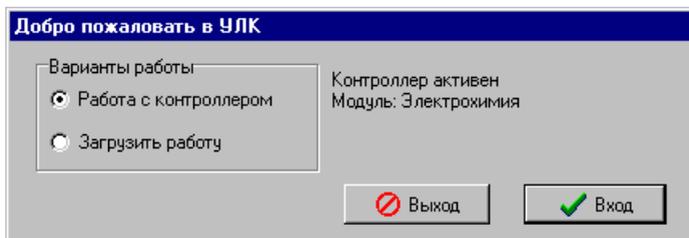
7. По окончании опытов, просмотреть экспериментальные данные можно, войдя в пункт главного меню «5. Просмотр данных». Редактируя номер банка и ячейки (используя клавиши «←», «→» и «↑», «↓»), можно просмотреть значения проводимости, записанные в любом банке данных в любой ячейке.

Управление УЛК с помощью компьютера

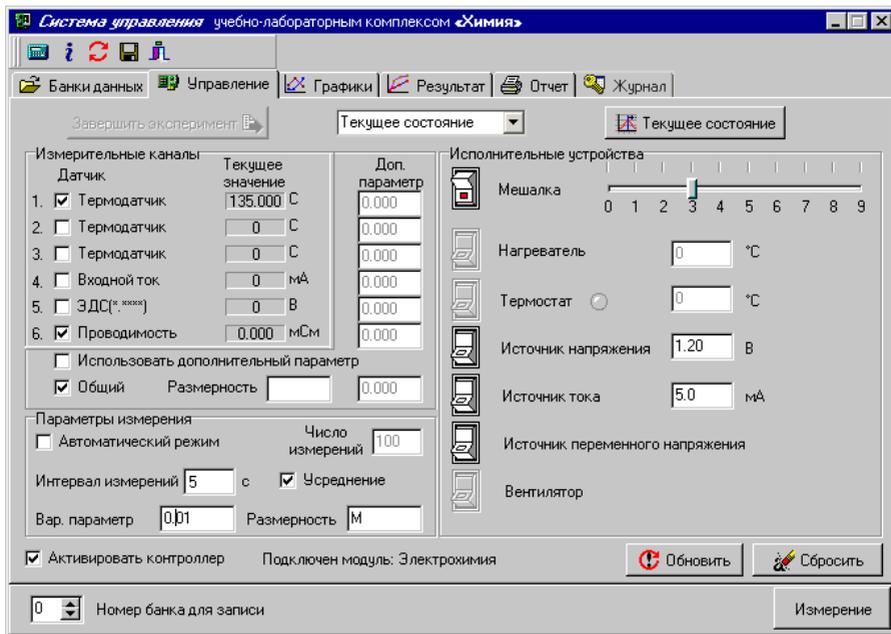
1. Универсальный контроллер подключается к персональному компьютеру через СОМ-порт с помощью специального соединительного шнура.

2. При включенном контроллере необходимо запустить программу управления УЛК «Химия» — elsms2.exe.

3. В появившемся окне инициализации («Добро пожаловать в УЛК») необходимо выбрать вариант работы с УЛК — «Работа с контроллером». При правильно подсоединенном модуле и контроллере справа должны быть надписи: «Контроллер активен» и ниже «Модуль: Электрохимия». Затем необходимо войти в программу управления УЛК путем нажатия кнопки «Вход».



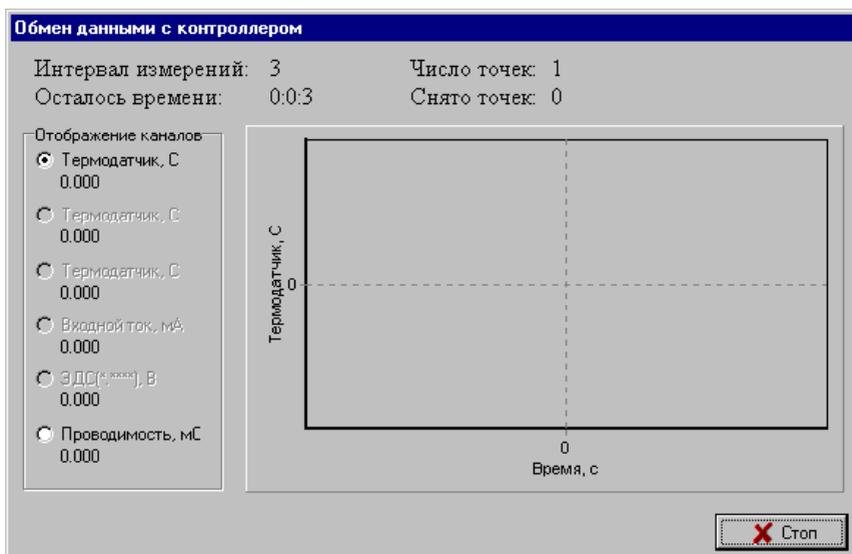
4. Далее попадаем в окно управления программой. Соответствие между измерительными каналами и датчиками устанавливается автоматически, необходимо лишь включить используемые в работе датчики. Для этого нужно установить галочки напротив датчиков 1 и 6 (при этом в столбце «Текущие значения» появятся текущие значения температуры и проводимости).



5. В ходе проведения работы будет изменяться концентрация или состав раствора, поэтому устанавливается режим измерения по варьируемому параметру. Для этого в группе элементов «Параметры измерения» необходимо отключить пункт «Автоматический режим» (снять галочку). После этого необходимо настроить параметры одиночного измерения: для всех работ рекомендуется проводить измерения через 5 с при включенном пункте «Усреднение». Для этого в поле «Интервал измерений» выставляется значение «5» и ставится галочка у пункта «Усреднение».

6. Далее в соответствующих полях вводятся значение параметра (в случае работы № 1 — концентрации) и его размерность (М). После этого необходимо произвести измерения значения проводимости и температуры исследуемого раствора путем нажатия кнопки «Измерение» (прим. если будет введено значение концентрации повторно, то появится окно с предупреждением, с помощью которого можно заменить соответствующую точку, либо ввести другое значение концентрации).

7. Появится окно состояния измерения — «Обмен данными с контроллером».



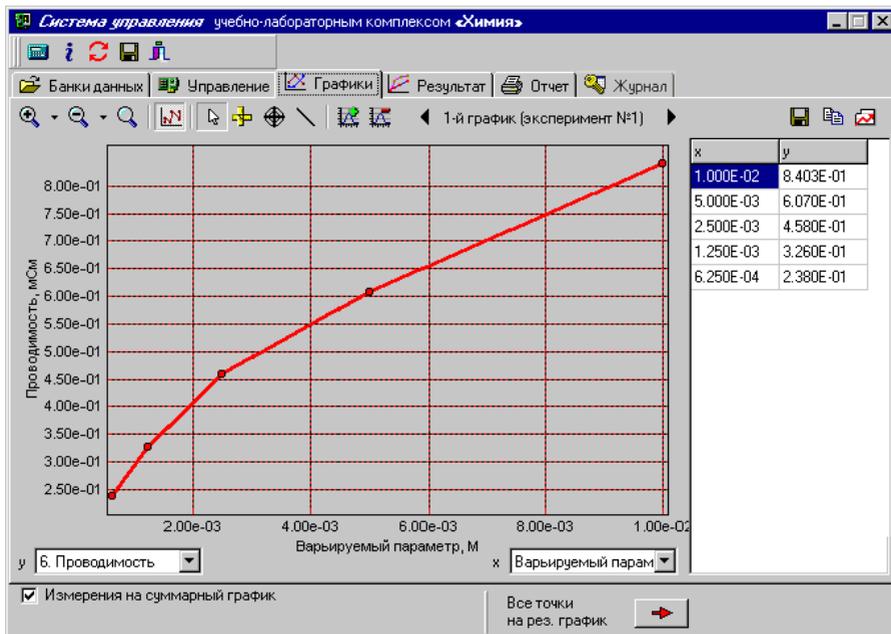
После проведения измерения текущий эксперимент будет дополнен результатом измерения.

8. Для продолжения проведения работы необходимо поменять концентрацию исследуемого раствора (для работы № 1 — провести разбавление) или сам исследуемый раствор (для работ № 2 и № 3) и вернуться в окно управления, выбрать в поле выбора экспериментов соответствующий эксперимент (прим. он может быть уже выбран), продолжить выполнение работы согласно пп. 6–7.

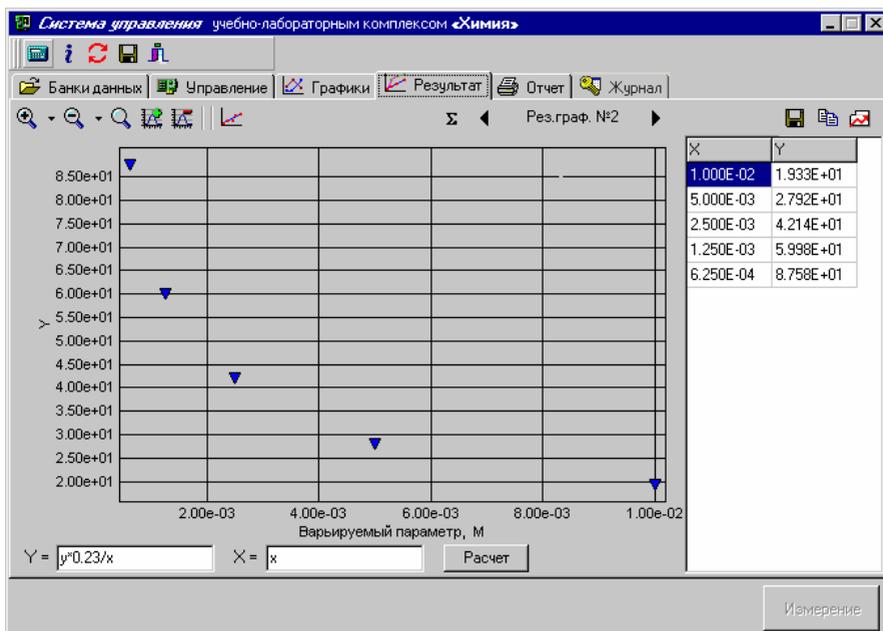
9. После проведения всех измерений необходимо передать на график и в таблицу полученные значения проводимости исследуемого раствора. Для этого надо перейти в окно «Графики» и построить график. Добавление графика осуществляется после нажатия кнопки  (на панели инструментов). Далее, в специальном окне определяется соответствие между координатами графика и данными, полученными на измерительных каналах или временем (значением варьируемого параметра). Необходимо выбрать для оси абсцисс (x) «Варьируемый параметр», а для оси ординат (y) — требуемый канал (в нашем случае — «6. Проводимость»).

Обработка результатов в работе № 1

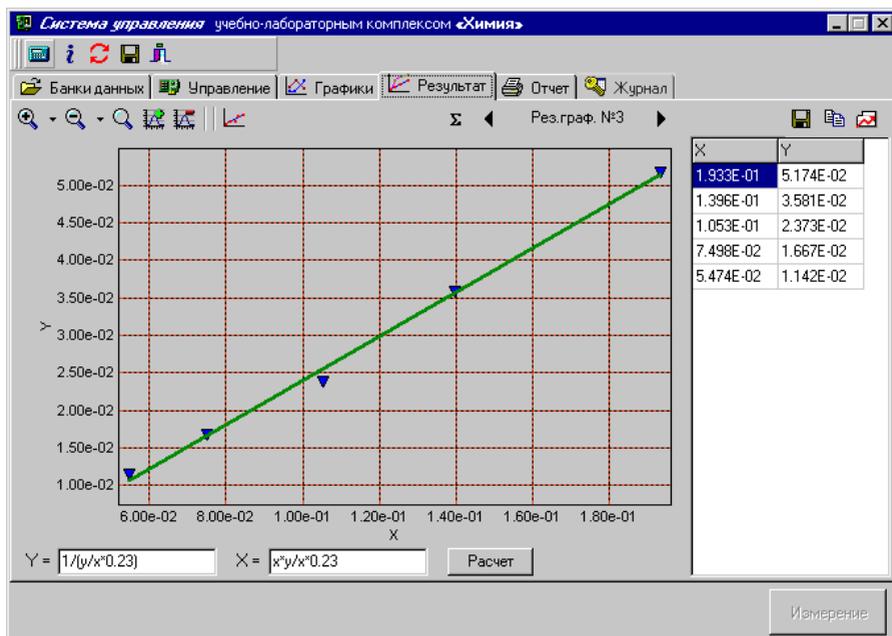
1. После проведения всех измерений мы получим первичный график зависимости проводимости от концентрации вещества в растворе.



2. В ходе выполнения работы необходимо построить графики других зависимостей. Для этого сначала все точки первичного графика передаются на результирующий график путем нажатия кнопки  в нижней части окна «Графики». При этом все точки передаются на результирующий график и происходит автоматическое переключение программы на соответствующее окно «Результат». В этом окне можно получить графики других зависимостей, необходимых в работе, а также произвести их линейризацию. Получение новых графиков производится выражением исследуемых параметров раствора (степени диссоциации, молярной и удельной электрических проводимостей) через значения проводимости и концентрации раствора. Для этого производится замена функции Y на соответствующую сложную функцию от исходной y . К примеру, если постоянная сосуда φ принимает значение 0.23 см^{-1} (то есть $\kappa=0.23L$), то для того, чтобы построить график в координатах $\kappa-C$, нужно в поле, соответствующем функции Y (в окне «Графики», слева, внизу), ввести « $0.23 * y$ »



3. Согласно заданию лабораторной работы необходимо получить график в координатах $1/\lambda - \lambda C$. Это подразумевает линейризацию полученной зависимости путем замены переменной X (абсцисса преобразованной зависимости) на соответствующую функцию от исходной переменной x (абсцисса исходной зависимости). То есть, в случае, если C измеряется в моль/л, а значение постоянной сосуда φ в см^{-1} , поле « $Y \Rightarrow$ » заполняется как « $1000/(y/x^*)$ численное значение φ »», а поле « $X \Rightarrow$ » — как « y^* численное значение φ ». К примеру, пусть в ходе работы было установлено, что постоянная сосуда равна 0.23 см^{-1} , тогда для линейризации полученной зависимости и установления искомых свойств раствора в окне «Графики» поле « $Y \Rightarrow$ » заполняется как « $1000/(y/x * 0.23)$ », а поле « $X \Rightarrow$ » — как « $y * 0.23$ », и полученный график исследуется.



Линейный МНК

Уравнение прямой: $y = a + bx$

Точки:

Использовать все

В диапазоне от 1 до 5

Доверительная вероятность: 0.95

Закреть

Расчет

Результаты расчета:

$y = (5.6961E+01) + (-3.1447E-01) \cdot x$

$R = -5.1273E-01$

$a = 5.6961E+01 \pm 1.2507E+01$

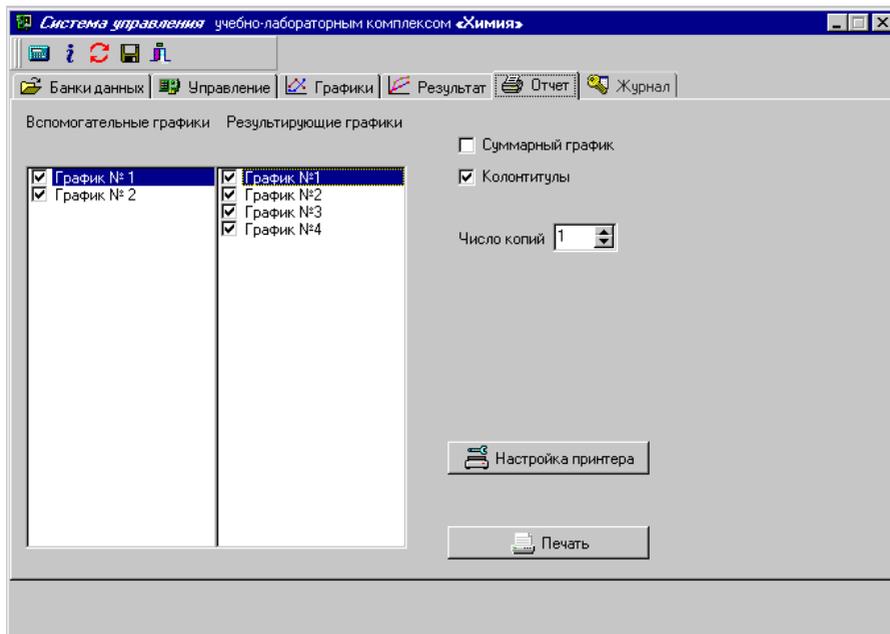
$b = -3.1447E-01 \pm 2.2146E-01$

Копировать в буфер

4. Расчет параметров линейной регрессии производится по методу наименьших квадратов (МНК). Для этого на управляющей палитре в верхней части окна нажимается кнопка с пиктограммой линейного графика  (с подсказкой «Прямая линия по МНК»). Появляется окно «Линейный МНК», в котором устанавливается диапазон точек для расчета прямой, в случае когда линейность наблюдается только в ограниченном диапазоне графика и необходимо прове-

дение расчета только в линейном диапазоне. Выпадающие точки могут быть исключены из расчета в таблице значений результирующего графика простым кликом «мышки».

5. Полученные графики могут быть распечатаны на принтере с сохранением выбранного масштаба и элементов оформления. Для этого необходимо перейти в окно «Отчет» и выбрать требуемые для печати графики.



Обработка результатов в работах №2 и №3

После проведения измерений все результаты передаются на графики экспериментов (окно «Графики»), где они зафиксированы в таблицах. Полученные данные не требуют дополнительной обработки и используются для проведения непосредственных расчетов значений искомых величин (удельной электрической проводимости, растворимости и др.) согласно описанию работы.

