



•Փորձարարական և տեսական հոդվածներ• Экспериментальные и теоретические статьи•  
•Experimental and Theoretical articles•

Биолог. журн. Армении, 2 (61), 2009

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МНОГОКАНАЛЬНАЯ ИОНОМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Т. Е. СЕФЕРЯН<sup>1</sup>, В. Л. ЭЛБАКЯН<sup>2</sup>

Ереванский государственный университет,  
<sup>1</sup>кафедра биофизики,  
<sup>2</sup>кафедра оптики

Ионометрические методы исследования нашли широкое применение в разных областях биологии, химии и физики. В данной работе представлена измерительная система, разработанная в среде графического программирования NI LabVIEW для одновременной регистрации кинетики активности от одного до пяти различных ионов. Использование этой системы позволит исследователям избежать дорогостоящей модернизации приборов, одновременно получая более удобную информативную исследовательскую систему.

*Ионометрия - NI LabVIEW - многоканальные измерения - одноканальные ионометры - автоматизация эксперимента*

Իոնաչափական ուսումնասիրման մեթոդները լայն կիրառություն են գտել կենսաբանության, քիմիայի և ֆիզիկայի տարբեր բնագավառներում: Այս աշխատանքում ներկայացված է **NATIONAL INSTRUMENTS LabVIEW** գրաֆիկական ծրագրավորման միջավայրում գործող համակարգ, որը թույլ է տալիս միաժամանակ գրանցել մեկից հինգ տարբեր իոնների ակտիվության կինետիկան: Այս ծրագրի կիրառումը թույլ է տալիս հետազոտողներին խուսափել սարքավորումների թանկարժեք մոդերնիզացումից՝ միաժամանակ ստանալով առավել հարմարավետ, ինֆորմատիվ հետազոտական համակարգ:

*Իոնաչափում - NI LabVIEW- բազմուղի չափում- միուղի իոնաչափ- գիտափորձի ավտոմատացում*

Ionometric methods are widely used in various aspects of biology, chemistry and physics. In this paper we present a measuring device programmed in NI LabVIEW graphical environment for simultaneous measurement of the kinetics of activity of up to five different ions. The use of the presented device allows researchers avoiding expensive equipment upgrades, and getting a more convenient, informative measurement method.

*Ionometry- NI LabVIEW- multi-channel measuring- single-channel ion meters- automatization of experiment*

Ионометрические методы, имея большую чувствительность и будучи информативными методами исследования, в настоящее время нашли широкое применение в биологических и химических исследованиях. Как пример отметим исследование кинетики изменения концентрации ионов в мембранных процессах (мембранная проницаемость Na, K, Ca, Cl ионов, транспорт H и т.д.) [2].

Определение активности ионов обычно осуществляется измерением электродвижущей силы гальванического элемента, состоящего из ионоселективного и сравнительного электродов [1]. Величина электродвижущей силы измеряется ионометром, и кинетика ее изменения регистрируется с помощью самопишущих потенциометров.

В нашей время широко распространенные ионометры могут одновременно регистрировать один параметр, реже три. Однако часто в экспериментах нужно одновременно регистрировать несколько показателей, и приходится отказываться от существующих одноканальных или трехканальных ионометров.

В нашей работе представлен автоматизированный комплекс, позволяющий регистрировать кинетику активности от одного до пяти различных ионов на основе персонального компьютера, устройства сбора данных (DAQ) и одноканальных ионометров любой модели, имеющих аналоговый выход сигнала.

Комплекс работает под управлением программы, разработанной в среде программирования National Instruments LabVIEW, и позволяет одновременно вести измерения по восьми каналам, записывая результаты в виде таблицы и выводя их в виде графиков на монитор компьютера, а также архивировать полученные данные в формате Text Document [8, 7].

Блок-схема измерительного комплекса приведена на рис. 1, а на рис. 2 приведена фронтальная панель программного интерфейса.

Подключение многофункционального блока сбора данных (DAQ) выполнено согласно техническим требованиям NATIONAL INSTRUMENTS LabVIEW [6].

Важной особенностью программного обеспечения является наличие функции калибровки измерительных каналов. Работа функции калибровки заключается в том, что для каждого канала определяются коэффициенты сглаживающей калибровочной кривой (полином второй степени), полученной для четырех стандартных растворов. Полученные коэффициенты могут быть сохранены в файле установок системы для их использования в последующих измерениях. Процедуру калибровки желательно проводить периодически и обязательно при каждой замене электрода.

В программе также предусмотрена система для маркирования различных действий, выполняемых исследователем в процессе измерений, т.е. введенный комментарий добавляется к соответствующему элементу серии измерений (столбец 8 на рис. 3), также как и время выполнения измерения (столбец 7).

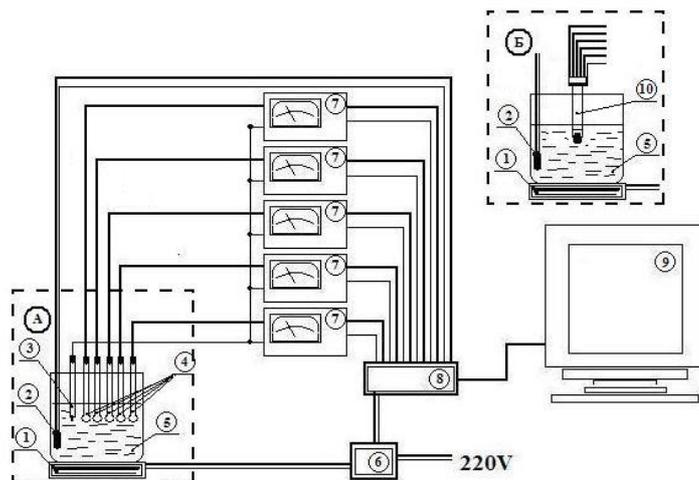


Рис. 1. Блок-схема измерительного комплекса.

А - вариант с одиночными ионоселективными электродами,  
 Б - вариант с комбинированным электродом, 1 - нагреватель-магнитная мешалка,  
 2 - терморезистор, 3 - сравнительный электрод, 4 - ионоселективные электроды,  
 5 - экспериментальная жидкость, 6 - реле, 7 - ионометр,  
 8 - устройство сбора данных (DAQ), 9 - персональный компьютер,  
 10 - комбинированный электрод.

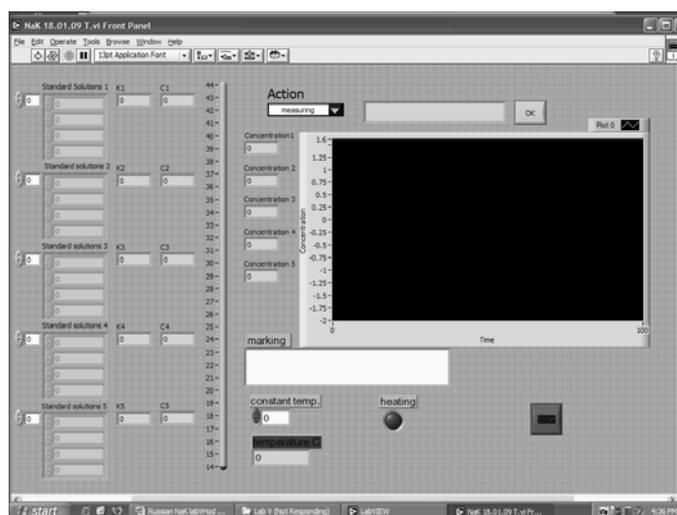


Рис. 2. Фронтальная панель программы.

Программа имеет также возможность регулирования и записи температуры. Измерение температуры выполняется с помощью термистора, находящегося в исследуемом растворе. Сигнал, получаемый с термодатчика, сравнивается с заданным значением температуры, и управляющий сигнал (с DAQ) подается на реле управления нагревателем.

1	2	3	4	5	6	7	8
0.010000	0.053200	0.042000	-0.323213	-0.321200	-23.000000	19:07:47	text
0.010000	0.053200	0.042000	-0.323213	-0.321200	-23.000000	19:07:53	text
0.010000	0.053200	0.042000	-0.323213	-0.321200	-23.000000	19:07:59	text
0.010000	0.053200	0.042000	-0.323213	-0.321200	-23.000000	19:08:04	text
0.010000	0.053200	0.042000	-0.323213	-0.321200	-23.000000	19:08:10	text
0.010000	0.053200	0.042000	-0.323213	-0.321200	-23.000000	19:08:16	text
0.010000	0.053200	0.042000	-0.323213	-0.321200	-23.000000	19:08:22	text
0.010000	0.053200	0.042000	-0.323213	-0.321200	-23.000000	19:08:28	text
0.015000	0.015320	0.024200	-0.032321	-0.032120	-23.000000	19:08:51	text
0.015000	0.015320	0.024200	-0.032321	-0.032120	-23.000000	19:08:57	text
0.015000	0.015320	0.024200	-0.032321	-0.032120	-23.000000	19:09:02	text

Рис. 3. Цифровой вид регистрации.

1; 2; 3; 4; 5 - регистрируемые параметры, 6 - температура,  
7 - время измерения, 8 - комментарий к соответствующему измерению.

Один из фрагментов блок-диаграммы программы, описанный в настоящей работе, приведен на рис. 4.

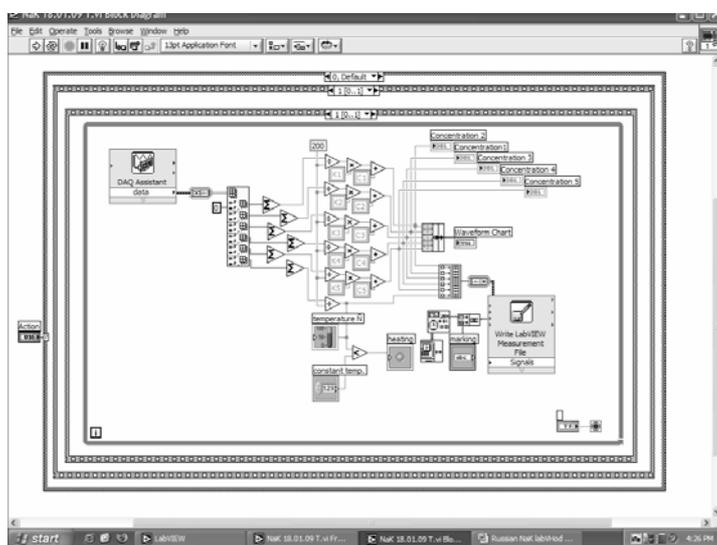


Рис. 4 Основная часть блок-диаграммы программы.

Скорость сбора данных экспериментальной установки определяется следующим уравнением:

$$V = f_{DAQ} / (N \times n),$$

где V- скорость,  $f_{DAQ}$  - максимальная частота блока сбора данных (DAQ), N- число каналов, n - окно усреднения. Для DAQ6008  $V = 8,33$  изм./с .

В качестве демонстрации приводится пример записи кинетики изменения активности ионов Cl, Na и H в суспензии липосом, при воздействии постэлектролизных свободных радикалов (рис. 6). Суспензия липосом была получена ультразвуковой обработкой суспензии всего набора фосфолипидов, выделенных из мозга крупного рогатого скота, в концентрации 0,01 мг/мл в растворе 0,9 мМ NaCl [3].

Для уменьшения концентрации Na, Cl и H в среде за пределами липосом полученная суспензия была разбавлена дистиллированной водой в соотношении 1:1.

В качестве среды для индукции свободных радикалов был взят 0,1 М раствор KCl [3]. Индуцирование свободных радикалов производилось точечными платиновыми электродами, погруженными в раствор KCl при постоянном напряжении 15 В и силе тока 250 мА [5].

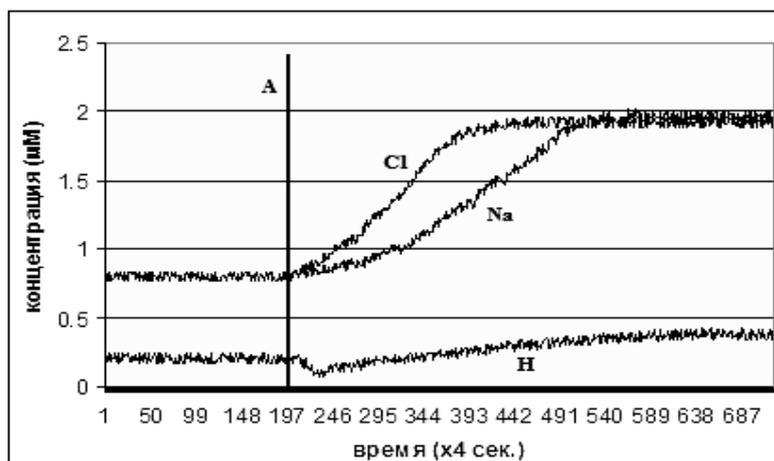


Рис. 6. Запись кинетики изменения концентрации ионов Cl, Na и H в суспензии липосом при введении в среду постэлектролизных свободных радикалов.

A- момент введения в среду постэлектролизных свободных радикалов.

При добавлении 3,33 мл постэлектролизного раствора на 20 мл суспензии липосом наблюдается увеличение активности ионов Cl, Na и незначительно ионов H.

В предыдущих работах нами было показано, что постэлектролизные свободные радикалы вызывают перекисное окисление липидов мембран, тем самым увеличивая проницаемость на несколько порядков, что в свою очередь может привести к нарушению целостности мембран [3, 4].

В данном случае воздействие постэлектролизных свободных радикалов вызвало увеличение проницаемости мембран липосом и, как следствие этого, увеличение концентрации ионов Cl, Na, наблюдаемое на рис. 6.

В сравнении с аналогичными системами измерения известных фирм, таких как Hanna Instruments USA, Инфраспек-Аналит Россия и др., данная система имеет следующие преимущества.

- Удобство эксплуатации - код программы данной системы открыт, и исследователь имеет возможность изменить систему для эксперимента. В системе используется универсальный USB порт для подключения к компьютеру. Аналогичные системы либо не имеют возможности соединения с компьютером, либо не имеют возможности изменять программное обеспечение.

• Информативность – в отличие от аналогичных систем, данная система дает возможность одновременно регистрировать кинетику активности от одного до пяти различных ионов, с одновременным графическим выводом, обеспечивая до 8 измерений в секунду по каждому каналу с окном усреднения в 200 точек.

• Доступность - аналогичные системы стоят на порядок дороже.

Учитывая вышесказанное, можно заключить, что использование данного измерительного комплекса позволит исследователям не приобретать дорогостоящего оборудования, одновременно получая более удобную и информативную исследовательскую систему.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Թոչունյան Ա., Բաղրամյան Կ., Փոլաղյան Ա.*, Կենսաբանական թաղանթների կենսաաֆիզիկա և կենսաէներգետիկա: Լաբորատոր աշխատանքների ձեռնարկ: Երևան, Կրթական բարեփոխումների կենտրոն, 2003:
2. *Թոչունյան Ա.*, Կենսաբանական թաղանթներ, Երևան, Ջանգակ-97, 2001:
3. *Սեֆերյան Թ.*, Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 61, 1, 34-39, 2009:
4. *Սեֆերյան Թ., Ջաբարյան Ա.* □Էլեկտրաինդուկցված ազատ ռադիկալների ազդեցությունը արհեստական երկշերտ լիպիդային թաղանթների վրա □ Միջազգային ուսանողական կենսաբանական գիտաժողով, 2-4 Մարտի, Եր., 2009:
5. *Боголюбов Б.М., Пономаренко Г.Н.* Общая физиотерапия. С-Петербург, СЛП, 1998.
6. *Дж.Тревис* “LabVIEW для всех”, М., ДМК ПРЕСС, 2003.
7. *Жарков Ф.П.* “Использование виртуальных инструментов”, М., СОЛОН-Р, 1999.
8. *Пейч Л.И., Точилин Д.А., Поллак Б.П.* “LabVIEW для новичков и специалистов”, М., Горячая линия – Телеком, 2004.

*Поступила 06.03.2009.*