



Восьмиканальные мультиплексоры

SmartStat® SM-8, SM-9

Руководство по эксплуатации

2025

www.smartstat.ru

Уважаемый пользователь! Мы благодарим Вас за приобретение и использование научного оборудования SmartStat. В этом руководстве приведены подробные характеристики восьмиканальных мультиплексоров SM-8 и SM-9.

Мультиплексоры SM-8 и SM-9 предназначены для автоматической поочередной коммутации четырехпроводного электрохимического интерфейса потенциостата SmartStat на 8 электрохимических ячеек. Функциональность в плане доступных методов работы - ЦВА, электрохимический импеданс, импульсные методы и другие, определяется моделью и комплектацией потенциостата-носителя, а также исполнением мультиплексора. В начальном исполнении «А» мультиплексоры имеют только базовые методы работы: стационарные, развертки, хроно. В продвинутом исполнении «В» мультиплексоры будут обладать всеми методами, доступными потенциостату носителю (импеданс, импульсные техники, если они есть у потенциостата носителя).

Мультиплексоры SM-8 и SM-9 отличаются друг от друга рабочими токами и как следствие тем, к каким приборам они могут быть подключены, а к каким нет:

- Мультиплексор SM-8 рассчитан на работу со стандартными для исследовательской электрохимии токами от единиц пА и имеет максимальный рабочий ток 3 А на канал. Если максимальный рабочий ток подключенного потенциостата будет больше 3 А, то он будет ограничен этим значением. В исполнении «В» с возможностью измерения импеданса, мультиплексор SM-8 имеет индивидуальные переменноточковые калибровки, рассчитанные под штатные провода из его комплектации. Мультиплексор SM-8 нецелесообразно подключать к мощным приборам с неэкранированными токовыми проводами.
- Мультиплексор SM-9 рассчитан на работу с большими токами до 25 А и не предназначен для работы с малыми токами (менее 1 мкА) и высокими импедансами (более 1 кОм). Он может быть подключен к мощным одноканальным потенциостатам SmartStat или усилителю тока (к потенциостату с бустером) с неэкранированными токовыми кабелями (Counter и Work).

Мультиплексоры являются внешними модулями SmartStat. Они подключаются к специализированному интерфейсному входу потенциостата SmartStat на разъеме D-SUB-9. Самостоятельная работа не предусмотрена. Питание модуля осуществляется от потенциостата. Подключение предусмотрено только к одноканальным потенциостатам.

Мультиплексор можно использовать в двух режимах. В первом из них (так называемом поочередном) заданная программа работы обрабатывается целиком поочередно в каждом канале: сначала подключается первый канал и вся программа выполняется на нем, потом подключается второй (если он включен) и программа выполняется целиком на нем и так далее до 8-го для всех включенных каналов. Сохранение данных каждого канала происходит сразу после окончания его работы.

Во втором режиме (сканирующем), если имеется сложная программа работы программатора, то сначала подключается первый канал и на нем выполняется первый шаг и/или цикл

программатора, затем подключается второй канал и первый шаг или цикл выполняется на нем и так далее до последнего включенного канала. Затем происходит переход ко второму шагу или циклу программатора, и он выполняется также поочередно на всех каналах и так далее до последнего шага (цикла) программатора.

Мультиплексор позволяет получить многоканальную рабочую установку из любого одноканального потенциостата SmartStat профессиональной и лабораторной серий. Однако, он не является полноценной альтернативой многоканальному прибору, так как в многоканальном приборе работа выполняется по всем каналам одновременно, а с мультиплексором - поочередно. Также мультиплексору недоступен режим планировщика SmartStat и существуют другие ограничения по сравнению с многоканальным потенциостатом. Тем не менее, существует целый ряд задач, где мультиплексор будет весьма полезен и способен полностью заменить многоканальный потенциостат, например:

- Исследование сенсоров (например, биохимических, газовых и иных);
- Коррозионные испытания;
- Испытания покрытий;
- Снятие температурных зависимостей для составляющих ЭХ импеданса или ВА характеристик;
- Испытания химических источников тока на саморазряд, а также другие измерения для них;
- Климатические испытания различных электрохимических объектов.

Мультиплексор имеет следующие наиболее важные преимущества перед многоканальным потенциостатом и тем более набором из нескольких одинаковых потенциостатов:

- Значительно меньшая стоимость большого числа каналов;
- Компактность расположения на рабочем месте;
- Доступно большинство характеристик потенциостата-носителя, с которыми может не существовать многоканальной модели (например, высоковольтной).

Мультиплексор имеет смысл выбрать в качестве альтернативы многоканальному потенциостату в следующих случаях:

- Длительность непосредственно электрохимического измерения одного образца не является очень большой или продолжительность работы не является критичной (например, если оставить прибор с мультиплексором на ночь обрабатывать серию образцов без вмешательства оператора);
- Используются частые однотипные не очень продолжительные измерения с большим количеством образцов;
- Заметное время уходит на достижение внешних условий, например, установление температуры, влажности, потенциала разомкнутой цепи или протекание любого другого процесса, не связанного с постоянным пропусканием электрического тока через электрохимическую ячейку, а исследуемые образцы можно подключить сразу все.

Уважаемый коллега! Если у Вас возникли вопросы или Вы не нашли, как решить Вашу задачу с использованием потенциостата SmartStat или одного из его модулей, напишите нам. Может оказаться, что задача решается уже имеющимися возможностями прибора. Возможно, она будет решена в ближайшем обновлении прибора или SmartSoft, или ожидает своего воплощения. Также мы готовы рассмотреть объективные, то есть востребованные и детализованные пожелания заказчика. Платформа SmartStat является перспективной и в ней будет еще много программных и аппаратных обновлений и дополнений, значительно расширяющих функциональность.



Содержание

1.	Характеристики	6
2.	Комплектность поставки	8
3.	Устройство и принцип работы	12

1. Характеристики

Ниже приведены характеристики мультиплексоров SM-8 и SM-9.

Таблица 1. Характеристики мультиплексоров SM-8 и SM-9.

Характеристика	SM-8 Исполнение «А»	SM-8 Исполнение «В»	SM-9 Исполнение «А»	SM-9 Исполнение «В»
Количество переключаемых каналов (подключаемых электрохимических ячеек)	8			
Количество подключаемых интерфейсов потенциостата	Один четырехпроводной			
Количество проводов каждого переключаемого канала	4		2 потенциальных и 2 токовых	
Доступные техники работы *	Стационарные Лин. развертка Цикл. Развертка Хроно	Стационарные Лин. развертка Цикл. Развертка Хроно Импеданс Импеданс EIT Импульс Имп. Развертка Имп. Анализ Имп. Анализ Pro PITT GITT Пустой	Стационарные Лин. развертка Цикл. Развертка Хроно	Стационарные Лин. развертка Цикл. Развертка Хроно Импеданс Импеданс EIT Импульс Имп. Развертка Имп. Анализ Имп. Анализ Pro PITT GITT Пустой
Изоляция между каналами не менее	10^{11} Ом		10 МОм	
Максимальные коммутируемые напряжения	± 35 В		± 15 В	
Максимальный коммутируемый ток	± 3 А		± 25 А	
Максимальная рабочая частота при измерении импеданса	-	500 кГц	-	50 кГц
Питание	12 В, 100 мА, через интерфейсный разъем			
Размеры	213x90x23 мм		213x90x105 мм	
Модели	SmartStat профессиональной		SmartStat профессиональной	

поддерживаемых потенциостатов	<p>серии: PS-50, PS-250**, PS-20, PS-10, BPS-12, PS-60, PS-65</p> <p>SmartStat лабораторной серии: PS-1, PS-30, PS-80**</p>	<p>серии: PS-250, PS-65 с бустером BS-150</p> <p>SmartStat лабораторной серии: PS-80</p>
----------------------------------	---	--

* - количество доступных методов работы прежде всего определяется потенциостатом носителем, и уже после этого ограничивается или нет мультиплексором.

** - Мультиплексор SM-8 нецелесообразно подключать к мощным моделям потенциостатов из-за ограничений по рабочим токам, для них стоит использовать мощный мультиплексор SM-9.

Мультиплексор может быть подключен к одноканальному потенциостату SmartStat, имеющему цифро-аналоговый интерфейс внешних компонентов с прямоугольным разъемом типа D-SUB-9. Работа с многоканальным прибором невозможна. Работа с промышленной серией SmartStat невозможна.

2. Комплектность поставки

Ниже приведена комплектность базовой поставки мультимплексов SM-8 и SM-9.

Таблица 2. Комплектность поставки мультимплексов SM-8 и SM-9.

Наименование	SM-8	SM-9
Мультимплексор – основной блок	1	1
Неэкранированный кабель с зажимом типа «крокодил» для подключения исследуемых объектов к мультимплексору (используется как потенциальный или токовый до 3 А, поставляется сдвоенными красный+черный)	32 «крокодила»	16 «крокодилов»
Сдвоенный силовой измерительный кабель с двумя зажимами типа «крокодил» и двумя О-клеммами для подключения исследуемых объектов на токи до 25 А	-	8
Четырехконтактный клеммник для подключения измерительных кабелей к мультимплексору	9	-
Двухконтактный клеммник для подключения измерительных кабелей к мультимплексору	-	9
Экранированный кабель с разъемами типа BNC + жила под клеммник для подключения мультимплексора к электрохимическому интерфейсу потенциостата *	4	2
Неэкранированный силовой сдвоенный кабель с разъемами типа клемма-клемма для подключения мультимплексора к электрохимическому интерфейсу силового потенциостата *	-	2
Интерфейсный шнур для подключения к потенциостату	1	1
Руководство по эксплуатации	1	1
Коробка упаковочная	1	1

* Мультимплексор подключается к электрохимическому интерфейсу потенциостата при помощи четырех кабелей. Комплектация SM-8 рассчитана на подключение потенциостата с 4-мя экранированными кабелями и не рассчитана на подключение к мощному потенциостату с 2-мя экранированными и 2-мя неэкранированными кабелями, так как для этих приборов предназначен SM-9, имеющий подходящую для них комплектацию кабелей (2 силовых и два экранированных).

Комплектность поставки и внешний вид модуля могут быть изменены производителем и не отражены в настоящем руководстве.

Серийный номер модуля нанесен на его нижней части.

Поканальные измерительные кабели мультимплексора SM-8 имеют длину по 20 см и подключаются группами по 4 штуки в специальный клеммник для каждого коммутируемого канала. Эти кабели можно удлинять не более чем до 50 см (удлинение может негативно сказаться на

точности измерения электрохимического импеданса величиной более 100 Ом, особенно с ростом частоты).

Поканальные измерительные кабели мультиплексора SM-9 имеют длину по 50 см (их тоже можно удлинять, однако это может негативно сказаться на завышенном проявлении высокочастотной индуктивности на спектрах импеданса при низких импедансах менее 1 Ом).

При работе с экраном, в него помещаются все исследуемые образцы и сам мультиплексор SM-8, так как он подключается к исследуемым объектам неэкранированными кабелями. Наружу из экрана выводятся кабели, подключающие мультиплексор к потенциостату. При работе с нагревательной печью, мультиплексор должен находиться вне ее, а для подачи на образцы электрических сигналов должны использоваться специальные проводники горячей зоны (обычно они тоже неэкранированы, и для них и выходов мультиплексора применяется групповой экран).

Для работы с мощным мультиплексором SM-9, при токах, на которые он рассчитан, обычно экран не требуется.

Интерфейсный шнур для подключения мультиплексора к управляющему цифровому интерфейсу потенциостата представляет собой экранированный удлинитель 0.5 м с разъемами типа D-SUB-9. Использование более длинного удлинителя допускается, но повысит уровень наводок снизив надежность работы модуля. Использование именно экранированного кабеля в качестве интерфейсного строго обязательно.

Пожалуйста, не используйте сторонние кабели. Обратитесь в отдел продаж SmartStat для решения вопросов о специфических кабелях и по вопросам подключения электрометра к ячейке и потенциостату.

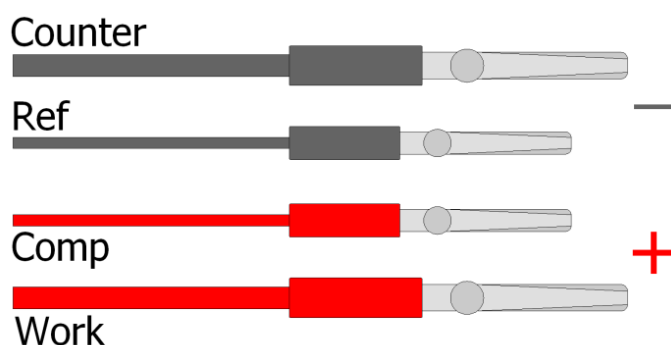


Рис. 1. Рекомендуемая цоколевка измерительных кабелей для подключения коммутируемых объектов мультиплексора SM-8.

Ограничения, существующие при работе с мультиплексорами по сравнению с многоканальными потенциостатами SmartStat (если указана конкретная модель мультиплексора, то ограничение относится только к ней. Если не указана, то к обеим моделям):

- Максимальный рабочий ток SM-8 оставляет не более ± 3 А на канал независимо от модели потенциостата. В случае использования более мощного прибора, программное обеспечение SmartSoft и защита прибора будут автоматически выставлены на это значение.
- Мультиплексор не поддерживает режим планировщика. Программное обеспечение SmartSoft исключит планировщик из списка рабочих режимов при подключении потенциостата с мультиплексором.
- Мультиплексор не поддерживает функцию множителей SmartSoft во втором (сканирующем) режиме работы (в первом поочередном режиме - поддерживает).
- С мультиплексором в сканирующем режиме нельзя использовать глобальные признаки завершения работы: по проценту заряда за шаг, по заряду за шаг, по времени работы шага.
- Мультиплексор SM-8 ограничивает максимальную рабочую частоту при измерении электрохимического импеданса значением 500 кГц независимо от модели подключенного потенциостата (максимальная частота будет снижена при использовании более высокочастотного потенциостата с FRA).
- Мультиплексор SM-9 ограничивает максимальную рабочую частоту при измерении электрохимического импеданса значением 50 кГц независимо от модели подключенного потенциостата (высокочастотный модуль FRA будет деактивирован, если он присутствует).
- Мультиплексор нельзя использовать с многоканальными потенциостатами.
- Мультиплексор нельзя использовать с индустриальной серией SmartStat.
- Мультиплексор SM-8 нельзя использовать с потенциостатом, к которому подключен внешний усилитель тока (бустер). SM-9 - можно использовать с бустером.
- С мультиплексором нельзя оставить ячейку невыключенной (под током или потенциалом) после завершения работы, так как при этом произойдет перекоммутация потенциостата на следующую ячейку (канал мультиплексора).
- Мультиплексор коммутирует 4 измерительных провода электрохимического интерфейса потенциостата (Counter, Ref, Comp, Work). Два дополнительных Aux входа 6-типровоного электрохимического интерфейса (или 4 Aux входа 8-мипровоного), а также низкоомные аналоговые входы АЦП интерфейсного D-SUB-9 разъема потенциостата не коммутируются.
- Мультиплексор выполняет одну и ту же программу по всем каналам, нельзя загрузить модифицированные (различающиеся) программы для разных каналов в отличие от многоканального прибора.
- Мультиплексор SM-8 не рекомендуется использовать для диэлектрических измерений или для работы с высокоомными образцами (более 10^9 Ом) или очень малыми токами (менее 1 нА; мультиплексор SM-8 имеет малые входные и межканальные емкости, но все же они заметно

выше ультранизких входных емкостей исследовательских потенциостатов SmartStat и сужают диаграмму точности измерения импеданса у любого потенциостата).

- Также мультиплексор SM-8 не рекомендуется использовать для измерения ультранизких модулей импеданса (менее 10 мОм) по причине увеличения взаимной индуктивности измерительных цепей.

Если для Ваших экспериментов недопустимо какое-либо из приведенных ограничений, то необходимо рассмотреть многоканальный потенциостат SmartStat в качестве альтернативы мультиплексору.

Минимальные рабочие токи мультиплексора SM-9 и максимально допустимые величины измерения импеданса регламентируются потенциостатом, к которому он подключен.

3. Устройство и принцип работы

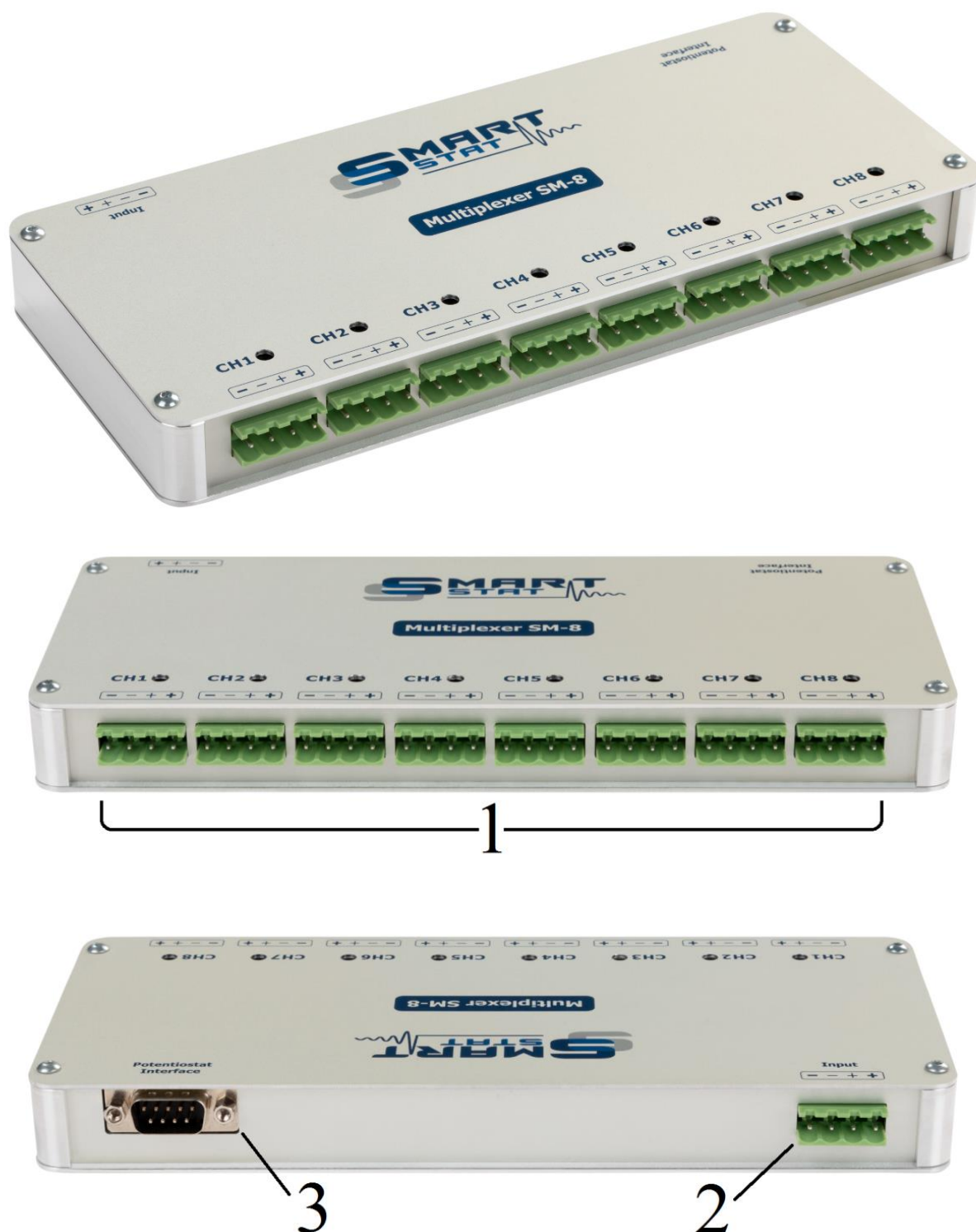


Рис. 2. Внешний вид мультиплексора SM-8 (1 - выходы каналов 1-8 для подключения переключаемых исследуемых объектов, 2 - вход подключения электрохимического интерфейса потенциостата, 3 - вход подключения управляющего цифрового интерфейса потенциостата).



Рис. 3. Назначения входов и выходов мультимплексора SM-9 на его задней и передней панелях (1 - вход подключения управляющего цифрового интерфейса потенциостата, 2 - двойной вход подключения потенциальных выходов потенциостата, 3 - двойные выходы для подключения потенциальных проводов 8-ми переключаемых ячеек, 4 - положительный токовый вход подключения потенциостата, 5 - положительные токовые выходы подключения 8-ми ячеек, 6 - отрицательный токовый вход подключения потенциостата, 7 - отрицательные токовые выходы подключения 8-ми ячеек).

Перед работой с мультиплексором, пожалуйста **изучите базовое руководство** по эксплуатации потенциостата. Это снимет ряд потенциальных вопросов подключения мультиплексора. Рекомендуется сначала освоить потенциостат без мультиплексора, а уже после этого подключать его и работать с ним.

Мультиплексор является пассивным, с точки зрения электрохимического измерения, устройством. Он является посредником между электрохимическими ячейками и потенциостатом. Технически он представляет собой 8 наборов высококачественных электромагнитных реле с высокоомной изоляцией, а также узел управления ими, который подключается к цифровому интерфейсу потенциостата и питается от него. Этот (цифровой) интерфейс мультиплексора расположен на его задней панели справа. Трассировка коммутирующих реле выполнена таким образом, чтобы минимизировать утечки и емкостные эффекты между каналами. Аналоговых узлов с какими-либо повторителями или усилителями, мультиплексор не имеет. Он осуществляет подключение одного канала к электрохимическому интерфейсу потенциостата, остальные каналы при этом оказываются отключены. В процессе выполнения работы переключение происходит автоматически без участия пользователя согласно созданной рабочей программе и выбранному режиму работы мультиплексора. На верхней панели мультиплексора имеются индикаторы подключенного канала.

Мультиплексор SM-8 имеет аналоговый четырехпроводной вход на своей задней панели для подключения электрохимического интерфейса потенциостата (его выходов Counter, Ref, Comp, Work с экранированными разъемами BNC). В этот вход вставляется специальный четырехконтактный клеммник, в котором зажимаются при помощи винтов выходные жилы специализированных экранированных кабелей для подключения потенциостата. На передней панели он имеет 8 четырехпроводных выходов для подключения коммутируемых электрохимических ячеек.

Мощный мультиплексор SM-9 имеет конструкцию в виде трех «этажей». Верхний (третий) «этаж» (разъемы 1, 2 и 3 на рис. 3) предназначен для подключения и коммутации экранированных потенциальных проводов потенциостата Ref и Comp. На этом «этаже» расположен двухконтактный низковольтный вход для подключения двухконтактного винтового клеммника, в котором зажимаются выходные жилы специализированных экранированных кабелей для подключения двух потенциальных входов потенциостата. На передней панели верхний «этаж» мультиплексора имеет 8 двухпроводных выходов для подключения 8-ми пар потенциальных неэкранированных кабелей коммутируемых электрохимических ячеек. Также мультиплексор SM-9 имеет два одинаковых нижних «этажа» (разъемы 4 и 5 на втором «этаже», а также разъемы 6 и 7 на первом «этаже» рис. 3), предназначенных для подключения и коммутации одного токового выхода каждым «этажом» (Counter или Work на один «этаж»). Каждый из двух нижних «этажей» имеет на задней панели силовой терминал для винтового подключения силового кабеля с O-клеммой от потенциостата. На передней панели этого же «этажа» расположены выходы для подключения токовых кабелей

электрохимических ячеек (также с О-клеммами под винт). Выходные и входные силовые (токовые) кабели мультиплексора SM-9 выполнены по технологии SmartTwist, то есть один кабель предназначен для передачи сразу обоих токовых сигналов и имеет, с одной стороны, две О-клеммы для подключения к терминалам первого и второго «этажей» мультиплексора, а также два силовых «крокодила» для подключения тестируемого объекта. Токовые выходы потенциостата подключаются к терминалам мультиплексора при помощи сдвоенного кабеля SmartTwist имеющего по две О-клеммы с обеих сторон (для винтовых терминалов потенциостата с одной стороны и винтовых терминалов мультиплексора с другой) из комплектации мультиплексора SM-9.

Применяйте адекватное, не избыточное, но достаточное усилие при затяжке винтов на силовых терминалах мультиплексора SM-9. Неаккуратная установка или частая переустановка О-клемм силовых кабелей может повредить терминалы мультиплексора.

Мультиплексор может одновременно подключить этот вход к одному из 8-ми каналов-выходов на своей передней панели. Подключить одновременно несколько каналов нельзя. Неподключенные каналы оказываются ни к чему не подключенными по всем своим выходам.

Мультиплексор имеет два режима работы: поочередное выполнение всей рабочей программы каждым каналом, или сканирование всех каналов на каждом шаге (цикле) рабочей программы. Если используется простой единичный режим работы потенциостата (например, один стационарный потенциостатический режим), состоящий из одного программного шага, то фактически оба режима оказываются идентичны с разницей лишь в моментах сохранения данных по каналам. В первом режиме, данные на компьютер сохраняются после завершения рабочей программы на каждом канале индивидуально, а во втором режиме они сохраняются по всем каналам одновременно в конце всей работы. В энергонезависимую память потенциостата данные сохраняются поточечно сразу после их регистрации независимо от режима работы мультиплексора.

Рабочие режимы мультиплексора различаются в поведении, если используется программатор SmartSoft, в котором имеется несколько шагов и (или) циклов. В первом режиме работы сначала подключается первый канал и вся программа выполняется на нем. Затем подключается следующий, включенный в SmartSoft канал и вся программа выполняется уже на нем. Далее подключается и выполняется следующий канал и так далее, пока не будут пройдены все включенные каналы. В максимальном варианте будут отработаны все каналы с первого по 8-й (можно пропускать ненужные каналы, просто не включив их перед запуском работы, но первый канал выполняется всегда. Нужные каналы необходимо включить в таблице вывода поканальной информации в SmartSoft). Возможность включать или выключать каналы на время выполнения работы будет заблокирована. Такой режим работы можно использовать для, например, проведения одного-двух циклов заряда-разряда аккумуляторов, когда 2-х или 4-х шаговая программа целиком выполняется сначала на первом аккумуляторе, потом на втором и так далее. Выполнять потоковое циклирование (из нескольких десятков циклов и более) мультиплексором не рекомендуется из-за отсутствия экономии

времени в этом случае. Однако, может оказаться удобным запуск работы потенциостата с мультиплексором с несколькими подключенными образцами, например по снятию их ВАХ или иных характеристик с тем, чтобы не подходить к рабочей установке в течение дня (или более), пока она поочередно выполняет работу по всем каналам и автоматически переключает их без участия оператора.

Версия программы	5.181-2
Установленные компоненты:	
<input type="checkbox"/> Использовать модуль ВЧ импеданса	
<input type="checkbox"/> Использовать AUX аналоговые входы	
<input type="radio"/> Подключить AUX входы к электрохимической ячейке	
<input checked="" type="radio"/> Подключить AUX входы к интерфейсному разъему	
<input checked="" type="checkbox"/> Использовать Мультиплексор	
<input checked="" type="radio"/> Поочередное выполнение всей программы каждым каналом	
<input type="radio"/> Сканирование всех каналов на каждом шаге программы	

Рис. 4. Фрагмент центральной части основной вкладки «Прибор» программного обеспечения SmartSoft, в которой осуществляется выбор режима работы мультиплексора - поочередный или сканирующий.

Во втором, сканирующем режиме, сначала выполняется первый шаг рабочей программы поочередно на всех каналах, затем второй шаг на всех каналах и так далее. Когда шаги заканчиваются, происходит переход к следующему циклу (если он имеется) и последовательность шагов отработывается заново, поочередно сканируя все включенные каналы для каждого шага. Если используется только один шаг программатора, но имеется несколько циклов, то сначала по всем каналам будет выполнен первый цикл, затем по всем каналам второй цикл и так далее. Сканирующий режим работы можно использовать, например, в коррозионных испытаниях, когда на первом шаге все образцы должны достичь стационарный потенциал разомкнутой цепи без протекания тока в течение определенного времени (например, одного часа или более). В этом случае первый шаг представляет собой стационарный в режиме вольтметра с длительностью 1/8-я (если используется 8 образцов) от требуемого времени достижения стационарности. На втором шаге выполняется линейная развертка с целью дальнейшей обработки полученных данных в координатах Тафеля по каждому каналу. Суть использования мультиплексора состоит в том, что режим активной поляризации, то есть развертка потенциала, даже при относительно низкой скорости 5 мВ/с выполняется за несколько минут (например, 2 мин при развертке потенциала от -300 до +300 мВ относительно ЕРЦ), что во много раз меньше длительности бестокового выдерживания

испытываемых образцов и можно считать, что все образцы находились примерно одинаковое время под воздействием коррозионно-активного раствора. Фактически достигнутое значение стационарного ЕРЦ непосредственно перед разверткой, будет сохранено потенциостатом для каждого канала, так как относительно него обычно выполняется развертка потенциала. В другом примере, группа из 8-ми образцов может находиться достаточно длительное время в бестоковом режиме (также в холостом поочередном стационарном измерении потенциала ЕРЦ), пока происходит установление температуры в течение заданного времени, а затем выполняется поочередное измерение их импедансных и (или) ВА характеристик или отработка на каждом образце какой-либо сложной программы. В этом случае первый шаг ожидания можно сделать в программаторе незацикливаемым.

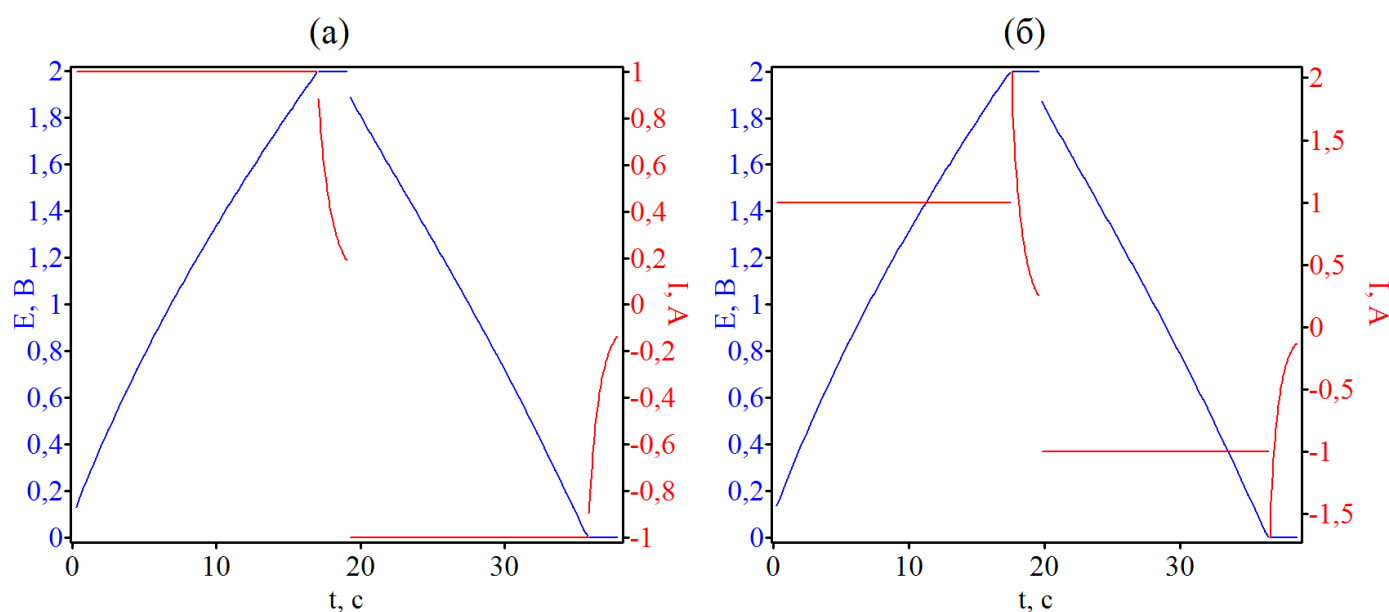


Рис. 5. Примеры циклического заряда-разряда суперконденсатора емкостью 10 Ф в поочередном режиме мультиплексора (а) и в сканирующем режиме (б). В поочередном режиме (а) потенциостатические четные шаги начинаются при токах равных токам предшествующих гальваностатических стадий (+1А и -1А на правой оси). В сканирующем же режиме (б) начальные токи заметно превышают величину 1А по абсолютной величине, так как суперконденсатор успевал отрелаксировать после заряда постоянным током во время выполнения зарядной стадии на других коммутируемых каналах. Если прибор работал без запаса по току, то в сканирующем режиме может произойти перегрузка по току с аварийным прекращением работы канала.

Если выполнять цикл заряда-разряда на нескольких аккумуляторах во втором (сканирующем) режиме с использованием потенциостатических дозарядных стадий после основных гальваностатических, то после проведения гальваностатической стадии, пока будут отрабатываться другие каналы, заряженный постоянным током канал будет релаксировать достаточно большое время (пока аналогичную стадию заряда пройдут остальные каналы), и в последующей

потенциостатической стадии не будет смысла или она будет некорректна. Если выполнять ее относительно последнего достигнутого потенциала или абсолютно заданного, то произойдет весьма нежелательный скачек тока, которого не должно быть по смыслу эксперимента. Если же выполнять ее относительно потенциала ЕРЦ, то это скорее всего будет совсем не то значение ЕРЦ, которое было бы измерено сразу после окончания предшествующей гальваностатической стадии.

В SmartSoft можно опционально задавать потенциалы относительно последнего измеренного значения потенциала в предыдущем шаге. Последний достигнутый или отработанный потенциал при работе с мультиплексором в поочередном режиме мультиплексора при переходе на новый канал - обнуляется. Так было бы и с многоканальным прибором, там тоже каждый канал начинает работу с еще неизмеренным, то есть обнуленным последним значением потенциала. Суть в том, что первым шагом программатора не ставят отработку потенциала относительно последнего измеренного потенциала. Обычно этой опцией пользуется как минимум второй шаг, использующий значение потенциала, достигнутого в предыдущем шаге (например, при развертке потенциала или в гальваностатическом режиме).

При работе в сканирующем режиме мультиплексора, если текущий канал подключается впервые (выполняется первый шаг первого цикла), то он тоже будет обнулен (так как еще неизвестен). Если же текущий канал уже подключался, то для него будет задано значение последнего достигнутого потенциала в предыдущем измерении именно для этого канала. То есть у каждого канала будет свое индивидуальное значение последнего достигнутого потенциала, относительно которого можно задавать потенциалы последующих потенциостатических шагов в сканирующем режиме мультиплексора.

В обоих режимах работы мультиплексора SM-8 выполнение одного рабочего шага происходит без разрывов и переключений на другие каналы, со всеми его стадиями, если таковые в нем имеются: выдержка ЕРЦ, измерение ЕРЦ, установление, непосредственная работа шага, завершающие этапы выдержки и измерения ЕРЦ.

Если используется простой рабочий режим без программатора, сам состоящий из нескольких циклов (например, ЦВА или импульсный), то в обоих режимах работы мультиплексора все циклы такого режима будут отработаны целиком сначала на одном канале, потом на другом и так далее (переключений между циклами на другие каналы в этом случае происходить не будет). Переключений между каналами во время выполнения одного шага (например, стационарного или измерения импеданса) также не происходит ни в одном режиме работы мультиплексора.




В программном обеспечении SmartSoft, при обнаружении потенциостата с мультиплексором, в первой вкладке «Прибор» будет активна опция выбора режима работы мультиплексора - поочередный или сканирующий. Этот режим необходимо задать до запуска работы. То, какие каналы подключать мультиплексором, а какие нет в ходе выполнения работы, будет определяться тем,

какие из них были включены в таблице каналов SmartSoft на момент запуска работы. Автоматического выбора (переключения) активного канала программным обеспечением в ходе выполнения работы не происходит, чтобы пользователь мог свободно просматривать данные с любого канала, самостоятельно выбирая активный канал, если это необходимо. Либо можно просматривать на диаграмме данные по всем каналам одновременно.

В таблице каналов SmartSoft видно, к какому каналу в текущий момент мультиплексор подключил потенциостат - в его верхней строке будет значиться выполнение работы (или измерение ЕРЦ, установление и тд), а у остальных каналов будет состояние ожидания. Также, только для подключенного в текущий момент канала будут выводиться значения токов, потенциалов, зарядов, номера шагов и циклов, а также другие параметры. Для остальных (неподключенных) каналов эти значения будут обнулены при любом состоянии и типе работы мультиплексора.






Состояние	Ожидание	Ожидание	Ожидание	Ожидание	Ожидание	Ожидание	Ожидание	Ожидание
Управление	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл. 1	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл. 2	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл. 3	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл. 4	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл. 5	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл. 6	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл. 7	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл. 8
Цвет	<input checked="" type="checkbox"/> Черный	<input checked="" type="checkbox"/> Красн.	<input checked="" type="checkbox"/> Зелен.г	<input checked="" type="checkbox"/> Синий	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Зелен.г
Выбор акт.	<input checked="" type="radio"/> Активный	<input type="radio"/> Активный	<input type="radio"/> Активный	<input type="radio"/> Активный	<input type="radio"/> Активный	<input type="radio"/> Активный	<input type="radio"/> Активный	<input type="radio"/> Активный
Цикл	0	0	0	0	0	0	0	0
Шаг	0 (из 0)	0 (из 0)	0 (из 0)	0 (из 0)	0 (из 0)	0 (из 0)	0 (из 0)	0 (из 0)
Потенциал	0	0	0	0	0	0	0	0
Ток	0	0	0	0	0	0	0	0
Время	0	0	0	0	0	0	0	0
Заряд	0	0	0	0	0	0	0	0
Мощность	0	0	0	0	0	0	0	0
Память	0	0	0	0	0	0	0	0
Режим								
Частота	-	-	-	-	-	-	-	-
Re	-	-	-	-	-	-	-	-
Im	-	-	-	-	-	-	-	-
Aux E1	0	0	0	0	0	0	0	0
Aux E2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ячейка	Внутр.Выкл.	Внутр.Выкл.	Внутр.Выкл.	Внутр.Выкл.	Внутр.Выкл.	Внутр.Выкл.	Внутр.Выкл.	Внутр.Выкл.
Название	Work-1	Work-1	Work-1	Work-1	Work-1	Work-1	Work-1	Work-1

Рис. 6. Внешний вид таблицы каналов SmartSoft. Каналы, которые планируется использовать в работе, должны быть включены в ней перед запуском работы (первый канал включен всегда).

В перерывах между работой пользователь может вручную измерить потенциал РЦ на желаемом канале, сделав его активным и нажав кнопку «OCV on» . Точно так же, можно в ручном режиме задать на активном канале (активный канал задается кнопками  ) требуемый ток или потенциал из вкладки «Обслуживание» SmartSoft. Сделав активным другой канал, можно задать требуемый ток или потенциал на другом канале. Предыдущий канал при этом будет отключен (само по себе активирование канала не приводит к переключению на него

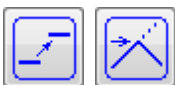
мультиплектора, а лишь предшествует этой стадии. Непосредственно переключение на активный канал происходит при нажатии кнопок «Задать», «Выключить», «OCV on» или «OCV off» при ручном управлении каналом без выполнения работы).

При запуске работы номер активного канала не имеет значения для мультиплектора, работа всегда будет начинаться с первого канала и дальше идти по увеличению номера подключаемого канала. Далее приведено описание действий других управляющих кнопок SmartSoft:

-  Нажатие кнопки «Stop» приведет к остановке работы всех каналов (будет остановлен текущий канал и к последующим каналам переключений осуществлено не будет в любом режиме работы мультиплектора).
-  При нажатии кнопки «Next» будет осуществлен переход к следующему этапу (измерение ЕРЦ, установление и тп, если таковые имеются) для выполняемого шага, или переключение к следующему каналу, если этапы выполняемого шага закончились или их больше нет в сканирующем режиме мультиплектора. Таким образом, кнопку «Next» можно использовать для перехода к следующему каналу в обоих режимах работы мультиплектора. Но, в поочередном режиме работы мультиплектора, сначала будут пройдены (переключены-пропущены вручную этой кнопкой) все шаги и циклы на уже подключенном канале, а в циклическом режиме, произойдет переключение на следующий канал сразу.
-  При нажатии кнопки «Пауза» будет активирован режим паузы для того канала, на котором сейчас выполняется работа (подключенный мультиплексором). На других каналах это никак не скажется.
-  Нажатие кнопки «Остановить текущим циклом» в поочередном режиме приведет к тому, что действие этой кнопки распространится только на тот канал, который в этот момент был подключен. Все последующие каналы будут работать полное количество циклов, если только при выполнении ими работы, тоже не будет нажат эта кнопка.
-  Нажатие кнопки «Остановить текущим циклом» в сканирующем режиме работы приведет к тому, что для всех каналов, текущий цикл программатора станет последним. Для простых режимов, самих состоящих из нескольких циклов без программатора (например ЦВА), максимальное количество циклов последующих каналов не будет связано с фактически получившимся количеством циклов для того канала, при работе которого была нажата эта кнопка (последующие каналы отработают заданное в SmartSoft количество циклов, если только при выполнении ими работы, также не будет нажата эта кнопка).



- При нажатии кнопки загрузки всех данных последнего эксперимента из энергонезависимой памяти прибора (эта кнопка доступна в состоянии ожидания) будет выполнено скачивание всех данных с прибора в той последовательности, в какой они были получены (зарегистрированы) по всем отработанным каналам.



- Нажатие кнопки перехода к потенциалу (току) или реверса развертки приведет к соответствующим действиям только на подключенном (выполняющем работу) канале и никак не скажется на остальных каналах и даже на том же канале на его последующих циклах и шагах работы.



- Кнопку перехода к заданному шагу нажимать не рекомендуется, если используется сканирующий режим работы мультиплексора. Последствия будут сильно зависеть от выполняемой рабочей программы и не всегда предсказуемы. Также с мультиплексором в сканирующем режиме не рекомендуется пользоваться переходом к шагам при отработке критериев завершения шагов (вкладка «Условия» в редакторе простых режимов). В поочередном режиме мультиплексора таких особенностей нет, так как каждый канал выполняет свою работу от начала и до конца, не переключаясь на другие каналы.

При сохранении полученных данных, в качестве названия рабочего файла будет взято базовое название, а также будет добавлен номер канала. Атрибуты эксперимента (пользовательская защита, количество образца и другие) будут использованы одни и те же для всех включенных каналов.

Функцию множителей можно использовать с первым (поочередным) режимом работы каналов мультиплексора. В этом случае каждый канал начинает выполнение своей работы со стартового значения умножаемого или увеличиваемого параметра. По ходу выполнения рабочей программы происходит его изменение по сценарию, заданному во вкладке «Множители» редактора рабочих режимов SmartSoft. В сканирующем режиме мультиплексора функция множителей отключена и соответствующая вкладка отсутствует из-за избыточной сложности получившегося бы этом случае функционала.

Высокоточное оборудование для электрохимических исследований

SmartStat®

Изготовитель: Electrochemical Instruments

Россия, Московская область, г. Черноголовка

Телефон: 8(495)720-31-57

Адрес тех. поддержки: potentiostat@mail.ru

www.smartstat.ru