


УТВЕРЖДАЮ  
Технический директор ООО «ИЦРМ»



 М.С. Казаков

М.П. «21» 06 2019 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

# **ПОТЕНЦИОСТАТЫ-ГАЛЬВАНOSTATЫ BP, SP, VMP, VSP**

**Методика поверки**

**ИЦРМ-МП-066-19**

**г. Москва  
2019**

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок потенциостатов-гальваностатов BP, SP, VMP, VSP, изготавливаемых фирмой «Bio-Logic SAS», Франция.

Потенциостаты-гальваностаты BP, SP, VMP, VSP (далее по тексту – приборы) предназначены для воспроизведения напряжения и силы постоянного тока на рабочих электродах электрохимической ячейки в процессе электрохимических исследований.

Потенциостаты-гальваностаты BP, SP, VMP, VSP изготавливаются в следующих модификациях: BP-300, SP-50, SP-150, SP-200, SP-240, SP-300, VMP3, VMP-300, VSP, VSP-300.

Интервал между поверками (межповерочный интервал) – 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.2	Да	Да
2 Проверка электрического сопротивления цепи защитного заземления	7.3	Да	Да
3 Опробование	7.4	Да	Да
4 Программная проверка и калибровка каналов	7.5	Да	Да
4.1 Программная проверка и калибровка каналов модификаций SP-50, SP-150, VMP-3, VSP	7.5.1	Да	Да
4.2 Программная проверка и калибровка каналов модификаций BP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300	7.5.2	Да	Да
5 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7.6	Да	Да
6 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока	7.7	Да	Да
6.1 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока для модификаций SP-50, SP-150, VMP-3, VSP	7.7.1	Да	Да
6.2 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителей для модификаций SP-150, VMP3, VSP	7.7.2	Да	Да
6.3 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока для модификаций BP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300	7.7.3	Да	Да

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
6.4 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителей для модификаций ВР-300, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300	7.7.4	Да	Да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2; 7.4; 7.5	Визуально
7.3	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPI-745A. Диапазон измерений сопротивления (в режиме измерений сопротивления заземления) от 0,0001 до 0,6 Ом при испытательном токе до 32 А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления $\pm(0,01 \cdot R_{изм} + 0,003)$ , Ом, где $R_{изм}$ – измеренное значение сопротивления
7.6	Мультиметр 3458A. Верхние пределы диапазонов измерений напряжения постоянного тока 100 мВ, 1 и 10 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока: - на пределе 100 мВ: $\pm(9 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 3 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ , мВ, - на пределе 1 В: $\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ , В, - на пределе 10 В: $\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,05 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ , В, где $U_x$ – измеренное значение, $U_{пр}$ – верхний предел диапазона измерений. ПЭВМ в конфигурации: Pentium 2 и выше, память 512 Мб и выше RAM, 80 Гб и выше свободного места на жестком диске, внешние устройства (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»); ПО: Windows XP®(SP2) и выше; EC-Lab версии 11.27 и выше
7.7	Мультиметр 3458A. Верхние пределы диапазонов измерений силы постоянного тока 100 нА; 1 мкА; 10 мкА; 100 мкА; 1 мА; 10 мА; 100 мА; 1 А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока: - на пределе 100 нА: $\pm(30 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 400 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ , нА, - на пределе 1 мкА: $\pm(20 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ , мкА, - на пределе 10 мкА: $\pm(20 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 10 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ , мкА, - на пределе 100 мкА: $\pm(20 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 8 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ , мкА, - на пределе 1 мА: $\pm(20 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 5 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ , мА, - на пределе 10 мА: $\pm(20 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 5 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ , мА, - на пределе 100 мА: $\pm(35 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 5 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ , мА, - на пределе 1 А: $\pm(110 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 10 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ , А.

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
	<p>Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A. Верхние пределы диапазонов измерений силы постоянного тока 2 А; 20 А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на пределе 2 А: <math>\pm(185 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 8 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})</math>, А,</li> <li>- на пределе 20 А: <math>\pm(400 \cdot 10^{-6} \cdot I_x + 20 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})</math>, А.</li> </ul> <p>где <math>I_x</math> – измеренное значение, <math>I_{пр}</math> – верхний предел диапазона измерений.</p> <p>ПЭВМ в конфигурации: Pentium 2 и выше, память 512 Мб и выше RAM, 80 Гб и выше свободного места на жестком диске, внешние устройства (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»); ПО: Windows XP®(SP2) и выше; EC-Lab версии 11.27 и выше</p>

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура окружающего воздуха	от 0 до 50 °С	$\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6Н-Д
Относительная влажность воздуха	от 0 до 98 %	$\pm 2$ %	
Атмосферное давление	от 300 до 1100 гПа	$\pm 2,5$ гПа	
Напряжение питающей сети переменного тока	от 5 до 462 В	$\pm 0,1$ %	Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрический LPW-305-1
Частота питающей сети	от 42,5 до 57,5 Гц	$\pm 0,01$ Гц	

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемое средство измерений и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации прибора и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

### 5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от +15 до +25 °С;
- относительная влажность воздуха: от 50 до 80 %;
- атмосферное давление: от 96 до 104 кПа или от 720 до 780 мм рт. ст.;
- напряжение переменного тока: от 198 до 242 В;
- частота переменного тока: от 49 до 51 Гц.



## **6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- 6.1 Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
- 6.2 Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
- 6.3 Средства измерения, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

## **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

- 7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению.  
Определению подлежат погрешности измерения, перечисленные в таблицах 4 – 9.

Таблица 4 – Метрологические характеристики модификаций SP-50, SP-150, VMP3, VSP

Наименование характеристики	Значение для модификаций			
	SP-50	SP-150 <sup>2)3)4)</sup>	VMP3 <sup>2)3)4)</sup>	VSP <sup>2)3)4)</sup>
Количество каналов	1	1	до 16	до 5
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от -2,5 до +2,5; от -5 до +5; от -10 до +10			
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, % <sup>1)</sup>	±0,1			
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока	от -800 до +800 мА; от -100 до +100 мА; от -10 до +10 мА; от -1 до +1 мА; от -100 до +100 мкА; от -10 до +10 мкА		от -400 до +400 мА; от -100 до +100 мА; от -10 до +10 мА; от -1 до +1 мА; от -100 до +100 мкА; от -10 до +10 мкА	
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, % <sup>1)</sup>	±0,1			
<b>Примечания:</b> 1) – за нормирующее значение принимается верхний предел диапазона воспроизведения; 2) – опция измерения электрохимического импеданса (импедансная спектроскопия); 3) – опция измерений малых токов; 4) – опция усилителей				

Таблица 5 – Метрологические характеристики модификаций SP-150, VMP3, VSP с опцией измерений малых токов

Наименование характеристики	Значение для модификаций		
	SP-150	VMP3	VSP
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока	от -1 до +1 мкА; от -100 до +100 нА; от -10 до +10 нА; от -1 до +1 нА		
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, % <sup>1)</sup> – для диапазонов воспроизведения от -1 до +1 мкА и от -100 до +100 нА; – для диапазона воспроизведения от -10 до +10 нА; – для диапазона воспроизведения от -1 до +1 нА	±0,1  ±0,5  ±1		
Примечание – <sup>1)</sup> за нормирующее значение принимается верхний предел диапазона воспроизведения			

Таблица 6 – Метрологические характеристики модификаций SP-150, VMP3, VSP с усилителями (опция)

Наименование характеристики	Значение для модификаций			
	2 А/20 В	5 А/20 В	10 А/20 В	20 А/20 В
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от -20 до +20			
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, А	от -2 до +2	от -5 до +5	от -10 до +10	от -20 до +20
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, % <sup>1)</sup>	±0,2			
Примечание – <sup>1)</sup> за нормирующее значение принимается верхний предел диапазона воспроизведения				

Таблица 7 – Метрологические характеристики модификаций BP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300

Наименование характеристики	Значение для модификаций					
	BP-300 <sup>1)2)3)5)6)</sup>	SP-200 <sup>1)2)6)</sup>	SP-240 <sup>1)2)4)6)</sup>	SP-300 <sup>1)2)5)6)</sup>	VMP-300 <sup>1)2)5)6)</sup>	VSP-300 <sup>1)2)5)6)</sup>
Количество каналов	2	1	1	до 2	до 16	до 6
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от -2,5 до +2,5; от -5 до +5; от -10 до +10					
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,0003 \cdot U + 0,001)$					
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока	от -500 до +500 мА; от -100 до +100 мА; от -10 до +10 мА; от -1 до +1 мА; от -100 до +100 мкА; от -10 до +10 мкА; от -1 до +1 мкА					
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, мА, мкА, нА	$\pm(0,0003 \cdot I + 0,001 \cdot I_k)$					
<p>Примечания:</p> <p>1) – опция измерения электрохимического импеданса (импедансная спектроскопия);</p> <p>2) – опция генератора линейной развертки;</p> <p>3) – с усилителем 2 А/30 В;</p> <p>4) – с усилителем 4 А/14 В;</p> <p>5) – опция усилителей;</p> <p>6) – опция измерений малых токов;</p> <p>U – воспроизводимое значение напряжения постоянного тока, В;</p> <p>I – воспроизводимое значение силы постоянного тока, мА, мкА;</p> <p>I<sub>к</sub> – верхний предел диапазона воспроизведения силы тока, мА, мкА</p>						

Таблица 8 – Метрологические характеристики модификаций BP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300 с опцией измерений малых токов

Наименование характеристики	Значение для модификаций					
	BP-300	SP-200	SP-240	SP-300	VMP-300	VSP-300
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока	от -100 до +100 нА от -10 до +10 нА; от -1 до +1 нА					
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, % <sup>1)</sup>	$\pm(0,01 \cdot I + 0,001 \cdot I_k)$					
Примечания: <sup>1)</sup> – за нормирующее значение принимается верхний предел диапазона воспроизведения; I – воспроизводимое значение силы постоянного тока, нА; I <sub>k</sub> – верхний предел диапазона воспроизведения силы тока, нА						

Таблица 9 – Метрологические характеристики модификаций BP-300, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300 с усилителями (опция)

Наименование характеристики	Значение для модификаций			
	1 A/48 В	2 A/30 В	4 A/14 В	10 A/5 В
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от -48 до +48	от -30 до +30	от -3 до +10	от -1 до +6
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, А	от -1 до +1	от -2 до +2	от -4 до +4	от -10 до +10
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, % <sup>1)</sup>	±0,2			±0,3
Примечание – <sup>1)</sup> за нормирующее значение принимается верхний предел диапазона воспроизведения				

## 7.2 Внешний осмотр

Перед проверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- 1) Комплектность прибора должна соответствовать руководству по эксплуатации;
- 2) Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
- 3) Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- 4) Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

## 7.3 Проверка электрического сопротивления цепи защитного заземления

Проверку электрического сопротивления цепи защитного заземления выполнять в следующем порядке:

- 1) Подготовить установку для проверки параметров электрической безопасности GPI-745A (далее – установка GPI-745A), установить режим измерения электрического сопротивления заземления, испытательный ток установить равным 25 А;
- 2) Измерить установкой GPI-745A сопротивление цепи между элементом подсоединения к прибору внешнего контура защитного заземления и любой токопроводящей частью, расположенной на лицевой части прибора.

Результат проверки считать положительным, если измеренное значение сопротивления заземления не превышает 0,1 Ом.

При несоблюдении этого требования и наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 7.4 Опробование

1) Соединить установку с компьютером кабелем USB из комплекта установки. Кабелем из комплекта установки подсоединить ее к сети 220 В; 50 Гц. Подключить разъем измерительного кабеля к разъему на передней панели установки и зафиксировать его предусмотренными для этого по бокам разъема винтами;

- 2) Включить питание установки;
- 3) Выполнить установку программы EC-Lab версии 11.27 или выше на компьютер (приложение А);
- 4) В меню программы EC-Lab, главное окно которой показанном на рисунке 1, выбрать «**Help/About**». Сравнить индицируемый номер версии программного обеспечения с данными таблицы 10;

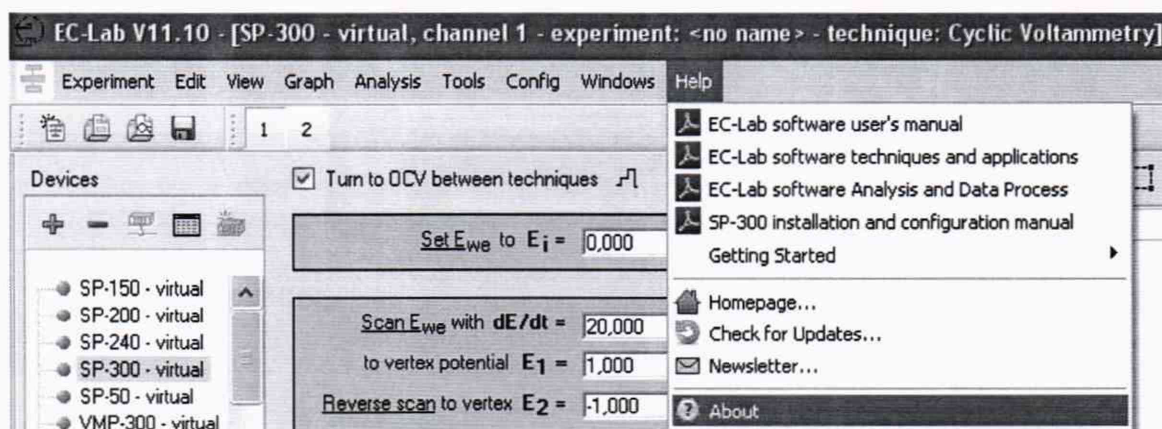


Рисунок 1 – Главное окно программы EC-Lab



5) В окне «Devices» программы EC-Lab нажмите кнопку «+», чтобы добавить диагностируемый прибор. Убедитесь, что в этом окне диагностируемый прибор отмечен зеленой точкой, и система самодиагностики не выдает сообщений об ошибке.

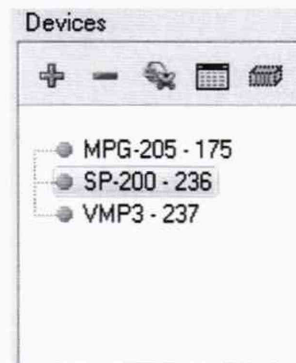


Рисунок 2 – Окно «Devices» программы EC-Lab

Таблица 10 – Опробование

Содержание проверки	Результат проверки	Критерий проверки
Проверка идентификации	Номер версии программы	EC-Lab 11.27 и выше
Диагностика	Рабочее состояние прибора и программного обеспечения (да/нет)	Отсутствие сообщений об ошибках

Результат опробования считать положительным, если номер версии программного обеспечения соответствует требованиям таблицы 6 и не было сообщений о неисправностях.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 7.5 Программная проверка и калибровка каналов

### 7.5.1 Программная проверка и калибровка каналов модификаций SP-50, SP-150, VMP3, VSP

**ВНИМАНИЕ !!!: Перед программной калибровкой отсоедините все кабели ячейки от плат каналов.**

- 1) Включить прибор;
- 2) Запустить программу EC-Lab;
- 3) Подключиться к прибору в управляющей программе. Прибор не должен выполнять работу, иначе проверка будет невозможна;
- 4) В меню программы EC-Lab выберите «**Tools/channels calibration**». Вы получите следующее сообщение:

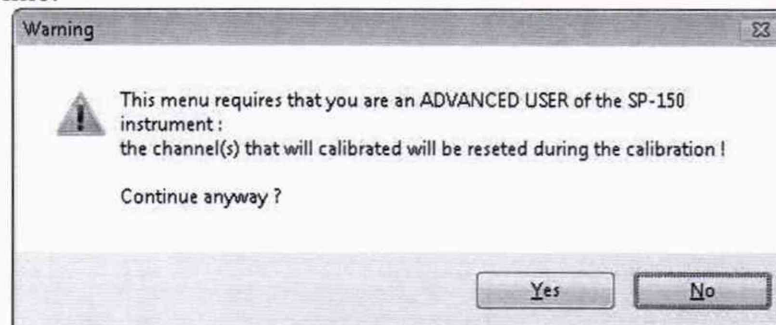


Рисунок 3 – Предупреждение программы EC-Lab о начале калибровки. В сообщении вместо «SP-150» будет указана спецификация калибруемого прибора.

- 5) Выберите «Yes»;

6) В всплывающем окне (рисунок 4) выберите каналы, для которых проводится процедура (на рисунке 4 это каналы 1 и 3) и нажмите кнопку «Calibrate»;

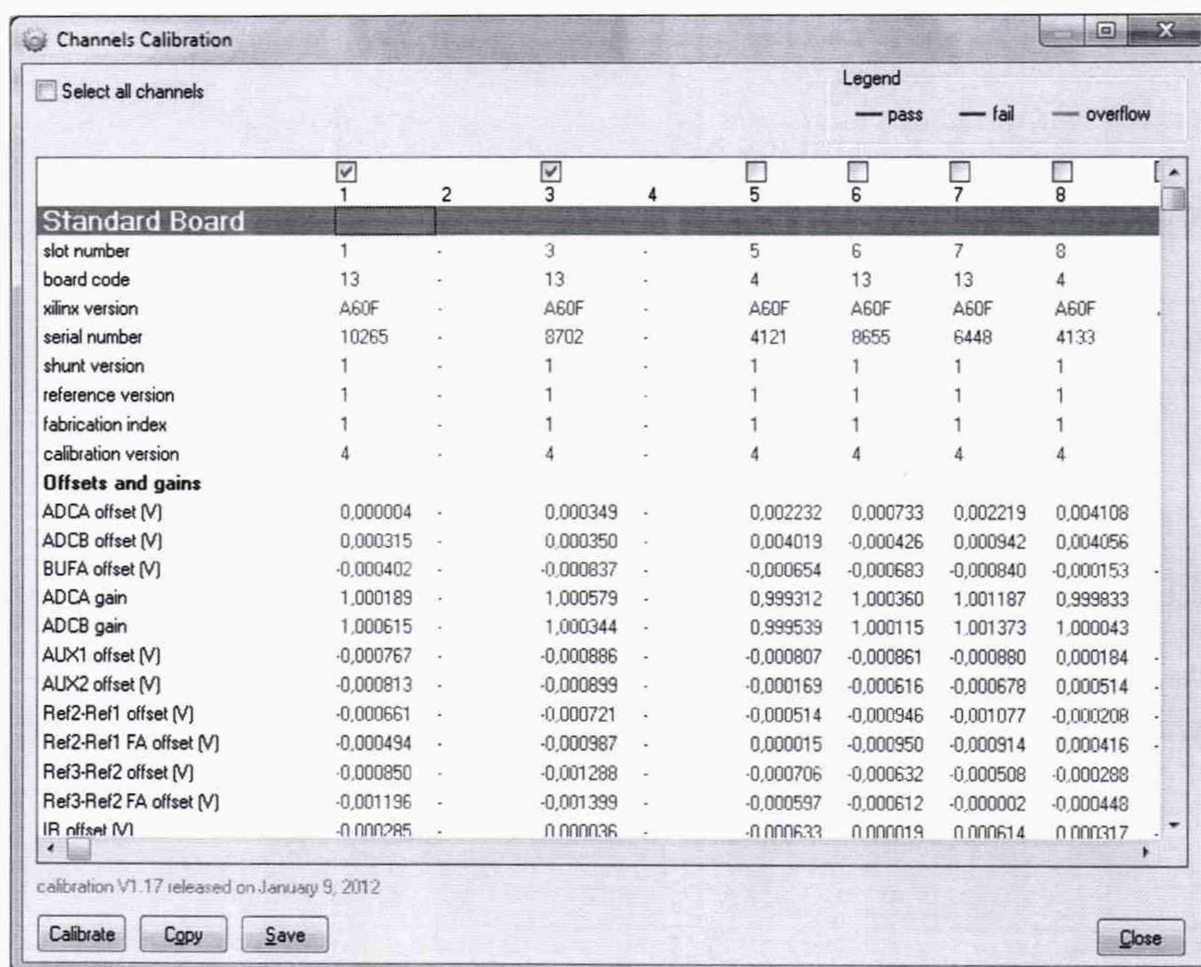
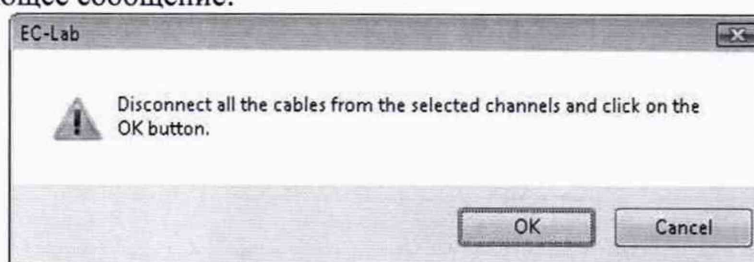


Рисунок 4 – Окно «Channels Calibration» программы EC-Lab

Вы получите следующее сообщение:



7) Убедитесь, что все кабели отсоединены от калибруемых каналных плат и нажмите «Ок»;

8) Калибровка плат выполняется автоматически. Для каждой переменной обновится числовое значение, которое соответствует скомпенсированному смещению или усилению. Зеленая цветовая индексация «pass» означает, что калибровка каналной платы выполнена успешно. Если вместо «pass» индексируется «failed», калибровка не может быть выполнена. Это означает, что каналная плата повреждена, прибор бракуется и направляется в ремонт;

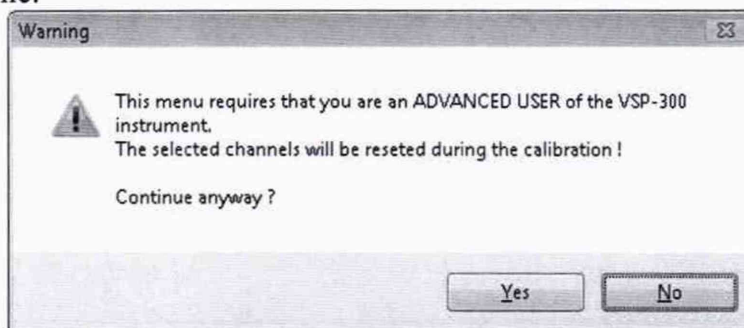
9) Когда калибровка будет завершена, нажмите кнопку «Сору» и вставьте результаты в файл Word. Затем сохраните файл и распечатайте отчет. Нажмите кнопку «Save». Нажмите «ОК» в ответ на программный запрос, чтобы сохранить параметры калибровки на плате канала. В окне калибровки платы появляется сообщение «calibration saved on channel X». Закройте окно калибровки. Стандартная программа перезагрузится на плате канала.



## 7.5.2 Программная проверка и калибровка каналов модификаций VP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300

- 1) Включить прибор;
- 2) Запустить программу EC-Lab;
- 3) Подключиться к прибору в управляющей программе. Прибор не должен выполнять работу, иначе проверка будет невозможна;

В меню программы EC-Lab выберите «**Tools/channels calibration**». Вы получите следующее сообщение:



- 4) Выберите «Yes»;
- 5) В всплывающем окне (рисунок 5) выберите канал для которого проводится процедура тип калибровки («**Channel**», «**Channel & Amplifier**» или «**Amplifier**»). Затем нажмите кнопку «**Calibrate**»;

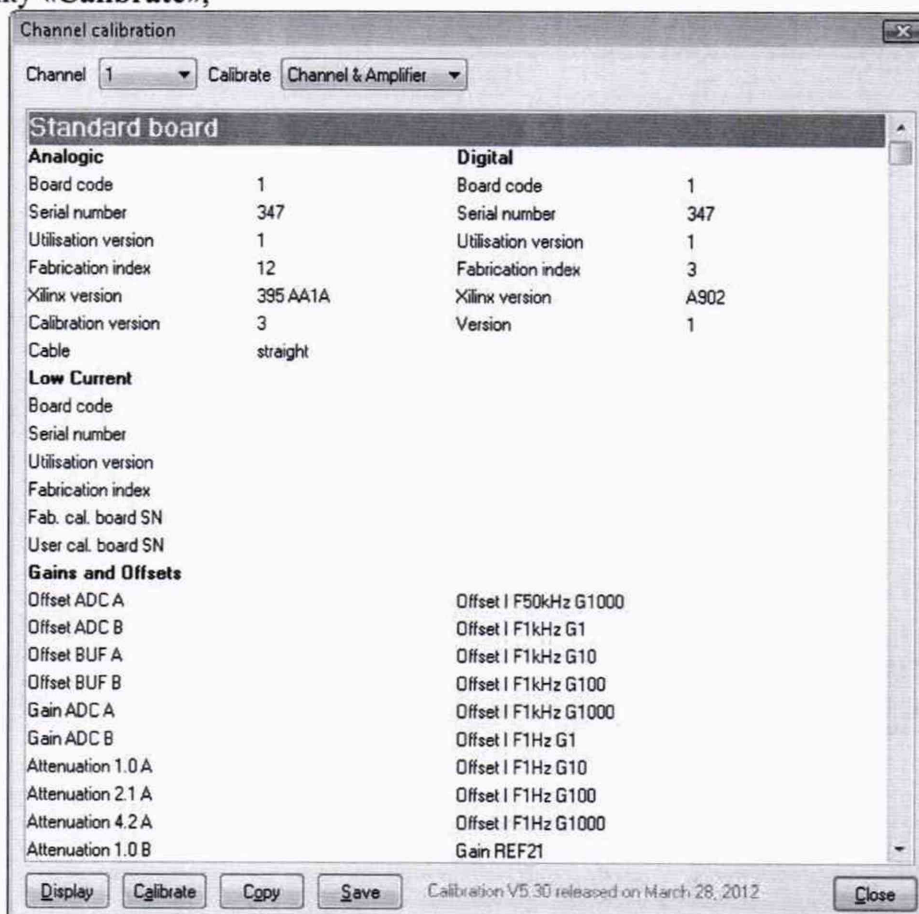
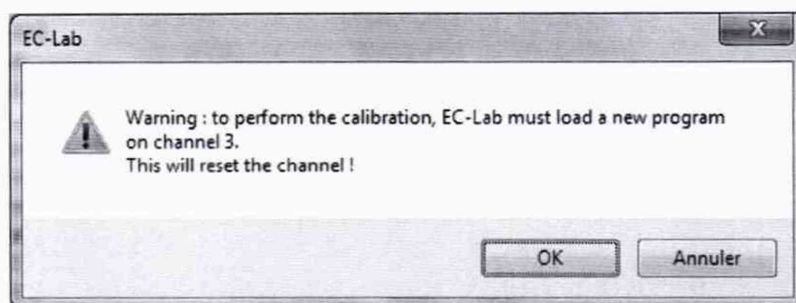


Рисунок 5 – Окно инструмента «**Channels Calibration**» программы EC-Lab

- 6) Появится это предупреждающее сообщение, которое указывает, что при запуске калибровки все настройки выбранного канала будут сброшены:



Нажмите «OK» в ответ на программный запрос;

7) Появится окно показывающее, что программа калибровки «**ecal4.bin**» загружена в канал. Затем окно программы калибровки (рисунок 6). Нажмите на кнопку «Next»;

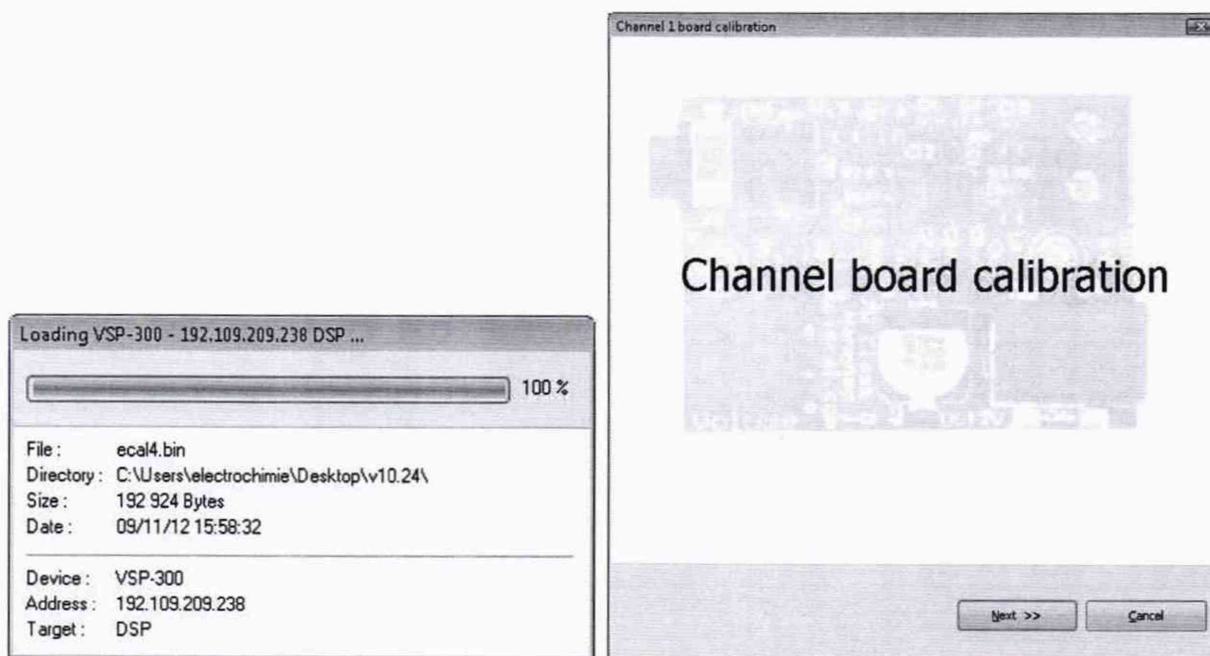
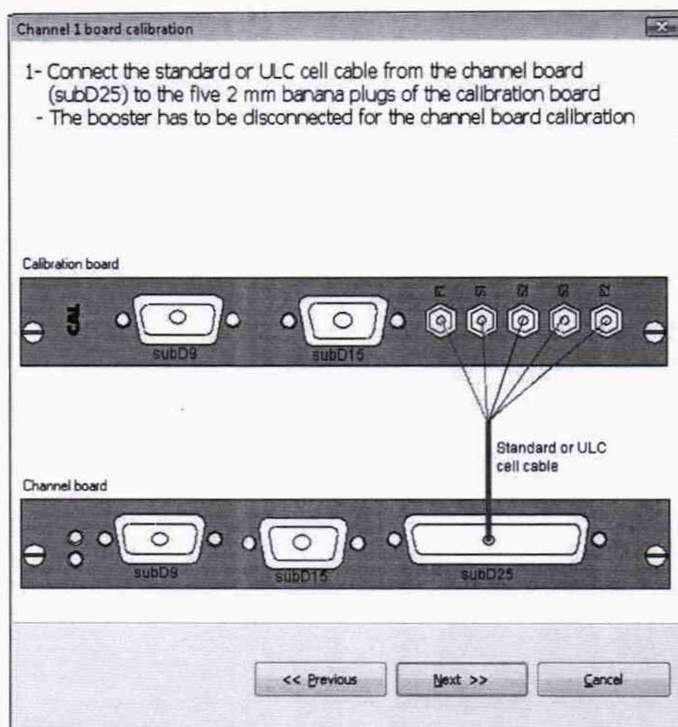
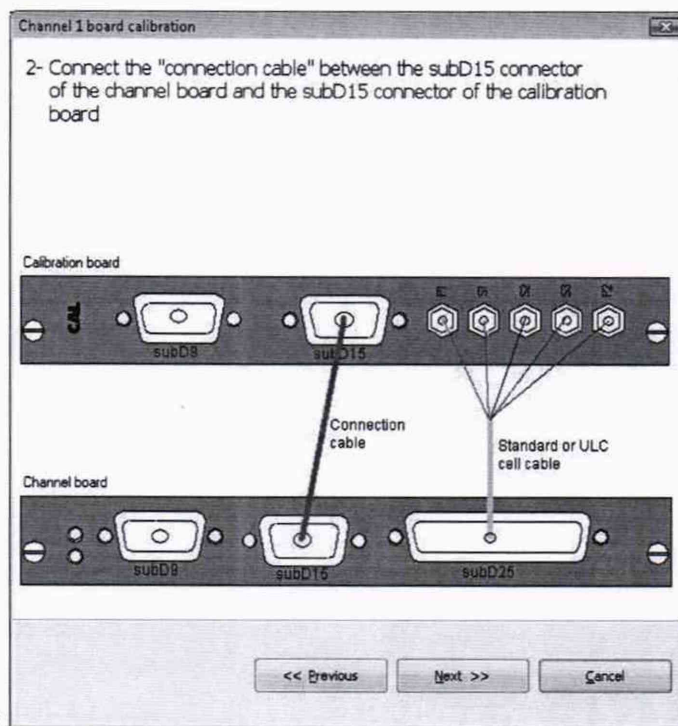


Рисунок 6 – Сигнальные окна программы калибровки «**ecal4.bin**»

8) Программа помогает пользователю корректно выполнить соединение внешних кабелей. В случае калибровки канальной платы без усилителя будут выполнены следующие шаги:

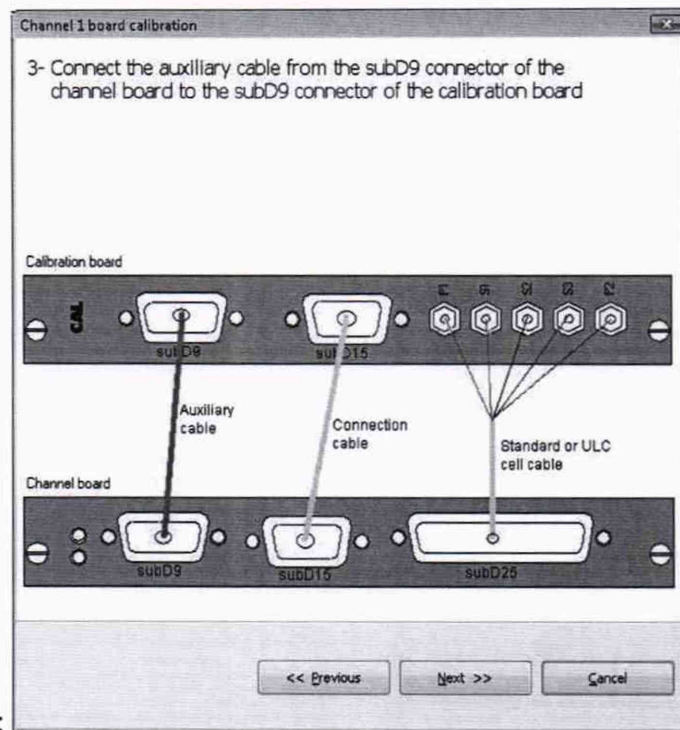


- 9) Появится сообщение:  
 Выполните указанное соединение между калибровочной платой и платой канала и нажмите на кнопку «Next»;

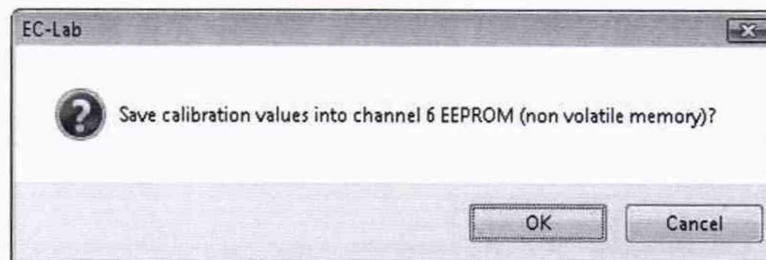


- 10) Появится сообщение:  
 Выполните указанное соединение между калибровочной платой и платой канала и нажмите на кнопку «Next»;





- 11) Появится сообщение:  
 Выполните указанное соединение между калибровочной платой и платой канала и нажмите на кнопку «Next»;
- 12) Далее программа выполняет процедуру калибровки выбранного канала. Если все этапы калибровки пройдены успешно, значение калибровочных параметров сохраняются в памяти платы канала и программа возвращает сообщение:



Нажмите кнопку «OK», чтобы завершить процесс калибровки.  
 Если один или несколько этапов калибровки не пройдены, появляется предупреждающее сообщение (рисунок 7). Проверьте, исправность соединяющих кабелей и правильность их подключения во время калибровки. В случае исправности кабелей, канальная плата бракуется и направляется в ремонт.

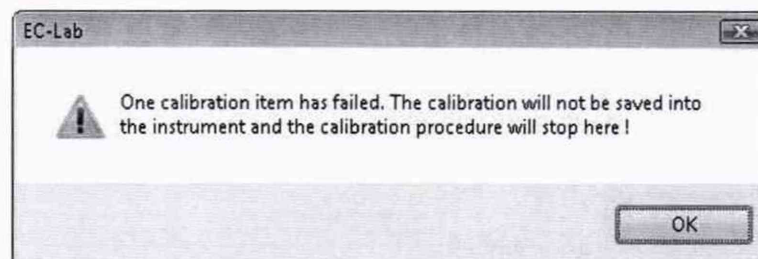


Рисунок 7 – Сообщение программы «ecal4.bin» в случае ошибки калибровки

### 7.6 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

- 1) Подготовить мультиметр 3458A (далее – вольтметр) к работе;

2) Подключить к прибору вольтметр. Подключение производить следующим образом: выходы CA2 и Ref1 (для модификаций SP-50, SP-150, VMP3, VSP) или P1 и S1 (для модификаций BP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300) прибора подключить к положительному входу вольтметра, выходы CA1, Ref2 и Ref3 (для модификаций SP-50, SP-150, VMP3, VSP) или P2, S2 и S3 (для модификаций BP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300) - к отрицательному (см. приложение Б);

3) Включить прибор и вольтметр, установить вольтметр в режим измерений напряжения постоянного тока в диапазоне 10 В;

4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;

5) Запустить программу EC-Lab;

В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберете из списка «**Voltamperometric Techniques**» технику «**Chronoamperometry/chronocoulometry-CA**»;

6) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronoamperometry/chronocoulometry-CA**» (рисунок 8) в окошке «**E Range**» диапазон «-2,5 V; +2,5V», в окошке «**I Range**» диапазон «Auto»;

7) Установите в окошке «**Apply E<sub>i</sub>**» значение напряжения минус 2,50 V, в окошке «**for t<sub>i</sub>**» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений напряжения. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;

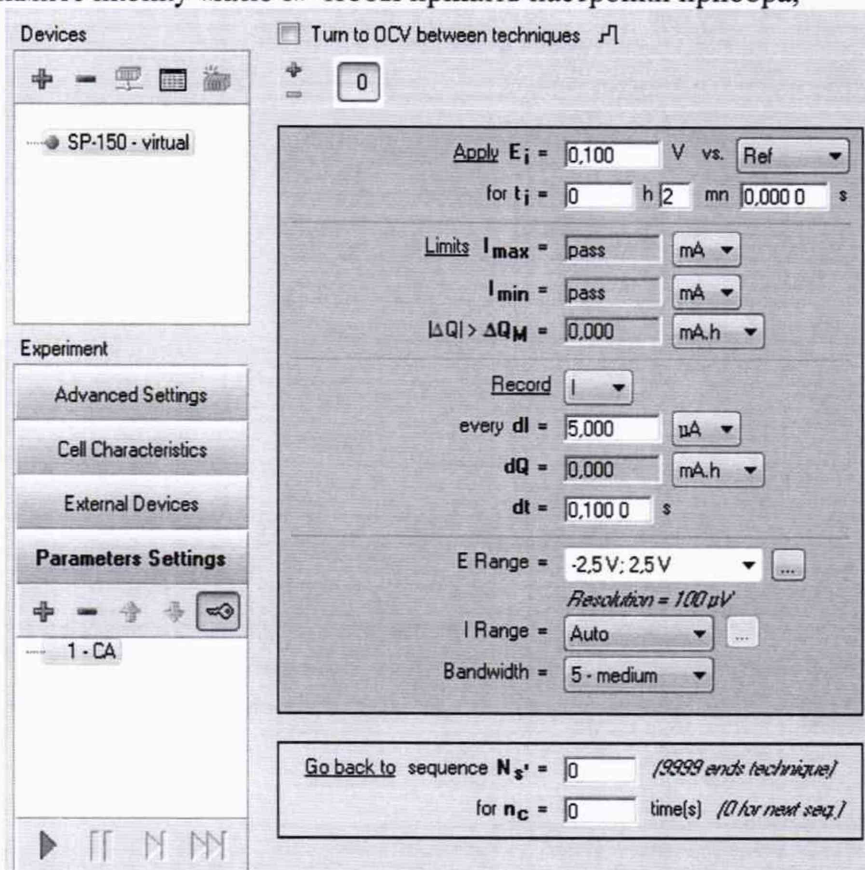


Рисунок 8 – Окно настроек техники CA программы EC-Lab

8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «parameters setting» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление;

9) Наблюдать и зарегистрировать показания вольтметра;



10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply E<sub>i</sub>», равных; минус 2; минус 1,25; минус 0,8; минус 0,25; 0,25; 0,8; 1,25; 2 и 2,5 V;

11) В окне настроек техники «**Chronoamperometry/chronocoulometry-CA**» в окошке «E Range» диапазон «-5 V; +5V»;

12) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply E<sub>i</sub>», равных минус 5; минус 4; минус 3; минус 2; минус 1; 1; 2; 3; 4 и 5 V;

13) В окне настроек техники «**Chronoamperometry/chronocoulometry-CA**» в окошке «E Range» диапазон «-10 V; +10V»;

14) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply E<sub>i</sub>», равных минус 10; минус 7,5; минус 5; минус 3; минус 1; 1; 3; 5; 7,5; 10 V;

15) Вычислить приведённую погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока  $\gamma U$ , % по формуле:

$$\gamma U = \frac{U_x - U_0}{U_H} \cdot 100\% \quad (1)$$

где  $U_x$  – показания поверяемого прибора, В;

$U_0$  – показания эталонного прибора, В;

$U_H$  – верхний предел диапазона воспроизведения, В.

Вычислить абсолютную погрешность по формуле:

$$\Delta U = U_x - U_0 \quad (2)$$

16) Выключить приборы, закрыть программу, отсоединить кабели и принадлежности. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность, определенная по формулам 1 или 2, не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.7 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока

7.7.1 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока для модификаций SP-50, SP-150, VMP3, VSP

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1) Подготовить мультиметр 3458A (далее – амперметр) к работе;

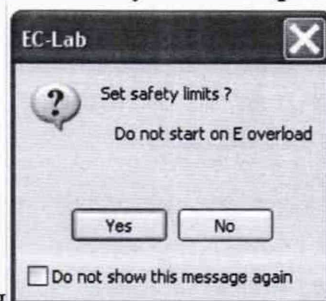
2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы CA2 и Ref1 прибора подключить к положительному входу амперметра, выходы CA1, Ref2 и Ref3 - к отрицательному (см. приложение Б);

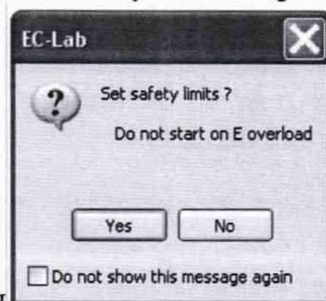
3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 1 А;

4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;

5) Запустить программу EC-Lab;

6) В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «**Voltamperometric Techniques**» технику «**Chronopotentiometry-CP**»;



7) При получении сообщения  нажмите клавишу «Yes»

8) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronopotentiometry-CP**» (рисунок 9) в окошке «**E Range**» диапазон «-10 V; +10V»; в окошке «**I Range**» диапазон «1A». Установите в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» значение силы тока минус 400 mA (или 800 mA), в окошке «**for t<sub>s</sub>**» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;

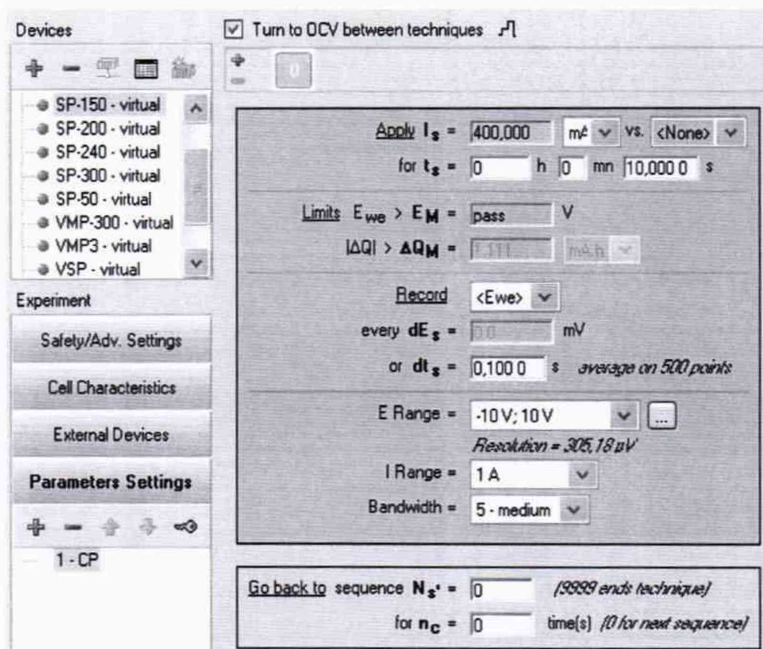
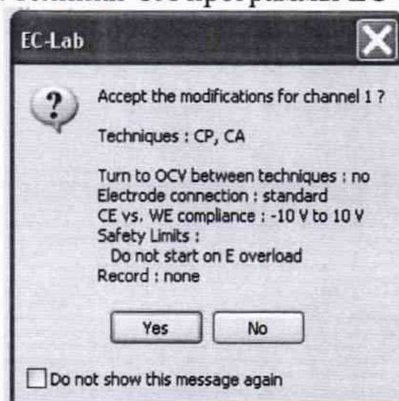


Рисунок 9 – Окно настроек техники СА программы EC-Lab



9) При получении сообщения «Yes»; нажмите клавишу

10) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «parameters setting» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление;

11) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра;

12) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» равных минус 320; минус 200; минус 120; минус 40; 40; 120; 200; 320 и 400 mA. Для приборов SP-50 и SP-150, с диапазоном постоянного тока до 800 mA, повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» равных минус 800; минус 600; минус 320; минус 200; минус 120; минус 40; 40; 120; 200; 320; 600 и 800 mA;

13) Установить в окошке «**I Range**» диапазон «100 mA»;

14) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» равных минус 100; минус 80; минус 50; минус 30; минус 10; 10; 30; 50; 80 и 100 mA;

15) Установить в окошке «**I Range**» диапазон «10 mA»;

16) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» равных минус 10; минус 8; минус 5; минус 3; минус 1; 1; 3; 5; 8 и 10 mA;

17) Установить в окошке «**I Range**» диапазон «1 mA»;



- 18) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 1000; минус 800; минус 500; минус 300; минус 100; 100; 300; 500; 800 и 1000  $\mu\text{A}$ ;
- 19) Установить в окошке «I Range» диапазон «100  $\mu\text{A}$ »;
- 20) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 100; минус 80; минус 50; минус 30; минус 10; 10; 30; 50; 80 и 100  $\mu\text{A}$ ;
- 21) Установить в окошке «I Range» диапазон «10  $\mu\text{A}$ »;
- 22) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 10; минус 8; минус 5; минус 3; минус 1; 1; 3; 5; 8 и 10  $\mu\text{A}$ ;
- 23) При отсутствии опции измерения малых токов в поверяемом приборе, перейти к п.32. При наличии данной опции, необходимо продолжить измерения.
- 24) Установить в окошке «I Range» диапазон «1  $\mu\text{A}$ »;
- 25) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 1000; минус 800; минус 500; минус 300; минус 100; 100; 300; 500; 800 и 1000  $\text{nA}$ ;
- 26) Установить в окошке «I Range» диапазон «100  $\text{nA}$ »;
- 27) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 100; минус 80; минус 50; минус 30; минус 10; 10; 30; 50; 80 и 100  $\text{nA}$ ;
- 28) Установить в окошке «I Range» диапазон «10  $\text{nA}$ »;
- 29) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 10; минус 8; минус 5; минус 3; минус 1; 1; 3; 5; 8 и 10  $\text{nA}$ ;
- 30) Установить в окошке «I Range» диапазон «1  $\text{nA}$ »;
- 31) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 1000 и 1000  $\text{pA}$ ;
- 32) Вычислить приведённую погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\gamma I$ , %, по формуле:

$$\gamma I = \frac{I_x - I_0}{I_H} \cdot 100\% \quad (3)$$

где  $I_x$  – показания поверяемого прибора, А;

$I_0$  – показания эталонного прибора, А;

$I_H$  – верхний предел диапазона воспроизведения, А.

Вычислить абсолютную погрешность по формуле:

$$\Delta I = I_x - I_0 \quad (4)$$

33) Выключить приборы, закрыть программу, отсоединить кабели и принадлежности.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность, определенная по формулам 3 или 4, не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.7.2 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителей для модификаций SP-150, VMP3, VSP

7.7.2.1 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителя 2 А для модификаций SP-150, VMP3, VSP

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

- 1) Подготовить мультиметр Fluke 8508A (далее – амперметр) к работе;
- 2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы CA2 (WE) и Ref1 усилителя подключить к положительному входу амперметра, выходы CA1 (CE), Ref2 и Ref3 - к отрицательному (см. приложение Б);
- 3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 2 А;
- 4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в



соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;

- 5) Запустить программу EC-Lab;
- 6) В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «**Voltamperometric Techniques**» технику «**Chronopotentiometry-CP**»;
- 7) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronopotentiometry-CP**» (рисунок 9) в окошке «E Range» диапазон «-10 V; +10V», в окошке «I Range» диапазон «2A». Установите в окошке «Apply I<sub>s</sub>» значение напряжения минус 2 А, в окошке «for t<sub>s</sub>» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;
- 8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «parameters setting» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление
- 9) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра
- 10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 1,6; минус 1; минус 0,6; минус 0,2; 0,2; 0,6; 1; 1,6; 2 А;
- 11) Вычислить приведённую погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\gamma I$ , %, по формуле 3.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках погрешность, определенная по формуле 3 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

#### 7.7.2.2 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителя 5 А для модификаций SP-150, VMP3, VSP

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

- 1) Подготовить мультиметр Fluke 8508A (далее – амперметр) к работе;
- 2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы CA2 (WE) и Ref1 усилителя подключить к положительному входу амперметра, выходы CA1 (CE), Ref2 и Ref3 - к отрицательному (см. приложение Б);
- 3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 20 А;
- 4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;
- 5) Запустить программу EC-Lab;
- 6) В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «**Voltamperometric Techniques**» технику «**Chronopotentiometry-CP**»;
- 7) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronopotentiometry-CP**» (рисунок 9) в окошке «E Range» диапазон «-10 V; +10V», в окошке «I Range» диапазон «5A». Установите в окошке «Apply I<sub>s</sub>» значение напряжения минус 5 А, в окошке «for t<sub>s</sub>» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;
- 8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «parameters setting» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление
- 9) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра
- 10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 4; минус 2,5; минус 1,5; минус 0,5; 0,5; 1,5; 2,5; 4; 5 А;
- 11) Вычислить приведённую погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\gamma I$ , %, по формуле 3.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность, определенная по формуле 3 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.7.2.3 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителя 10 А для модификаций SP-150, VMP3, VSP

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

- 1) Подготовить мультиметр Fluke 8508A (далее – амперметр) к работе;
- 2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы CA2 (WE) и Ref1 усилителя подключить к положительному входу амперметра, выходы CA1 (CE), Ref2 и Ref3 - к отрицательному (см. приложение Б);
- 3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 20 А;
- 4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;
- 5) Запустить программу EC-Lab;
- 6) В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «**Voltamperometric Techniques**» технику «**Chronopotentiometry-CP**»;
- 7) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronopotentiometry-CP**» (рисунок 9) в окошке «**E Range**» диапазон «-10 V; +10V», в окошке «**I Range**» диапазон «10A». Установите в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» значение напряжения минус 10 А, в окошке «**for t<sub>s</sub>**» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;
- 8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «**parameters setting**» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление;
- 9) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра;
- 10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» равных минус 8; минус 5; минус 3; минус 1; 1; 3; 5; 8; 10 А;
- 11) Вычислить приведённую погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\gamma I, \%$ , по формуле 3.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность, определенная по формуле 3 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.7.2.4 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителя 20 А для модификаций SP-150, VMP3, VSP

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

- 1) Подготовить мультиметр Fluke 8508A (далее – амперметр) к работе;
- 2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы CA2 (WE) и Ref1 усилителя подключить к положительному входу амперметра, выходы CA1 (CE), Ref2 и Ref3 - к отрицательному (см. приложение Б);
- 3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 20 А;
- 4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;

- 5) Запустить программу EC-Lab;
- 6) В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «**Voltamperometric Techniques**» технику «**Chronopotentiometry-CP**»;
- 7) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronopotentiometry-CP**» (рисунок 9) в окошке «E Range» диапазон «-10 V; +10V», в окошке «I Range» диапазон «20A». Установите в окошке «Apply I<sub>s</sub>» значение напряжения минус 20 А, в окошке «for t<sub>s</sub>» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;
- 8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «parameters setting» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление
- 9) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра
- 10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 16; минус 10; минус 6; минус 2; 2; 6; 10; 16; 20 А;
- 11) Вычислить приведенную погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\gamma I$ , %, по формуле 3.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках погрешность, определенная по формуле 3 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

### 7.7.3 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока для модификаций BP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

- 1) Подготовить мультиметр 3458А (далее – амперметр) к работе;
- 2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы P1 и S1 прибора подключить к положительному входу амперметра, выходы P2, S2 и S3 - к отрицательному (см. приложение Б);
- 3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 1 А;
- 4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;
- 5) Запустить программу EC-Lab;
- 6) В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «**Voltamperometric Techniques**» технику «**Chronopotentiometry-CP**»;
- 7) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronopotentiometry-CP**» (рисунок 9) в окошке «E Range» диапазон «-10 V; +10V»; в окошке «I Range» диапазон «1A». Установите в окошке «Apply I<sub>s</sub>» значение напряжения минус 500 мА, в окошке «for t<sub>s</sub>» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;
- 8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «parameters setting» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление
- 9) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра
- 10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 400; минус 250; минус 150; минус 50; 50; 150; 250; 400 и 500 мА;
- 11) Установить в окошке «I Range» диапазон «100 mA»;
- 12) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 100; минус 80; минус 50; минус 30; минус 10; 10; 30; 50; 80 и 100 мА;
- 13) Установить в окошке «I Range» диапазон «10 mA»;

- 14) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 10; минус 8; минус 5; минус 3; минус 1; 1; 3; 5; 8 и 10 mA;
- 15) Установить в окошке «I Range» диапазон «1 mA»;
- 16) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 1000; минус 800; минус 500; минус 300; минус 100; 100; 300; 500; 800 и 1000  $\mu$ A;
- 17) Установить в окошке «I Range» диапазон «100  $\mu$ A»;
- 18) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 100; минус 80; минус 50; минус 30; минус 10; 10; 30; 50; 80 и 100  $\mu$ A;
- 19) Установить в окошке «I Range» диапазон «10  $\mu$ A»;
- 20) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 10; минус 8; минус 5; минус 3; минус 1; 1; 3; 5; 8 и 10  $\mu$ A;
- 21) Установить в окошке «I Range» диапазон «1  $\mu$ A»;
- 22) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 1000; минус 800; минус 500; минус 300; минус 100; 100; 300; 500; 800 и 1000 nA;
- 23) При отсутствии опции измерения малых токов в поверяемом приборе, перейти к вычислению погрешности по формуле 4. При наличии данной опции, необходимо продолжить измерения.
- 24) Установить в окошке «I Range» диапазон «100 nA»;
- 25) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 100; минус 80; минус 50; минус 30; минус 10; 10; 30; 50; 80 и 100 nA;
- 26) Установить в окошке «I Range» диапазон «10 nA»;
- 27) Повторить действия 8), 10, 11) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 10; минус 8; минус 5; минус 3; минус 1; 1; 3; 5; 8 и 10 nA;
- 28) Установить в окошке «I Range» диапазон «1 nA»;
- 29) Повторить действия для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>s</sub>» равных минус 1000 и 1000 pA;
- 30) Вычислить абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\Delta I$  по формуле 4.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность, определенная по формуле 4 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

#### 7.7.4 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителей для модификаций BP-300, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300

##### 7.7.4.1 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителя 1 А для модификаций BP-300, SP-300, VMP-300, VSP-300

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

- 1) Подготовить мультиметр Fluke 8508A (далее – амперметр) к работе;
- 2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы P1 и S1 прибора и P1 усилителя подключить к положительному входу амперметра, выходы P2, S2 и S3 прибора и P2 усилителя - к отрицательному (см. приложение Б);
- 3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 2 А;
- 4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;
- 5) Запустить программу EC-Lab;
- 6) В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «Voltamperometric Techniques» технику «Chronopotentiometry-CP»;

7) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronopotentiometry-CP**» (рисунок 9) в окошке «**E Range**» диапазон «-10 V; +10V», в окошке «**I Range**» диапазон «1A». Установите в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» значение напряжения минус 1 А, в окошке «**for t<sub>s</sub>**» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;

8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «**parameters setting**» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление

9) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра

10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» равных минус 0,8; минус 0,5; минус 0,3; минус 0,1; 0,1; 0,3; 0,5; 0,8; 1 А;

11) Вычислить приведенную погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\gamma I$ , %, по формуле 3.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках погрешность, определенная по формуле 3 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.7.4.2 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителя 2 А для модификаций BP-300, SP-300, VMP-300, VSP-300. Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1) Подготовить мультиметр Fluke 8508A (далее – амперметр) к работе;

2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы P1 и S1 прибора и P1 усилителя подключить к положительному входу амперметра, выходы P2, S2 и S3 прибора и P2 усилителя - к отрицательному (см. приложение Б);

3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 2 А;

4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;

5) Запустить программу EC-Lab;

6) В окне «**Parameters Settings**» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «**Voltamperometric Techniques**» технику «**Chronopotentiometry-CP**»;

7) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronopotentiometry-CP**» (рисунок 9) в окошке «**E Range**» диапазон «-10 V; +10V», в окошке «**I Range**» диапазон «2A». Установите в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» значение напряжения минус 2 А, в окошке «**for t<sub>s</sub>**» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;

8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «**parameters setting**» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление

9) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра

10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» равных минус 1,6; минус 1; минус 0,6; минус 0,2; 0,2; 0,6; 1; 1,6; 2 А;

11) Вычислить приведенную погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\gamma I$ , %, по формуле 3.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках погрешность, определенная по формуле 3 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

#### 7.7.4.3 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителя 4 А для модификаций BP-300, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

- 1) Подготовить мультиметр Fluke 8508A (далее – амперметр) к работе;
- 2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы P1 и S1 прибора и P1 усилителя подключить к положительному входу амперметра, выходы P2, S2 и S3 прибора и P2 усилителя - к отрицательному (см. приложение Б);
- 3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 20 А;
- 4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;
- 5) Запустить программу EC-Lab;
- 6) В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «Voltamperometric Techniques» технику «Chronopotentiometry-CP»;
- 7) После нажатия иконки «ключ» в окне «parameters setting» установите в окне настроек техники «Chronopotentiometry-CP» (рисунок 9) в окошке «E Range» диапазон «-3 V; +10V», в окошке «I Range» диапазон «4A». Установите в окошке «Apply I<sub>0</sub>» значение напряжения минус 4 А, в окошке «for t<sub>0</sub>» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;
- 8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «parameters setting» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление
- 9) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра
- 10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «Apply I<sub>0</sub>» равных минус 3; минус 2; минус 1; 1; 2; 3; 4 А;
- 11) Вычислить приведённую погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\gamma_I$ , %, по формуле 3.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках погрешность, определенная по формуле 3 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

#### 7.7.4.4 Определение диапазонов воспроизведения и погрешности воспроизведения силы постоянного тока усилителя 10 А для модификаций BP-300, SP-300, VMP-300, VSP-300

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

- 1) Подготовить мультиметр Fluke 8508A (далее – амперметр) к работе;
- 2) Подключить к прибору амперметр. Подключение производить следующим образом: выходы P1 и S1 прибора и P1 усилителя подключить к положительному входу амперметра, выходы P2, S2 и S3 прибора и P2 усилителя - к отрицательному (см. приложение Б);
- 3) Включить прибор и амперметр, установить амперметр в режим измерений силы постоянного тока в диапазоне 20 А;
- 4) Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибор и мультиметр должны быть выдержаны во включенном состоянии, в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут;
- 5) Запустить программу EC-Lab;



6) В окне «Parameters Settings» программы EC-Lab нажмите символ «+» и выберите из списка «**Voltamperometric Techniques**» технику «**Chronopotentiometry-CP**»;

7) После нажатия иконки «ключ» в окне «**parameters setting**» установите в окне настроек техники «**Chronopotentiometry-CP**» (рисунок 9) в окошке «E Range» диапазон «0 V; +5V», в окошке «I Range» диапазон «10A». Установите в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» значение напряжения минус 10 А, в окошке «**for t<sub>s</sub>**» время наблюдения, комфортное для записи измеренных мультиметром значений тока. Нажмите иконку «ключ» чтобы принять настройки прибора;

8) Нажмите зеленую стрелочку в нижней части окна «parameters setting» и задайте имя файла, в котором будет записываться ток, протекающий через нагрузочное сопротивление

9) Наблюдать и зарегистрировать показания амперметра

10) Повторить действия 7) – 9) для значений, установленных в окошке «**Apply I<sub>s</sub>**» равных минус 8; минус 5; минус 3; минус 1; 1; 3; 5; 8; 10 А;

11) Вычислить приведённую погрешность воспроизведения силы постоянного тока  $\gamma I$ , %, по формуле 3.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность, определенная по формуле 3 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Оформление результатов поверки производится в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

При положительных результатах поверки на лицевую панель корпуса прибора наносится знак поверки и (или) выдается свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, знак предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Инженер отдела испытаний  
ООО «ИЦРМ»



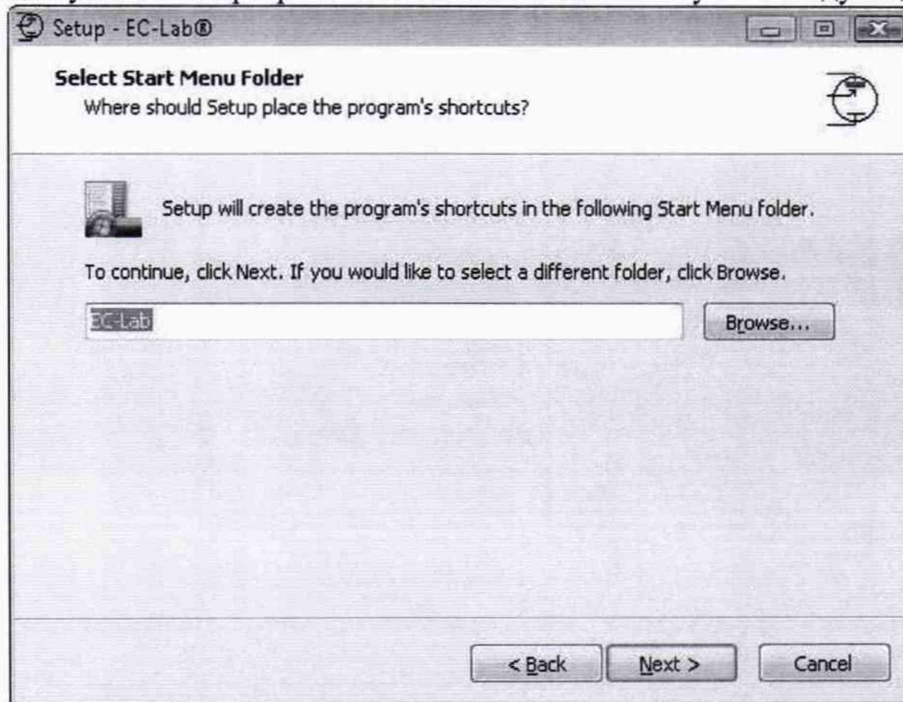
Р.А. Юлык

Приложение А  
(обязательное)  
**Установка программы EC-Lab**

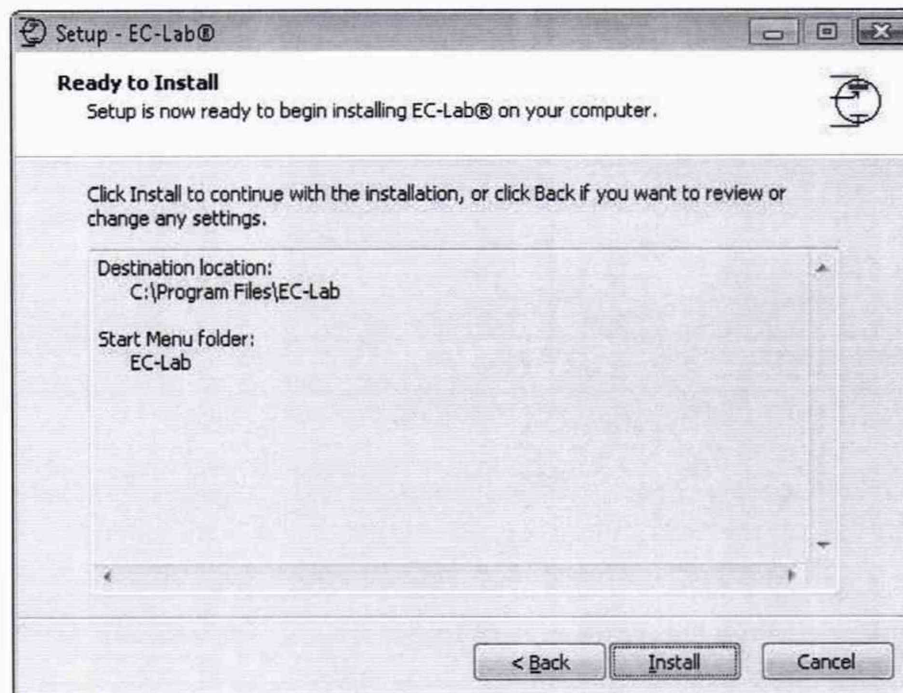
Для установки программного обеспечения необходимо обладать правами администратора для этого компьютера.

Вставьте компакт-диск поставляемый компанией Bio-Logic с прибора в компьютер. Установка программы EC-Lab запускается автоматически. Если на вашем компьютере нет привода CD-Rom, все программное обеспечение можно загрузить с сайта компании Bio-Logic.

Во время операций установки программного обеспечения вы получите следующие сообщения:

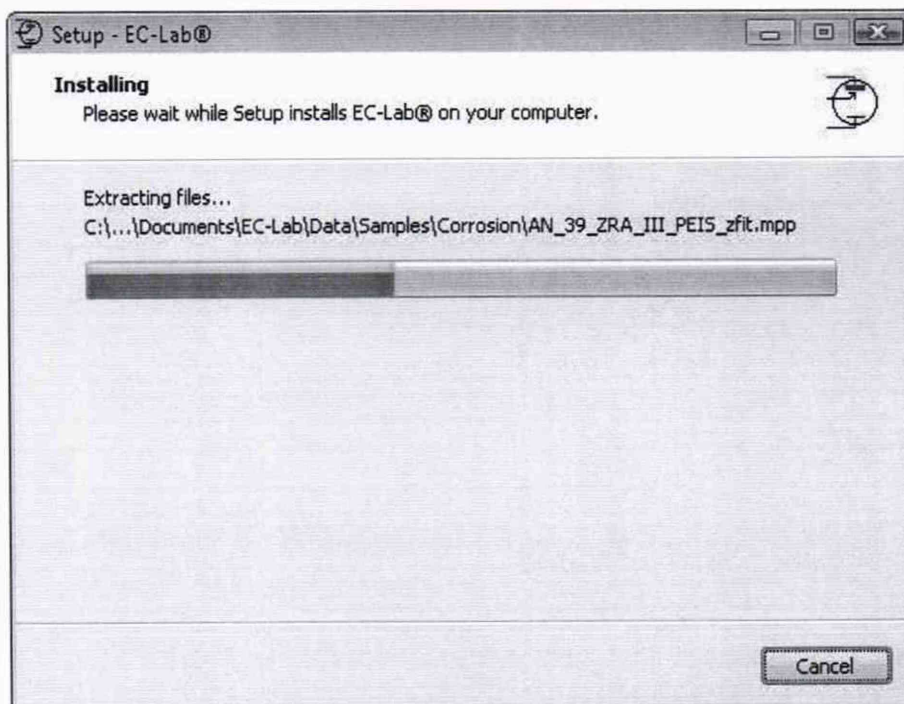
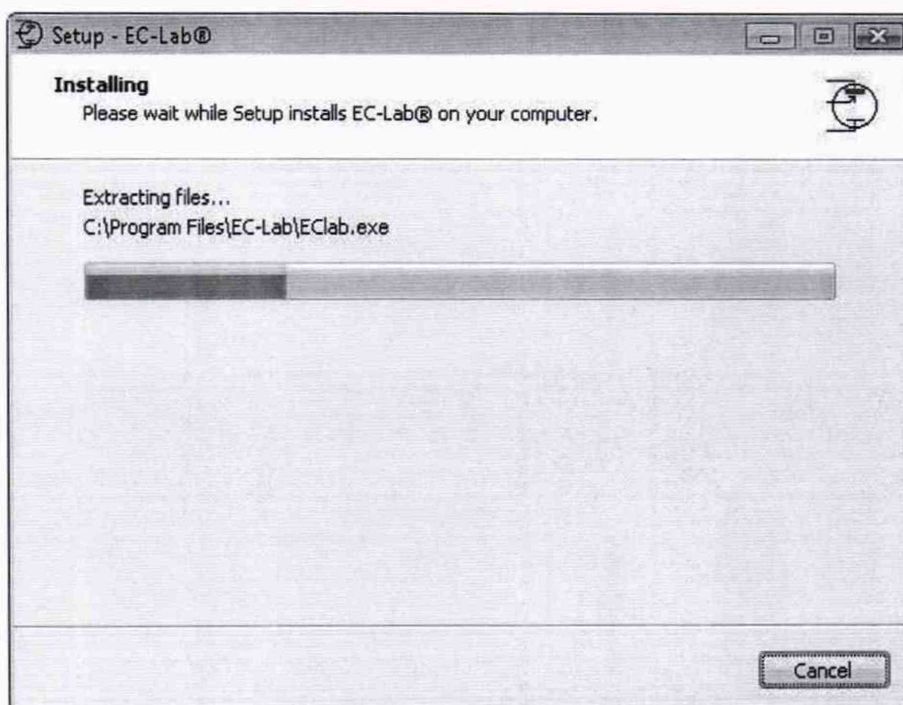


Нажмите кнопку «Next».

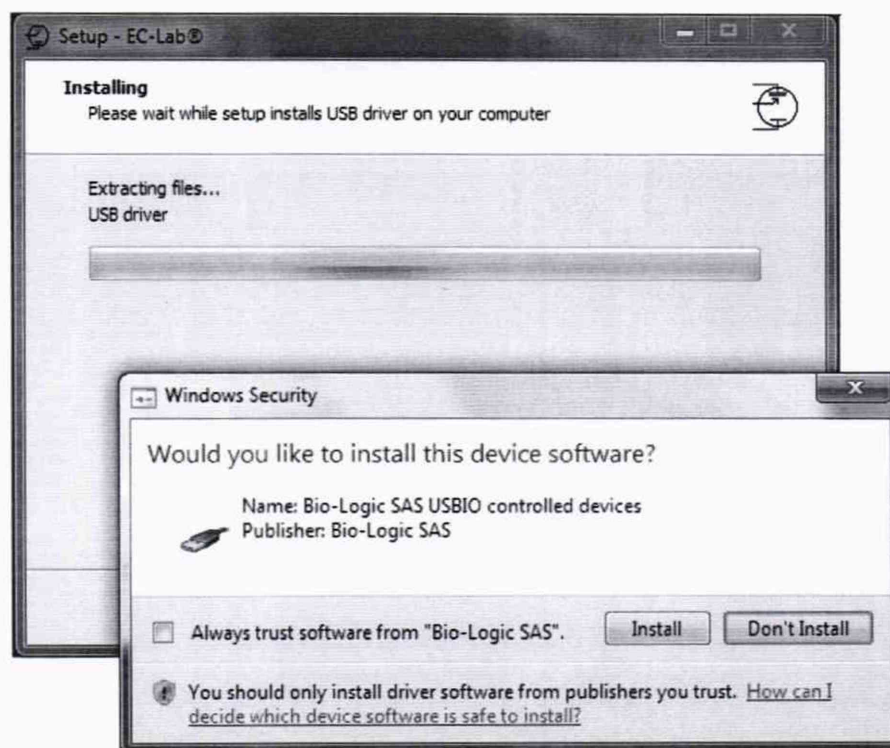


Нажмите кнопку «Install».

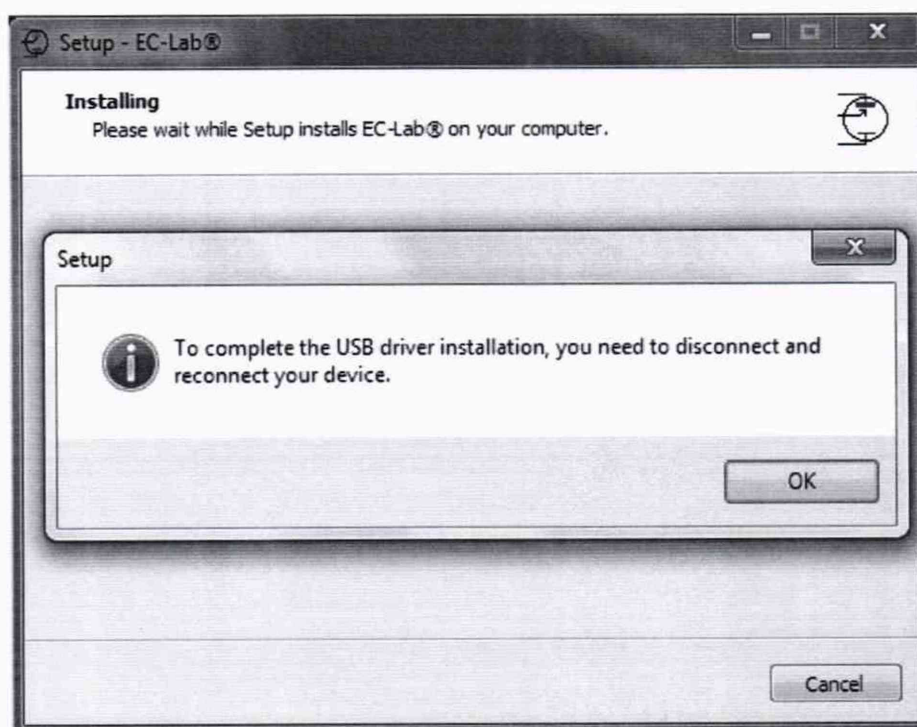




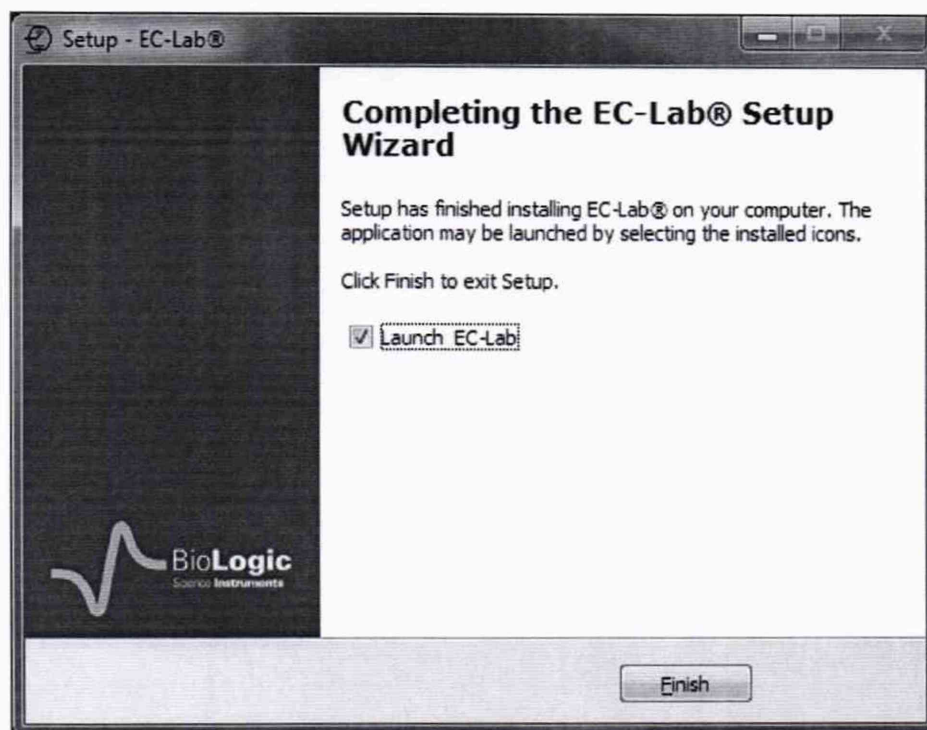
Не предпринимайте никаких действий



Нажмите кнопку «Install»



Нажмите кнопку «OK»



Нажмите кнопку «Finish»

После установки программного обеспечения EC-Lab прибор, подключенный через кабель USB, обнаруживается в окне «Devices» программы EC-Lab. Нажмите кнопку «+», чтобы добавить диагностируемый прибор. Убедитесь, что в этом окне диагностируемый прибор отмечен зеленой точкой, и система самодиагностики не выдает сообщений об ошибке.

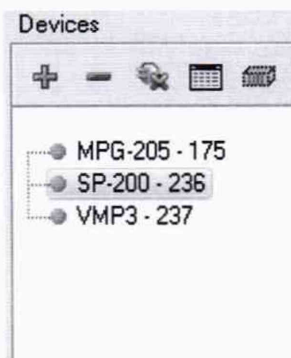
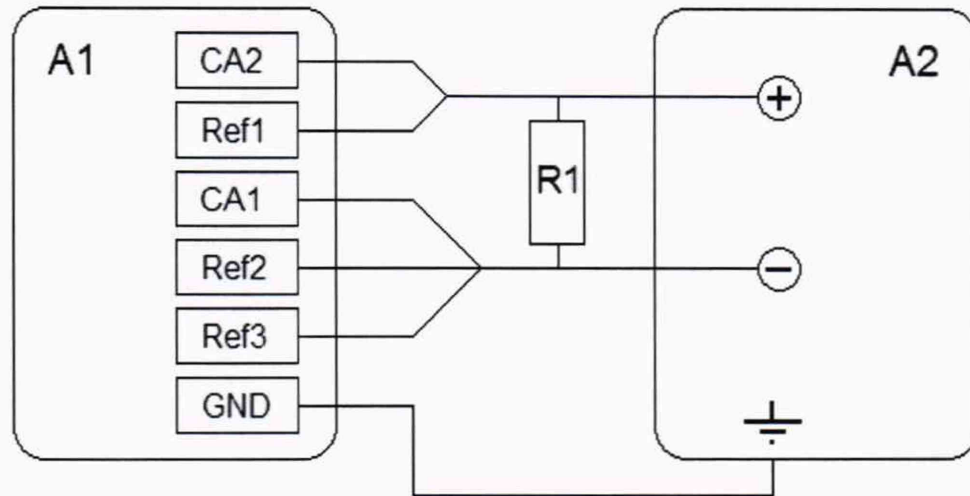


Рисунок А1. Окно «Devices» программы EC-Lab

Приложение Б  
(обязательное)

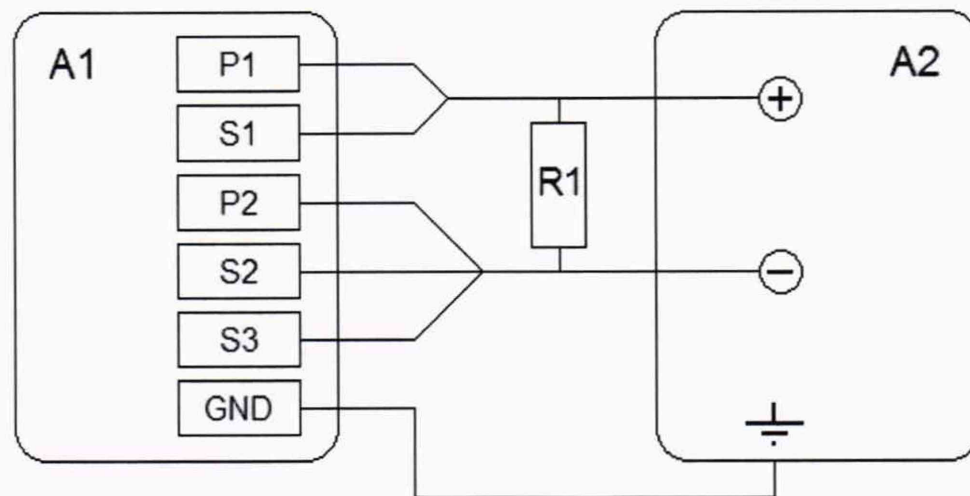
Схема подключения



- A1 Потенциостат-гальваностат SP-50, SP-150, VMP3, VSP  
A2 Контрольный прибор (вольтметр, амперметр)

Рисунок Б.1 - Схема подключения для определения диапазонов и погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока для потенциостатов-гальваностатов SP-50, SP-150, VMP3, VSP

Номинал балластного сопротивления R1 ( $1,0 \pm 0,2$ ) кОм, рассеиваемая мощность 1 Вт

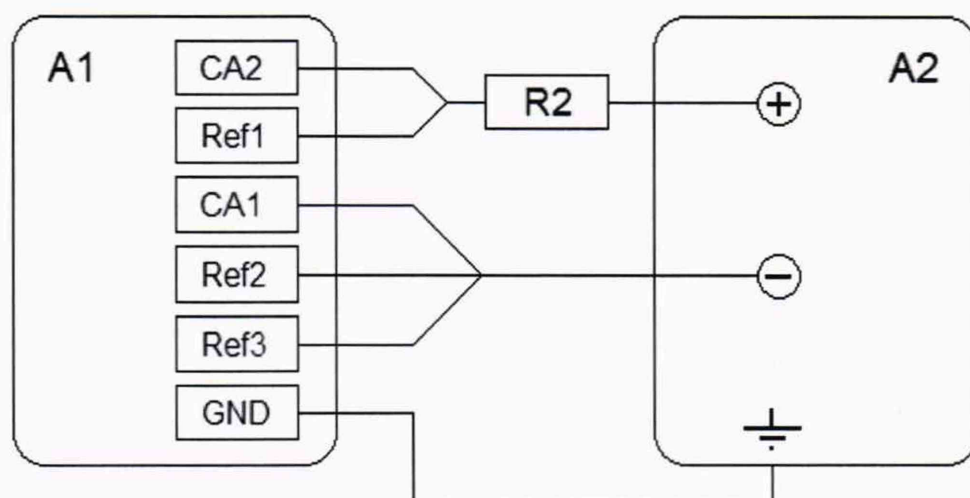


- A1 Потенциостат-гальваностат SP-200, SP-240, SP-300, BP-300, VSP-300, VMP-300  
A2 Контрольный прибор (вольтметр, амперметр)

Рисунок Б.2 - Схема подключения для определения диапазонов и погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока для потенциостатов-гальваностатов BP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300

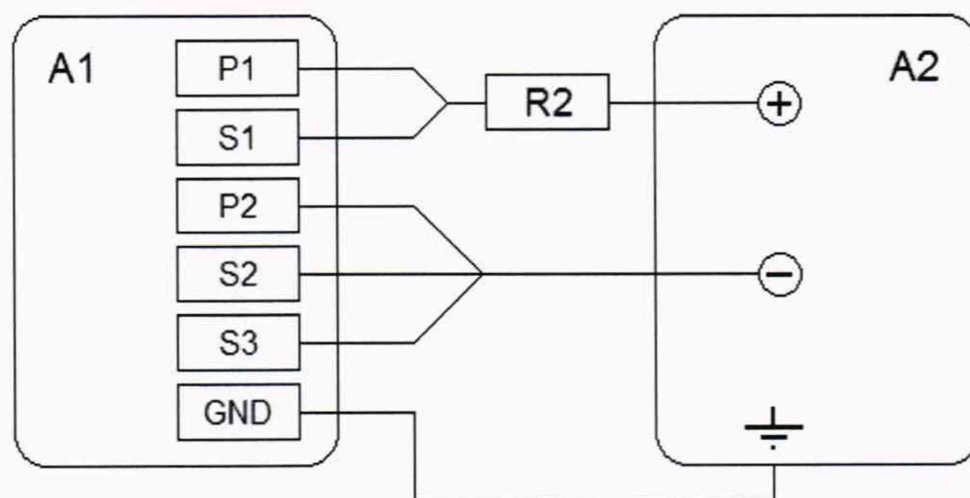
Номинал балластного сопротивления R1 ( $1,0 \pm 0,2$ ) кОм, рассеиваемая мощность 1 Вт





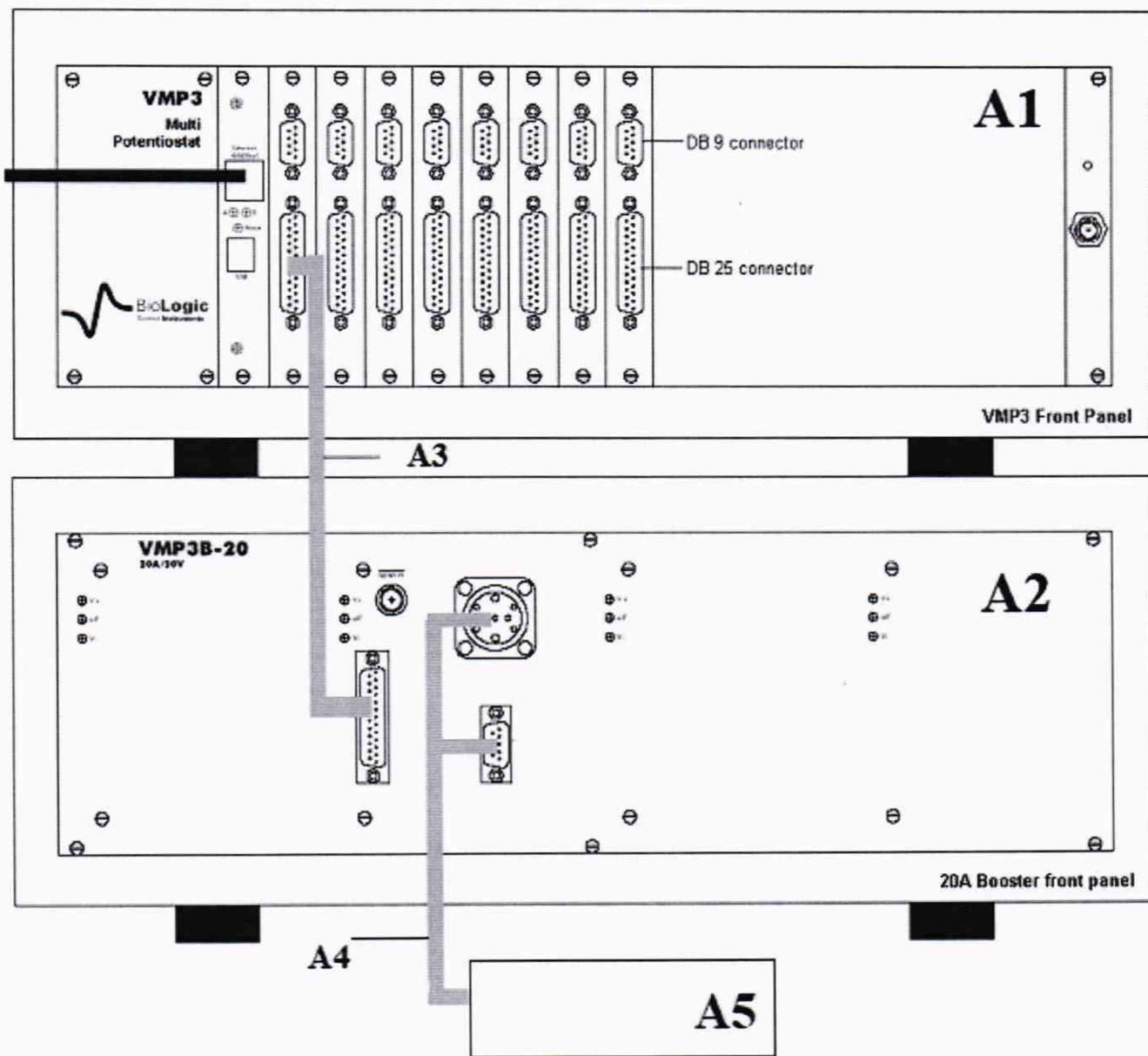
- A1 Потенциостат-гальваностат SP-50, SP-150, VMP3, VSP  
 A2 Контрольный прибор (вольтметр, амперметр)

Рисунок Б.3 - Схема подключения для определения диапазонов и погрешности воспроизведения силы постоянного тока для потенциостатов-гальваностатов SP-50, SP-150, VMP3, VSP  
 Номинал балластного сопротивления R2 (1,0±0,2) Ом, рассеиваемая мощность 1 Вт



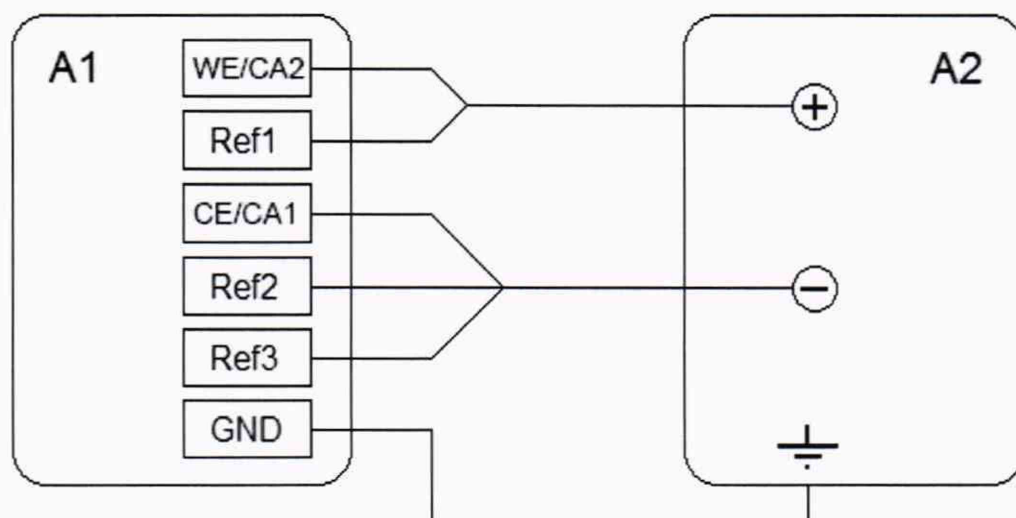
- A1 Потенциостат-гальваностат BP-300, SP-200, SP-240, SP-300,  
 VMP-300, VSP-300  
 A2 Контрольный прибор (вольтметр, амперметр)

Рисунок Б.4 - Схема подключения для определения диапазонов и погрешности воспроизведения силы постоянного тока для потенциостатов-гальваностатов BP-300, SP-200, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300  
 Номинал балластного сопротивления R2 (1,0±0,2) Ом, рассеиваемая мощность 1 Вт



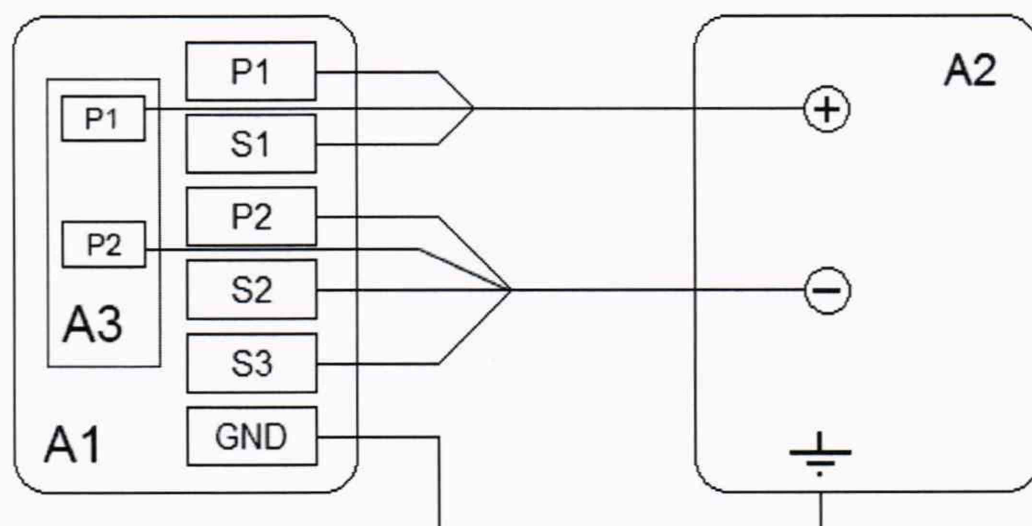
- A1 Потенциостат-гальваностат SP-150, VMP3, VSP
- A2 Усилитель тока для приборов SP-150, VMP3, VSP
- A3 Соединительный кабель между усилителем и потенциостатом-гальваностатом SP-150, VMP3, VSP
- A4 Соединительный кабель от усилителя к контрольному прибору (вольтметру, амперметру)
- A5 Контрольный прибор (вольтметр, амперметр)

Рисунок Б.5 - Схема подключения потенциостата-гальваностата SP-150, VMP3, VSP к усилителю тока для определения диапазонов и погрешности воспроизведения силы постоянного тока для усилителей тока потенциостатов-гальваностатов SP-150, VMP3, VSP



- A1            Усилитель тока для приборов SP-150, VMP3, VSP  
 A2            Контрольный прибор (вольтметр, амперметр)

Рисунок Б.6 - Схема подключения для определения диапазонов и погрешности воспроизведения силы постоянного тока для усилителей тока потенциостатов-гальваностатов SP-150, VMP3, VSP



- A1            Потенциостат-гальваностат BP-300, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300  
 A2            Контрольный прибор (вольтметр, амперметр)  
 A3            Встроенная плата усилителя тока

Рисунок Б.7 - Схема подключения для определения диапазонов и погрешности воспроизведения силы постоянного тока для усилителей тока потенциостатов-гальваностатов BP-300, SP-240, SP-300, VMP-300, VSP-300