

# Титратор Фишера Эксперт-007М

## Руководство по эксплуатации и методика поверки

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Алматы (7273)495-231  
Ангарск (3955)60-70-56  
Архангельск (8182)63-90-72  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Благовещенск (4162)22-76-07  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Владикавказ (8672)28-90-48  
Владимир (4922)49-43-18  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Коломна (4966)23-41-49  
Кострома (4942)77-07-48  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Курган (3522)50-90-47  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новыйрск (3496)41-32-12  
Новосибирск (383)227-86-73

Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Петрозаводск (8142)55-98-37  
Псков (8112)59-10-37  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Саранск (8342)22-96-24  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35

Сыктывкар (8212)25-95-17  
Тамбов (4752)50-40-97  
Тверь (4822)63-31-35  
Тольятти (8482)63-91-07  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)33-79-87  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Улан-Удэ (3012)59-97-51  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Чита (3022)38-34-83  
Якутск (4112)23-90-97  
Ярославль (4852)69-52-93

Россия +7(495)268-04-70

Казахстан +7(7172)727-132

Киргизия +996(312)96-26-47

exa@nt-rt.ru || <https://econix.nt-rt.ru/>

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>ОПИСАНИЕ И РАБОТА.....</b>	<b>8</b>
2.1	Назначение.....	8
2.2	Характеристики .....	8
2.3	Состав титратора.....	10
2.4	Устройство и работа титратора .....	11
2.4.1	Принцип работы титратора.....	11
2.4.2	Конструкция титратора .....	14
2.4.3	Управление работой титратора.....	20
2.4.4	Маркировка и пломбирование .....	21
2.4.5	Упаковка.....	22
<b>3</b>	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....</b>	<b>23</b>
3.1	Эксплуатационные ограничения .....	23
3.2	Подготовка титратора к работе.....	23
3.3	Использование титратора .....	27
3.3.1	Включение титратора.....	27
3.3.2	Просмотр и установка параметров.....	29
3.3.3	Определение параметров дрейфа (для кулонометрических титраторов)....	37
3.3.4	Определение титра реактива (для волюмометрических титраторов).....	37
3.3.5	Выполнение измерений массы воды .....	39
	Выполнение измерений массы воды (для кулонометрических титраторов) .....	39
	Выполнение измерений массы воды (для волюмометрических титраторов).....	42
<b>4</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....</b>	<b>44</b>
4.1	Общие указания .....	44
4.2	Внешний осмотр.....	44
4.3	Требования к квалификации оператора .....	44
4.4	Меры безопасности .....	44
<b>5</b>	<b>МЕТОДИКА ПОВЕРКИ.....</b>	<b>46</b>
5.1	Операции поверки.....	46
5.2	Средства поверки .....	48
5.3	Требования техники безопасности .....	49
5.4	Условия поверки .....	50
5.5	Подготовка к поверке.....	50
5.6	Требования к квалификации поверителя .....	50
5.7	Проведение поверки.....	50
5.7.1	Внешний осмотр.....	50
5.7.2	Опробование .....	51
5.8.	Подключение оборудования для проведения поверки.....	51
	Соберите схему подключения:.....	51
5.9	Определение относительной погрешности ИП измерений количества вещества (воды) с использованием бипотенциметрической (биамперометрической) индикаторной системы для кулонометрических титраторов модификаций Эксперт-007М, Эксперт-007М А, Эксперт-007 М АП.....	53

5.10	Определение относительной погрешности ИП измерений количества вещества (воды) с использованием бипотенциометрической (биамперометрической) индикаторной системы для волюмометрических титраторов модификаций «Эксперт-007МВ.....	55
5.11	Определение относительной погрешности измерений количества вещества (воды) титратора в комплекте с ячейкой кулонометрической жидкостной с фильтром с использованием бипотенциометрической (биамперометрической) индикаторной системы..	58
5.12	Определение относительной погрешности измерений количества вещества (воды) титратора в комплекте с цифровой бюреткой и титровальной ячейкой с использованием бипотенциометрической (биамперометрической) индикаторной системы.....	61
5.13	Оформление результатов поверки .....	62
<b>6</b>	<b>РЕМОНТ .....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.....</b>	<b>64</b>
7.1	Транспортирование .....	64
7.2	Хранение .....	64
<b>8</b>	<b>ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....</b>	<b>65</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1_Перечень реактивов.....</b>	<b>66</b>

## **1 ВВЕДЕНИЕ**

Настоящая инструкция по эксплуатации (далее - ИЭ) предназначена для ознакомления с устройством, принципом действия и правилами эксплуатации титраторов Фишера "ЭКСПЕРТ – 007М" (далее - титраторов).

Методика поверки (раздел №5 ИЭ), являющаяся неотъемлемой частью руководства по эксплуатации, согласована и утверждена ФГУП «ВНИИФТРИ»

## 2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 2.1 Назначение

Титраторы предназначены для количественного определения массы воды, содержащейся в жидкостях (например, нефти и нефтепродуктах, трансформаторном масле, спиртах и других растворителях для органического синтеза) и твердых веществах.

Титраторы могут использоваться в химико-технологических, агрохимических и аналитических лабораториях промышленных предприятий, научно-исследовательских учреждений, органах контроля, инспекции и надзора. Титраторы могут применяться в лабораторных и полевых условиях.

Рабочие условия эксплуатации:

<b>Температура окружающего воздуха, °С</b>	+ 5...+ 40
<b>Относительная влажность воздуха, %</b>	до 80% при 25°С
<b>Атмосферное давление, кПа мм рт. ст.</b>	84...106.7 630...800

### 2.2 Характеристики

Титраторы могут выпускаться в следующих модификациях, приведенных в таблице и имеющих одинаковые метрологические характеристики:

<b>Модификация</b>	<b>Описание и принцип работы</b>
<b>Эксперт-007М</b>	Кулонометрический титратор с бипотенциометрической индикацией конечной точки титрования
<b>Эксперт-007М А</b>	Кулонометрический титратор с биамперометрической индикацией конечной точки титрования
<b>Эксперт-007М АП</b>	Кулонометрический титратор с бипотенциометрической и биамперометрической индикацией конечной точки титрования (2 режима)
<b>Эксперт-007М В</b>	Волюмометрический титратор с бипотенциометрической или биамперометрической (по выбору) индикацией конечной точки титрования

Диапазон измерения воды в пробе	1 мкг до 100 мг
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы воды титратором (в комплекте с ячейкой кулонометрической жидкостной с использованием бипотенциометрической индикаторной системы для определения точки эквивалентности), не более:	$\pm 2,0 \%$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества электричества (кулонометрических титраторов) и количества вещества (волюмометрических титраторов) измерительным преобразователем, не более:	$\pm 0,3 \%$
Использование в соответствии с видом анализируемого на содержание воды вещества различных типов электрохимических ячеек	Допускается
Питание титратора осуществляется от сети переменного тока через блок питания:	
частотой	50 $\pm$ 1Гц
напряжением	220 $\pm$ 22 В
Мощность, потребляемая титратором не более	10 ВА
Сила тока, потребляемая титратором от блока питания (при выключенной подсветке дисплея), не более	500 мА
Время установления рабочего режима (предварительный прогрев) не более	20 минут
Продолжительность непрерывной работы должна быть не более	20 часов
Титратор устойчив к воздействию:	
температуры окружающего воздуха	+5...+40 °С
относительной влажности	до 90% при 25°С.
Габаритные размеры составных частей титратора не более:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ИП (ширина×длина×высота), мм:</li> <li>• магнитная мешалка</li> <li>• блок коммутации</li> <li>• электроды и кулонометрическая ячейка</li> </ul>	<p>340x330x120</p> <p>в соответствии с паспортом</p> <p>в соответствии с паспортом</p> <p>в соответствии с паспортом</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• бюретка</li> </ul>	в соответствии с паспортом
Масса составных частей титратора должна быть не более, кг: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ИП, не более</li> <li>• магнитная мешалка</li> <li>• блок коммутации</li> <li>• электроды и кулонометрическая ячейка</li> <li>• бюретка</li> </ul>	1.5 1.0 1.0 в соответствии с паспортом в соответствии с паспортом

Титратор в транспортной таре прочен в предельных условиях транспортирования по группе 3 ГОСТ 22261.

По защищенности от воздействия окружающей среды титратор выполнен в пыле-влагозащищенном исполнении. Степень защиты от проникновения пыли и воды IP54 по ГОСТ 14254.

Титратор имеет стандартный интерфейс связи RS 232 и может работать как автономно, так и совместно с компьютерами типа IBM PC. Предусмотрена возможность записи в память результатов измерений количества вещества.

Титраторы относятся к восстанавливаемым, ремонтируемым изделиям.

Средняя наработка на отказ в нормальных условиях не менее	20000 часов
Среднее время восстановления $T_B$ работоспособного состояния не более	4 часов
Средний срок службы $T_C$ не менее	10 лет

### 2.3 Состав титратора

Модификация прибора	Наименование	Кол-во, шт.
Эксперт-007М	Измерительный преобразователь	1
	Блок питания	1
Эксперт-007М АП	Магнитная мешалка	1
	Кабель RS232	1

<b>Эксперт-007М В</b>	Руководство по эксплуатации с МП	1
	Описание программы	1
	Дискета с ПО	1
	Комплект ЗИП	1
	Блок коммутации	1
<b>Эксперт-007М</b>	Кулонометрическая ячейка <sup>1</sup> :	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Корпус ячейки</li> </ul>	1
<b>Эксперт-007М А</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Порт ввода</li> </ul>	1
<b>Эксперт-007М АП</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Хлор-кальциевая трубка</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Генераторный электрод</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электрод индикаторной системы</li> </ul>	1
<b>Эксперт-007М В</b>	Титровальная ячейка <sup>1</sup> в составе:	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Корпус ячейки</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Крышка с портом ввода</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Хлор-кальциевая трубка</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электрод индикаторной системы</li> </ul>	1
	Цифровая бюретка <sup>2</sup>	1

## 2.4 Устройство и работа титратора

### 2.4.1 Принцип работы титратора

Работа титраторов основана на реакции Карла Фишера, заключающейся в количественном взаимодействии в присутствии воды йода и диоксида серы в метанольно-пиридиновом растворе (реактиве Фишера) с высокой константой скорости.

<sup>1</sup> Конструкция ячеек оговаривается при заказе

<sup>2</sup> Бюретка



После исчерпания воды реакция прекращается, и увеличение концентрации йода обнаруживают посредством бипотенциометрической или биамперометрической индикаторной системы.

Принцип работы кулонометрических титраторов основан на использовании закона Фарадея, согласно которому масса анализируемой воды определяется количеством электричества, израсходованного на проведение реакции.

Титратор регистрирует время электролиза и рассчитывает согласно закону Фарадея количество воды  $n$ , содержащейся во введенной в кулонометрическую ячейку пробе. Величина  $n$  прямо пропорционально количеству электричества  $Q$ , проходящего через электролит:

$$n = \frac{M \cdot Q}{z \cdot F} = \frac{M \cdot \int I dt}{z \cdot F},$$

Где  $M = 18016$  – масса моля воды, мг/моль;

$I$  – сила тока, А;

$t$  – время электролиза, с;

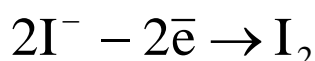
$z = 2$  – количество электронов, переходящих в ходе реакции Фишера от раствора на электрод в пересчете на одну молекулу воды;

$F$  – константа Фарадея ( $96485,3415 \pm 0,0039$ ), Кл/моль.

Метод определения основан на реакции Карла Фишера, заключающейся во взаимодействии в присутствии воды диоксида серы с йодом в реактиве Фишера:



В электролите имеется избыток йодистоводородной кислоты, окислением которой на аноде генерируют йод:



В присутствии воды образующийся йод количественно взаимодействует с высокой константой скорости с  $SO_2$ . После исчерпания воды реакция прекращается, и увеличение концентрации йода обнаруживают посредством бипотенциометрической (биамперометрической) индикаторной системы.

### Например:

- в биамперметрической индикаторной системе увеличение концентрации йода приводит к возрастанию силы тока между индикаторными электродами (80-90 мкА) и при достижении некоего заданного значения силы тока электролиз прекращается.
- в бипотенциометрической индикаторной системе увеличение концентрации йода приводит к снижению потенциала между индикаторными электродами и при достижении некоего заданного значения потенциала (20...50 мВ) электролиз прекращается.

Для увеличения точности измерения количества воды в кулонометрических титраторах применен ряд технических приёмов, таких, как уменьшение силы тока электролиза при приближении к конечной точке титрования (КТТ), учёт дрейфа потенциала или силы тока в течение процесса электролиза.

Универсальность титраторов заключается в том, что при наличии апробированной методики выполнения измерений и подбора соответствующей кулонометрической ячейки, титратор позволяет производить определение содержания воды в широком спектре веществ различных агрегатных состояний.

Титрование воды проводится в кулонометрической ячейке, в которой находятся:

- пара генераторных электродов (анод и катод),
- пара индикаторных электродов, используемых для определения КТТ,
- реактив Фишера,
- проба анализируемого вещества.

Принцип работы волюмометрических титраторов основан на расчете массы анализируемой воды  $n$  по объему титранта (реактива Фишера), израсходованного на проведение реакции.

$$n = T \cdot V$$

Где:  $T$  - титр реактива Фишера мг/см<sup>3</sup>;

$V$  - объем титранта (реактива Фишера) в см<sup>3</sup>;

Определение содержания массы воды проводится в измерительной (титровальной) ячейке титрованием реактивом Фишера, который дозируется управляемой цифровой бюреткой. Титратор управляет цифровой бюреткой. В ячейке находятся: пара индикаторных электродов, используемых для определения конечной точки титрования, проба анализируемого вещества.

Определение КТТ производится в биамперметрическом или бипотенциометрическом режиме (по выбору).

Конструктивно волюмометрические титраторы состоят из измерительного преобразователя, титровальной ячейки с индикаторными электродами, цифровой бюретки, блока коммутации, магнитной мешалки, блока питания.<sup>3</sup>

Титраторы являются микропроцессорными приборами и предназначены как для автономной работы, так и для работы при подключении с IBM-совместимыми компьютерами через интерфейс RS232 для более удобной индикации результатов и кривых титрования на дисплее компьютера, распечатывания результатов.

Титраторы позволяют управлять режимами титрования. Программа составляется пользователем в зависимости от методики выполнения измерений.

Результаты измерения воды выводятся на дисплей прибора в мг или мкг и в %.

Обозначение титраторов при заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

**«Титратор Фишера «ЭКСПЕРТ – 007М-XX» ТУ 4215-003-52722949-2008», где XX модификация прибора**

## **2.4.2 Конструкция титратора**

Конструктивно титраторы состоят из:

- измерительного преобразователя (далее - ИП),
- титровальной ячейки (см. приложение);
- магнитной мешалки;
- блока коммутации
- цифровой бюретки (для волюмометрических титраторов).

ИП представляет собой микропроцессорный блок с питанием от сети переменного тока через внешний блок питания.

Результаты измерений представляются на жидкокристаллическом дисплее в цифробуквенном или графическом виде.

Органы управления и цифровой дисплей расположены на лицевой панели титратора.

---

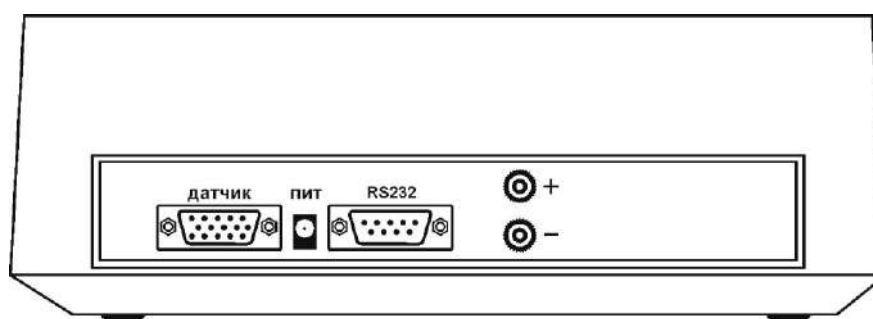
<sup>3</sup> Возможно объединение составных частей титраторов всех модификаций в едином корпусе.

Органы управления и разъёмы внешних электрических соединений имеют соответствующие надписи.

Внешний вид лицевой панели:



Внешний вид задней приборной панели ИП:



Маркировка разъемов:

<b>«датчик»/ «УПР»</b>	разъём для подключения соответствующего кабеля от коммутационного блока
<b>«+»</b>	разъём для подключения анодного разъема «+» кабеля от коммутационного блока
<b>«-»</b>	разъём для подключения катодного разъема «-» кабеля от коммутационного блока
<b>RS 232»</b>	разъём для линии связи с компьютером
<b>«ПИТ»</b>	разъём для подключения питания к задней приборной панели ИП с помощью специального кабеля, подключается блок коммутации.

К задней приборной панели ИП с помощью специального кабеля, подключается блок коммутации.



К блоку коммутации непосредственно подключаются электроды к соответствующим клеммам (см. схемы подключения). Индикаторные электроды могут быть подключены по одной из 2-х схем (биамперометрическая индикация или бипотенциометрическая индикация). Режим индикации устанавливается пользователем в меню титратора в зависимости от модификации.

Подключение электродной системы по биамперометрической или по бипотенциометрической схеме определения конечной точки титрования, «УПР» подключение цифровой бюретки.

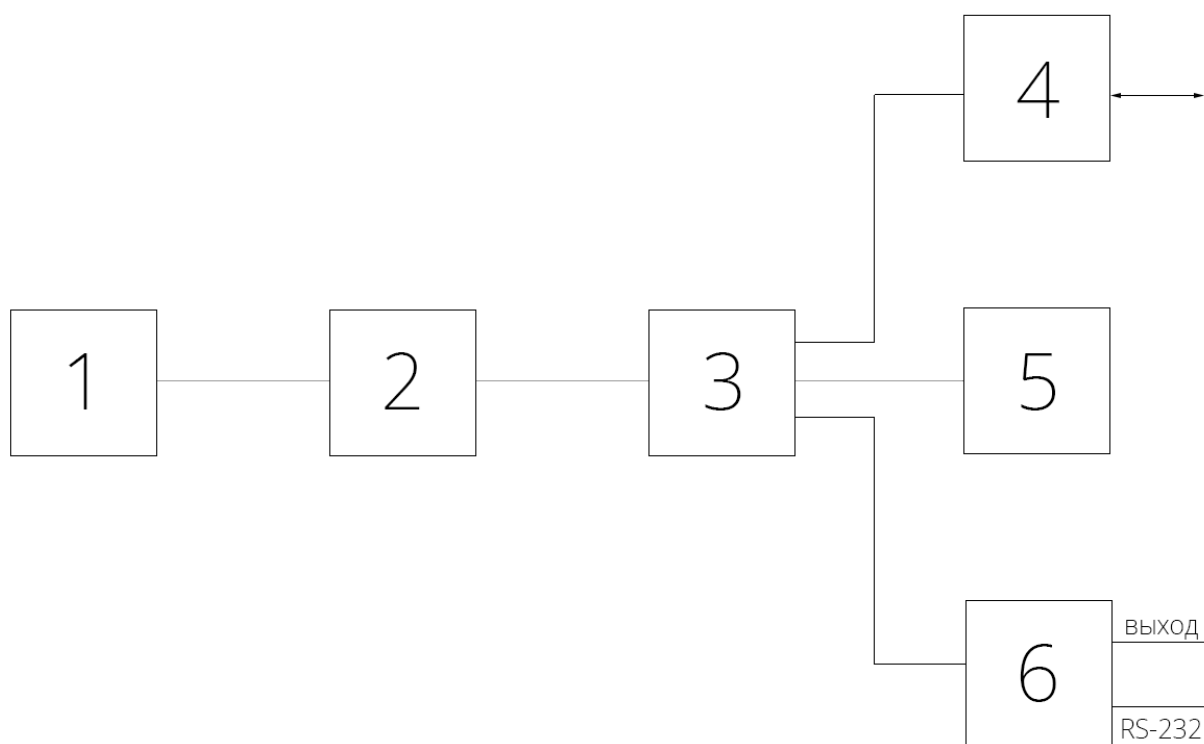
### **Структурная схема измерительного преобразователя**

Работа кулонометрических титраторов при измерении количества вещества основана на измерении времени, израсходованного на кулонометрическое титрование анализируемого вещества при известной и постоянной силе тока. Работа волюмометрических титраторов основана на измерении объема титранта (реактива Фишера), израсходованного на реакцию

Точка эквивалентности в титраторах определяется по уменьшению напряжения (тока) между контактами индикаторного электрода под действием деполяризатора (молекулярного иода).

Математические преобразования и другие функции выполняются микропроцессором, являющимся основным компонентом электронной схемы титратора.

## Структурная схема ИП:



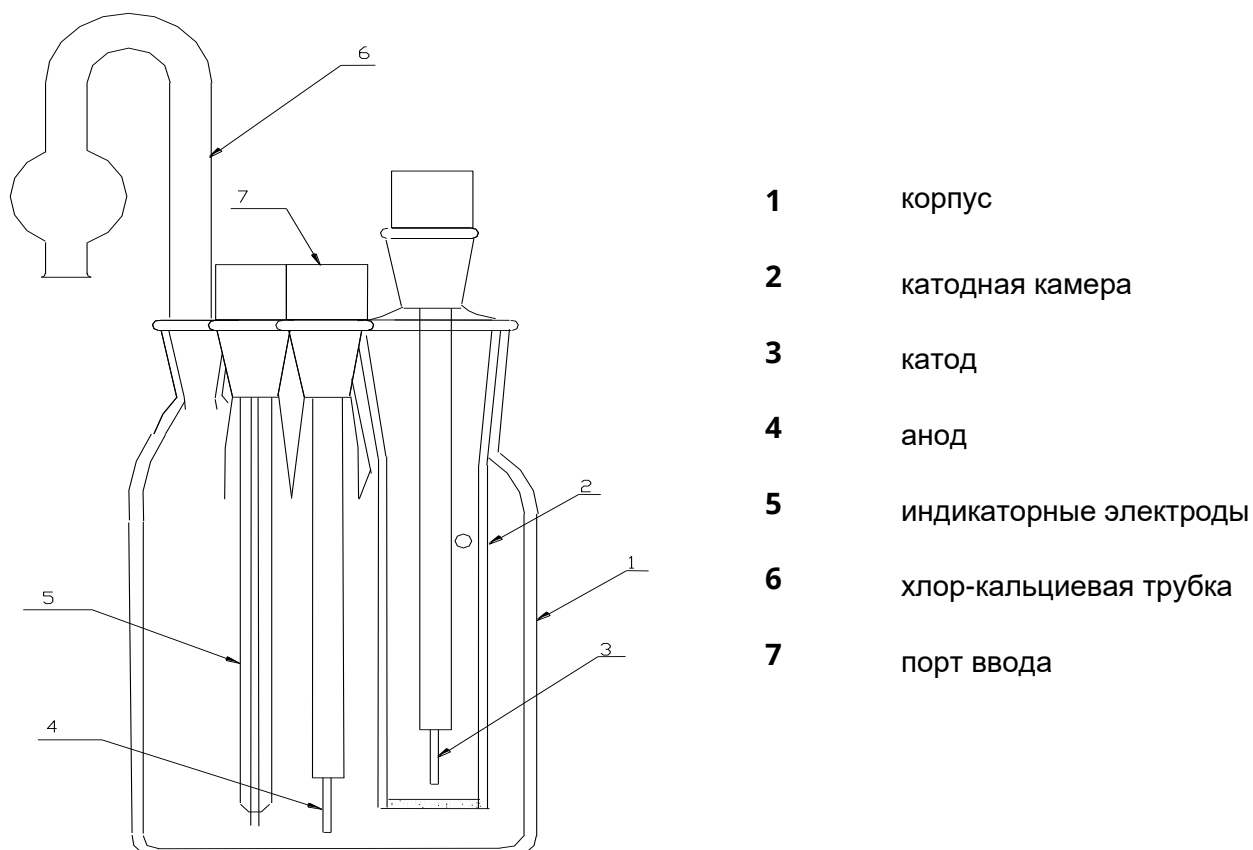
- |   |   |
|---|---|
| 1 | Усилитель входной сигнала бипотенциметрической, (биамперметрической) индикаторной системы |
| 2 | Аналогово-цифровой преобразователь  |
| 3 | Микропроцессорная схема   |
| 4 | Источник тока   |
| 5 | Модуль интерфейса   |
| 6 | Модуль связи с компьютером  |

## Титровальная ячейка

Конструкция ячейки устанавливается пользователем в договоре поставки и выбирается в соответствии с видом анализируемого вещества и модификации титратора.

Типы электрохимических ячеек:

### Ячейка кулонометрическая жидкостная с фильтром для кулонометрических титраторов ЭКСПЕРТ-007М, ЭКСПЕРТ-007МА, ЭКСПЕРТ-007МАП

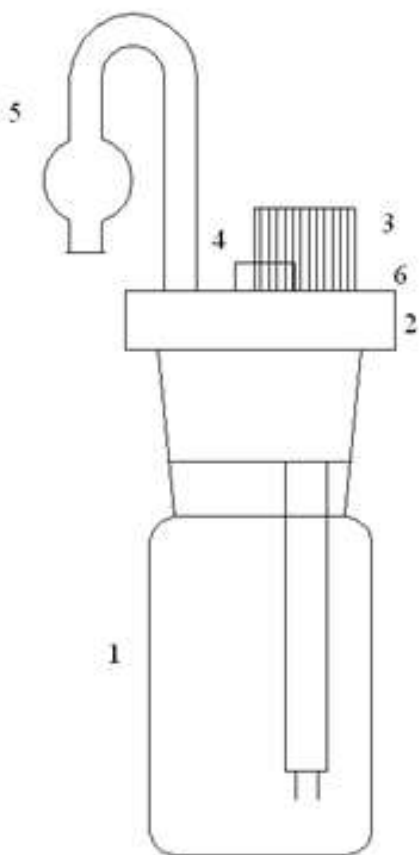


Корпус ячейки выполнен из стекла и имеет четыре горловины со шлифовыми муфтами №14.5 для хлор-кальциевой трубки, порта ввода, генераторного электрода, электродов бипотенциометрической индикаторной системы и одну горловину со шлифововой муфтой № 29 для катодной камеры.

Катодная камера снабжена стеклянным фильтром №4.

Порт ввода служит для введения пробы в ячейку с помощью специального шприца с длиной иглы не менее 80 мм.

## Ячейка титровальная для волюмометрических титраторов ЭКСПЕРТ-007МВ



- |   |  |
|---|--|
| 1 | корпус   |
| 2 | крышка стеклянная  |
| 3 | крышка фторопластовая  |
| 4 | муфта порта ввода  |
| 5 | хлор-кальциевая трубка   |
| 6 | индикаторный электрод<br>(бипотенциометрической<br>индикаторной системы) |

Корпус ячейки выполнен из стекла и имеет тефлоновую крышку в которой крепятся: хлор-кальциевая трубка, порта ввода, индикаторные электроды и трубка для ввода титранта.

Порт ввода служит для введения пробы в ячейку с помощью специального шприца с длиной иглы не менее 80 мм.

### Электродные системы (ЭС)

Число и ассортимент генераторных электродов и индикаторного электрода устанавливаются пользователем в комплекте поставки и выбираются в соответствии с типом ячейки и модификации титратора.

Все электроды снабжены соединительными кабелями.

### Бюретка

Волюмометрические титраторы поставляются в комплекте с бюреткой, имеющей разъем RS-232 для подключения блока коммутации. Используемые бюретки являются средствами измерения и поставляются с сопроводительными документами (паспорт, РЭ, МП) на нее.



### 2.4.3 Управление работой титратора

Управление работой титратора осуществляется клавиатурой, расположенной на лицевой панели титратора:



#### Функции клавиш клавиатуры

Клавиша	Назначение
	Ввод цифры «1» Изменение номера программы
	Ввод цифры «2»; Ввод массы пробы
	Ввод цифры «3» Изменение номера программы
	Ввод цифры «4» Запуск измерения
	Ввод цифры «5» Выбор режима индикации (цифробуквенная или графическая)
	Ввод цифры «6» Запуск программы измерения дрейфа

	Ввод цифры «7» Ввод численных значений
	Ввод цифры «8» Ввод численных значений (которые указаны через дефис)
	Ввод цифры «9» Вход в режим просмотра и установки параметров
	Ввод цифры «0» Активация и отключение подсветки дисплея
	Увеличение номера измерений Ввод численного значения на единицу Переход к следующему параметру измерений
	Уменьшение номера измерений на единицу Переход к предыдущему параметру измерений
	Включение титратора
	Ввод знака «-» Выбор диапазона титрующего тока 5 или 50 мА
	Ввод десятичной точки Режим учета дрейфа
	Ввод численного значения параметра Пересчет измерения
	Отмена команды Выход из режимов на ступень вверх
	Выключение титратора

#### 2.4.4 Маркировка и пломбирование

На ИП должны быть нанесены следующие маркировки:

- на лицевой панели - обозначение титратора “Титратор Фишера «ЭКСПЕРТ – 007М»” товарный знак и наименования предприятия-изготовителя ООО “Эконикс-Эксперт”;
- на нижней панели - номер титратора по системе нумерации предприятия-изготовителя,

месяц и год изготовления.

Изображение знака утверждения типа по ПР 50.2.009 и знак соответствия наносятся на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Маркировка производится любым способом, обеспечивающим четкость и сохранность в течение всего срока службы.

Транспортная маркировка должна соответствовать ГОСТ 14192 и конструкторской документации с указанием манипуляционных знаков 1, 3, 11 и информационной надписи “Документы” и должна наноситься краской чёрной газетной по ТУ 29-02-786. На упаковочной таре должны быть указаны: товарные знаки предприятия, условное обозначение титратора “ЭКСПЕРТ – 007М-ХХ”.

Титратор пломбируется пластичной пломбой в углублении для головки внутреннего винта, скрепляющего крышку и стойку крепления платы ИП.

#### **2.4.5 Упаковка**

Титратор и документация упаковываются в водонепроницаемый пакет из полиэтиленовой плёнки по ГОСТ 10354 и помещаются в упаковочную картонную коробку.

Ячейка и электроды вместе с паспортами упаковываются в отдельную упаковочную картонную коробку.

Бюретка упаковывается в свою упаковочную тару с документацией.

### 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

#### 3.1 Эксплуатационные ограничения

Работа с титратором проводится в условиях, которые не выходят за пределы рабочих условий применения.

#### 3.2 Подготовка титратора к работе

До начала работы с титратором изучите настоящее руководство по эксплуатации, принцип работы и назначение органов управления.

Извлеките титратор из упаковки, произведите внешний осмотр, очистите от пыли, проверьте комплектность и выдержите титратор в нормальных условиях в течение 8 ч.

Подключите блок питания к разъему «ПИТ» и включите его во внешнюю сеть переменного тока с напряжением 220 В.

Подключите соответствующие разъемы («ДАТЧИК», «+», «-») блока коммутации к соответствующим разъемам ИП.

Подключите магнитную мешалку к сети переменного тока с напряжением 220 В.

Подготовьте электроды к работе в соответствии с указаниями, изложенными в паспортах на электроды.

Соберите титровальную ячейку (стр.16-17). Шлифы смажьте вакуумной смазкой для предотвращения «залипания».

Подключите индикаторные электроды – в зависимости от типа индикаторной системы к соответствующим клеммам на блоке коммутации.

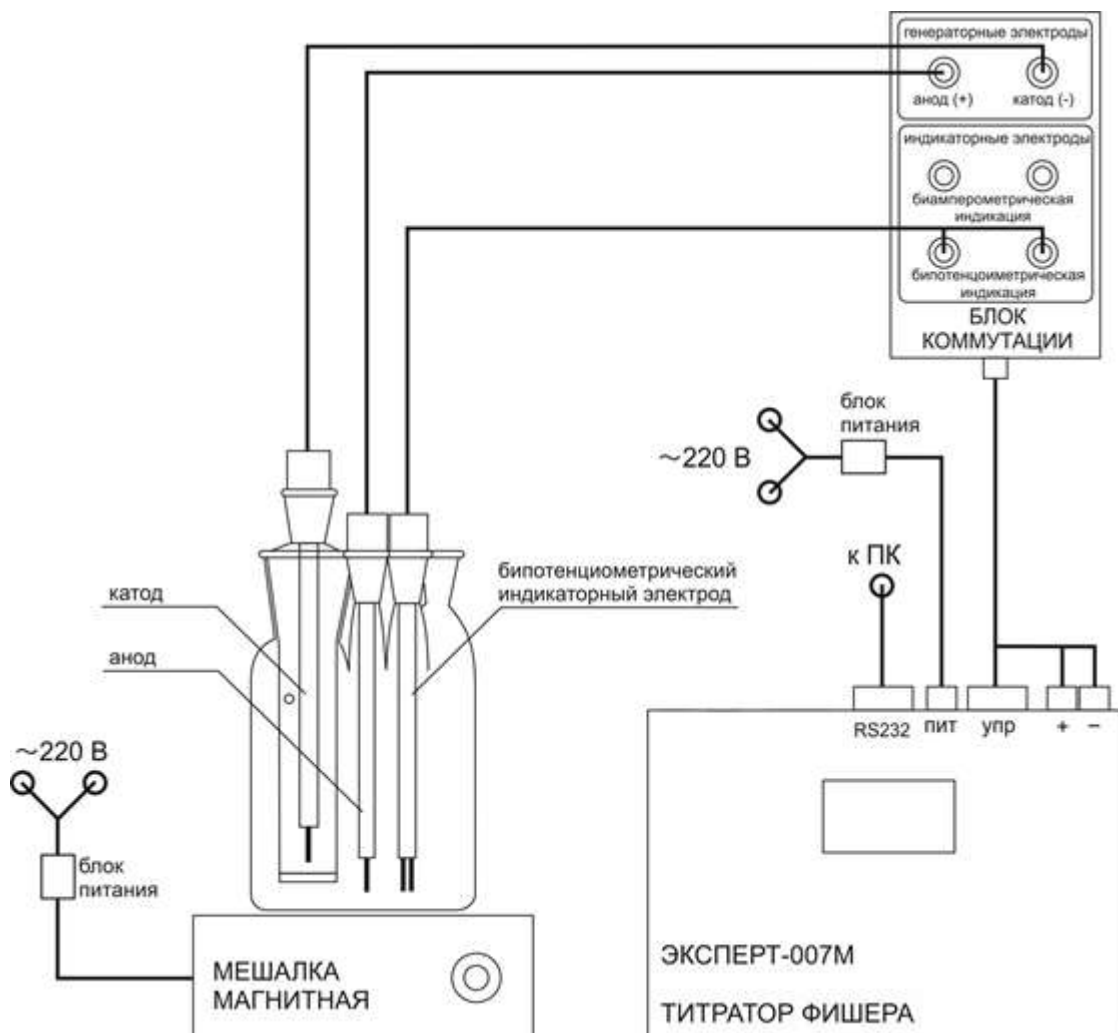
**Для кулонометрических титраторов** подключите генераторные электроды (с учётом полярности – анод к красной клемме, катод – к черной) на блоке коммутации, индикаторные электроды – в зависимости от типа индикаторной системы к клеммам на блоке коммутации.

**Для волюмометрических титраторов** подключите бюретку к разъему УПР на блоке коммутации.

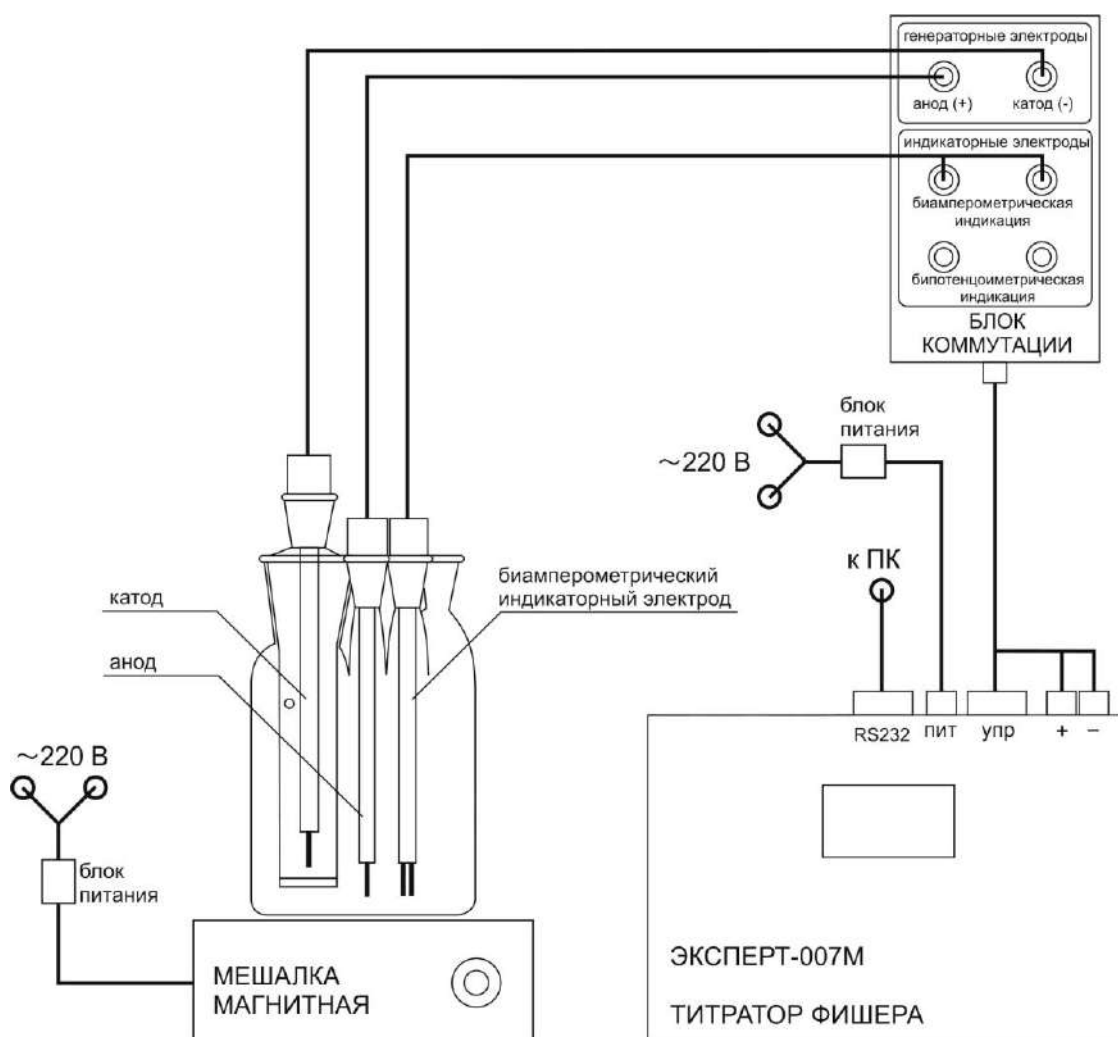
Индикаторные электроды – в зависимости от типа индикаторной системы к клеммам на блоке коммутации.

Схемы установки для различных индикаторных систем кулонометрических и волюмометрических титраторов:

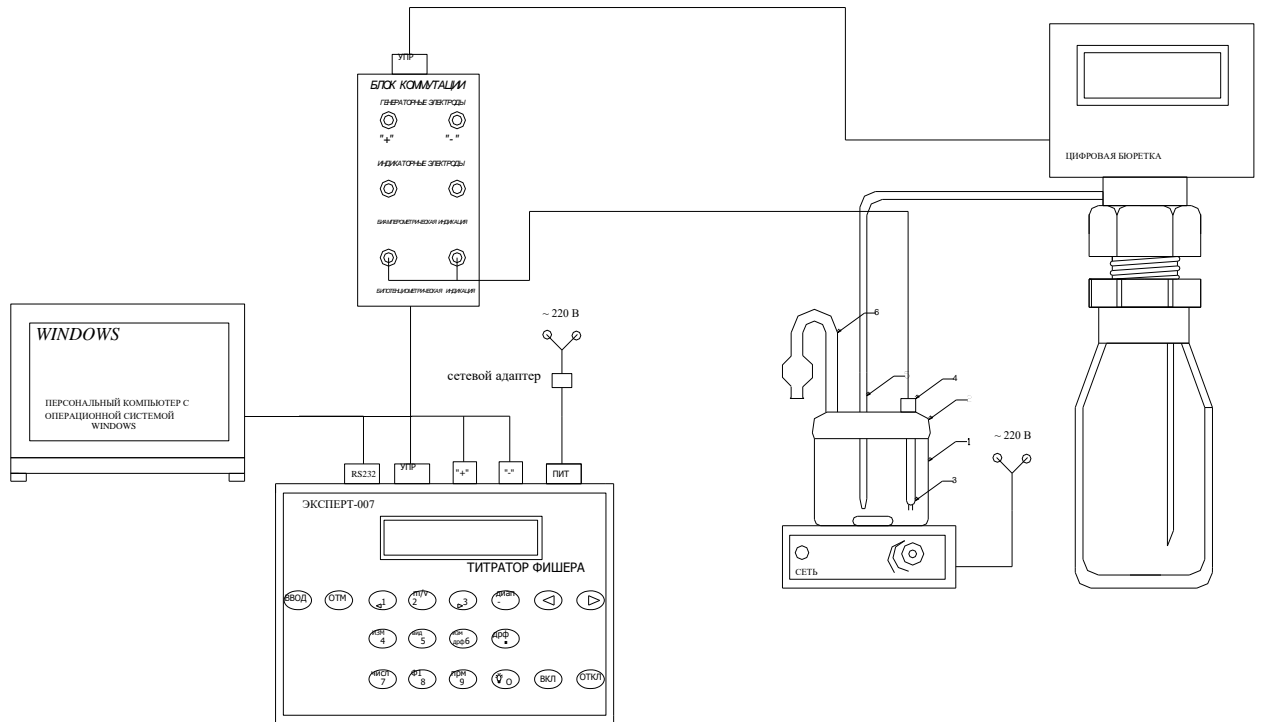
Подключение кулонометрических титраторов Эксперт-007М, Эксперт-007МАП с бипотенциометрической индикацией КТТ:



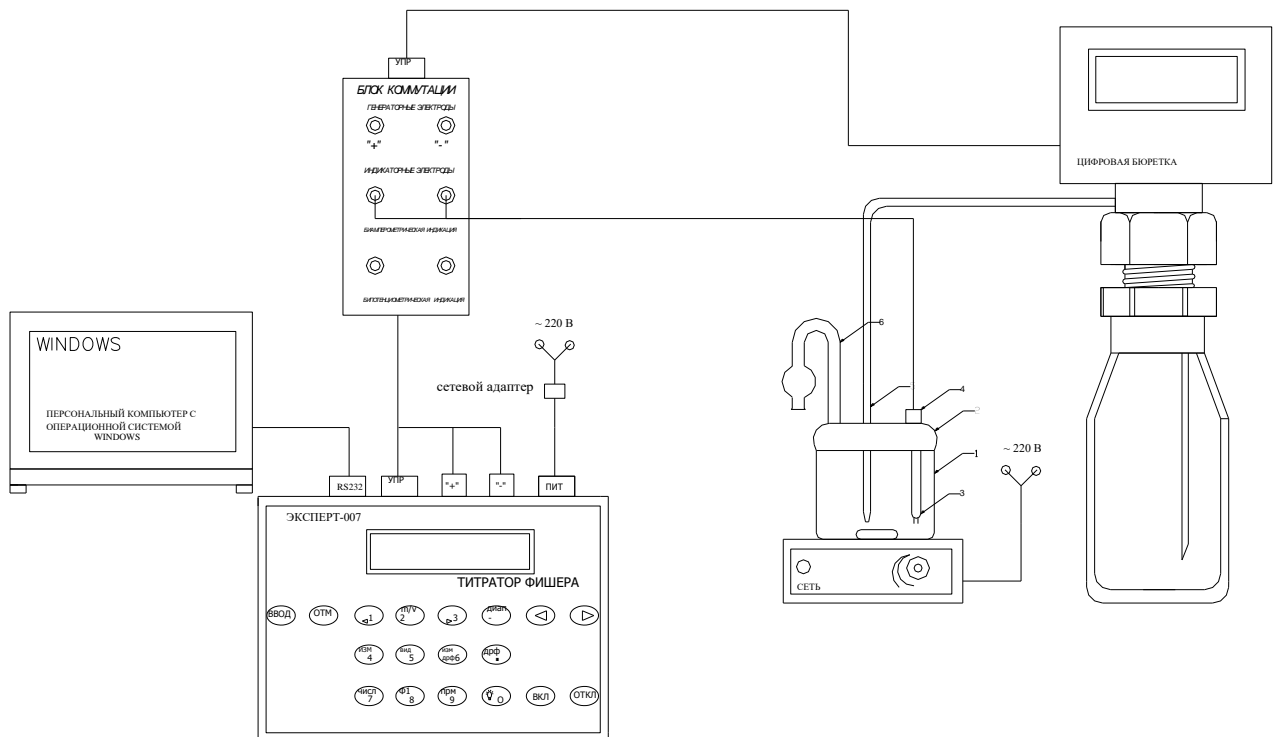
## Подключение кулонометрических титраторов Эксперт-007МА, Эксперт-007МАП с биамперометрической индикацией КТТ:



**Подключение волюмометрических титраторов Эксперт-007МВ с бипотенциметрической индикацией КТТ:**



**Подключение волюмометрических титраторов Эксперт-007МВ с биамперметрической индикацией КТТ**



Подключите кабелем RS 232 прибор к COM-порту компьютера (при желании).

Приготовьте согласно методике выполнения измерений (МВИ) реактив Фишера: (метанол, пиридин, йод и сернистый ангидрид) или модифицированный реактив Фишера (вместо метанола используют этиловый эфир этиленгликоля – «этилцеллозольв»), реагент для титрования по методу Фишера – например, «HYDRANAL-Coulomat AG» производства фирмы Riedel-de-Haen, Германия) Список реактивов (реагентов для титрования) приведен в приложении 1.

Обратите внимание, что для кулонометрических титраторов желательно применение реактивов Фишера, предназначенных специально для кулонометрического титрования.


Внимание! Смешанный из двух компонентов реактив обычного состава (по ГОСТ) должен быть выдержан в течение не менее 24 ч. Реактивы импортного производства использовать в соответствии с рекомендациями фирмы-производителя.

Поместите в камеру титровальной ячейки перемешивающий стержень магнитной мешалки. Установите электроды в соответствующие гнезда титровальной ячейки (стр. 15).

Заполните хлор-кальциевую трубку кальцием хлористым безводным гранулированным.

### 3.3 Использование титратора

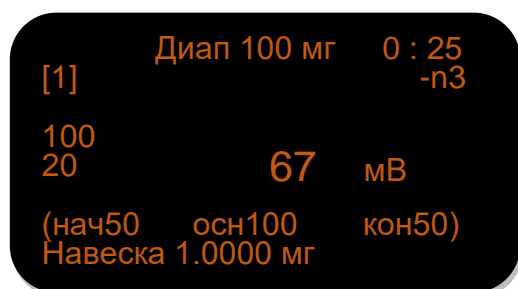
#### 3.3.1 Включение титратора

Включите титратор, нажав на лицевой панели кнопку . На дисплее появится изображение для кулонометрических и для волюмометрических титраторов в зависимости от индикации КТТ.

**Вид дисплея при включении кулонометрических титраторов:  
Экперт-007М, Экперт-007МА, Экперт-007МАП**

**Бипотенциометрическая индикация**

**Биамперометрическая индикация**



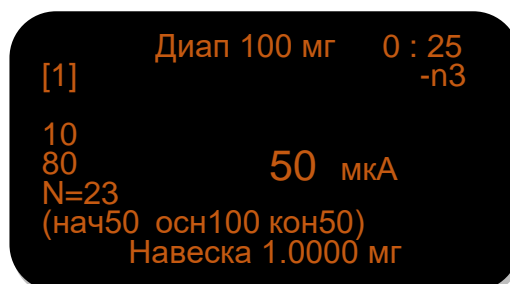


## Вид дисплея при включении волюмометрических титраторов Эксперт-007МВ

### Бипотенциометрическая индикация



### Биамперометрическая индикация



Приведенные цифры имеют следующие значения:

**Диап 100 мг** – для проведения измерений выбрана сила основного тока  $I \approx 50$  мА (см. п.2.3.2), используемого для диапазона 0÷100 мг содержания воды в анализируемой пробе;

**0 : 25** – время (мин и с), прошедшее от момента включения титратора;

**[1]** – номер программы измерений. В зависимости от вида анализируемого вещества и его концентрации в каждой программе (всего – пять программ) можно задать различные параметры, соответствующие конкретной измерительной задаче;

**-n3** – третий номер измерений, знак «минус» показывает, что данное измерение не будет использоваться для расчета общей статистики результатов измерений;

**100 мВ (10 мкА)** – значение «уровня уменьшения» (см. п.3.3.2);

**40 мВ (80 мкА)** – значение «уровня измерения» (см. п.3.3.2);

**67 мВ (50 мкА)** – реальное значение разности потенциалов (тока) индикаторной системы в настоящий момент.

### Внимание:

*Свежий реактив Фишера имеет ярко выраженную темную йодную окраску.*

**Для кулонометрических титраторов:** (нач50 осн100 кон50) – значения силы тока в процентах от максимального тока диапазона (~5 или ~50 мА) при пропуске начального, основного и конечного токов (см. п.2.3.2);

**Для волюмометрических титраторов:** Объем титранта - значение, считываемое с цифровой бюретки или в случае ручного титрования рассчитанное прибором по заданному значению шага титрования или введенное вручную.

**Навеска 1000 мг** – значение массы навески анализируемой пробы, внесенной в кулонометрическую ячейку. Масса навески может быть введена вручную кнопка M/V или рассчитана автоматически см. п. 3.3.2.

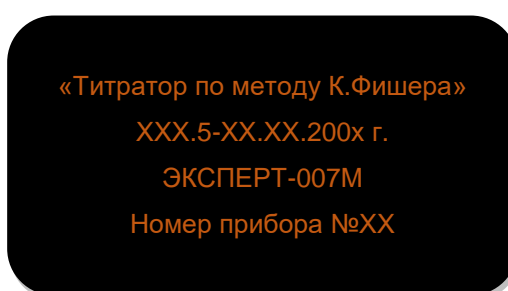
### 3.3.2 Просмотр и установка параметров

Перед началом измерений рекомендуется просмотреть и откорректировать, при необходимости, установочные параметры титратора.



Для входа в режим просмотра и корректировки параметров нажмите кнопку



На дисплее появится надпись:





Где *XXX.5-XX.XX.200x г.* - номер версии прибора


Для просмотра параметров в возрастающем порядке используйте кнопку , а в обратном порядке – кнопку .

#### Для всех моделей титраторов

**Метод измерения:** По умолчанию в прибор внесены базовые установки параметров.

Титрование по К. Фишеру

**Тип титрования:** в зависимости от модификации прибора (по умолчанию выставлен тип, соответствующий модификации). Переключаются  и .

Волюмометрический (ручной/автоматический дозатор/авт. бюретка). Режимы переключаются .

Кулонометрический

**Тип индикатора:** в зависимости от модификации прибора.


Бипотенциометрическая индикация (ток 2 мкА)

Биамперометрическая (потенциал 20 мВ)

**Уровень уменьшения, мВ/мкА:** установка значения разности потенциалов (мВ)/ток (мкА) индикаторной системы, соответствующей состоянию электродной системы, при достижении которого начинается процесс электролиза и пропускание тока через реактив Фишера. Увеличение значения индикаторной системы после внесения в ячейку пробы анализируемого вещества происходит вследствие уменьшения количества йода по реакции Фишера в присутствии воды, содержащейся в пробе.

В то же время, данное значение является указанием, при каком значении индикаторной системы в финальной стадии измерения автоматически производится уменьшение силы тока от основного до конечного значения. Уменьшение силы тока при приближении к конечной точке и, соответственно, при резком изменении состояния системы на скачке титрования позволяет повысить точность измерения вследствие компенсации инерционности индикаторной системы;


Для ввода требуемого значения нажмите  и с клавиатуры введите нужное число.

**Уровень измерения, мВ/мкА:** установка «исходного» и «конечного» значения индикаторной системы, соответствующей конечной точки титрования (КТТ). Если первоначально реальное значение отличается от заданного, то после запуска измерений клавишей  титратор, пропуская через реактив Фишера начальный ток, автоматически доводит состояние индикаторной системы до указанного значения, химически связывая по реакции Фишера содержащуюся в электролите воду. Таким образом, далее в процессе кулонометрического титрования будет производиться определение воды, только внесенной с анализируемой пробой. «Исходное» значение в тоже время является «конечным», то есть процесс электролиза происходит до тех пор, пока состояние индикаторной системы не будет равным «исходному» значению. По ГОСТ 24614 потенциал (ток) должен находиться в пределах от 20 до 50 мВ (80 мкА).

Для ввода требуемого значения нажмите  и с клавиатуры введите нужное число.

### **Для кулонометрических титраторов:**

#### **Ток генерации:**

Начальный ток, % – значение силы начального тока в процентах от максимального тока диапазона. Начальный ток пропускается через реактив Фишера до внесения пробы для достижения заданных начальных условий; Для изменения нажмите  и с клавиатуры введите нужное число.

Основной ток, % – значение силы основного тока в процентах от максимального тока диапазона. Основной ток используется для проведения основной стадии (~90÷98 %) электролиза, пока разность потенциалов индикаторной системы не снизилась до “уровня уменьшения”. Для изменения нажмите и с клавиатуры введите нужное число.

Конечный ток, % - значение силы конечного тока в процентах от максимального тока диапазона. Конечный ток используется для проведения финальной (~2÷10 %) стадии электролиза после снижения разности потенциалов индикаторной системы ниже “уровня уменьшения”. Для изменения нажмите и с клавиатуры введите нужное число.

**Время перемешивания, с:** промежуток времени между достижением разности потенциалов индикаторной системы “уровня уменьшения” (порог срабатывания) после внесения пробы и началом пропускания основного тока, предназначенный для гомогенизации анализируемого раствора перемешиванием. Для ввода требуемого значения нажмите и с клавиатуры введите нужное число.

**Эквивалент, г/моль:** значение  $M/z$  для данного вида анализируемого вещества (для воды  $M/z = 9,0080$  г/моль);

**Поправка экв.:** в идеальном случае протекания реакции эта величина равна 1.000, но в зависимости от добавок в реактиве Фишера может отклоняться от теоретического.

Для определения поправки эквивалента перед началом измерений рекомендуется 2 раза оттитровать по 1 мкл воды, которая будет внесена в ячейку с помощью микрошприца на 1 мкл. Среднее этих двух измерений может быть использовано, как поправка экв.

### **Дрейф:**

При работе с реактивом Фишера имеет место дрейф КТТ вследствие внутренних процессов или поступления воды из неучтенных источников. Дрейф критичен только для кулонометрического титрования.

Скорость дрейфа, мг/с – скорость самопроизвольного изменения содержания воды, вызванное недостаточной герметизацией ячейки (например, абсорбция атмосферной воды спирто-пиридиновым раствором). Может быть измерена по показаниям индикаторной системы за период «ожидания дрейфа» или, если эта характеристика известна для данной конструкции ячейки, априори введена пользователем . Через дробь указан процент от подтитровывающего тока в % от 0 до 100. Установка

подтитровывающего тока осуществляется кнопкой



Допуск дрейфа, мВ/мкА – максимальное отклонение измеренного значения индикаторной системы от исходного («уровня измерения»), при котором считают достигнутым первоначальное состояние фоновый электролит (реактива Фишера) и происходит отключение начального тока;

Время дрейфа, с – промежуток времени, по истечению которого при отклонении измеренного значения разности потенциалов индикаторной системы от исходного («уровня измерения»), титратор, пропуская через фоновый электролит начальный ток, автоматически доводит состояние индикаторной системы до первоначального значения. По израсходованному на данной стадии количеству электричества рассчитывается скорость дрейфа, которая используется для коррекции конечного результата измерений содержания воды в анализируемой пробе;

Коэффициент дрейфа - 100%.

### **Интервал верхнего порога подтитровки:**

(подтитровка да): значение разности потенциалов (тока) мВ(мкА) между уровнем измерения и реальным значением электродной системы в режиме ожидания. Если индикаторное напряжение вследствие дрейфа отклониться более чем на заданное количество мВ (мкА) прибор начнет пропускать подтитровывающий (маленький) ток для поддержания КТТ.








(Подтитровка нет) - отключение режима автоматического подтитровывания (для реактивов, которые могут иметь отрицательный дрейф вследствие образования в нем избытка йода под действием света).

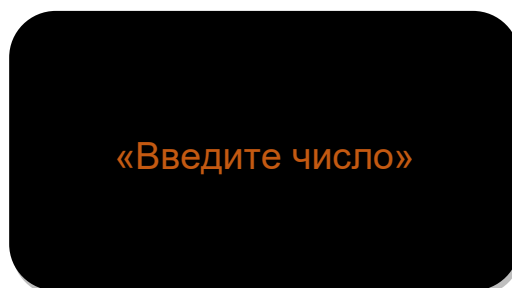
Изменение кнопки  и .


**Допуск при измерении уровня мВ (мкА):** разность потенциалов (токов) в мВ (мкА), при котором уровень измерения считается достигнутым.

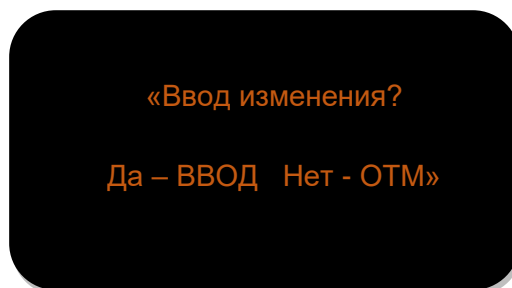
**Ток 5 мА:** точное значение максимальной силы основного тока электролиза  $I \approx 5$  мА, в частности, используемого для диапазона «10 мг». При этом результат измерения будет представлен в мкг  $H_2O$  в образце;

**Ток 50 мА:** точное значение максимальной силы основного тока электролиза  $I \approx 50$  мА, в частности, используемого для диапазона «100 мг». При этом результат измерения будет представлен в мг  $H_2O$  в образце;



Для корректировки какого-либо параметра выберите необходимый параметр, используя клавиши  и . Нажмите кнопку соответствующую кнопку для коррекции , , ,   и на дисплее появится надпись:



Введите нужное значение нажатием клавиш с цифрами от 0 до 9, с десятичной точкой и символом “минус”. По окончании ввода нажмите кнопку . На дисплее появится




надпись:

Нажмите кнопку  при ошибочном вводе или кнопку  для установки новых значений параметров измерений.

В нижнем правом углу дисплея имеется номер программы измерений в квадратных скобках - это показывает, что данный параметр варьируется в различных программах.

Изменение номера программы при данном параметре производят нажатием клавиш  (увеличение на единицу) и  (уменьшение на единицу).

Для выхода из режима просмотра и установки параметров измерений нажмите кнопку . На дисплее появится изображение с новыми значениями параметров:


## Бипотенциометрическая индикация

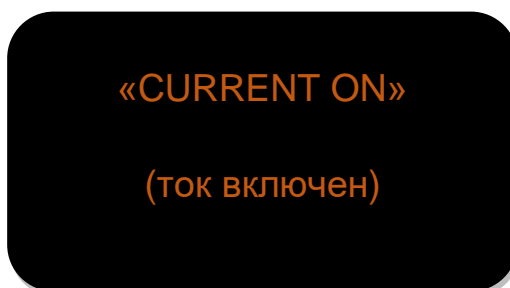
## Биамперометрическая индикация



### Обратите внимание

В режиме просмотра и установки точных значений силы тока 5 и 50 мА реальные значения защищены паролем.

Если в режиме просмотра данных параметров нажать кнопку , то титратор перейдет в режим генерации тока внутреннего источника, на дисплее появится надпись:



Для изменения полярности источника и направления протекания тока нажмите кнопку




### Для волюмометрических титраторов:


**Тип титрования:** волюмометрический ручной/автоматический дозатор выбирается в зависимости от типа используемой бюретки.


### **Расход титранта (только для режима автоматический дозатор):**

Начальный, % – значение начального числа импульсов в процентах для выбранного диапазона. Для изменения нажмите  и с клавиатуры введите нужное число.

Основной, % - значение начального значения числа импульсов в процентах для выбранного диапазона. Для изменения нажмите  и с клавиатуры введите нужное

число.

Конечный, % - значение конечного числа импульсов в процентах для выбранного диапазона. Для изменения нажмите  и с клавиатуры введите нужное число.

**Время перемешивания, с:** промежуток времени между достижением разности потенциалов индикаторной системы “уровня уменьшения” (порог срабатывания) после внесения пробы и началом титрования предназначенный для гомогенизации анализируемого раствора перемешиванием. Для ввода требуемого значения нажмите  и с клавиатуры введите нужное число.


**Раствор:** характеристики реактива.

**Титр, мг/см<sup>3</sup>:** значение титра реактива может быть введено вручную или прописано пользователем в память прибора после измерения см. п. 3.3.4. ИЭ


**Шаг, мкл (только для режима автоматический дозатор):** количество реактива, дозирующегося в титровальную ячейку, за 1 импульс. Устанавливается пользователем в соответствии с возможностями бюретки и проводимыми измерениями.

**Допуск при измерении уровня мВ (мкА):** разность потенциалов (токов) в мВ (мкА) при котором уровень измерения считается достигнутым.



### Диапазон 10

Число импульсов в сек (только для режима автоматический дозатор) - максимальное число импульсов зависит от типа бюретки. Для ввода требуемого значения нажмите  и с клавиатуры введите нужное число.

### Диапазон 100

Число импульсов в сек (только для режима автоматический дозатор) - максимальное число импульсов зависит от типа бюретки. Для ввода требуемого значения нажмите  и с клавиатуры введите нужное число.

### Для всех моделей титраторов

**Весы в измерении:** «да» или «нет», кнопки  и .

При включенной опции «да» перед началом выполнения измерения прибор будет запрашивать M1- масса шприца с навеской, а после измерения M2 – масса шприца без

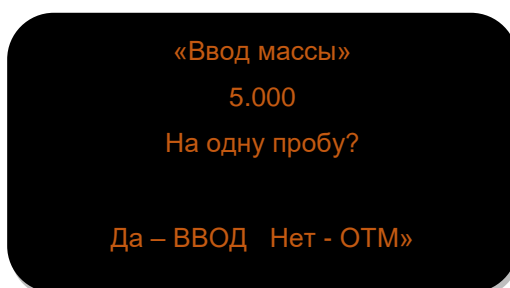


навески. По разнице этих данных прибор автоматически рассчитает массу навески и проведет необходимые расчеты.

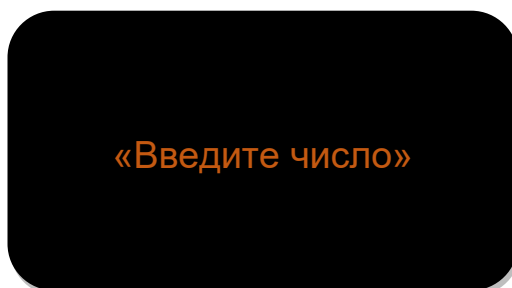
При выключенной опции «нет» масса навески вводится с клавиатуры вручную клавишей **M/V 2**.

### Внимание

Ввод массы навески анализируемой пробы осуществляется без входа в режим просмотра и установки параметров. Нажмите кнопку **M/V 2**. На дисплее появится надпись:

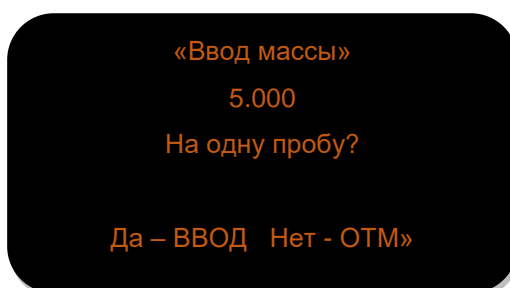


- Для ввода массы единичной навески для данного номера измерения нажмите кнопку **ВВОД**.  
На дисплее появится надпись:



Введите нужное значение в миллиграммах и нажмите кнопку **ВВОД**. Введенное значение навески будет использоваться для расчёта измеренной концентрации только в этом измерении.

- Если проводятся измерения серии проб с одинаковыми массами навесок, то после сообщения «Ввод массы» нажмите кнопку **ОТМ** и на дисплее появится надпись:



Нажмите кнопку , введите нужное значение и ещё раз нажмите кнопку .


Введенное значение навески будет использоваться для расчёта измеренной концентрации для всех измерений на данной программе.

Поверка (да, нет) – при включенной опции прибор переходит в режим поверки. Запрещается эксплуатация прибора при включенном режиме поверки.

### 3.3.3 Определение параметров дрейфа (для кулонометрических титраторов)

Введите в режиме просмотра и корректировки параметров значения силы начального тока, время ожидания дрейфа (~300-400 с) и допуска разности потенциалов (~10-20 мВ) (80мкА)

Выведите ячейку на рабочий режим в соответствии с п. 3.5.1.

Нажмите кнопку  и на дисплее рядом с номером программы в квадратных скобках появится символ пропуска тока электролиза «i», а в следующей строке сообщение **«Уст. в начало»**.

После того, как значение разности потенциалов индикаторной системы достигнет “уровня измерения”, сообщение **«Уст. в начало»** сменится сообщением **«Ожидание дрф»**. По истечению установленного промежутка времени ожидания (см.п.3.3.2) титратор доведёт разность потенциалов до первоначального значения, измерит израсходованное количество электричества. На дисплее появится рассчитанная скорость дрейфа. Значение скорости дрейфа автоматически вводится в значение соответствующего установочного параметра для данной программы измерений.

### 3.3.4 Определение титра реактива (для волюмометрических титраторов)

Заполните титровальную ячейку подходящим растворителем (метанол, ацетонитрил и т.п.) так, чтобы индикаторный электрод был погружен в раствор.

Включите перемешивание магнитной мешалки, так чтобы исключить вспенивание реактива в ячейке.

Выберите в меню установки параметров опции: Весы в измерении «да», «ручное титрование/автоматическая бюретка».

Взвесьте шприц с навеской бидистиллированной воды (1-2 мл) на весах.

Нажмите на приборе кнопку .

Для режима ручного титрования, дозируя реактив в ячейку, добейтесь, чтобы значение электродной системы соответствовало уровню измерения 40 мВ (80 мкА). В ячейке удаляется избыток влаги.

Для режима автоматической бюретки прибор автоматически приведет значение индикаторной системы к уровню измерения.

После появления сообщения **«введите массу 1»**, введите с клавиатуры прибора значение массы шприца с навеской.

После появления сообщения **«введите пробу»**, через порт ввода введите в ячейку навеску бидистиллированной воды 10-20 мкл.

После появления сообщения **«измерение»**:


- Для режима ручного титрования, дозируя реактив в ячейку, добейтесь, чтобы значение электродной системы соответствовало уровню измерения 40 мВ (80 мкА). В ячейке удаляется избыток влаги.
- Для режима автоматической бюретки прибор оттитрует воду в автоматическом режиме.


После завершения процесса титрования на дисплее появится надпись: **«введите массу 2»**.

Взвесьте шприц на весах и введите измеренное значение.

После появления сообщения **«введите объем титранта»**:

- Для режима ручного титрования после введите значение объема реактива, израсходованного на титрование.
- Для режима автоматической бюретки прибор работает в автоматическом режиме.

2.3.4.12. Нажмите на кнопку . На дисплее появится значение титра реактива.

Нажмите на кнопку  второй раз и сохраните измеренное значение нажав на кнопку

.

### **Обратите внимание**

*Сравните полученное значение титра реактива с указанным в паспорте.*

*Для контроля повторите измерение.*

### 3.3.5 Выполнение измерений массы воды

#### Выполнение измерений массы воды (для кулонометрических титраторов)


Введите в режиме просмотра и корректировки параметров значения в соответствии с таблицей:

Наименование	Ед. изм.	Значение параметра для кулонометрических титраторов		Значение параметра для волюмометрических титраторов	
		кулонометрический		волюмометрический	
				ручное	авт. дозатор
Метод измерения	мг	Титрование по Фишеру			
Диапазон	мг	100/10			
Тип индикатора		Бипотенциометрическая/биамперометрическая			
Уровень уменьшения	мВ/мкА	100/20	100/20	100/20	
Уровень измерения	мВ/мкА	40/80	40/80	40/80	
Ток генерации:			-	-	
• ток начальный	%	50	-	-	
• ток основной	%	100	-	-	
• ток конечный	%	50	-	-	
Время перемешивания	с	30	30	30	
Эквивалент		9,0080	-	-	
Раствор		-			
Титр реактива	мг/см <sup>3</sup>	-	(измерить) 3.7	(измерить) 3.7	
Шаг титрования	мкл	-	-	5	
Поправка экв.		1.0000	-	-	
Дрейф			-	-	
Скорость	Мг/с	-0.00000/40	-	-	
Коэффициент	%	100	-	-	
Время	с	200	-	-	
Интервал верхнего порога подтитровки	мВ/мкА	20/2	-	-	
Допуск при измерении уровня	мВ/мкА	10 (2)	10 (2)	10 (2)	
Расход титранта:		-			
• начальный	%	-	-	50	
• основной	%	-	-	100	
• конечный	%	-	-	50	
Число импульсов	в сек	-	-	-	

Установите время перемешивания в соответствии с МВИ (методика выполнения измерений)<sup>4</sup>.


Заполните ячейку реактивом Фишера, чтобы металлические части генераторных и индикаторных электродов были погружены в раствор (100...120 мл).

Добавьте в ячейку 100...150 мкл воды<sup>5</sup>. Наблюдайте за цветом реактива в ячейке. Как только цвет реактива начнет светлеть, следите за показанием на дисплее прибора. Оно должен отклониться от 0 мВ/1000 мкА. Далее осторожно добавляйте по 1...2 мкл дистиллированной воды для достижения значения индикаторной системы уровня измерения 40 мВ/80 мкА.

Если при приведении реактива в точку эквивалентности потенциал возрос до 300...400 мВ<sup>6</sup>/2 мкА, нажмите кнопку  и подождите некоторое время, пока прибор не оттитрует избыток внесенной воды.

Убедитесь, что индикаторное значение колеблется вблизи точки эквивалентности (уровня измерения). Выдержите в режиме ожидания 5...7 мин для стабилизации системы.

Установка готова к работе.

Нажмите кнопку  и на дисплее рядом с номером программы в квадратных скобках появится символ «i», который сигнализирует, что через генераторные электроды течет ток, нет обрыва цепи<sup>7</sup>, а в следующей строке сообщение «Уст. в начало». Титратор будет пропускать через фоновый электролит начальный ток до тех пор, пока значение разности потенциалов индикаторной системы достигнет «уровня измерения». Сообщение «Уст. в начало» сменится сообщением «Введите пробу».

Введите, согласно МВИ, пробу анализируемого вещества в анодную камеру кулонометрической ячейки. Индикаторная система регистрирует появление воды в реактиве Фишера и при достижении «уровня уменьшения» сообщение «Введите пробу» сменится сообщением «Перемешивание». Титратор начинает отсчёт времени перемешивания электролита магнитной мешалкой. По истечению установленного промежутка времени перемешивания (п.3.3.2) сообщение «Перемешивание» сменится сообщением «Измерение» и титратор будет пропускать через электролит с пробой основной ток до тех пор, пока значение индикаторной системы не достигнет «уровня уменьшения». В финальной стадии измерения (изменение значения индикаторной

<sup>4</sup> По умолчанию в прибор введены усредненные настройки титрования

<sup>5</sup> Только для реактива классического состава. Для реактивов для кулонометрического титрования воду добавлять не нужно.

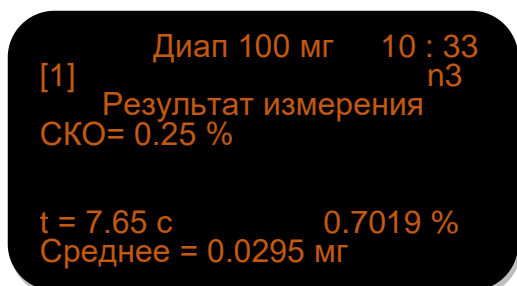
<sup>6</sup> Как правило 360 мВ

<sup>7</sup> При обрыве цепи символ «i» сменяется символом «x».

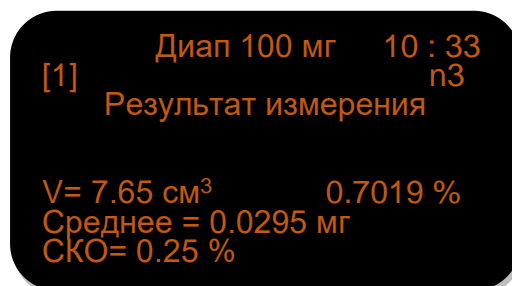
системы от «уровня уменьшения» до «уровня измерения») кулонометрическое титрование проводится при конечном токе.

По окончании измерения на дисплее появится результат измерений:

### Кулонометрические



### Волюмометрические



Вместе с результатом измерений (масса воды в мг или мкг) выводится процентное содержание воды в исходной навеске, приведенное к максимальному току время измерения  $t$ , среднее значение и среднее квадратичное отклонение. Два последних параметра (статистические данные) рассчитываются только по тем точкам измерения, перед номером которых отсутствует знак «минус».

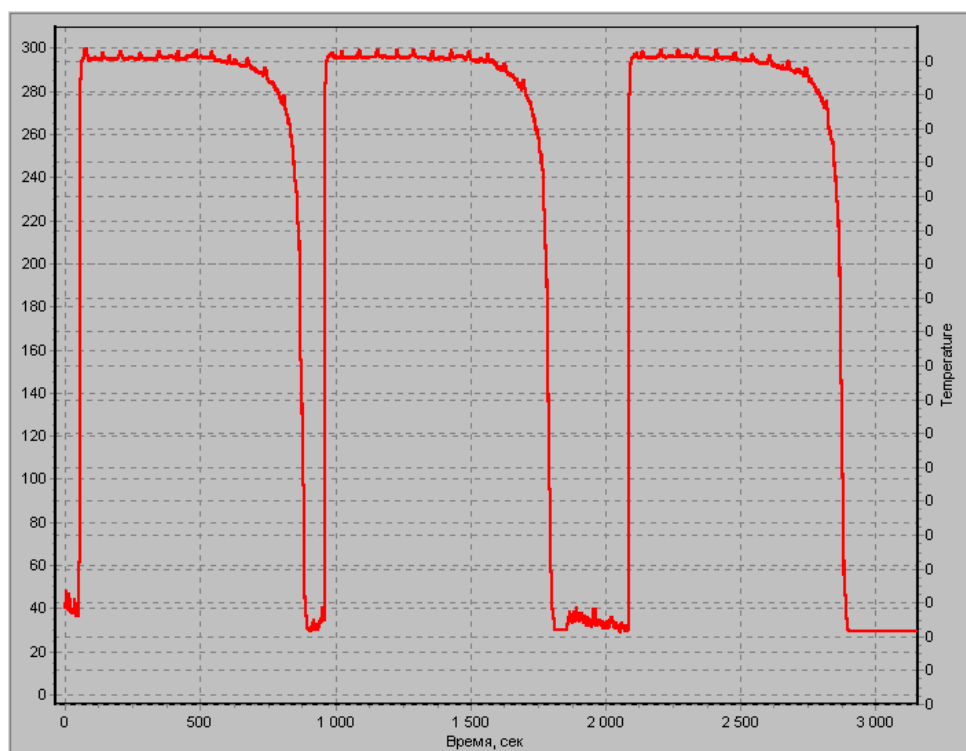
Если наблюдается наличие грубой ошибки и результат измерения «выпадает» из серии аналогичных определений, то перед номером такого измерения поставьте знак «минус»,

нажмите кнопку **ВВОД**, и статистические данные будут пересчитаны без учета данной точки. Знак «минус» устанавливается или убирается нажатием кнопку **ОТМ**.


Для наблюдения изменения показаний индикаторной системы в ходе измерения (кривая титрования) необходимо подключить прибор с помощью кабеля RS-232 к компьютеру. Установите на компьютер программу **EXP pr2.exe**<sup>8</sup>. Запустите выполнение программы на компьютере и наблюдайте за построением графика кривой титрования.

<sup>8</sup> входит в комплект

Вид кривых титрования:




Где ось Y - индикаторный потенциал/ток (мВ/мкА),  
ось X - время (сек).

Для введения коррекции на дрейф в результат измерения нажмите кнопку  , и результат измерения со статистическими данными будет автоматически пересчитан с поправкой на измеренную по п.3.3.3 скорость дрейфа.

### Выполнение измерений массы воды (для волюмометрических титраторов)

Определите титр реактива, как описано в п. 3.3.4.

Заполните титровальную ячейку «сухим» растворителем (метанол, и т.п.)

Нажмите кнопку  . После приведения прибора в исходное состояние (индикаторное значение соответствует уровню измерения) появится сообщение **«введите пробу»**. Незамедлительно проколите уплотнитель порта ввода, введите пробу в ячейку. На приборе появится надпись **«перемешивание»**. После завершения времени перемешивания начнется титрование:

- автоматически, если используется автоматический режим;
- дозируйте реактив Фишера вручную, если используется ручной режим.

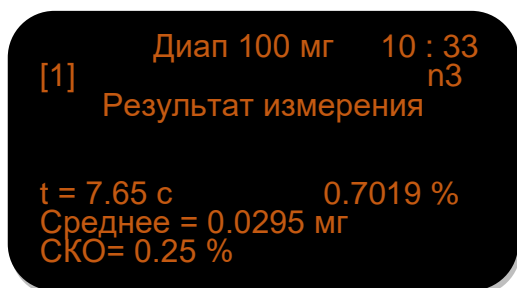
## Обратите внимание

При проведении титрования в ручном режиме после каждого дозирования реактива необходимо сделать паузу, для уравнивания концентрации.

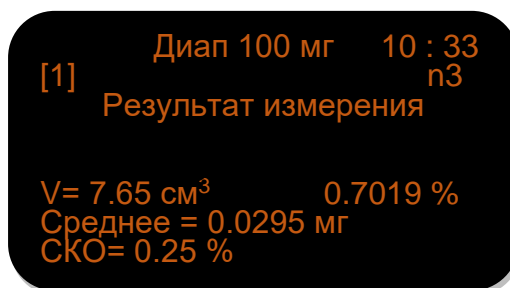
Для режима автоматического титрования прибор не запрашивает объем титранта, а считывает его непосредственно с бюретки. Для режима ручного титрования зафиксируйте количество титранта, пошедшего на реакцию и введите его с клавиатуры после появления надписи **«объем титранта»**.

Результат измерений появится на дисплее в виде:

### Кулонометрические



### Волюмометрические





## **4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

### **4.1 Общие указания**

Техническое обслуживание проводится с целью обеспечения нормальной работы титратора в течение его эксплуатации.

Рекомендуемые виды и сроки проведения технического обслуживания:

- внешний осмотр измерительного преобразователя, генераторных и индикаторных электродов - перед измерением;
- проверка работоспособности - перед измерением;
- поверка - один раз в год.

Первые два вида технического обслуживания выполняются самостоятельно.

Поверка (см. п.4 РЭ) выполняется организациями, аккредитованными на право поверки средств измерений в данной области измерений.

### **4.2 Внешний осмотр**

Внешний осмотр проводится непосредственно перед использованием титратора и заключается в определении целостности корпуса, разъемов и соединительных кабелей составных частей титратора.

Осматриваются также поверхности электродов. Устранение загрязнения и налетов с поверхности электродов проводить в соответствии с паспортами.

### **4.3 Требования к квалификации оператора**

К выполнению измерений и обработке результатов допускаются лица с высшим или средним специальным образованием, прошедшие соответствующую подготовку, имеющие опыт работы в химической лаборатории и проходящие ежегодно проверку знаний техники безопасности.

### **4.4 Меры безопасности**

По требованиям безопасности титратор соответствует требованиям ГОСТ 26104, класс защиты III.

При проведении испытаний и измерений должны соблюдаться требования безопасности по ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.3.019.

При работе с титратором необходимо выполнять общие правила работы с электрическими установками до 1000 В и требования, предусмотренные “Основными правилами безопасной работы в химической лаборатории”, М; Химия, 1979-205с.

## 5 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Настоящая методика распространяется на поверку титраторов Фишера “ЭКСПЕРТ – 007”, выпускаемых по ТУ 4215-003-52722949-2008 и устанавливает методику его первичной и периодической поверок. Поверке подлежат все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации титраторы. Периодическая поверка титраторов должна проводиться не реже одного раза в год.

### 5.1 Операции поверки

При проведении поверки различных модификаций титраторов должны быть выполнены операции в соответствии с таблицами 1, 2, 3, 4.

Модификация титратора	Номер таблицы
Эксперт-007М	1, 2
Эксперт-007М А	1, 3
Эксперт-007М АП	1, 2, 3
Эксперт-007М В	1, 4

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке:	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	5.7.1	да	да
Опробование	5.7.2	да	да

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке:	
		первичной	периодической
Проверка относительной погрешности ИП измерений количества вещества (воды) с использованием бипотенциометрической индикаторной системы	5.8		
	5.9	да	нет

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке:	
		первичной	периодической
Проверка относительной погрешности измерений титратора в комплекте с ячейкой кулонометрической жидкостной с фильтром по ГОСТ 24614 с использованием бипотенциометрической индикаторной системы	5.11	нет	да

Таблица 3

Наименование	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке:	
		первичной	периодической
Проверка относительной погрешности ИП измерений количества вещества (воды) с использованием биамперометрической индикаторной системы	5.8 5.9	да	нет
Проверка относительной погрешности измерений титратора в комплекте с ячейкой кулонометрической жидкостной с фильтром по ГОСТ 24614 с использованием биамперометрической индикаторной системы	5.11	нет	да

Таблица 4

Наименование	Номер пункта методики	Вид испытаний	
		первичной	периодической
Проверка относительной погрешности ИП измерений количества вещества (воды)	5.10	да	нет

Наименование	Номер пункта методики	Вид испытаний	
		первичной	периодической
Проверка относительной погрешности измерений титратора в комплекте с цифровой бюреткой и титровальной ячейкой с использованием бипотенциометрической индикаторной системы	5.12	нет	да
Проверка относительной погрешности измерений титратора в комплекте с цифровой бюреткой и титровальной ячейкой с использованием биамперометрической индикаторной системы	5.12	нет	да

## 5.2 Средства поверки

При поверке титратора применяют следующие средства измерения, оборудование, материалы и реактивы<sup>9</sup>:

Наименование	Класс точности или погрешность	Обозначение стандарта, ТУ	Примечание
1	2	3	4
Вольтметр	$\pm 3000\text{мВ}$ Погрешность $\pm 1.5\text{ мВ}$		Например использование «Эксперт-001» в режиме Вольтметр
Магазин сопротивлений Р 4831	класс точности 0,02	ГОСТ 23737-79	
Секундомер электронный цифровой СЭЦ-10000	$\pm 0,1\text{ с}$	ТУ 25-1891.005-87	
Весы аналитические не ниже 2-го	$\pm 0,2\text{ мг}$	ГОСТ 24104-88	

<sup>9</sup> допускается использование других средств поверки с метрологическими характеристиками, не уступающими указанным в таблице

класса точности		
Микрошприцы МШ-1 (МШ-10) или Гамильтон на 1 мкл для газовой хроматографии	$\pm 0,0002 \text{ см}^3$	2.833.106 ТУ
СО ВНИИМ ВН-7 или аналог		Методика аттестации
Шприц медицинский вместимостью 1-2 см <sup>3</sup>	$\pm 0,1 \text{ см}^3$	
Реактив Фишера	ГОСТ 14870-77	Для волюмометрических титраторов
(Реагент для титрования по методу Фишера –например, «HYDRANAL-Coulomat AG» производства фирмы Riedel-de-Haen, Германия)		Для кулонометрических титраторов или аналогичный
Вода бидистиллированная	ГОСТ 6709-72	

### 5.3 Требования техники безопасности

При проведении поверки соблюдают требования безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007-76 и ГОСТ 12.4.021-75, при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-79 и ГОСТ 12.2.007.0-75.

Помещение, в котором осуществляется поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

Исполнители должны быть обучены правилам безопасности труда по ГОСТ 12.0.004 и проинструктированы о мерах безопасности при работе с приборами и средствами поверки.

## 5.4 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5
Относительная влажность воздуха, %	30...80
Атмосферное давление, кПа мм рт. ст.	84...106.7 630...800
Напряжение питания, В	220 ± 22
Частота напряжения питания, Гц	50 ± 1
Вибрация, тряска, удары, внешние источники магнитных и электрических полей, влияющих на работу прибора	отсутствуют

## 5.5 Подготовка к поверке

Средства измерения и оборудование, применяемые в процессе испытаний, должны быть исправны, иметь техническую документацию и свидетельства по ПР 50.2.006, а испытательное оборудование - аттестаты по ГОСТ Р 8.568-97.

Подготовьте титратор и его составные части согласно РЭ.

## 5.6 Требования к квалификации поверителя

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, опыт работы в области аналитической химии, ежегодно проходящие проверку знаний по технике безопасности, владеющие техникой потенциометрических измерений, изучившие настоящую методику и аттестованные в качестве поверителей.

## 5.7 Проведение поверки

### 5.7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверьте:

- комплектность согласно разделу 2.3. ИЭ;
- отсутствие механических повреждений корпуса ИП, индикатора и клавиатуры;
- чистоту разъемов и гнезд;
- правильность и четкость маркировки согласно п. 2.4.4. ИЭ;

- отсутствие механических повреждений электродов, мешалки, блока коммутации, бюретки

Приборы с дефектами, затрудняющими эксплуатацию, бракуют и к дальнейшей поверке не допускают.

## 5.7.2 Опробование

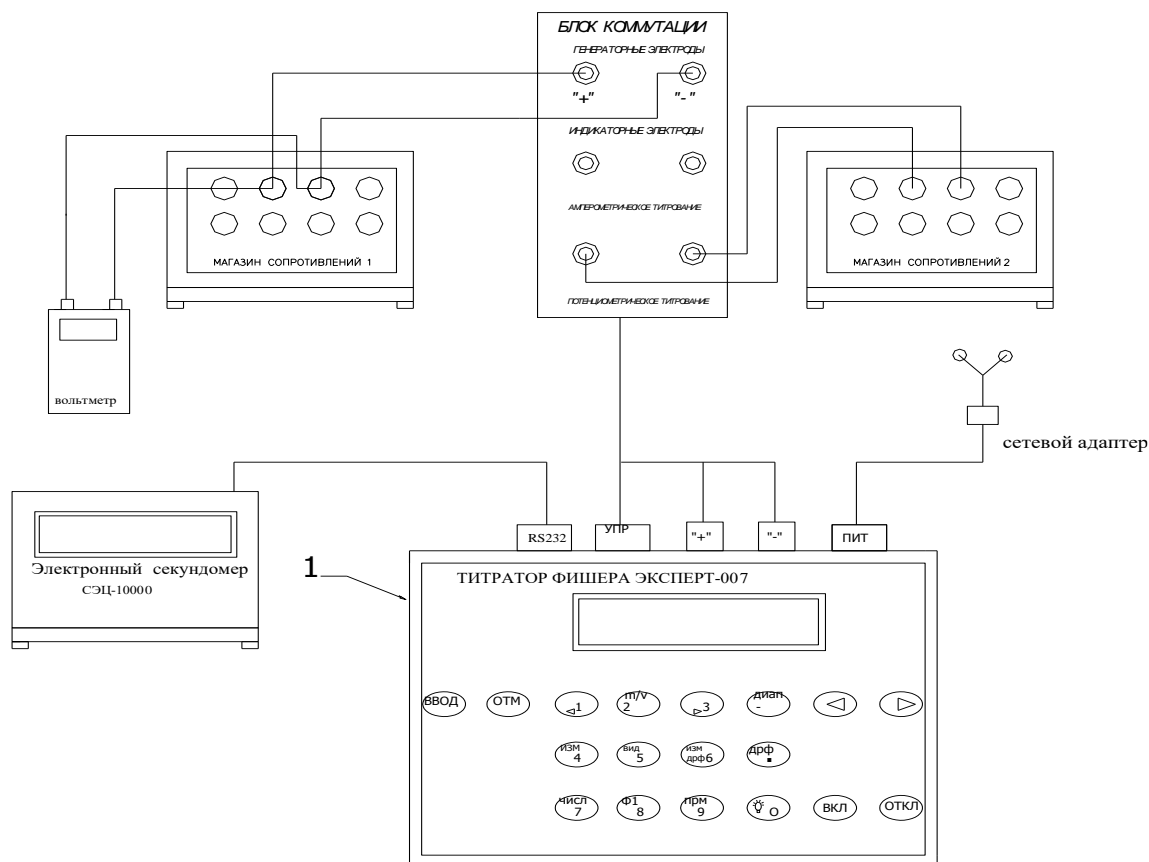
Включите ИП кнопкой **ВКЛ** (нажатием и удержанием в течении 1 секунды) и кнопкой **ПРМ 9** проверьте вход в меню установки параметров прибора и меню переключения режимов индикации.

Приборы, у которых не удастся установить требуемые режимы работы, бракуют и к дальнейшей поверке не допускают.

## 5.8. Подключение оборудования для проведения поверки

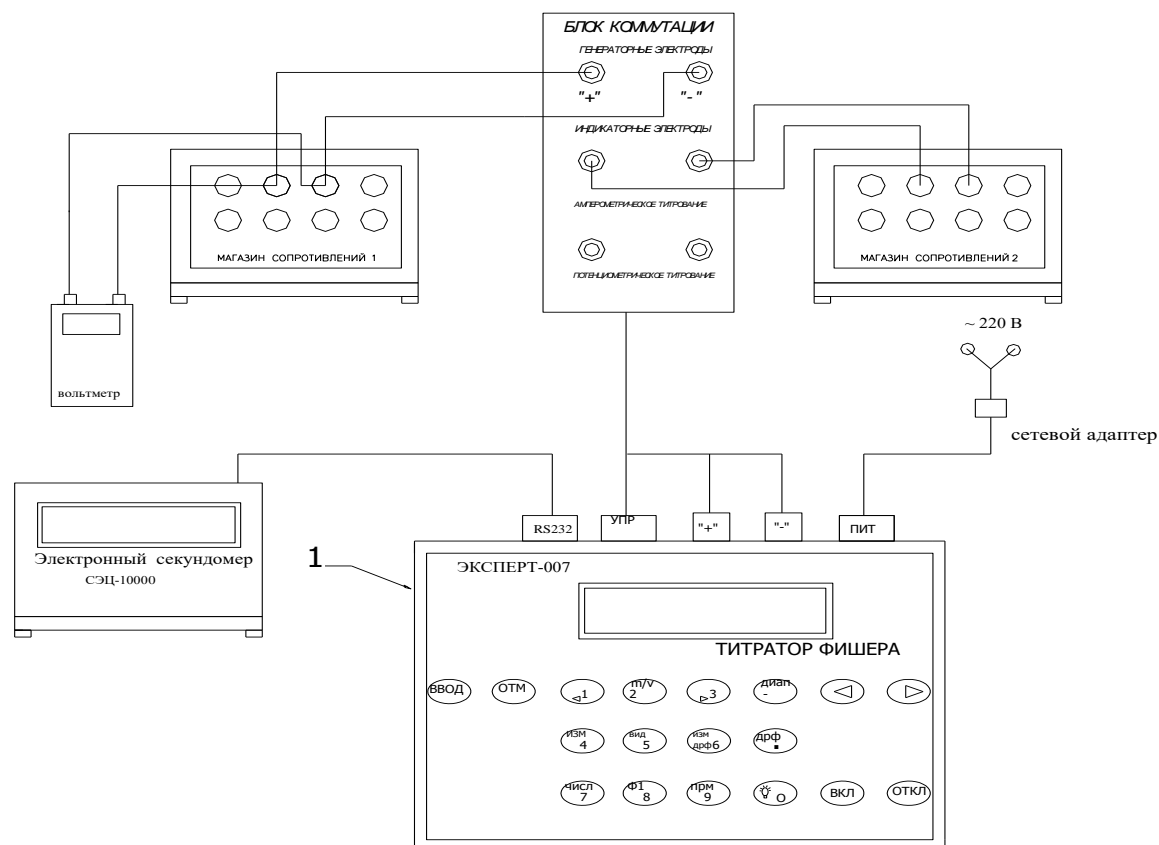
Соберите схему подключения:

### Бипотенциометрическая индикация






## Биамперометрическая индикация




- 5.8.1. Подключите милливольтметр постоянного тока к клеммам 1-го магазина сопротивлений Р 4831.
- 5.8.2. Подключите клеммы 1-го магазина сопротивлений Р 4831 к разъемам генераторных электродов на блоке коммутации.
- 5.8.3. Подключите клеммы 2-го магазина сопротивлений Р 4831 к разъемам «3» и «4», блока коммутации для бипотенциометрической (биамперометрической) индикаторной системы.
- 5.8.4. Подключите секундомер СЭЦ-10000 к разъему ИП с помощью специального кабеля RS-232.
- 5.8.5. Установите на 1-м магазине сопротивлений значение сопротивления  $R = 50 \text{ Ом}$ .
- 5.8.6. Подключите блок питания к ИП анализатора и к внешнему источнику напряжения.
- 5.8.7. Включите ИП нажатием кнопки **ВКЛ** на лицевой панели. На дисплее появится изображение, в зависимости от модификации:



Установите в параметре «поверка» нажатием кнопки  опцию «Да».

5.9.1 Прогрейте прибор в течение 20 мин.

5.9.2 Подберите на 2-м магазине сопротивлений Р 4831 два значения сопротивления, при которых показания разности потенциалов (тока) индикаторной системы<sup>10</sup>.

5.9.3 Включите секундомер СЭЦ-10000 и обнулите нажатием кнопки  (Сброс) показания секундомера.

5.9.4 Установите на 2-м магазине сопротивлений Р 4831 значение первого сопротивления, соответствующего ЭДС (тока) индикаторной системы 20 мВ (80мкА).

5.9.5 Запустите процесс измерения нажатием клавиши .

5.9.6 После появления на дисплее сообщения «Введите пробу» установите на 2-м магазине сопротивлений Р 4831 значение второго сопротивления (соответствующего значения индикаторной системы 130 мВ (2 мкА), запуская процесс пропускания основного тока через сопротивление R и автоматически включая регистрацию времени секундомером.

5.9.7 Зарегистрируйте милливольтметром измеренное значение падения напряжения U на сопротивлении R.

5.9.8 Через промежуток времени ~90 с установите на магазине сопротивлений Р 4831 первое сопротивление, соответствующее значению индикаторной системы 20 мВ (80 мкА), автоматически останавливая отсчет секундомера. Зарегистрируйте измеренные анализатором массу  $m_{\text{изм}}$  и секундомером время электролиза  $t$ . Вычислите расчетное значение массы анализируемого компонента, мг, по формуле:

$$m_{\text{расч}} = \frac{M * 1000 * U * t}{z * F * R}$$

5.9.9 Рассчитайте значение относительной погрешности ИП  $\Delta_{\text{ип}}$ , %, по формуле:

$$\Delta_{\text{ип}} = \frac{|m_{\text{расч}} - m_{\text{изм}}|}{m_{\text{расч}}} * 100$$

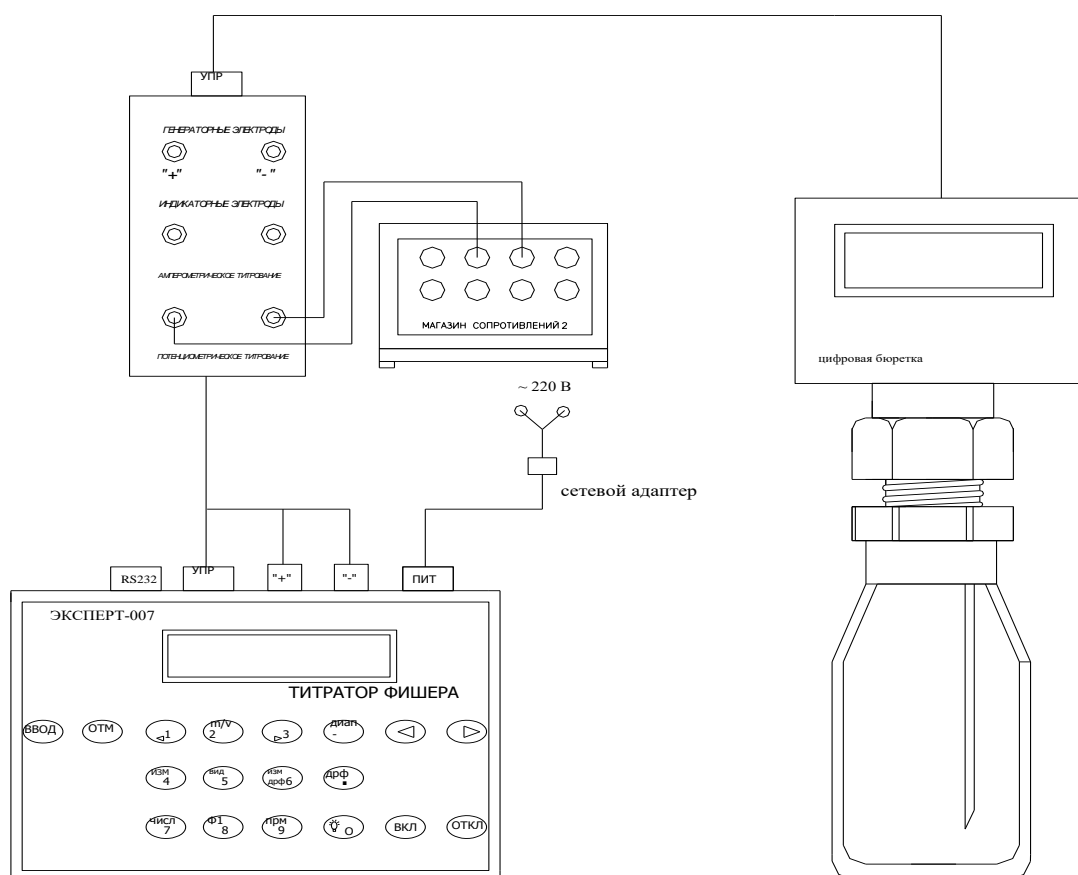
5.9.10 Результаты проверки считают удовлетворительными, если определенная по п.п.5.9.1-5.9.9  $\Delta_{\text{ип}}$  не превышает 0,3 %.

<sup>10</sup> см. дисплей титратора, равны 20 и 100 мВ (80 и 10 мкА)

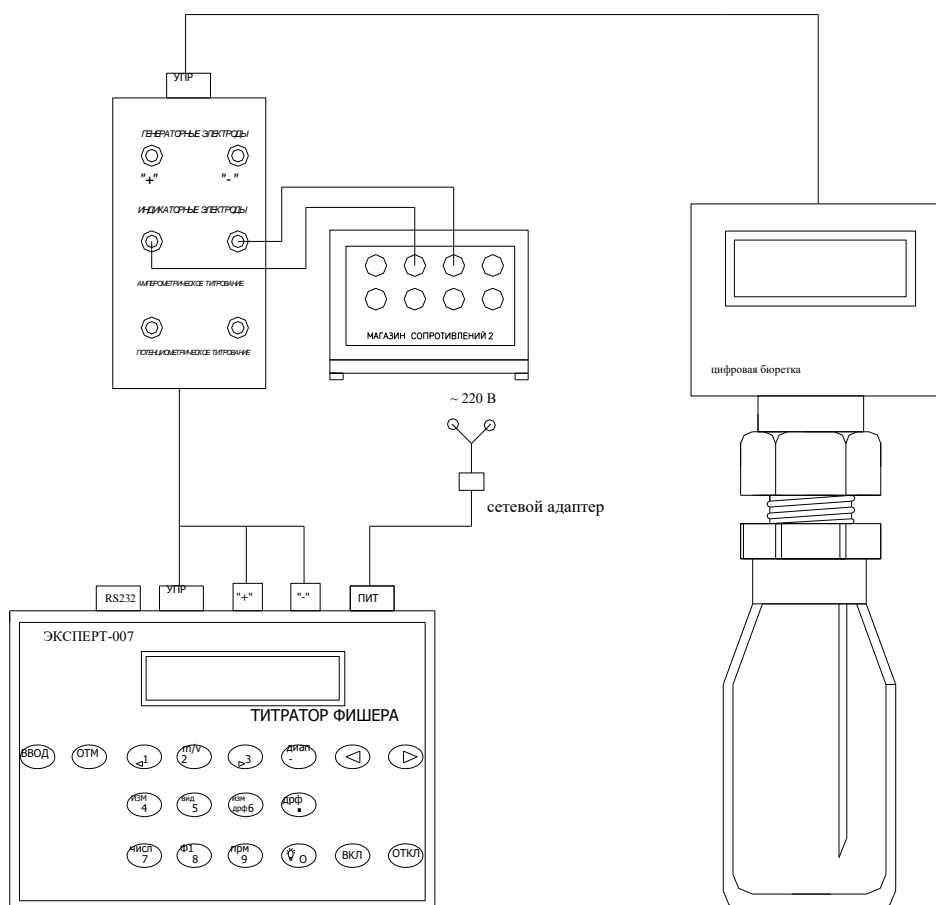
## 5.10 Определение относительной погрешности ИП измерений количества вещества (воды) с использованием бипотенциометрической (биамперометрической) индикаторной системы для волюмометрических титраторов модификаций «Эксперт-007МВ

5.10.1 Соберите схему в зависимости от типа индикаторной системы бипотенциометрической (биамперометрической).

### Схема подключения для волюмометрических титраторов Эксперт-00МВ (бипотенциометрическая индикация)



## Схема подключения для волюмометрических титраторов Эксперт-007МВ (биамперометрическая индикация)



В режиме просмотра и установки параметров вводят следующие значения:

- «уровень измерения» – 20 мВ (80 мкА);
- «уровень уменьшения» - 100 мВ (2мкА);
- «допуск ЭДС» – 10 мВ («допуск тока» 1мкА);
- «ток электродов» – 2 мкА;
- титр реактива 3.2 мг/см<sup>3</sup>,

В параметре «**поверка**» нажатием кнопки  установите опцию «**Да**».

5.10.2 Подберите на магазине сопротивлений Р 4831 два значения сопротивления, при которых показания разности потенциалов (тока) индикаторной системы (см. дисплей титратора) равны 20 и 100 мВ (80 и 10 мкА).

5.10.3 Установите на магазине сопротивлений Р 4831 значение первого сопротивления, соответствующего состоянию индикаторной системы 20 мВ (80мкА).

5.10.4 Запустите процесс измерения нажатием кнопки **ИЗМ 4**.

5.10.5 После появления на дисплее сообщения **«Введите пробу»** установите на магазине сопротивлений Р 4831 значение второго сопротивления (соответствующего значения индикаторной системы 100 мВ (2 мкА), запуская процесс титрования.

5.10.6 Нажмите на кнопку **ВВОД** на клавиатуре ИП количество раз указанное в таблице для первого номера измерения, контролируя на дисплее изменение «объема титранта».

№ измерения	Количество нажатий на кнопку <b>ВВОД</b>	Объем титранта на дисплее	Количество воды при титре 3.2 $m_{расч}$
1	5	1	3.2 мг
2	10	2	6.4 мг
3	20	4	12.8 мг

5.10.7 Установите на магазине сопротивлений Р 4831 значение первого сопротивления, соответствующего ЭДС индикаторной системы 20 мВ (80мкА).

5.10.8 Зафиксируйте значение измеренного ИП количества воды на дисплее.

5.10.9 Рассчитайте значение относительной погрешности ИП  $\Delta_{ИП}$ , %, по формуле:

$$\Delta_{ИП} = \frac{|m_{расч} - m_{изм}|}{m_{расч}} \cdot 100$$

5.10.10 Повторите измерения по п. 5.10.2 -5.10.9 для 2-го и 3-го измерений.

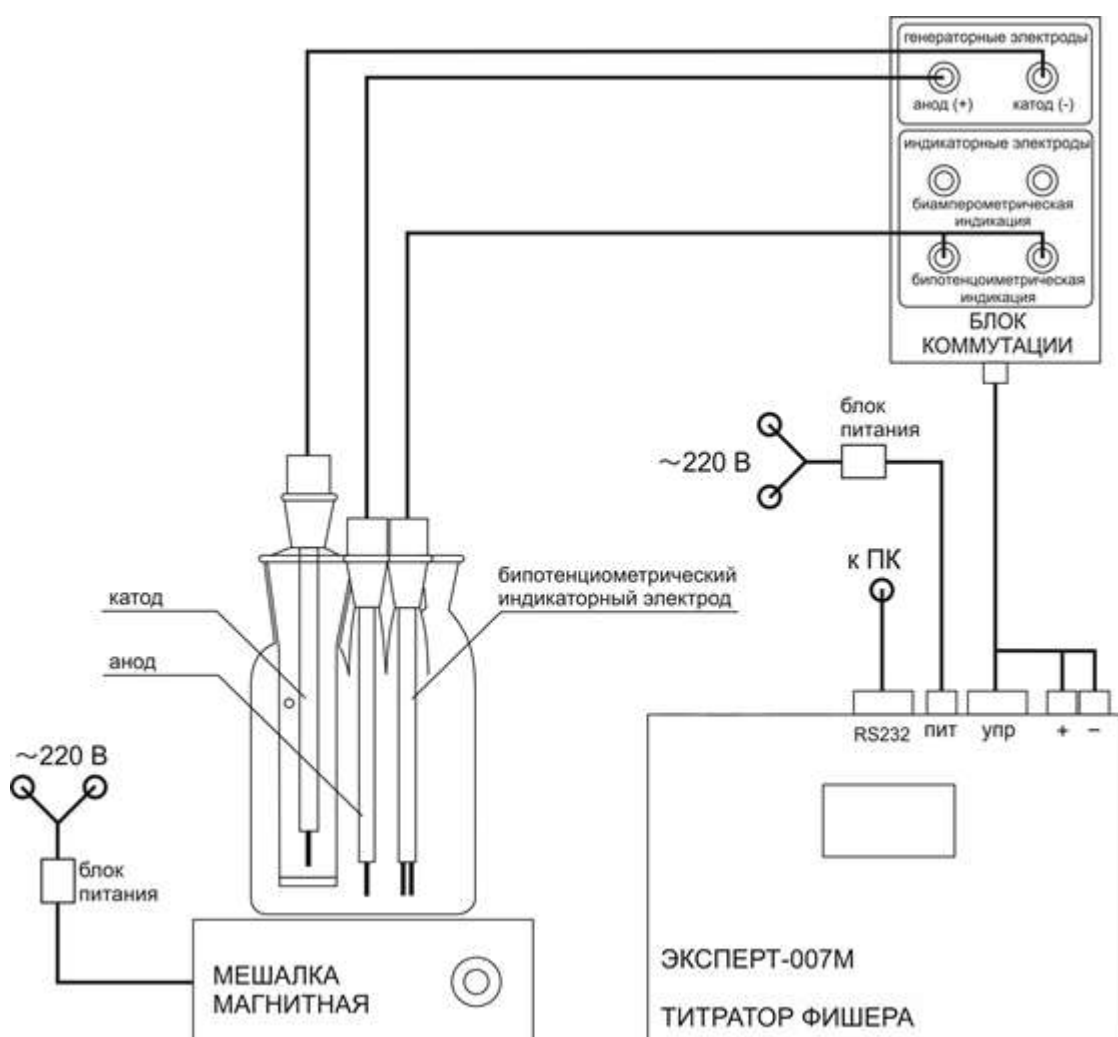
5.10.11 Результаты проверки считают удовлетворительными, если определенная по пп.5.10.4-5.10.10  $\Delta_{ИП}$  не превышает 0,3 %.

## 5.11 Определение относительной погрешности измерений количества вещества (воды) титратора в комплекте с ячейкой кулонометрической жидкостной с фильтром с использованием бипотенциметрической (биамперометрической) индикаторной системы

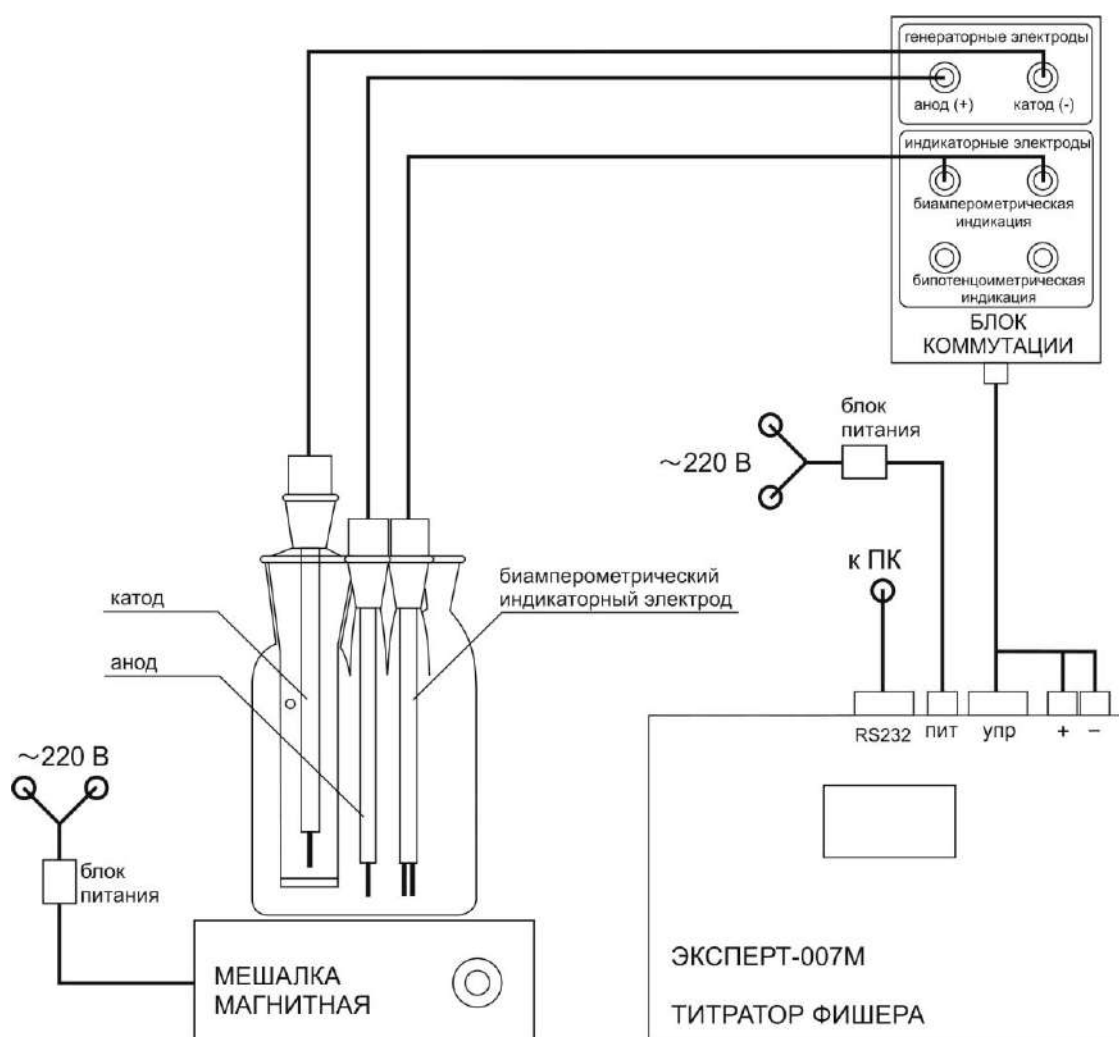
*Поверка титратора проводится по бидистиллированной воде и по эталонному (стандартному) образцу.*

5.11.1 Соберите схему в зависимости от модификации титратора.

**Подключение кулонометрических титраторов Эксперт-007М, Эксперт-007МАП с бипотенциметрической индикацией КТТ:**



## Подключение кулонометрических титраторов Эксперт-007МА, Эксперт-007МАП с биамперометрической индикацией КТТ:



- 5.11.2 Заполните кулонометрическую ячейку реактивом Фишера в соответствии с РЭ.
- 5.11.3 Установите в кулонометрическую ячейку генераторные и индикаторные электроды. Подсоедините их кабели к соответствующим разъёмам блока коммутации.
- 5.11.4 Поместите в кулонометрическую ячейку якорь магнитной мешалки;
- 5.11.5 Нажмите кнопку **ВКЛ** на лицевой панели титратора;
- 5.11.6 Включите магнитную мешалку, установив максимальную скорость вращения, исключаящую вспенивание реактива в ячейке;
- 5.11.7 Войдите в режим просмотра и установки параметров нажатием клавиши **ПРМ 9** ;



5.11.8 Проведите установку рабочих параметров согласно требованиям, приведённым в п. 3.3.5. После установки требуемых параметров вернитесь в режим ожидания, нажав кнопку



5.11.9 Выведите прибор на рабочий режим, добавляя бидистиллированную воду в анодную камеру ячейки до тех пор, пока индикаторное напряжение (ток) не установится на уровне измерения 40 мВ (80 мкА).

5.11.10 Выдержите прибор в состоянии готовности 5...7 мин.

5.11.11 Проведите измерение дрейфа в выбранном диапазоне «100 мг», при этом время ожидания дрейфа должно быть приблизительно равным времени титрования пробы и составлять 100...600 сек. Дрейф измеряется 2 раза, в расчет принимается последнее измеренное значение.

5.11.12 Наберите в микрошприц пробу бидистиллированной воды в количестве 1...2 мг (1...2 мкл).

5.11.13 Взвесьте шприц на весах.

5.11.14 Запустите начало измерения нажатием кнопки и введите с клавиатуры измеренную по п. 5.11.13. массу шприца с навеской. После введения массы нажмите кнопку .

5.11.15 Взвесьте шприц на весах после введения пробы.

5.11.16 После завершения измерения введите с клавиатуры массу, измеренную по п. 5.11.15.

5.11.17 Зарегистрируйте измеренное титратором содержание воды  $K_{изм}$  (%) и сравните её с эталонным  $K_{эт}$  (для бидистиллированной воды составляющее 100%).

5.11.18 Рассчитайте значение относительной погрешности титратора  $\Delta$ , %, по формуле:

$$\Delta = \frac{|K_{эт} - K_{изм}|}{K_{эт}} \cdot 100 \%$$

5.11.19 Результаты поверки считайте удовлетворительными, если  $\Delta$  не превышает 2,0 %.

5.11.20 Повторите измерения не менее 3-х раз.

5.11.21 В случае если  $\Delta > 2,0$  % операции поверки по п.п. 5.11.12- 5.11.18. проводят повторно и в случае повторного превышения титратор бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.

## Определение относительной погрешности измерений количества вещества (воды) титратора в комплекте с ячейкой кулонометрической жидкостной с фильтром по эталонному материалу СО ВНИИМ ВН-7.

Выполните действия, изложенные в пп. 5.11.12-5.11.21. для массы навески СО ВН-7 1-2 г. (1-2 мл).

### 5.12 Определение относительной погрешности измерений количества вещества (воды) титратора в комплекте с цифровой бюреткой и титровальной ячейкой с использованием бипотенциометрической (биамперометрической) индикаторной системы

5.12.1 Соберите схему согласно п. 5.11.1 ИЭ бипотенциометрическая индикация или биамперометрическая индикация в зависимости от модификации титратора.

5.12.2 Заполните ячейку подходящим растворителем (метанол) в соответствии с ИЭ.


5.12.3 Установите в ячейку индикаторные электроды. Подсоедините кабель к соответствующим разъёмам блока коммутации.

5.12.4 Поместите в ячейку якорь магнитной мешалки.

5.12.5 Нажмите кнопку  на лицевой панели титратора.

5.12.6 Включите магнитную мешалку, установив максимальную скорость вращения, исключающую вспенивание растворителя в ячейке.

5.12.7 Войдите в режим просмотра и установки параметров нажатием клавиши .

5.12.8 Проведите установку рабочих параметров согласно требованиям, приведённым в п. 3.3.5. После установки требуемых параметров необходимо вернуться в режим ожидания, нажав кнопку .

5.12.9 Выведите прибор на рабочий режим (индикаторное напряжение (ток) на уровне измерения 40 мВ (80 мкА)).

5.12.10 Выдержите прибор в состоянии готовности 5...7 мин.

5.12.11 Проведите измерение титра реактива в соответствии с п. 3.3.4. ИЭ.

5.12.12 Наберите в микрошприц пробу бидистиллированной воды в количестве 10...20 мг (10...20) мкл.

5.12.13 Взвесьте шприц на весах.

5.12.14 Запустите начало измерения нажатием кнопки **ИЗМ 4** и введите с клавиатуры измеренную по п. 5.11.13. массу шприца с навеской. После введения массы нажмите кнопку **ВВОД**.

5.12.15 Взвесьте шприц на весах после введения пробы.

5.12.16 После завершения измерения введите с клавиатуры массу, измеренную по п. 5.11.15.

5.12.17 Зарегистрируйте измеренное титратором содержание воды  $K_{изм}$  (%) и сравните её с эталонным  $K_{эт}$  (для бидистиллированной воды составляющее 100%).

5.12.18 Рассчитайте значение относительной погрешности титратора  $\Delta$ , %, по формуле:

$$\Delta = \frac{|K_{эт} - K_{изм}|}{K_{эт}} \cdot 100$$

5.12.19 Повторите измерения не менее 3-х раз.

**Определение относительной погрешности измерений титратора в комплекте с ячейкой кулонометрической жидкостной с фильтром или без фильтра по эталонному материалу СО ВНИИМ ВН-7**

5.12.20 Выполните действия, изложенные в пп. 5.12.12-5.12.19. для массы навески СО ВНИИМ ВН-7 5...7 г. (5...8 мл).

5.12.21 Результаты поверки считают удовлетворительными, если  $\Delta$  не превышает 2,0 %.

5.12.22 В случае если  $\Delta > 2,0$  % операции поверки по пп. 5.12.12- 5.12.21. проведите повторно и в случае повторного превышения титратор бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.

**5.13 Оформление результатов поверки**

5.13.1 При проведении операций поверки ведут протокол результатов измерений по поверке произвольной формы.

5.13.2 Положительные результаты поверки оформляют путем выдачи свидетельства о поверке или простановкой поверительного клейма в соответствии с ПР 50.2.006 и ПР 50.2.0074.8.3 При отрицательных результатах поверки выдают извещение о непригодности с указанием причин по ПР 50.2.006, свидетельство аннулируют, клеймо гасят, а титратор к применению не допускают.

## **6 РЕМОНТ**

Титратор является сложным электронным прибором и к его ремонту допускается только квалифицированный персонал предприятия-изготовителя или официальные представители на условиях сервисного обслуживания. После ремонта обязательна проверка основных технических характеристик титратора в соответствии с п.5.

## 7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

### 7.1 Транспортирование

Транспортирование титратора производится в упаковочной таре в закрытом транспорте любого вида при условиях, не превышающих предельных заданных значений:

Температура окружающего воздуха	от минус 25 до плюс 55°C
Относительная влажность окружающего воздуха	до 95% при 25°C
Атмосферное давление, кПа мм рт. ст.	84...106.7 630...800
Транспортная тряска: <ul style="list-style-type: none"><li>• число ударов в минуту</li><li>• максимальное ускорение, м/с<sup>2</sup></li><li>• продолжительность воздействия, ч</li></ul>	80...120 30 1

### 7.2 Хранение

Хранение титратора, до введения в эксплуатацию, производится на складах в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха 5...40°C и относительной влажности до 90% при температуре 25°C.

Без упаковки титратор следует хранить при температуре окружающего воздуха 10...35°C и относительной влажности до 80% при температуре 25°C.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Алматы (7273)495-231  
Ангарск (3955)60-70-56  
Архангельск (8182)63-90-72  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Благовещенск (4162)22-76-07  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Владикавказ (8672)28-90-48  
Владимир (4922)49-43-18  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Коломна (4966)23-41-49  
Кострома (4942)77-07-48  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Курган (3522)50-90-47  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новыйрск (3496)41-32-12  
Новосибирск (383)227-86-73

Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Петрозаводск (8142)55-98-37  
Псков (8112)59-10-37  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Саранск (8342)22-96-24  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35

Сыктывкар (8212)25-95-17  
Тамбов (4752)50-40-97  
Тверь (4822)63-31-35  
Тольятти (8482)63-91-07  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)33-79-87  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Улан-Удэ (3012)59-97-51  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Чебоксары (8352)28-53-07  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Чита (3022)38-34-83  
Якутск (4112)23-90-97  
Ярославль (4852)69-52-93

Россия +7(495)268-04-70

Казахстан +7(7172)727-132

Киргизия +996(312)96-26-47

exa@nt-rt.ru || <https://econix.nt-rt.ru/>