pH-метр pH-150МИ

Руководство по эксплуатации

ГРБА.414318.001РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

1 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ 3
1.1 Принцип работы прибора 3
1.2 Конструкция прибора 4
2 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ 7
3 ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ 8
3.1 Распаковка 8
3.2 Подготовка электродов к работе 8
3.3 Подготовка источников питания 8
3.4 Подготовка прибора 8
4 РАБОТА С ПРИБОРОМ 9
4.1 Включение и выключение прибора 9
4.2 Режимы работы прибора 10
5 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ 10
5.1 Измерение pH 10
5.2 Измерение Eh 11
5.3 Измерение ЭДС 12
5.4 Измерение температуры 12
5.5 Ручной ввод температуры 13
6 КОНТРОЛЬ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДНОЙ СИСТЕМЫ . 14
6.1 Контроль параметров электродной системы 14
6.2 Редактирование значений координат изопотенциальной точки электродной системы 15
6.3 Возврат к заводским установкам координат изопотенциальной точки 16
7 ГРАДУИРОВКА ПРИБОРА 17
7.1 Градуировочные растворы 17
7.2 Варианты градуировки 18
7.3 Подготовка к градуировке 18
7.4 Градуировка по одному или двум растворам (режим «НАСТРОЙКА») 19
7.5 Градуировка с уточнением координат изопотенциальной точки электродной системы (режим «НАСТРОЙКА pX_i») 24
7.6 Контроль правильности проведения градуировки 27
8 ВРЕМЕННАЯ ОСТАНОВКА ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ 27
9 РАБОТА С БЛОКНОТОМ 27
9.1 Порядок сохранения результатов измерений 28
9.2 Порядок извлечения результатов измерений 29
10 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА 30
11 АВТОМАТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИБОРА. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ 30
ПРИЛОЖЕНИЕ А 34
Значения pH рабочих эталонов (ГОСТ 8.135-2004) 34

pH-метр pH-150МИ (далее - прибор) предназначен для измерения показателя активности ионов водорода (pH), окислительно-восстановительного потенциала (Eh) и температуры (t) водных растворов и непосредственного измерения pH мяса и мясопродуктов.

Область применения: для проведения измерений в лабораторной практике, а также для оперативных измерений на предприятиях пищевой промышленности и в других отраслях промышленности, в том числе, в теплоэнергетике.

Основные технические характеристики, методика поверки и сведения по градуировке преобразователя изложены в формуляре ГРБА.414318.001ФО.

1 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

1.1 Принцип работы прибора

В основу работы положен потенциометрический метод измерения pH и Eh контролируемого раствора.

При измерении pH (или Eh) растворов используется первичный измерительный преобразователь - электродная система, состоящая из измерительного электрода и электрода сравнения. Эти электроды могут представлять собой как раздельные устройства, так и быть объединены в одном корпусе (комбинированный электрод).

Электродная система, погруженная в анализируемый раствор, развивает электродвижущую силу (ЭДС), пропорциональную показателю активности ионов водорода (pH) или соотношению концентраций окисленной и восстановленной форм редокс-системы.

ЭДС электродной системы зависит также от температуры анализируемого раствора. Для измерения температуры и учета ее влияния на электродную систему (термокомпенсации) используется первичный преобразователь - датчик температуры, построенный на основе терморезистора (далее – термодатчик).

Для электродных систем, применяемых для определения pH растворов, существует точка (значение pH) в которой их ЭДС не зависит от температуры. Эта точка носит название изопотенциальной, а соответствующие ей значения «pX_i» и «E_i» называются координатами изопотенциальной точки. На основе измеренной величины ЭДС вторичный преобразователь (далее – преобразователь) осуществляет расчет значения pH по следующей формуле:

$$pH = pX_i - (E - E_i) / K_s \cdot (54{,}1 + 0{,}198\ t), \qquad (1)$$

где E – измеренная ЭДС электродной системы, мВ;

pX_i – координата изопотенциальной точки электродной системы;

E_i - координата изопотенциальной точки электродной системы, мВ;

K_s - доля, которую составляет реальная крутизна электродной характеристики от теоретического значения, равного (54,1 + 0,198 t);

t – температура раствора, измеренная при помощи термодатчика или введенная вручную, °С.

Значение pH выводится на дисплей преобразователя. Кроме этого на дисплей могут выводиться результаты измерения ЭДС электродной пары и температуры среды в единицах мВ и °С соответственно.

Номинальные статические характеристики преобразования ЭДС электродной системы для измерения pH приведены в 2.6 формуляра ГРБА.414318.001ФО.

1.2 Конструкция прибора

Прибор представляет собой комплект, включающий преобразователь, блок сетевого питания, термодатчик и комбинированный электрод (или набор из измерительного электрода и электрода сравнения).

Для работы в стационарных условиях в комплект поставки входит разборный штатив с держателем электродов. Конструкция и порядок сборки штатива приведены в его руководстве по эксплуатации.

1.2.1 Комбинированный электрод имеет стеклянный корпус диаметром 12 мм. В нижней его части установлена рабочая мембрана, чувствительная к ионам водорода, представляющая собой шарик из специального стекла. Над шариком впаяна пористая керамика, обеспечивающая электролитический контакт между электролитом, залитым в электрод, и анализируемым раствором. Верхняя часть электрода заканчивается втулкой, из которой выходит кабель с разъемом для подключения к преобразователю.

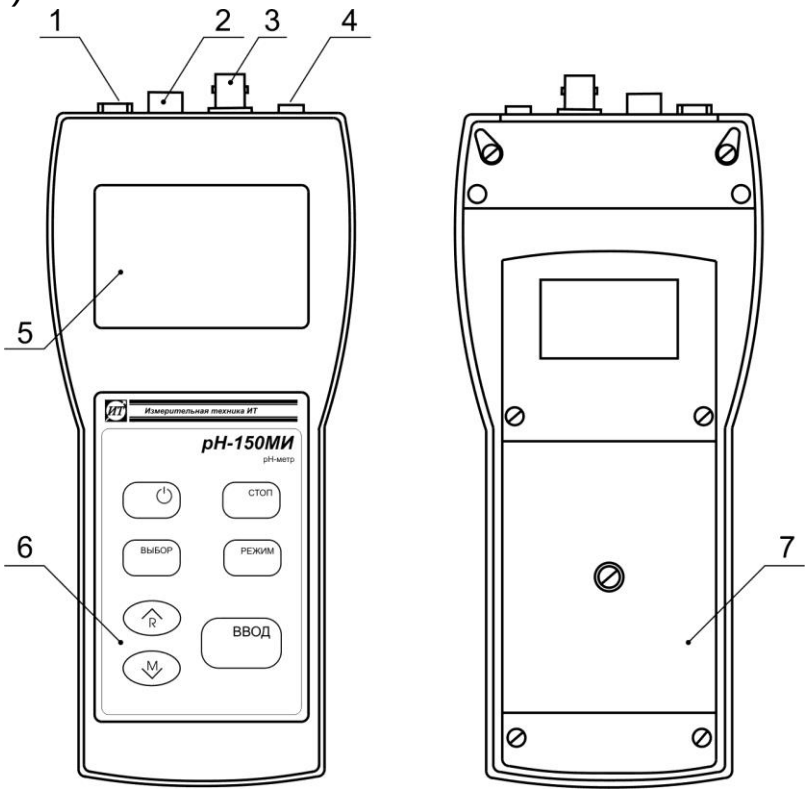
1.2.2 Термодатчик ТДЛ-1000-06 представляет собой пустотелый стержень, изготовленный из нержавеющей стали, внутри которого установлен термоэлемент. Из верхней части датчика выходит кабель с разъемом для подключения к преобразователю.

При работе датчик устанавливается на штатив вместе с электродной системой и погружается в анализируемый раствор на глубину не менее 30 мм.

1.2.3 Выносной блок сетевого питания предназначен для работы прибора от сети переменного тока. Блок выполнен в пластмассовом корпусе.

Питание преобразователя от блока подается посредством гибкого шнура со штекером. При подключении штекера в соответствующее гнездо преобразователя автономное питание автоматически отключается.

1.2.4 Конструктивно преобразователь выполнен в пластмассовом корпусе (рисунок 1).



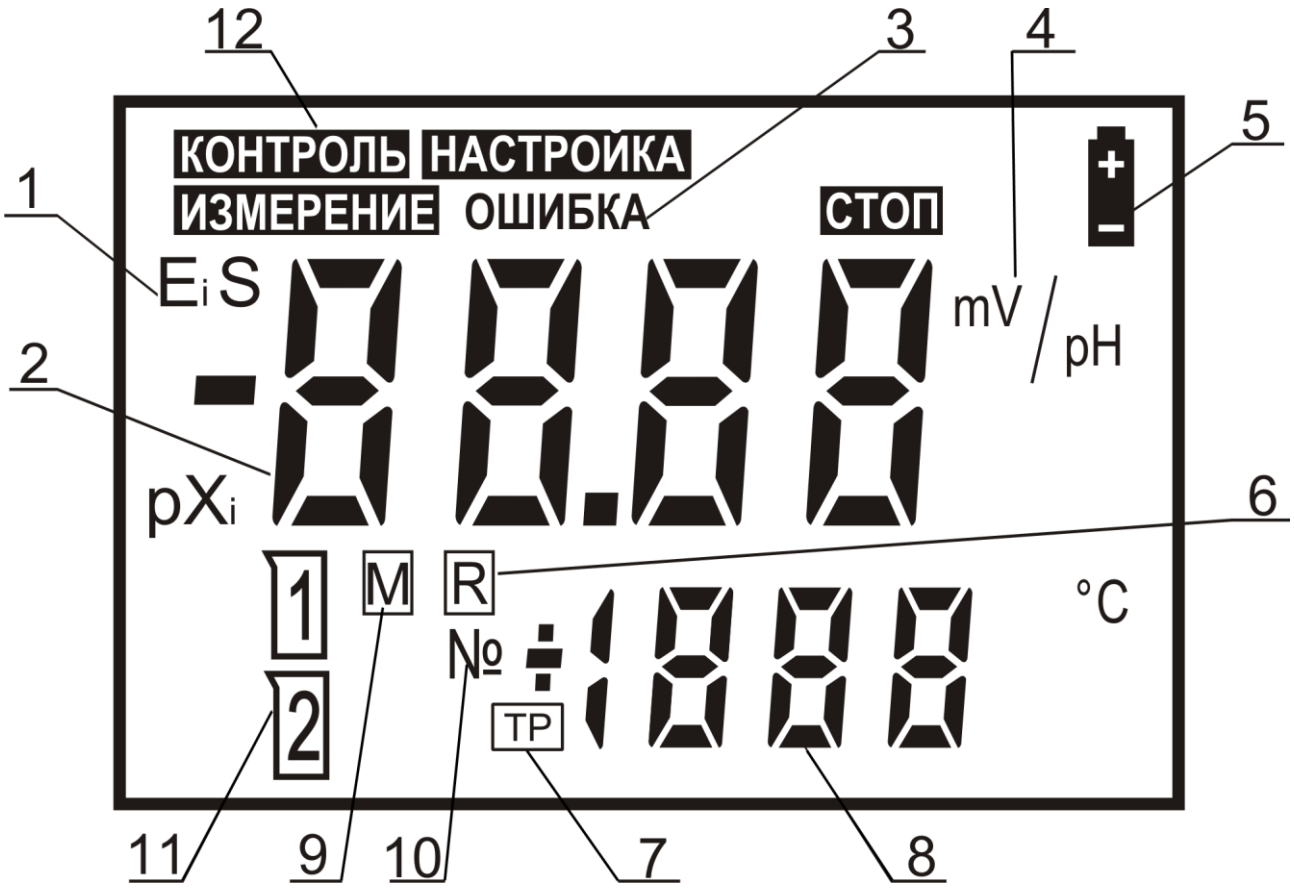
1. Гнездо «**6V…14V**» - для подключения блока сетевого питания;
2. Разъем «**СРАВН.**» - для подключения электрода сравнения;
3. Разъем «**ИЗМ.**» - для подключения комбинированного или измерительного электрода;
4. Разъем «**ТД**» - для подключения датчика температуры;
5. Жидкокристаллический дисплей;
6. Панель управления;
7. Крышка отсека элементов батареи автономного источника питания.

Рисунок 1 - Преобразователь pH-150МИ

На лицевой панели расположены жидкокристаллический дисплей и панель управления. Разъемы для подключения внешних электрических соединений расположены с торца преобразователя в верхней его части.

На задней стенке преобразователя находится отсек автономного источника питания.

1.2.5 Расположение знаков и цифровых полей на жидкокристаллическом дисплее показано на рисунке 2.



1. Символы обозначений параметров электродной системы;
2. Основное цифровое поле измеряемых величин;
3. Знак автоматической диагностики прибора;
4. Символы единиц измерения;
5. Знак разряда батареи питания;
6. Знак извлечения из памяти;
7. Знак ручного ввода значения температуры;
8. Вспомогательное цифровое поле температуры раствора;
9. Знак записи в память;
10. Символ номера ячейки памяти;
11. Знаки номера градуировочного раствора;
12. Поле режимов работы.

Рисунок 2 - Многофункциональный дисплей

В процессе управления прибором может быть изменена (отредактирована) та цифра или знак, которая мигает в текущий момент на дисплее.

1.2.6 Панель управления

На панели управления расположены семь кнопок, служащих для управления прибором.

	Включение/выключение прибора.
	Временная остановка процесса измерения с удержанием на дисплее текущего результата.
	Выбор режима работы прибора.
	Выбор единиц измерения в режиме измерения. Выбор разряда изменяемого числа или знака при редактировании (изменении) числовых значений.
	Подтверждение ввода данных, выбранного режима, знака или числового значения.
	Увеличение числа или изменение знака при редактировании числовых значений. Извлечение содержимого ячеек блокнота на дисплей.
	Уменьшение числа или изменение знака при редактировании числовых значений. Перевод прибора в состояние готовности к сохранению результата измерения в выбранной ячейке блокнота.

Использование органов управления прибора в разных режимах работы подробно описывается в последующих разделах.

2 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с прибором допускается персонал, изучивший настоящее руководство, действующие правила эксплуатации электроустановок и правила работы с химическими реактивами.

Во время профилактических работ и ремонта прибора необходимо блок сетевого питания отключить от сети.

При работе с прибором следует оберегать преобразователь и электроды от ударов, поскольку многие детали в их конструкции изготовлены из хрупких материалов.



Не допускается эксплуатация прибора:

- ***при параметрах питающего напряжения не соответствующих приведенным в пункте 2.3 ГРБА.414318.001ФО;***
- ***при параметрах контролируемой среды выходящих за пределы, приведенные в пункте 2.5 ГРБА.414318.001ФО, а также при наличии в контролируемой среде веществ, склонных к образованию стойких отложений на электродах.***

3 ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

3.1 Распаковка

При получении прибора следует вскрыть упаковку, проверить комплектность и убедиться в сохранности упакованных изделий.

Распакованный прибор следует выдержать при температуре (20 ± 5) °С и относительной влажности не более 80 % в течение не менее 8 часов.

3.2 Подготовка электродов к работе

Подготовка электродов к работе производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в паспортах на соответствующие электроды.

3.3 Подготовка источников питания

Питание прибора осуществляется от сети через блок сетевого питания или от автономного источника - четырех элементов типа А316 напряжением 1,5 В.

Для установки элементов батареи автономного источника питания необходимо:

- вскрыть крышку 7 отсека на задней панели прибора (рисунок 1), для чего отвернуть винт крепления крышки отсека;
- соблюдая полярность, установить элементы в отсек;
- закрыть крышку отсека.

Для работы прибора от блока сетевого питания:

- вставить вилку блока сетевого питания в разъем 1 (рисунок 1);
- подключить блок сетевого питания к сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В.

При подключении блока сетевого питания автономное питание автоматически отключается.

3.4 Подготовка прибора

Комбинированный электрод (например, ЭСК-10603) следует закрепить в штативе и подключить к гнезду «**ИЗМ.**». Допускается использовать раздельную электродную пару, состоящую из измерительного электрода (например, ЭС-10601) и электрода сравнения (например, ЭСр-10103). При этом оба электрода закрепляются в штативе, разъем кабеля измерительного электрода подключается к гнезду «**ИЗМ.**», а электрода сравнения к гнезду «**СРАВН.**» преобразователя.

Термодатчик закрепить в штативе и подключить к гнезду «**ТД**».

Термодатчик, в обоснованных случаях (например, при его неисправности) можно не подключать к прибору. Температура в этом случае вводится вручную.

4 РАБОТА С ПРИБОРОМ

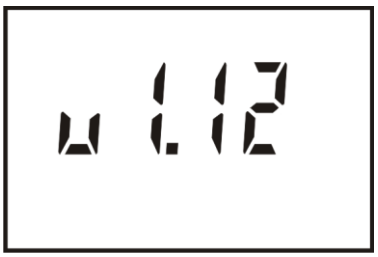
4.1 Включение и выключение прибора

Для включения прибора нажать кнопку включения прибора и удерживать ее в течение 1-2 секунд.





При включении на дисплее кратковременно высвечивается номер версии программного обеспечения прибора, например «v1.12», после чего прибор переходит в режим измерений в тех единицах, которые были установлены при предыдущем его выключении.



В поле режимов работы на дисплее высвечивается знак «**ИЗМЕРЕНИЕ**». На основном цифровом поле дисплея отображаются результаты текущего измерения*.





Если питание прибора осуществляется от автономного источника, следует проверить состояние знака разряда батареи. Если он горит (показано на рисунке), то элементы питания следует заменить (3.3).



Для выключения прибора следует нажать ту же кнопку





* Здесь и далее на рисунках, поясняющих порядок работы с прибором, приведены случайные показания на дисплее, в реальных условиях они могут быть другими.

4.2 Режимы работы прибора

Прибор имеет следующие режимы работы:

- «**ИЗМЕРЕНИЕ**» - основной режим работы;
- «**НАСТРОЙКА**» - градуировка прибора (совокупность операций по доведению погрешности измерений pH-метра до нормируемых значений);
- «**НАСТРОЙКА pX$_i$**» - градуировка прибора с уточнением координат изопотенциальной точки;
- «**КОНТРОЛЬ**» - контроль и редактирование параметров электродной системы.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1 Измерение pH

Для получения результатов измерений pH с нормируемым значением погрешности необходимо провести градуировку прибора согласно пункту 7.4 или, при необходимости, согласно пункту 7.5.

После включения прибора автоматически устанавливается режим «**ИЗМЕРЕНИЕ**». В поле режимов работы на дисплее высвечивается знак «**ИЗМЕРЕНИЕ**».



При необходимости кнопкой **ВЫБОР** следует установить режим измерений «**pH**». При этом в правой части дисплея высвечивается символ «**pH**».





При измерениях pH следует помнить, что характеристики электродной системы зависят от температуры анализируемой среды. Поэтому для учета этой зависимости (автоматической термокомпенсации) прибору необходима информация о температуре раствора. Наилучшим вариантом является автоматическое измерение температуры при помощи термодатчика (в том числе встроенного в электрод). В обоснованных случаях (проведение микроизмерений, неисправность термодатчика и т. п.) значение температуры может вводиться вручную. В последнем случае температуру раствора определяют при помощи термометра и вводят в прибор перед началом измерений согласно пункту 5.5.

Промыть электроды и другие применяемые устройства (например, термодатчик или термометр) дистиллированной водой, осушить их фильтровальной бумагой и погрузить в анализируемый раствор. При использовании термодатчика глубина его погружения в анализируемый раствор должна быть не менее 30 мм.

После установления стабильных показаний считать результат измерения с дисплея.



Обычно время установления показаний не превышают 3 мин с момента погружения датчиков в анализируемую среду. Однако при измерении pH сильнокислых и сильнощелочных растворов, а также при температурах, близких к 0 °С время установления показаний может достигать 10 мин.

Измерения pH хлебопродуктов и мяса производятся в соответствии с указаниями, изложенными в эксплуатационной документации электрода ЭСК-10616.

Правильность градуировки прибора необходимо периодически проверять по градуировочному раствору в соответствии с пунктом 7.6. В начале эксплуатации прибора или новых электродов проверку рекомендуется производить каждый день, так как характеристики электродов могут измениться. В дальнейшем проверка должна производиться не реже одного раза в неделю.

5.2 Измерение Eh

Для выполнения измерений Eh должна использоваться электродная система, состоящая из измерительного редокс-электрода (например, ЭРП-101) и электрода сравнения (например, ЭСр-10103). Так же может использоваться комбинированный редокс-электрод (например, ЭРП-105). Указанные электроды в комплект поставки не входят.

Градуировка комплекта прибора при измерениях Eh не требуется. Проверка электродов производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в эксплуатационной документации на соответствующие электроды.

После включения прибора автоматически устанавливается режим «**ИЗМЕРЕНИЕ**». В поле режимов работы на дисплее высвечивается знак «**ИЗМЕРЕНИЕ**».



При необходимости кнопкой **ВЫБОР** следует установить режим измерений «**mV**». При этом в правой части дисплея высвечивается символ **«mV»**.





Промыть электроды дистиллированной водой, осушить их фильтровальной бумагой и погрузить в анализируемый раствор. После установления стабильных показаний считать результат измерения с дисплея.



5.3 Измерение ЭДС

Режим измерений «**mV**», кроме описанного в пункте 5.2 измерения окислительно-восстановительного потенциала, может использоваться:

- для измерения ЭДС электродной системы с целью оценки ее исправности (по отклонению ЭДС от номинального значения);
- для построения градуировочного графика и определения по нему концентрации (показателя активности) различных ионов при использовании ионоселективных электродов в качестве измерительных (в комплект поставки не входят).

5.4 Измерение температуры

Измерение температуры возможно только в том случае, если к прибору подключен термодатчик или комбинированный электрод со встроенным термодатчиком. Наличие термодатчика прибор определяет автоматически.

Поместить термодатчик (или комбинированный электрод со встроенным термодатчиком) в анализируемый раствор. После установления стабильных показаний считать результат измерения с дисплея.



Инерционность термодатчика не превышает 3 мин.

5.5 Ручной ввод температуры

Ручной ввод температуры возможен только в том случае, если к прибору не подключен термодатчик (определяется автоматически). На дисплее при этом индицируется знак «ТР» и значение температуры, установленное ранее вручную.

Для редактирования значения температуры следует нажать одну из кнопок ∨ или ∧. На дисплей выводится трехзначное число температуры. Младший знак числа мигает, показывая, что он может быть изменен.



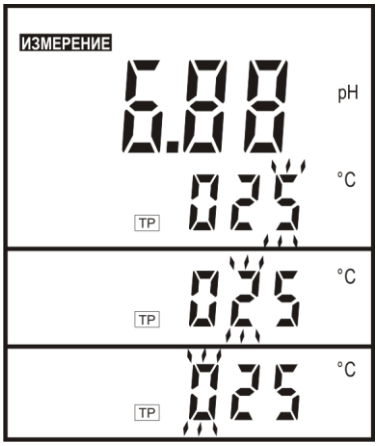
или





Выбор разряда числа осуществляется последовательным нажатием кнопки **ВЫБОР**.





Изменять можно ту цифру, которая мигает в данный момент на дисплее. Увеличение или уменьшение производится соответствующими кнопками ∨, ∧.



или





Для завершения редактирования следует нажать кнопку **ВВОД**.





Ручной ввод температуры производится с дискретностью 1 ºС.

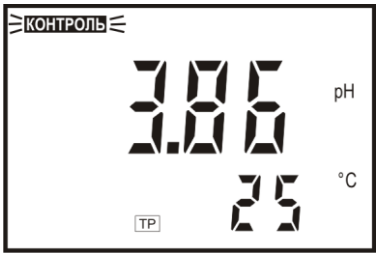
6 КОНТРОЛЬ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДНОЙ СИСТЕМЫ

6.1 Контроль параметров электродной системы

При измерениях pH следует помнить, что для получения результатов с нормируемым значением погрешности параметры электродной системы (1.1), хранящиеся в памяти прибора должны быть в пределах допусков указанных в паспортах на электроды. В случае, если параметры электродной системы выходят за пределы этих допусков необходимо провести градуировку прибора согласно раздела 7.

Нажимая на кнопку **РЕЖИМ**, выбрать режим «**КОНТРОЛЬ**». При этом знак «**КОНТРОЛЬ**» на дисплее начинает мигать, а на основном и дополнительном цифровом поле дисплея сохраняются результаты текущего измерения.

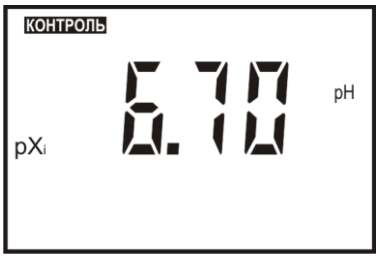




Для предотвращения случайного запуска режима «КОНТРОЛЬ» вход в него происходит только после нажатия кнопки ВВОД. Если кнопка ВВОД не была нажата в течение (5 – 7) секунд, прибор возвращается в режим «ИЗМЕРЕНИЕ».

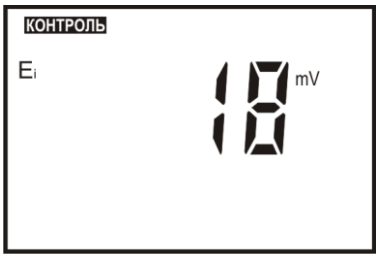
Нажать кнопку **ВВОД**. После этого знак «**КОНТРОЛЬ**» прекращает мигать и индицируется непрерывно. На дисплей выводится значение координаты изопотенциальной точки pX_i (в паспортах на электроды этот параметр обозначен как pH_i).





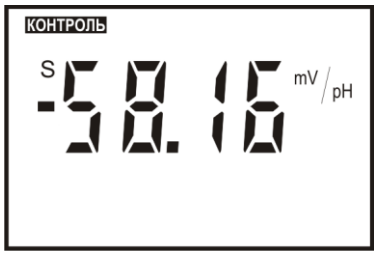
Нажать кнопку **ВВОД**. На дисплей выводится значение координаты изопотенциальной точки E_i.





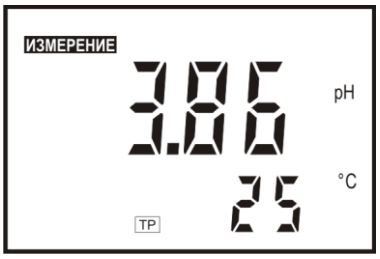
Нажать кнопку **ВВОД**. На дисплей выводится крутизна электродной системы S при 25 ºС.





Нажать кнопку **ВВОД**. Прибор переходит в режим **«ИЗМЕРЕНИЕ»**.





Переход в режим «ИЗМЕРЕНИЕ» на любом этапе может производиться нажатием кнопки РЕЖИМ.

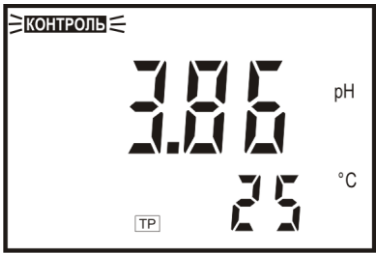
6.2 Редактирование значений координат изопотенциальной точки электродной системы

Заводская установка координат изопотенциальной точки (pX_i, E_i) соответствует паспортным значениям электродной системы, входящей в комплект поставки прибора.

При использовании электродов с другими значениями координат изопотенциальной точки их следует ввести в прибор.

Нажимая на кнопку **РЕЖИМ**, выбрать режим «**КОНТРОЛЬ**». При этом знак «**КОНТРОЛЬ**» на дисплее начинает мигать, а на основном и дополнительном цифровом поле дисплея сохраняются результаты текущего измерения.

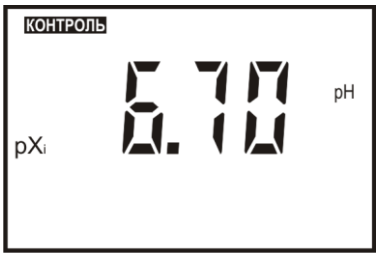




Для предотвращения случайного запуска режима «КОНТРОЛЬ» вход в него происходит только после нажатия кнопки ВВОД. Если кнопка ВВОД не была нажата в течение (5 – 6) секунд, прибор возвращается в режим «ИЗМЕРЕНИЕ».

Нажать кнопку **ВВОД**. После этого знак «**КОНТРОЛЬ**» прекращает мигать и индицируется непрерывно. На дисплей выводится значение координаты изопотенциальной точки pX_i.





Для изменения значений координат изопотенциальной точки следует, при просмотре значения pX_i, нажать кнопку **ВВОД** и удерживать ее в течение (1-2) секунд.

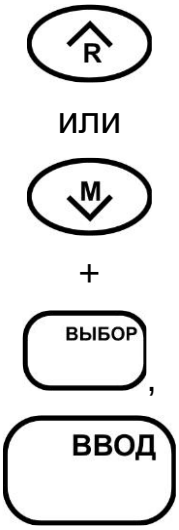


(1-2) с



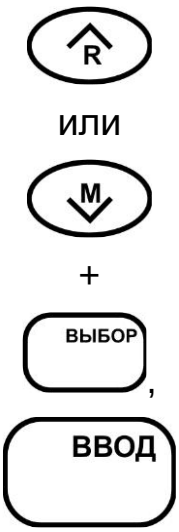
Вход в режим редактирования изопотенциальной точки приведет к сбросу всех градуировочных характеристик. Поэтому во избежание потери данных не рекомендуется без необходимости входить в этот режим.

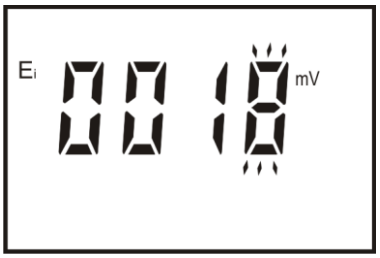
На дисплей выводится установленное ранее значение pX_i. Последний знак числа мигает. Изменять можно ту цифру, которая мигает в данный момент на дисплее. Выбор разряда осуществляется кнопкой **ВЫБОР**, а увеличение или уменьшение цифры – кнопками ∨, ∧. При завершении редактирования следует нажать кнопку **ВВОД**.





На дисплей выводится установленное ранее значение E_i. Последний знак числа мигает. Изменять можно ту цифру, которая мигает в данный момент на дисплее. Выбор разряда осуществляется кнопкой **ВЫБОР**, а увеличение или уменьшение цифры – кнопками ∨, ∧. Изменение знака производится при мигании всех четырех разрядов числа. При завершении редактирования следует нажать кнопку **ВВОД**. После этого прибор предложит выполнить градуировку (7.4).







Внимание! Если пользователь откажется от выполнения градуировки, нажав кнопку РЕЖИМ или выключив прибор, то сделанные изменения координат изопотенциальной точки не будут сохранены в памяти прибора.

Для ввода координат изопотенциальной точки без выполнения последующей градуировки после завершения редактирования Ei следует нажать кнопку РЕЖИМ, а не кнопку ВВОД. При этом прибор перейдет в режим «ИЗМЕРЕНИЕ», а в его памяти сохранятся установленные значения координат изопотенциальной точки и теоретическое значение крутизны электродной характеристики.

6.3 Возврат к заводским установкам координат изопотенциальной точки

Войти в режим редактирования координат изопотенциальной точки (6.2).
Нажав и удерживая кнопку **ВВОД**, запустить редактирование pX_i.
Нажать кнопку **РЕЖИМ**. После этого прибор перейдет в режим **«ИЗМЕРЕНИЕ»**, а в его памяти будут восстановлены заводские значение координат изопотенциальной точки и теоретическое значение крутизны электродной характеристики.

7 ГРАДУИРОВКА ПРИБОРА

Градуировка это совокупность операций по доведению погрешности измерений pH-метра до нормируемых значений. Градуировка прибора производится периодически, а также в следующих случаях:

- при замене и (или) перезарядке электродов;
- при получении прибора из ремонта или после длительного хранения;
- при возникновении сомнений в достоверности результатов измерений;
- при периодическом контроле.

7.1 Градуировочные растворы

Градуировка прибора должна производиться по градуировочным растворам, в качестве которых рекомендуется применять буферные растворы - рабочие эталоны pH 2-го разряда по ГОСТ 8.135-2004 (далее - растворы) со значениями pH_{25°: 1,65, 4,01, 6,86, 9,18, 12,43. Температурная зависимость значений pH этих растворов (приложение А) заложена в память прибора. Поэтому при использовании указанных растворов прибор в процессе градуировки автоматически определяет выбранный раствор и выводит его значение на дисплей. Это позволяет упростить и ускорить процесс проведения градуировки.

Для приготовления буферных растворов с определенными значениями pH выпускаются стандарт-титры. Методика приготовления растворов приведена на упаковке.

Допускается применение градуировочных растворов с другими значениями pH. Однако в этом случае пользователю придется вводить их значения pH вручную.

При выборе градуировочных растворов рекомендуется придерживаться такого принципа, чтобы их значения pH охватывали диапазон pH анализируемых растворов. Разница в значениях pH у градуировочных растворов должна быть не менее единицы. Температура градуировочных растворов должна быть одинаковой ($\pm$2 °С) и постоянной.

Для снижения погрешности измерений рекомендуется градуировку осуществлять при температуре близкой к температуре анализируемых растворов.

Не следует производить градуировку приборов по растворам, приготовленным из случайных реактивов неизвестной квалификации, так как при этом возможны значительные ошибки в значении pH приготовленных растворов. Следует иметь в виду, что при многократном использовании одной и той же порции раствора может произойти изменение его pH за счет внесения случайных примесей. Поэтому не рекомендуется повторное использование растворов при градуировке прибора.

7.2 Варианты градуировки

В зависимости от условий последующих измерений и требуемой их точности прибор позволяет производить градуировку по одному из следующих вариантов:

- по одному градуировочному раствору (режим «**НАСТРОЙКА**»);
- по двум градуировочным растворам (режим «**НАСТРОЙКА**»);
- по двум градуировочным растворам с уточнением координат изопотенциальной точки (режим «**НАСТРОЙКА pX$_i$**»).

Градуировка по одному раствору не может обеспечить высокой точности измерений в широком диапазоне pH. Такая градуировка может применяться, если последующие измерения проводятся в узкой области pH (не более $\pm$ 1 от значения pH, использованного градуировочного раствора), и при использовании «свежих» электродов.

Градуировка по двум растворам это наиболее часто применяемый и рекомендуемый вариант градуировки. Она обеспечивает получение результатов измерений с нормируемой погрешностью и может применяться для большинства рутинных анализов, проводимых при комнатной или постоянной температуре.

Градуировку с уточнением координат изопотенциальной точки электродной системы рекомендуется проводить в том случае, если при последующих измерениях будут анализироваться растворы, температура которых значительно (более чем на 20 °С) отличается от температуры градуировочных растворов.

В случаях, не требующих высокой точности измерений, допускается вместо проведения градуировки ограничиться редактированием координат изопотенциальной точки электродной системы (6.2). При этом могут вводиться:

- ***паспортные значения pX$_i$, E$_i$. (погрешность последующих измерений составит ~ 0,3 pH);***
- ***действительные (полученные экспериментально) значения координат изопотенциальной точки используемой электродной системы (погрешность последующих измерений составит ~ 0,1 pH).***

После ввода этих двух значений следует перейти в режим измерения нажатием кнопки РЕЖИМ без проведения градуировки (6.2).

7.3 Подготовка к градуировке

Перед началом градуировки рекомендуется убедиться в том, что установленные в приборе значения координат изопотенциальной точки соответствуют паспортным данным применяемой электродной системы. Для этого следует выполнить операции по пункту 6.1 и, при необходимости, операции по пункту 6.2.

7.4 Градуировка по одному или двум растворам (режим «НАСТРОЙКА»)

7.4.1 Переход в режим «**НАСТРОЙКА**»

Кнопкой **ВЫБОР** следует установить режим измерений «**pH**».





Нажимая на кнопку **РЕЖИМ**, выбрать режим «**НАСТРОЙКА**». При этом знак «**НАСТРОЙКА**» на дисплее начинает мигать, а на основном и дополнительном цифровом поле дисплея сохраняются результаты текущего измерения.





Для предотвращения случайного запуска режима «НАСТРОЙКА» вход в него происходит только после нажатия кнопки ВВОД. Если кнопка ВВОД не была нажата в течение (5 – 7) секунд, прибор возвращается в режим «ИЗМЕРЕНИЕ». Во избежание потери градуировочных характеристик, введенных в память преобразователя, не рекомендуется без необходимости входить в режим «НАСТРОЙКА».

7.4.2 Градуировка по одному раствору

Нажать кнопку **ВВОД**. После этого знак «**НАСТРОЙКА**» прекращает мигать и индицируется непрерывно. На дисплее мигает значок, изображающий стаканчик с цифрой «1», приглашая поместить электродную систему и термодатчик (или термометр) в первый градуировочный раствор.





Градуировка может быть прервана на любом этапе, описанном в пункте 7.4.2, нажатием кнопки РЕЖИМ. Если градуировка прерывается до занесения значения pH первого градуировочного раствора, то сделанные изменения в память прибора не записываются, а сохраняются параметры предыдущей градуировки.

Промыть электродную систему и термодатчик (термометр) дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой, поместить их в первый градуировочный раствор и нажать кнопку **ВВОД**.



Если термодатчик (в том числе встроенный в комбинированный электрод) к прибору не подключен, то прибор предложит ввести текущую температуру раствора вручную.

На дисплее прибора отображается ранее установленная температура раствора. Младший разряд температуры мигает. Мигающий знак «**ИЗМЕРЕНИЕ**», сигнализирует о том, что требуется измерить термометром температуру раствора и установить ее значение на дисплее кнопками ∨, ∧ и **ВЫБОР** (5.5). Нажать кнопку **ВВОД**. При этом установленное значение температуры будет занесено в память прибора.



или



+



,





Если термодатчик к прибору подключен, то операции по вводу значения температуры автоматически пропускаются.

Прибор переходит к измерению ЭДС электродной системы, о чем сигнализирует мигающий знак «**ИЗМЕРЕНИЕ**». На дисплее прибора отображается измеренное значение ЭДС электродной системы в первом градуировочном растворе, а также температура раствора.

Установление стабильного значения ЭДС электродной системы прибор определяет автоматически, при этом раздается звуковой сигнал и прекращается мигание знака «**ИЗМЕРЕНИЕ**».



Пользователь сам может определить момент установления стабильных показаний ЭДС и нажать кнопку ВВОД до того, как это сделает прибор.

На основании полученных данных прибор автоматически определит ближайший, соответствующий этим данным раствор из перечня рабочих эталонов (приложение А) и выведет на дисплей значение его pH для температуры 25 ºС.
Вспомогательное цифровое поле погашено.



Для удобства работы на дисплей прибора выводится значение pH рабочего эталона для 25 ºС (значение, указанное на упаковке стандарт – титра). При расчетах градуировочных характеристик прибор автоматически внесет поправку на текущую температуру раствора. Поэтому при использовании рабочих эталонов с pH_{25o}: 1,65, 4,01, 6,86, 9,18, 12,43 по ГОСТ 8.135-2004, не следует вносить эту поправку вручную.

Если при использовании одного из указанных растворов прибор его неправильно определил, то это свидетельствует об ошибке или неисправности. В этом случае градуировку рекомендуется прервать, и продолжить ее только после устранения причины неполадки (пункт 5 таблица 1).

Если в качестве градуировочного раствора применяется раствор, не входящий в приведенный перечень, то значение его pH для текущей температуры следует ввести вручную. При ручной установке следует вводить значение pH градуировочного раствора с учетом его текущей температуры. Температура раствора индицируется на вспомогательном цифровом поле дисплея.

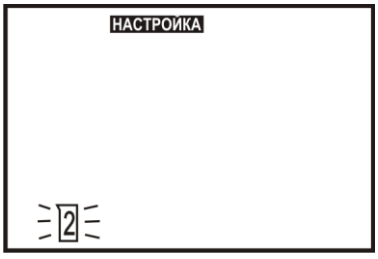
Для этого следует нажать одну из кнопок ∨ или ∧.
Изменять можно ту цифру, которая мигает в данный момент на дисплее. Выбор разряда осуществляется кнопкой **ВЫБОР**, а увеличение или уменьшение цифры кнопками ∨, ∧.





Для занесения значения pH первого градуировочного раствора в память прибора следует нажать кнопку **ВВОД**. Прибор предложит перейти к градуировке по второму раствору. На дисплее мигает значок, изображающий стаканчик с цифрой «2», приглашая поместить электродную систему и термодатчик (или термометр) во второй градуировочный раствор.





На этом этапе возможен вывод сообщения системы автоматической диагностики прибора об ошибке при расчете значения E_i (пункт 6 таблица 1).

Если для последующих измерений достаточно градуировки по одному раствору (7.2), на этом этапе она может быть завершена. Для этого следует нажать кнопку РЕЖИМ.
Прибор выведет на дисплей сохраненное в памяти значение крутизны электродной характеристики (100 % от теоретического значения) и перейдет в режим измерений.





7.4.3 Градуировка по двум растворам

Для продолжения градуировки промыть электродную систему и термодатчик (термометр) дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой и поместить их во второй градуировочный раствор. Нажать кнопку **ВВОД**.



Температура второго градуировочного раствора не должна отличаться от температуры первого более чем на ±2 °С.

Градуировка по второму раствору может быть прервана на любом этапе, описанном в пункте 7.4.3 нажатием кнопки РЕЖИМ. Если градуировка прерывается до записи значения pH второго градуировочного раствора, то в памяти прибора сохранится рассчитанное при градуировке по первому раствору значение E_i и теоретическое значение крутизны электродной характеристики.

Прибор переходит к измерению ЭДС электродной системы, о чем сигнализирует мигающий знак «**ИЗМЕРЕНИЕ**». На дисплее прибора отображается измеренное значение ЭДС электродной системы во втором градуировочном растворе, а также температура раствора.
Установление стабильного значения ЭДС электродной системы прибор определяет автоматически, при этом раздается звуковой сигнал и прекращается мигание знака «**ИЗМЕРЕНИЕ**».



Пользователь сам может определить момент установления стабильных показаний ЭДС и нажать кнопку ВВОД до того, как это сделает прибор.

На этом этапе возможен вывод сообщения об ошибке, возникшей при измерении потенциала электродной системы во втором растворе (пункт 7 таблица 1).

На основании полученных данных прибор автоматически определит ближайший, соответствующий этим данным раствор из перечня рабочих эталонов (приложение А) и выведет на дисплей значение его pH при температуре 25 ºС.



Для удобства работы на дисплей прибора выводится значение pH рабочего эталона для 25 ºС (значение, указанное на упаковке стандарт – титра). При расчетах градуировочных характеристик прибор автоматически внесет поправку на текущую температуру раствора. Поэтому при использовании рабочих эталонов с pH_{25o}: 1,65, 4,01, 6,86, 9,18, 12,43 по ГОСТ 8.135-2004, не следует вносить эту поправку вручную.

Если при использовании одного из указанных растворов прибор его неправильно определил, то это свидетельствует об ошибке или неисправности. В этом случае градуировку рекомендуется прервать, и продолжить ее только после устранения причины неполадки (пункт 5 таблица 1).

Если в качестве градуировочного раствора применяется раствор не входящий в приведенный перечень, то значение его pH для текущей температуры следует ввести вручную, так как это описано в пункте 7.4.2.

Для занесения значения pH второго градуировочного раствора в память прибора следует нажать кнопку **ВВОД**.



На этом этапе возможен вывод сообщения об ошибке при расчете значения pH второго градуировочного раствора или ошибочности расчета значения крутизны электродной системы (пункт 8-9 таблица 1).

Прибор выведет на дисплей полученное значение крутизны электродной характеристики (в % от теоретического значения) и автоматически перейдет в режим измерения. В памяти прибора сохранится рассчитанное значение E_i и крутизны электродной системы.



Перечень возможных ошибок и способы их устранения приведены в разделе 11.

7.5 Градуировка с уточнением координат изопотенциальной точки электродной системы (режим «НАСТРОЙКА pX_i»)

Градуировка с уточнением координат изопотенциальной точки электродной системы осуществляется по двум растворам. В качестве второго градуировочного раствора следует использовать раствор, pH которого наиболее отдален от значения pX_i, но находящийся в предполагаемом диапазоне измерений. В противном случае результаты градуировки могут быть неверны.

Кнопкой **ВЫБОР** следует установить режим измерений «**pH**».





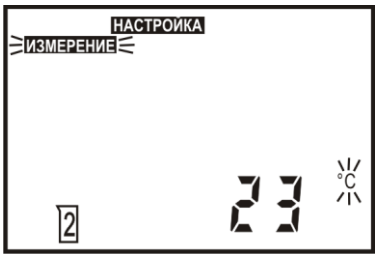
Нажимая на кнопку **РЕЖИМ**, выбрать режим «**НАСТРОЙКА**». При этом на дисплее начинает мигать знак «**НАСТРОЙКА**» и знак «**pX_i**», а на основном и дополнительном цифровом поле дисплея сохраняются результаты текущего измерения.





Для предотвращения случайного запуска режима «НАСТРОЙКА pX$_i$» вход в него происходит только после нажатия кнопки ВВОД. Если кнопка ВВОД не была нажата в течение (5 – 7) секунд, прибор возвращается в режим «ИЗМЕРЕНИЕ». Во избежание потери градуировочных характеристик, введенных в память преобразователя, не рекомендуется без необходимости входить в режим «НАСТРОЙКА pX$_i$».

Выполнить операции, описанные в разделах 7.4.2 - 7.4.3. После введения значения pH второго раствора переход в режим измерения не производится, и прибор предложит нагреть или охладить второй градуировочный раствор для уточнения положения координат изопотенциальной точки. При этом на дисплее мигает знак «**ИЗМЕРЕНИЕ**» и символ единиц измерения температуры.



Если термодатчик (в том числе встроенный в комбинированный электрод) к прибору не подключен, то прибор предложит ввести новую температуру раствора вручную.
На дисплее прибора отображается ранее установленная температура раствора. Младший разряд температуры и единицы измерения мигают.



Нагреть или охладить второй градуировочный раствор до температуры, при которой предполагается производить последующие измерения, но не менее чем на 20 °С. Во время нагревания раствора его рекомендуется перемешивать.

Если термодатчик (в том числе встроенный в комбинированный электрод) к прибору не подключен, то следует измерить термометром температуру раствора и установить ее значение на дисплее кнопками ∨, ∧ и ВЫБОР (5.5).

Продолжение градуировки возможно только после того, как измеренное или введенное значение температуры <u>будет отличаться от исходного более чем на 20 °С</u>.

Нажать кнопку **ВВОД**, при этом измеренное или установленное значение температуры будет занесено в память прибора.



Прибор переходит к измерению ЭДС электродной системы, о чем сигнализирует мигающий знак «**ИЗМЕРЕНИЕ**». На дисплее прибора отображается измеренное значение ЭДС электродной системы, а также температура раствора.
Установление стабильного значения ЭДС электродной системы прибор определяет автоматически, при этом раздается звуковой сигнал и прекращается мигание знака «**ИЗМЕРЕНИЕ**».







Пользователь сам может определить момент установления стабильных показаний ЭДС и нажать кнопку ВВОД до того, как это сделает прибор.

На дисплее прибора отображается значение pH второго градуировочного раствора при температуре 25 ºС.





В случае использовании рабочих эталонов с pH_{25o}: 1,65, 4,01, 6,86, 9,18, 12,43 по ГОСТ 8.135-2004, не следует корректировать это значение, прибор самостоятельно внесет поправку на текущую температуру раствора.

Если в качестве градуировочного раствора применяется раствор не входящий в приведенный перечень, то значение его pH для текущей температуры следует ввести вручную, так как это описано в пункте 7.4.2.

Прибор выведет на дисплей полученное значение крутизны электродной характеристики (в % от теоретического значения) и автоматически перейдет в режим измерения. В памяти прибора сохранятся рассчитанные значения pX_i, E_i и крутизны электродной системы.





На этом этапе возможен вывод сообщения системы автоматической диагностики прибора об ошибке при расчете значения pX_i (пункт 10 таблица 1).

7.6 Контроль правильности проведения градуировки

Проверка правильности проведения градуировки производится в режиме «**ИЗМЕРЕНИЕ**».

Для этого нужно промыть электродную систему и термодатчик или контрольный термометр и погрузить в градуировочный раствор, не использовавшийся при градуировке, но находящийся в диапазоне измерений. При использовании ручной установки температуры следует ввести температуру раствора (5.5).

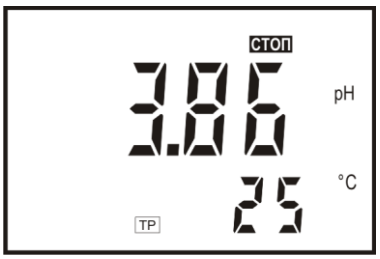
После стабилизации показаний на дисплее должно установиться значение pH, отличающаяся от значения используемого раствора на величину не более допустимой погрешности, при этом следует учитывать температурную зависимость раствора (приложение А). В противном случае следует проверить градуировочные растворы и провести повторную градуировку.

8 ВРЕМЕННАЯ ОСТАНОВКА ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ

Процесс измерений может быть временно остановлен с удержанием текущего значения на дисплее. Для этого следует в режиме «**ИЗМЕРЕНИЕ**» нажать кнопку **СТОП**.

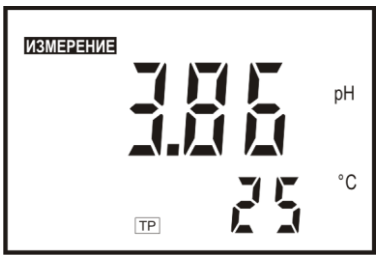
На дисплее гаснет знак «**ИЗМЕРЕНИЕ**» и загорается знак «**СТОП**». Процесс измерения прекращается, на дисплее выводится результат измерения, полученный в момент нажатия на кнопку **СТОП**.





При нажатии на кнопку **РЕЖИМ** измерение возобновляется.





9 РАБОТА С БЛОКНОТОМ

При работе в режиме «**ИЗМЕРЕНИЕ**» пользователю предоставлена возможность использования электронного блокнота для записи результатов измерений в 30 ячеек оперативной памяти и последующего их просмотра.

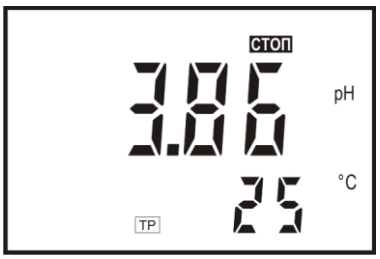
Информация, записанная в блокнот, сохраняется после выключения прибора и может храниться в течение длительного времени.

Наличие блокнота полезно, например, при проведении серии измерений в полевых условиях с последующей обработкой результатов в лаборатории.

9.1 Порядок сохранения результатов измерений

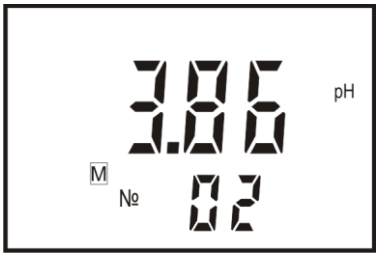
Для сохранения результатов в режиме «**ИЗМЕРЕНИЕ**» необходимо кнопкой **СТОП** остановить процесс измерения (8).





Нажать кнопку ∨. Готовность прибора к сохранению результата индицируется на дисплее знаком «М». На основном поле дисплея сохраняются результаты последнего измерения, на вспомогательном цифровом поле выводится номер ячейки, следующей за последней заполненной ранее.





Нажатием кнопок ∨ и ∧ можно выбрать любую другую ячейку блокнота от 1 до 30.



или





Для записи результата измерения в выбранную ячейку блокнота следует нажать кнопку «**ВВОД**». Прибор автоматически переходит в режим «**ИЗМЕРЕНИЕ**».







Если ячейка не пуста, то предыдущий результат теряется.

Нажатием кнопки **РЕЖИМ** можно закончить работу с блокнотом без сохранения результатов. Прибор переходит в режим «**ИЗМЕРЕНИЕ**».

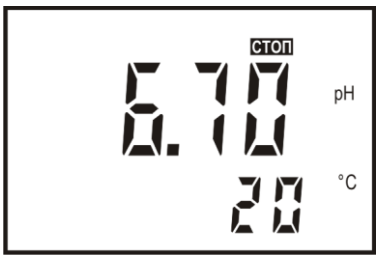




9.2 Порядок извлечения результатов измерений

Для извлечения результатов в режиме «**ИЗМЕРЕНИЕ**» необходимо кнопкой **СТОП** остановить процесс измерения (8).





Нажать кнопку ∧**.** Прибор переходит в режим чтения, при этом на дисплее индицируется знак «R» и номер ячейки, в которую было произведено последнее сохранение. На основном поле дисплея индицируется значение pH (мВ) сохраненное в этой ячейке.





Нажатием кнопок ∨ и ∧ можно выбрать любую другую ячейку блокнота от 1 до 30. На дисплее выводится значение pH (мВ), сохраненное в ячейке под выбранным номером.

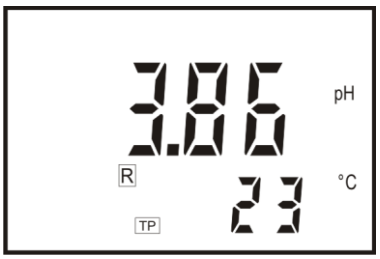


или





Через несколько секунд номер ячейки гаснет и выводится значение температуры анализируемого раствора.



Для возврата в режим «**ИЗМЕРЕНИЕ**» следует нажать кнопку **РЕЖИМ**.



10 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА

10.1 При эксплуатации рекомендуется не реже одного раза в неделю проверять стабильность работы электродной системы путем проверки показаний прибора согласно 7.6.

Градуировку прибора следует производить согласно раздела 7 не реже одного раза в две недели.

10.2 Техническое обслуживание электродов

Техническое обслуживание электродов следует производить в соответствии с указаниями, изложенными в их эксплуатационной документации.

В процессе эксплуатации необходимо периодически производить перезаправку электрода сравнения или комбинированного электрода.

В перерывах между измерениями электроды необходимо хранить в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации.

10.3 Техническое обслуживание преобразователя

Чистку наружной поверхности преобразователя следует производить с использованием мягких моющих средств, не допуская их попадания на разъемы.

При случайном попадании моющих либо анализируемых растворов на разъемы промыть разъемы дистиллированной водой, тщательно просушить в потоке теплого воздуха.

11 АВТОМАТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИБОРА. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Сразу после включения прибор проводит самотестирование. При обнаружении неисправности преобразователя, неисправности электродной системы, а также, если в процессе градуировки были допущены ошибки, прибор автоматически индицирует ошибку на дисплее.

Внешнее проявление ошибок, вероятная причина и методы их устранения перечислены в таблице 1.

Если неисправность самостоятельно устранить не удается необходимо обратиться на предприятие производящее ремонт.

Таблица 1

Наименования неисправностей, их внешнее проявление и признаки	Индикация	Вероятная причина	Метод устранения
1	2	3	4
Неисправности общего характера			
1 Блок питания не подключен. Преобразователь не включатся.	-	Не установлены или разряжены элементы питания.	Установить или заменить элементы питания.
2 Блок питания подключен. Преобразователь не включатся.	-	Неисправность блока питания или соединительного кабеля.	Обратиться на предприятие, производящее ремонт.
3 Напряжение автономного источника питания менее 5 В.	Горит знак 	Разряжены элементы питания.	Заменить элементы питания.
4 При подключенном термодатчике на дисплее индицируется знак «ТР».	-	Обрыв в кабеле или разъеме термодатчика. Неисправность термодатчика.	Устранить обрыв. Заменить термодатчик.
Неисправности и ошибки, выявляемые при градуировке прибора			
5 При использовании в качестве градуировочного раствора одного из рабочих эталонов с $pH_{25°}$: 1,65, 4,01, 6,86, 9,18, 12,43 по ГОСТ 8.135-2004, прибор его неправильно определяет. Попытка ввести значение его pH вручную приводит к сообщению об ошибке.	-	В прибор введены координаты изопотенциальной точки не соответствующие применяемой электродной системы.	Проверить установленные значения координат изопотенциальной точки (6.1) и при необходимости отредактировать их (6.2.)
		Ошибка при приготовлении градуировочного раствора.	Исправить ошибку и повторить градуировку.
		Электрод выработал свой ресурс или неисправен.	Заменить электрод и повторить градуировку.
6 Рассчитанное значение E_i отличается от введенного в прибор более чем на 50 мВ	Горит **«Ошибка»**, мигает **«E_i»**	В прибор введены координаты изопотенциальной точки не соответствующие применяемой электродной системы.	Проверить установленные значения координат изопотенциальной точки (6.1) и при необходимости отредактировать их (6.2).
		Ошибка при приготовлении градуировочного раствора.	Исправить ошибку и повторить градуировку.
		Электрод выработал свой ресурс или неисправен.	Заменить электрод и повторить градуировку.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
7 При градуировке измеренное значение ЭДС электродной системы в первом растворе равно значению во втором растворе.	Горит **«Ошибка»**, чередуется индикация знаков 1 2 Через 4-6 секунд прибор предлагает повторить градуировку по первому раствору	Ошибка при приготовлении растворов или использование при градуировке одного и того же раствора.	Исправить ошибку и повторить градуировку.
		Использование для градуировки растворов с pH различающимися менее чем на 1.	
		Повреждена рабочая мембрана измерительного электрода.	Заменить электрод и повторить градуировку.
8 Ввод значения pH второго градуировочного раствора, отличающегося от pH первого, менее чем на единицу.	Горит **«Ошибка»**, чередуется индикация знаков 1 2. Через 4-6 секунд прибор предлагает повторить ввод значения pH второго градуировочного раствора.	Ввод неверного значения.	Исправить ошибку.
		Использование для градуировки растворов с pH, различающимися менее чем на 1.	Исправить ошибку и повторить градуировку.
9 Крутизна электродной характеристики выходит за пределы 90 … 110% от теоретического значения (S менее 53,2 или более 65,1 мВ/pH при 25 ºС).	Горит **«Ошибка»**, мигает **«S»**. Через 4-6 секунд прибор предлагает повторить градуировку по первому раствору.	Ошибка при приготовлении градуировочных растворов.	Исправить ошибку и повторить градуировку.
		Ввод неверных значений pH градуировочных растворов.	
		Измеренное или установленное значение температуры не соответствует действительности.	
		Электрод выработал свой ресурс или неисправен.	Заменить электрод и повторить градуировку.

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
10 Рассчитанное значение pX_i отличается от установленного более чем на 0,8 pH.	Горит **«Ошибка»**, мигает **«pX_i»**.	В прибор введены координаты изопотенциальной точки не соответствующие применяемой электродной системы.	Проверить установленные значения координат изопотенциальной точки (6.1) и при необходимости отредактировать их (6.2).
		Ошибка при приготовлении градуировочных растворов.	Исправить ошибку и повторить градуировку.
		Измеренное или установленное значение температуры не соответствует действительности.	
		Электрод выработал свой ресурс или неисправен.	Заменить электрод и повторить градуировку.
Неисправности и ошибки при измерениях			
11 Перегрузка по входу. Напряжение на входе выходит за пределы допуска ± 2000 мВ.	Горит **«Ошибка»**, мигает **«П mB»**.	Обрыв в цепи электродов.	Устранить обрыв.
		Электроды не погружены в раствор.	Погрузить электроды в раствор.
		Нарушено истечение из электрода сравнения или воздушный пузырек вызвал в нем разрыв электролита.	Устранить неисправность.
12 Перегрузка результата. Полученное в результате расчетов значение pH выходит за пределы диапазона ± 20,0 pH.	Горит **«Ошибка»**, мигает **«П pH»**.	Обрыв в цепи электродов.	Устранить обрыв.
		Электроды не погружены в раствор.	Погрузить электроды в раствор.
		Воздушные пузыри в электроде сравнения или нарушение истечения электролита из него.	Устранить неисправность.
		Градуировка проведена неверно.	Провести повторную градуировку
13 Показания прибора неустойчивы.	-	Нарушение контакта в месте подключения электродов.	Проверить надежность подключения электродов.
		Воздушные пузыри в электроде сравнения или нарушение истечения электролита из него.	Устранить неисправность.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Значения pH рабочих эталонов (ГОСТ 8.135-2004)

Таблица А.1

ºС	0,05 моль/кг калий тетраоксалат	0,05 моль/кг калий гидрофталат	0,025 моль/кг натрий моногидрофосфат + 0,025 моль/кг калий дигидрофосфат	0,01 моль/кг натрий тетраборат	Кальций гидроксид (насыщенный раствор при 20 ºС)
0	-	4,000	6,961	9,451	13,360
5	-	3,998	6,935	9,388	13,159
10	1,638	3,997	6,912	9,329	12,965
15	1,642	3,998	6,891	9,275	12,780
20	1,644	4,001	6,873	9,225	12,602
25	1,646	4,005	6,857	9,179	12,431
30	1,648	4,011	6,843	9,138	12,267
35	1,649	4,022	6,828	9,086	12,049
40	1,650	4,027	6,823	9,066	11,959
50	1,653	4,050	6,814	9,009	11,678
60	1,660	4,080	6,817	8,965	11,423
70	1,67	4,12	6,83	8,93	11,19
80	1,69	4,16	6,85	8,91	10,98
90	1,72	4,21	6,90	8,90	10,80
95	1,73	4,24	6,92	8,89	10,71

Значение pH при промежуточных значениях температуры определяются линейной интерполяцией.

Лист регистрации изменений

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1		Все			19	ГРБА 0100			19.05.06
2		Все			48	ГРБА 0105			03.08.07
3		Все			54	ГРБА 0109			12.01.09
4		Все			35	ГРБА 0112			12.01.10
5		Все			35	ГРБА 0128			30.10.12