

СОДЕРЖАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ	2
2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ	2
2.1. Конструкция прибора	2
2.2. Органы управления	2
2.3. Принцип работы	3
3. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	4
4. ПОДГОТОВКА рН-МЕТРА К РАБОТЕ	4
4.1. Распаковка рН-метра	4
4.2. Подготовка электродов	4
4.3. Установка элементов питания	5
5. ПОРЯДОК РАБОТЫ	5
5.1. Включение и выключение рН-метра	6
5.2. Выбор режима измерения	6
5.3. Измерение рН	6
5.4. Измерение Eh	7
5.5. Измерение температуры	8
5.6. Ручная установка температуры	8
5.7. Градуировка рН	9
5.8. Градуировка термодатчика	11
5.9. Проверка правильности градуировки рН-метра	12
6. НЕИСПРАВНОСТИ СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	13

1 НАЗНАЧЕНИЕ

pH-метр ИТ-1101 (далее – прибор) предназначен для измерений показателя активности ионов водорода (pH), окислительно-восстановительного потенциала (Eh) и температуры (t) в водных растворах и взвешях. Измерение pH осуществляется в комплекте со стеклянным комбинированным электродом типа ЭСК-1, окислительно-восстановительного потенциала – в комплекте с электродом ЭРП -105, а температуры – с термодатчиком ТДЛ-30К или датчиком, встроенным в комбинированный электрод.

pH-метр является портативным микропроцессорным прибором с автономным питанием и может применяться как в лабораториях научно-исследовательских учреждений и промышленных предприятий, так и в полевых условиях.

2 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

2.1 Конструкция прибора






Прибор представляет собой комплект, включающий преобразователь и электрод.

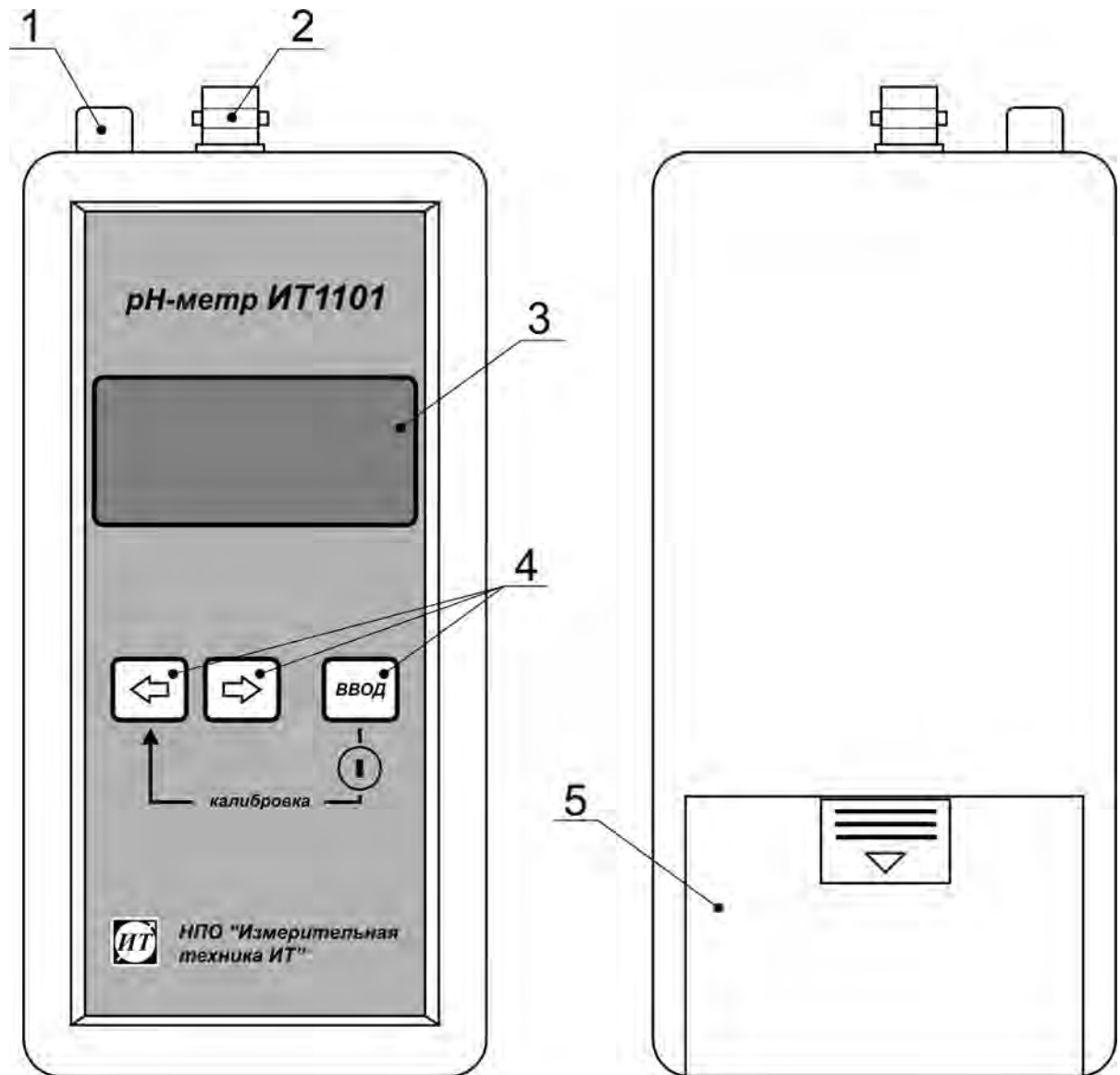
Конструктивно преобразователь выполнен в пластмассовом корпусе (рис. 1). На лицевой панели расположены жидкокристаллический дисплей и органы управления. Разъемы для подключения внешних электрических соединений расположены с торца преобразователя в верхней его части.

На задней стенке преобразователя имеется отсек для установки элементов питания.

2.2 Органы управления

Органами управления преобразователем являются три кнопки, выполняющие следующие функции:

Кнопки	Назначение
 	- для переключения режимов измерения - для изменения выбранных параметров
	- ввод установленного значения параметра в память прибора
 + 	- запуск режима градуировки (для этого следует нажать кнопку «ВВОД», а затем, удерживая ее, нажать кнопку «←»)



1. Гнездо «ТК» - для подключения термодатчика;
2. Гнездо «ВХОД» - для подключения комбинированного электрода;
3. Жидкокристаллический дисплей;
4. Кнопки управления;
5. Отсек элементов питания.

Рисунок 1 - Преобразователь ИТ-1101.

2.3 Принцип работы

В основу работы рН-метра положен потенциометрический метод измерения физико-химических параметров растворов. Первичным датчиком является электродная система, состоящая из измерительного электрода и электрода сравнения. В качестве измерительного электрода могут применяться стеклянный электрод (измерение рН) или редокс-электрод. Электродная система, погруженная в анализируемый раствор, развивает разность потенциалов, пропорциональную показателю активности ионов водорода (pH) или соотношению концентраций окисленной и восстановленной форм редокс-системы.

На основе измеренного значения разности потенциалов рН-метр осуществляет расчет значения рН по следующей формуле:

$$pH = pH_u - (E - E_u) / K_s \bullet (54,1 + 0,198 t),$$

где E – измеренный потенциал электродной системы, мВ;

pH_u – координата изопотенциальной точки (в данном приборе принято значение $pH_u = 6,7$);

E_u – координата изопотенциальной точки, мВ (определяется при градуировке рН-метра);

K_s – коэффициент, показывающий степень отклонения крутизны S_t от теоретического значения, равного $(54,1 + 0,198 t)$;

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

3 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с рН-метром допускается персонал, изучивший настоящее руководство и правила работы с химическими реактивами.

4 ПОДГОТОВКА рН-МЕТРА К РАБОТЕ

4.1 Распаковка рН-метра

После получения рН-метра следует вскрыть упаковку, проверить комплектность и убедиться в сохранности упакованных изделий.

Распакованный рН-метр следует выдержать при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности не более 80% в течение не менее 4 часов.

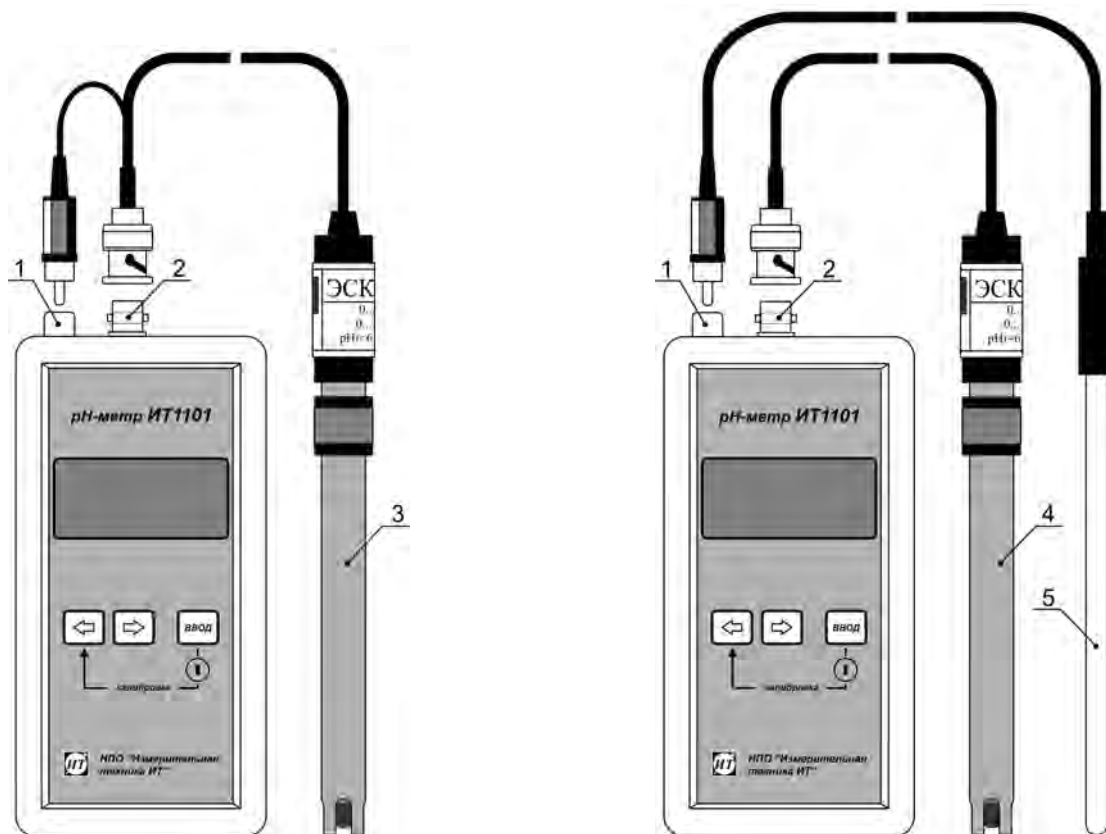
4.2 Подготовка электродов

Подготовка электродов к работе производится в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

Разъем электрода подключают к гнезду рН-метра «ВХОД».

Термодатчик подключают к гнезду рН-метра «ТК».

При использовании комбинированных электродов со встроенным термодатчиком разъем электродной системы подключают к гнезду рН-метра «ВХОД», а вывод (разъем) термодатчика - к гнезду «ТК».



1. Гнездо «ТК» - для подключения термодатчика;
2. Гнездо «ВХОД» - для подключения комбинированного электрода;
3. Комбинированный рН-электрод со встроенным термодатчиком;
4. Комбинированный рН-электрод;
5. Термодатчик ТДЛ-30К.

Рисунок 2 – Схема подключений.

4.3 Установка элементов питания

Питание рН-метра осуществляется от двух элементов типа А316. Для установки элементов питания необходимо снять крышку на задней стенке рН-метра и установить в отсек элементы, строго соблюдая их полярность. После этого закрыть крышку.

Примечание. *Заменять следует сразу оба элемента.*

5 ПОРЯДОК РАБОТЫ

В данном разделе даны инструкции по работе и настройке рН-метра. Следует иметь в виду, что в качестве примера приведены произвольные цифровые значения *pH*, *ЭДС*, *температуры*. При работе с прибором в реальных условиях они могут быть другими.

5.1 Включение и выключение рН-метра

Для включения прибора следует нажать кнопку «ВВОД». При этом на дисплее кратковременно высвечивается символ измеряемой величины – «РН», после чего прибор переходит к измерениям и на экран выводится текущее значение *pH*. При включении прибора всегда устанавливается режим измерения *pH*.

Для выключения рН-метра следует нажать и удерживать кнопку «ВВОД» более 3-х секунд.

5.2 Выбор режима измерения



Прибор обеспечивает три режима измерения: *pH*, ЭДС электродной системы и *температуры*. Переключение режимов осуществляется кнопкой « \leftarrow » или « \rightarrow » в следующем порядке:



При включении режима на дисплее кратковременно высвечивается символ, соответствующий измеряемой величине «РН», «Е» или «°С». После чего прибор переходит к измерениям и на экран выводится текущее значение измеряемой величины.

5.3 Измерение рН

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. Температура может либо измеряться при помощи термодатчика (в том числе встроенного в электрод), либо вводиться вручную. В последнем случае температуру раствора определяют при помощи термометра и перед началом измерений вводят в прибор согласно п.5.6.



Действия	Управление	Индикация			
1. При помощи кнопки « \rightarrow » (или « \leftarrow ») выбрать режим измерения «рН». На дисплее кратковременно высвечивается символ «РН», а затем текущая величина <i>pH</i> (в качестве примера - 3,34).	 	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">РН</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">↓</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3.34</td></tr> </table>	РН	↓	3.34
РН					
↓					
3.34					

<p>2. Промыть комбинированный рН-электрод, а также другие применяемые устройства (например, термодатчик или термометр) дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой и погрузить их в анализируемый раствор. После установления стабильных показаний считать результат измерения с дисплея (в качестве примера – 5,72). Обычно время установления показаний не превышает 3 мин с момента погружения датчиков в анализируемую среду. Однако при измерении <i>pH</i> сильноокислых и сильнощелочных растворов, а также при температурах, близких к 0°C время установления показаний может достигать 10 мин.</p>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">5.72</div>
--	--	--

Если результат измерения выходит за пределы диапазона $pH = -2...16$, то на дисплее индицируется перегрузка в виде символа «П.» (см. п.6).





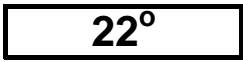
Периодически необходимо проверять правильность настройки прибора по контрольному раствору в соответствии с п. 5.9. В начале эксплуатации прибора или новых электродов проверку рекомендуется производить каждый день, так как характеристики электродов могут измениться. При последующей работе прибора проверка должна производиться не реже одного раза в 1 – 2 недели.

5.4 Измерение Eh

Действия	Управление	Индикация
<p>1. При помощи кнопки «\Rightarrow» (или «\Leftarrow») выбрать режим измерения «E». На дисплее кратковременно высвечивается символ «E», а затем текущая величина ЭДС электродной системы (в качестве примера – 124 мВ).</p>	 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">E</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">124</div>
<p>2. Промыть комбинированный редокс-электрод ЭРП-105 дистиллированной водой и погрузить его в анализируемый раствор. После установления стабильных показаний считать результат измерения с дисплея (в качестве примера – 310 мВ). Кроме измерения окислительно-восстановительного потенциала, прибор позволяет по измерениям ЭДС осуществлять диагностику исправности электродной системы, предназначенной для измерения <i>pH</i> (по отклонению значения ЭДС от номинального значения, указанного в эксплуатационной документации на электрод).</p>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">310</div>

5.5 Измерение температуры

Измерение температуры возможно только в том случае, если к прибору подключен термодатчик (определяется автоматически). В противном случае на дисплей выводится значение температуры, установленное ранее вручную.

Действия	Управление	Индикация
1. При помощи кнопки «⇒» (или «⇐») выбрать режим измерения «°C». На дисплее кратковременно высвечивается символ «°C», а затем текущее значение температуры (в качестве примера – 20 °C).	 	 ↓ 
2. Поместить термодатчик (или комбинированный электрод со встроенным термодатчиком) в анализируемый раствор. После установления стабильных показаний считать результат измерения с дисплея (в качестве примера – 22 °C). Время установления теплового равновесия для термодатчика ТДЛ-30К не превышает 3 мин.		

5.6 Ручная установка температуры

Ручная установка температуры может производиться только в том случае, если термодатчик к прибору не подключен (определяется автоматически).

Действия	Управление	Индикация
1. При помощи кнопки «⇒» (или «⇐») выбрать режим измерения (индикации) «°C». На дисплее кратковременно высвечивается символ «°C», а затем установленное ранее значение температуры (в качестве примера – 20 °C).	 	 ↓ 
2. Нажать кнопку «ВВОД», и удерживая ее, нажать кнопку «⇐». Прибор перейдет в режим ручного ввода температуры. При этом индицируемое значение температуры начнет мигать.	 + 	
3. Определить по образцовому термометру температуру анализируемого раствора и установить это значение на дисплее при помощи кнопок «⇒» и «⇐» (в качестве примера – 23 °C).	 	
4. Нажать кнопку «ВВОД». Прибор записывает в память новое значение и переходит в режим индикации температуры.		

5.7 Градуировка рН

Градуировка рН-метра производится периодически, а так же в следующих случаях:

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



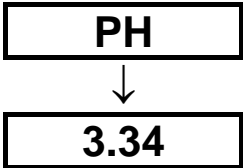


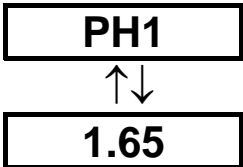
Градуировка прибора производится по контрольным растворам, в качестве которых следует применять рабочие эталоны рН по ГОСТ 8.135. Градуировка должна осуществляться по двум любым буферным растворам из следующего перечня: $pH_{25}^{\circ C} = (1,65 - 3,56 - 4,01 - 6,86 - 9,18 - 10,00 - 12,45)$.










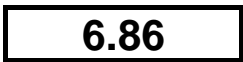


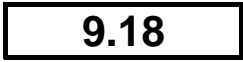


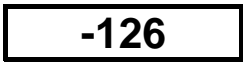
Рабочие эталоны для «рН-метрии» выпускаются в виде стандарт-титров. Методика приготовления приведена на их упаковке.







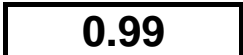


Следует иметь в виду, что контрольные растворы, при многократном применении, могут изменить значения pH .

В том случае, если термодатчик (в том числе встроенный в комбинированный электрод) к прибору не подключен, перед началом градуировки следует измерить температуру буферных растворов при помощи термометра и ввести ее в прибор согласно п.5.6. Температура градуировочных растворов должна быть одинаковой ($\pm 3^{\circ C}$).

Операции градуировки приведены ниже.

Действия	Управление	Индикация
1. При помощи кнопки « \Rightarrow » (или « \Leftarrow ») выбрать режим измерения «рН». На дисплее кратковременно высвечивается символ «рН», а затем текущая величина pH (в качестве примера - 3,34).	 	
2. Нажать кнопку «ВВОД», и удерживая ее, нажать кнопку « \Leftarrow ». Прибор перейдет в режим градуировки. При этом на дисплей выводится приглашение поместить электроды в первый буферный раствор в виде символа «рН1», а также величина pH буферного раствора, который был использован при предыдущей градуировке (например - 1,68). Символ «рН1» и численное значение pH буферного раствора высвечиваются попеременно (мигают). Внимание! На дисплей выводится значение pH буферного раствора при $25^{\circ C}$. При расчетах прибор внесет поправку на текущую температуру раствора.	 + 	

3. Кнопками «←» и «→» может быть выбран другой раствор из ряда: $pH_{25}^{\circ}C = 1,65 - 3,56 - 4,01 - 6,86 - 9,18 - 10,00 - 12,45$ (в качестве примера - 4,01).	 	
4. Промыть электрод и термодатчик (если он применяется) дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой и поместить в первый буферный раствор.		
5. Нажать кнопку «ВВОД». После этого прибор переходит к измерению ЭДС электродной системы. При этом на дисплей кратковременно выводится символ «E1», а затем величина измеряемой ЭДС (в качестве примера – 175 мВ).		 ↓ 
6. Дождаться установления стабильных показаний и нажать «ВВОД». Прибор выдаст звуковой сигнал, и занесет в память градуировочные данные.		
7. После этого на дисплей выводится приглашение поместить электроды во второй буферный раствор в виде символа «PH2», а также величина pH буферного раствора, который был использован при предыдущей градуировке (например -6,86). Символ «pH2» и численное значение pH буферного раствора высвечиваются попеременно (мигают).		 ↑↓ 
8. Кнопками «←» и «→» может быть выбран другой раствор из ряда: $pH_{25}^{\circ}C = 1,65 - 3,56 - 4,01 - 6,86 - 9,18 - 10,00 - 12,45$ (например - 9,18).	 	
9. Промыть электрод и термодатчик (если он применяется) дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой и поместить во второй буферный раствор.		
10. Нажать кнопку «ВВОД». После этого прибор переходит к измерению ЭДС электродной системы. При этом на дисплей кратковременно выводится символ «E2», а затем величина измеряемой ЭДС (в качестве примера – минус 126 мВ).		 ↓ 




11. Дождаться установления стабильных показаний и нажать «ВВОД». Раздастся звуковой сигнал, и градуировочные данные будут занесены в память прибора.		
12. После этого прибор по результатам проведенной градуировки рассчитывает значение координаты изопотенциальной точки E_i и выводит его на дисплей. Символ « E_i » и численное значение E_i высвечиваются на дисплее попеременно (мигают).		 ↑↓ 
13. Нажать кнопку «ВВОД». На дисплей выводится значение крутизны электродной системы, рассчитанное по результатам градуировки (в долях от теоретического значения). Символ «S» и численное значение крутизны высвечиваются на дисплее попеременно (мигают). Если величина крутизны лежит вне диапазона 0,96...1,04 выдается предупреждение об ошибке в виде прерывистого звукового сигнала (об ошибках и способах их устранения см. п.6).		 ↑↓ 
14. Нажать кнопку «ВВОД». Прибор переходит в режим измерения.		

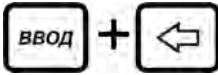


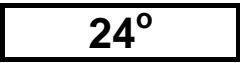

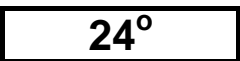
После завершения градуировки рекомендуется проверить правильность настройки рН-метра согласно п. 5.9. Для проверки желательно использовать буферный раствор с рН, лежащим между значениями рН буферных растворов, использованных при градуировке.

5.8 Градуировка термодатчика


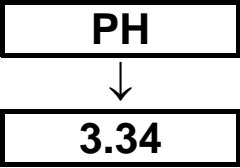
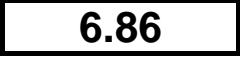
Градуировка термодатчика должна проводиться в том случае, если погрешность измерения температуры превышает допустимое значение.

Операции градуировки приведены ниже.

Действия	Управление	Индикация
1. При помощи кнопки « \Rightarrow » (или « \Leftarrow ») выбрать режим измерения « $^{\circ}\text{C}$ ». На дисплее кратковременно высвечивается символ « $^{\circ}\text{C}$ », а затем текущая величина температуры (в качестве примера – 25 $^{\circ}\text{C}$).		 ↓ 

2. Поместить термодатчик или электрод со встроенным термодатчиком в емкость с водой (или буферным раствором), находящуюся при постоянной температуре (любой в диапазоне от 10 до 30 °С). Поместить в тот же раствор образцовый термометр, например типа ТЛ-4. Для поддержания постоянства температуры раствора может быть использован термостат.		
3. Нажать кнопку «ВВОД», и удерживая ее, нажать кнопку «←». Прибор перейдет в режим градуировки. При этом индицируемое значение температуры начнет мигать.		
4. Определить по образцовому термометру температуру жидкости и установить это значение на дисплее при помощи кнопок «←» и «→» (в качестве примера – 24 °С).		
5. Нажать кнопку «ВВОД». Прибор переходит в режим измерения температуры.		

5.9 Проверка правильности градуировки рН-метра

Действия	Управление	Индикация
1. При помощи кнопки «→» (или «←») выбрать режим измерения «рН». На дисплее кратковременно высвечивается символ «рН», а затем текущая величина <i>pH</i> (в качестве примера - 3,34).		
2. Промыть комбинированный рН-электрод, а также другие применяемые устройства (например, термодатчик или термометр) дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой и погрузить их в буферный раствор с известным значением <i>pH</i> (в качестве примера – 6,86). После установления стабильных показаний считать результат измерения с дисплея.		

Если погрешность измерения *pH* контрольного раствора превышает допустимую следует произвести градуировку рН-метра в соответствии с п. 5.7.

6 НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Ошибка	Возможная причина	Способ устранения
Прибор не включается	1. Разряжены элементы питания	Заменить элементы питания (п. 4.3)
	2. Прибор неисправен	Обратится к поставщику или в ремонтную организацию
«Нулевая» крутизна электродной характеристики $S = -0,05 \dots 0,05$	1. При градуировке использован один и тот же буферный раствор	Повторить градуировку
	2. Неисправность электрода	Заменить электрод
Низкая крутизна $S = 0,05 \dots 0,85$	1. Использован буферный раствор с pH , отличным от введенного в прибор при градуировке	Повторить градуировку, при этом задать верное значение pH буферного раствора
	2. Ошибка в приготовлении буферных растворов	Приготовить новые буферные растворы
	3. Неисправен электрод	Заменить электрод
Низкая крутизна $S = 0,85 \dots 0,95$	1. Ошибка в приготовлении буферных растворов	Приготовить новые буферные растворы
	2. Электрод выработал свой ресурс	Заменить электрод
	3. Закрыто заливочное отверстие* или нарушено истечение электролита из электрода сравнения	Открыть заливочное отверстие или восстановить истечение (в соответствии с документацией на электрод)
Высокая крутизна $S > 1,04$	1. Ошибка в приготовлении буферных растворов	Приготовить новые буферные растворы
	2. Неисправность электрода	Заменить электрод
	3. Обрыв в электрических цепях электрода - неисправность соединительного кабеля или разъема	Отремонтировать соединительные изделия или заменить электрод
	4. Обрыв в электрических цепях электрода - разрыв электролита (воздушный пузырек) в электроде сравнения	Встряхнуть электрод, как термометр (см. инструкции в документации на электрод)

* Для перезаполняемых комбинированных электродов.

Ошибка	Возможная причина	Способ устранения
В режиме измерения <i>pH</i> на дисплее индицируется состояние перегрузки «П.»	1. Прибор не настроен	Произвести градуировку в соответствии с п.5.7
	2. Неисправность электрода	Заменить электрод
	3. Обрыв в электрических цепях электрода - неисправность соединительного кабеля или разъема	Отремонтировать соединительные изделия или заменить электрод
	4. Обрыв в электрических цепях электрода - разрыв электролита (воздушный пузырек) в электроде сравнения	Встряхнуть электрод, как термометр (см. инструкции в документации на электрод)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1**Таблица значений ЭДС комбинированных электродов типа ЭСК-1,
с координатами изопотенциальной точки рНи=6,70; Еи=18 мВ**

Значения э.д.с. при любой температуре в диапазоне от 0 до 100 °С определяются следующим уравнением:

$$E = E_i - (54,197 + 0,1984 \times T_p) \times (pH - pN_i),$$

где T_p - температура раствора, °С

рН	ЭДС электродной системы (мВ) при температуре раствора (°С)					
	0	20	40	60	80	100
0,00	381,1	407,7	434,3	460,9	487,5	514,0
0,50	354,0	378,6	403,2	427,8	452,4	477,0
1,00	326,9	349,5	372,2	394,8	417,4	440,0
1,50	299,8	320,5	341,1	361,7	382,4	403,0
1,68	290,1	310,0	329,9	349,8	369,7	389,7
2,00	272,7	291,4	310,0	328,7	347,3	366,0
2,50	245,6	262,3	279,0	295,6	312,3	329,0
3,00	218,5	233,2	247,9	262,6	277,3	291,9
3,50	191,4	204,1	216,8	229,5	242,2	254,9
4,00	164,3	175,0	185,8	196,5	207,2	217,9
4,50	137,2	146,0	154,7	163,4	172,2	180,9
5,00	110,1	116,9	123,6	130,4	137,1	143,9
5,50	83,0	87,8	92,6	97,3	102,1	106,8
6,00	55,9	58,7	61,5	64,3	67,0	69,8
6,50	28,8	29,6	30,4	31,2	32,0	32,8
6,86	9,3	8,7	8,1	7,4	6,8	6,2
7,00	1,7	0,6	-0,6	-1,8	-3,0	-4,2
7,50	-25,4	-28,5	-31,7	-34,9	-38,1	-41,2
8,00	-52,5	-57,6	-62,8	-67,9	-73,1	-78,2
8,50	-79,6	-86,7	-93,8	-101,0	-108,1	-115,3
9,00	-106,7	-115,8	-124,9	-134,0	-143,2	-152,3
9,50	-133,8	-144,9	-156,0	-167,1	-178,2	-189,3
10,00	-160,9	-173,9	-187,0	-200,1	-213,2	-226,3
10,50	-187,9	-203,0	-218,1	-233,2	-248,3	-263,3
11,00	-215,0	-232,1	-249,2	-266,2	-283,3	-300,4
11,50	-242,1	-261,2	-280,2	-299,3	-318,3	-337,4
12,00	-269,2	-290,3	-311,3	-332,3	-353,4	-374,4
12,50		-319,4	-342,4	-365,4	-388,4	-411,4
13,00		-348,4	-373,4	-398,4	-423,4	-448,4
13,50		-377,5	-404,5	-431,5	-458,5	-485,5
14,00		-406,6	-435,6	-464,5	-493,5	-522,5