

Анализатор растворенного кислорода «Эксперт-009»
ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Анализатор растворенного кислорода
ЭКСПЕРТ – 009



АЯ46

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ	6
2	ОПИСАНИЕ И РАБОТА	7
	2.1 Назначение и область применения	7
	2.2 Технические характеристики	8
	2.3 Комплектность анализатора.....	9
	2.4 Принцип работы, устройство и управление работой анализатора	9
	2.4.1 Принцип работы анализатора	9
	2.4.2 Устройство анализаторов	10
	2.4.3 Органы управления анализатором.....	12
	2.5 Маркировка и пломбирование	13
	2.6 Упаковка.....	14
3	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	15
	3.1 Особенности эксплуатации	15
	3.2 Подготовка анализаторов к работе.....	15
	3.3 Описание режимов работы	16
	3.4 Измерение концентрации кислорода и температуры в режиме «Термооксиметр»	16
	3.5 Установка режима ввода температуры	17
	3.6 Измерения в «Дополнительных режимах».....	19
4	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	20
	4.1 Общие указания	20
	4.2 Внешний осмотр.....	20
	4.3 Проверка работоспособности анализаторов	20
	4.4 Обслуживание датчика кислорода	20
	4.4.1 Операции по обслуживанию датчика кислорода	20
	4.4.2 Периодичность проведения операций по обслуживанию датчика кислорода	21
	4.4.3 Градуировка датчика кислорода.....	21
	4.4.4 Проверка правильности показаний концентрации растворённого кислорода	31
	4.4.5 Коррекция градуировочного графика	32
	4.5 Градуировка температурного датчика.....	33
	4.6 Обслуживание аккумулятора	36
	4.7 Указания по поверке	36
	4.8 Требования к квалификации исполнителя	36
	4.9 Меры безопасности	36
5	РЕМОНТ	37
	5.1 Условия по ремонту.....	37
	5.2 Возможные неисправности и способы их устранения	37
6	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	38
7	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	39
8	МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	40
	8.1 Операции поверки.....	40
	8.2 Средства поверки.....	40
	8.3 Требования безопасности	41
	8.4 Условия поверки	41
	8.5 Подготовка к поверке	41
	8.6 Проведение поверки	42
	8.6.1 Внешний осмотр	42
	8.6.2 Опробование	42

8.6.3	Определение погрешности измерений массовой концентрации растворенного кислорода при температуре анализируемой среды ($25,0 \pm 1$)°C	43
8.6.4	Определение погрешности измерений массовой концентрации растворенного кислорода при температуре анализируемого раствора от 5°C до 50°C (кроме температуры (25 ± 1)°C)	46
8.6.5	Проверка диапазона измерений температуры и определение абсолютной погрешности анализатора при измерении температуры	47
8.7	Оформление результатов поверки	48
ПРИЛОЖЕНИЕ А	49

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая инструкция по эксплуатации (далее - ИЭ) предназначено для ознакомления с устройством, принципом действия и правилами эксплуатации анализаторов растворенного кислорода ЭКСПЕРТ-009 (далее по тексту - анализаторы).

Анализаторы выпускаются в двух исполнениях, имеющих одинаковые метрологические характеристики:

- «ЭКСПЕРТ-009-1» - переносное исполнение;
- «ЭКСПЕРТ-009-2» - стационарное исполнение в защищённом корпусе.

Приборы имеют встроенный аккумулятор с возможностью заряда от сети через сетевой адаптер.

Анализаторы могут использоваться в химико-технологических, агрохимических, экологических и аналитических лабораториях промышленных предприятий, научно-исследовательских учреждений, органах контроля, инспекции и надзора для анализа природных и сточных вод, технологических растворов и водных экстрактов проб растительной и пищевой продукции.

Анализаторы могут применяться в промышленных, лабораторных и полевых условиях. В изделии допускаются незначительные конструктивные изменения, не отраженные в настоящем документе и не влияющие на технические характеристики и правила эксплуатации.

Методика поверки (раздел № 8), являющаяся неотъемлемой частью руководства по эксплуатации, согласована и утверждена ФБУ «ЦСМ Московской области».

2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

2.1 Назначение и область применения

Анализатор растворенного кислорода ЭКСПЕРТ-009 (далее – анализатор) предназначен для измерения массовой концентрации растворённого кислорода (сO_2), температуры (Т) в воде и водных средах, а также биохимического потребления кислорода (БПК) по методикам измерения.

Все исполнения анализатора состоят из измерительного преобразователя (в дальнейшем - ИП) и набора первичных преобразователей: амперометрического или оптического датчика растворённого в воде кислорода со встроенным термоэлектрическим преобразователем (в дальнейшем - ДКТП), допускающих закрепление на чувствительном элементе модифицированных подложек, например, для экспрессного определения БПК. Допускается применение внешнего датчика температуры типа ТДС-3 или аналогичного.

ИП выпускаются в двух исполнениях по типу корпуса: переносном и стационарном. Работа и технические характеристики анализаторов двух исполнений идентичны.

Все исполнения анализатора выпускаются со встроенным аккумулятором, заряжаемым от сети через сетевой адаптер.

Все исполнения анализатора имеют унифицированный выходной канал информационного обмена, содержащий полную информацию об измеряемых параметрах, в цифровом коде интерфейса RS232 и разъём для подключения внешних преобразователей (датчика).

ИП выполнен на основе микропроцессора с автономным питанием и представлением результатов измерений на встроенном ЖК- дисплее, либо на внешнем подключаемом устройстве, например, ПК.

Рабочие условия применения анализаторов:

Температура окружающего воздуха, °C	+ 5...+ 40
Относительная влажность воздуха, %	до 90% при 25°C
Атмосферное давление, кПа мм рт. ст.	84...106.7 630...800
Температура анализируемой среды , °C при измерении концентрации растворённого кислорода	5 ... 50

2.2 Технические характеристики

ИП имеет режимы работы, диапазоны измерения и дискретность представления результатов на дисплее:

Режим работы	Измеряемая величина и единица измерения	Диапазон измерения величины	Дискретность
Термооксиметр	Массовая концентрация растворённого кислорода (O ₂), мг/дм ³ при T= 5...50°C	0.2 ... 20	0.01
	температура (T), °C	0 ... 50	0.1
Термометр	температура (T), °C	0 ... 50	0.1

Пределы допускаемой относительной погрешности анализаторов при измерении массовой концентрации растворенного кислорода при температуре анализируемой среды (25±1) °C ±5 %.

Пределы допускаемой относительной погрешности анализаторов при измерении массовой концентрации кислорода при температуре анализируемой среды 5 °C ... 50 °C, кроме температуры (25±1) °C ±10 %.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры анализируемого раствора, °C ± 0,5 °C.

Время установления показаний анализаторов $t_{0,9}$ при измерении концентрации кислорода и температуры, мин, не более 5.

Изменение показаний анализаторов за 8 часов работы в любой точке диапазона измерений при одном и том же содержании кислорода и температуры в анализируемой среде с учетом изменения атмосферного давления не более половины предела допускаемого значения погрешности.

Время установления рабочего режима анализатора, с, не более 30.

Питание ИП может быть автономным или от внешнего источника через внешний блок питания.

Автономное питание ИП осуществляется от встроенного аккумулятора напряжением 6 В.

При работе от внешнего источника питание осуществляется от однофазной сети переменного напряжения (220^{+22/-33}) В и частотой (50±1) Гц через внешний блок питания, входящий в комплект поставки, обеспечивающий на выходе напряжение 12 В и максимальную мощность не менее 500 мА.

Ток потребления от блока питания не превышает 100 мА (при выключенной подсветке дисплея и заряженном аккумуляторе).

При разряде аккумулятора на дисплее анализатора появляется сообщение: «Зарядите аккумулятор». Зарядка аккумулятора осуществляется путем подключения блока питания, входящего в комплект поставки или аналогичного по характеристикам.

Представление результатов на дисплее жидкокристаллического индикатора: графическое.

Габаритные размеры и масса составных частей анализатора:

Составные части анализатора	Габаритные размеры мм, не более	Масса кг, не более
Измерительный преобразователь:		
• переносное исполнение	200×110×70	0.95
• стационарное исполнение	250×340×100	1.10

ИП является восстанавливаемым, ремонтируемым изделием:

- Средняя наработка на отказ в нормальных условиях - не менее 5 000 часов.
- Среднее время восстановления Тв работоспособного состояния - не более 1 часа.
- Средний срок службы Тс - не менее 10 лет.

Датчики кислорода взаимозаменяемы. Средний срок службы - не менее 1 года. При замене датчика кислорода с последующей градуировкой (калибровкой) анализаторы сохраняют технические характеристики.

2.3 Комплектность анализатора

Наименование	Обозначение	Количество, шт
Датчик кислорода амперометрический ¹	ДКТП-02	1
Датчик кислорода оптический ²	ДКТП-03	1
Датчик температуры ³		1
Измерительный преобразователь	Анализатор «ЭКСПЕРТ-009»	1
Блок питания		1
Соединительный кабель	для подключения к ПК	1
Руководство по эксплуатации, включающее «Методику поверки»	КТЖГ.414318.009 РЭ	1

2.4 Принцип работы, устройство и управление работой анализатора

2.4.1 Принцип работы анализатора

Амперометрическое измерение концентрации кислорода

Измерения производятся с помощью амперометрического датчика с термоэлектрическим преобразователем.

Молекулы растворённого в воде кислорода диффундируют через газопроницаемую мембрану датчика и восстанавливаются на катоде. На аноде происходит реакция окисления. При условии постоянства температуры генерируемый при этом электрический ток пропорционален концентрации кислорода в воде. Зависимость концентрации кислорода от температуры учитывается микропроцессором при выдаче окончательного

¹ Поставляется по согласованию с заказчиком

² Поставляется по согласованию с заказчиком

³ Допускается применение других датчиков, характеристики которых не хуже характеристик указанного датчика

результата. Сигналы от датчика по кабелю поступают в измерительный преобразователь, а затем нормированные сигналы преобразуются в цифровую форму и отображаются на дисплее.

Определение биохимического потребления кислорода (БПК) производится в соответствии с методиками измерений.

Оптическое измерение концентрации кислорода

В основу измерения положен метод измерения затухания флуоресценции красителя. Измерения производятся с помощью оптического датчика с термоэлектрическим преобразователем.

Молекула красителя облучается светом, вызывающим переход в возбуждённое состояние S_1 с последующим безызлучательным переходом в триплетное состояние T_1 . Переход из этого состояния в основное ($T_1 \rightarrow S_0$) возможен двумя способами:

- в виде флуоресценции с испусканием кванта света, регистрируемого анализатором;
- с передачей энергии молекуле кислорода (тушение флуоресценции).

Молекулы растворённого в воде кислорода диффундируют в полимер, содержащий краситель. Время жизни возбуждённого состояния обратно пропорционально концентрации кислорода.

Зависимость концентрации кислорода и времени жизни возбуждённого состояния красителя от температуры учитывается микропроцессором при выдаче окончательного результата. Сигналы от датчика по кабелю поступают в измерительный преобразователь, а затем нормированные сигналы преобразуются в цифровую форму и отображаются на дисплее.

Определение биохимического потребления кислорода (БПК) производится в соответствии с методиками измерений.

2.4.2 Устройство анализаторов

Конструкция анализаторов

Конструктивно анализатор состоит из измерительного преобразователя ИП и первичных преобразователей: амперометрического или оптического датчика растворённого в воде кислорода с термоэлектрическим преобразователем. Возможно использование внешнего датчика температуры.

Измерительный преобразователь ИП выполнен на основе микропроцессора, имеет автономное питание и ЖК-дисплей для цифро-буквенной или графической индикации результатов измерений. Для удобства градуировки и ориентировочной оценки насыщенности растворов кислородом ИП может оснащаться встроенным датчиком давления.

Органы управления анализатором и дисплей расположены на лицевой панели прибора. Органы управления и элементы внешних электрических соединений анализаторов имеют соответствующие надписи.

Внешний вид измерительного преобразователя:

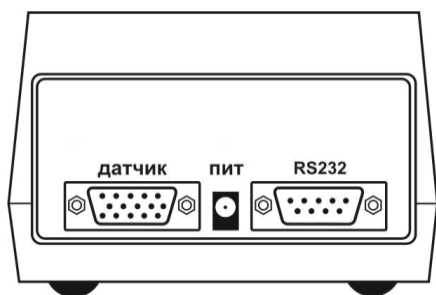


а

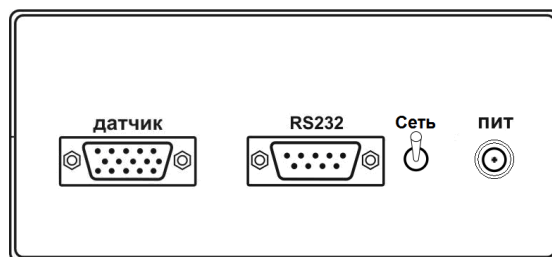


б

Внешний вид измерительного преобразователя в переносном (а) и стационарном (б) исполнениях



а



б

Задняя стенка измерительного преобразователя в переносном (а) и стационарном (б) исполнениях.

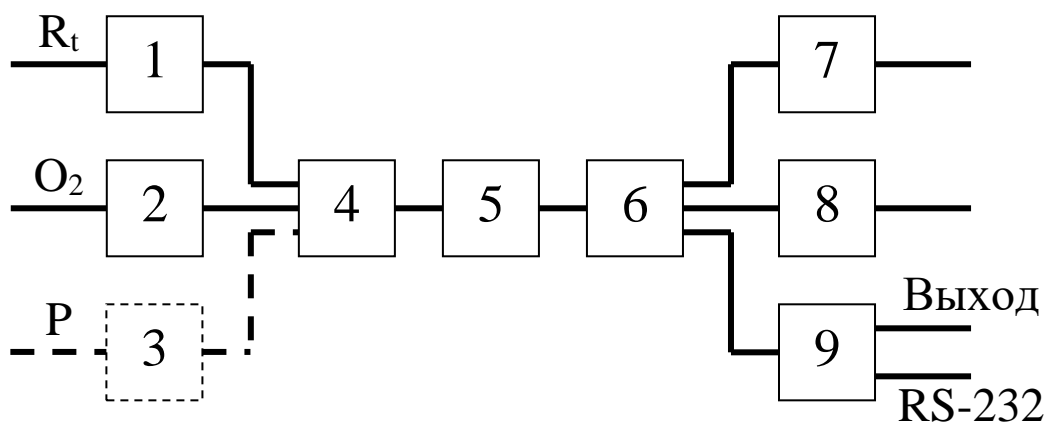
На задней стенке ИП расположены разъёмы для подсоединения первичных преобразователей, внешнего источника питания, компьютера.

Назначение разъёмов.

Разъём	Назначение
ДАТЧИК	универсальный разъём для подсоединения датчика растворённого кислорода
ПИТ	для подсоединения внешнего источника питания
RS-232	Связь по каналу RS-232 (подключение к компьютеру или другому внешнему устройству)
Сеть	Тумблер включения/отключения ИП (имеется только в стационарном исполнении)

Структурная схема измерительного преобразователя

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



- 1 схема измерения температуры
- 2 схема измерителя концентрации кислорода
- 3 схема датчика давления (при наличии)
- 4 коммутатор переключения режимов
- 5 аналого-цифровой преобразователь
- 6 микропроцессорная схема
- 7 контроллер дисплея
- 8 блок управления
- 9 схема формирования выходных сигналов

Амперометрический датчик кислорода

Амперометрический датчик растворённого в воде кислорода с термоэлектрическим преобразователем ДКТП-02 представляет собой ячейку герметичного исполнения, заполненную жидким электролитом, в которой находятся два электрода, отделенные от анализируемой среды полупроницаемой мембраной. В корпусе датчика также размещен термоэлектрический преобразователь.

Оптический датчик кислорода

Оптический датчик растворённого в воде кислорода с термоэлектрическим преобразователем ДКТП-03 представляет собой цилиндр герметичного исполнения со сменной насадкой, содержащей чувствительный краситель. В корпусе датчика размещены светодиоды, фотоприёмник, термоэлектрический преобразователь и управляющая их работой электрическая схема.

2.4.3 Органы управления анализатором

Органы управления анализатором представлены клавиатурой, расположенной на лицевой панели.

Функции органов управления:


















ввод цифры «1»; выбор режима измерения э.д.с., выбор иона; установка количества точек градуировки и номера точки градуировки



ввод цифры «2»; выбор количества точек градуировки; выбор режима вычисления рХ



ввод цифры «3»; выбор режима вычисления молярной концентрации ионов; выбор иона; установка количества точек градуировки и номера точки градуировки

	ввод цифры «4»; перевод прибора в состояние измерения
	ввод цифры «5»; выбор режима градуировки (калибровки); просмотр результатов градуировки
	ввод цифры «6»
	ввод цифры «7»; ввод в режиме градуировки численных параметров
	ввод цифры «8»; вход в меню выбора дополнительных подпрограмм и режимов
	ввод цифры «9»; вход в меню выбора дополнительных подпрограмм и режимов
	ввод знака «минус»; выбор режима вычисления массовой концентрации
	ввод знака «десятичная точка»; выбор режима температурной компенсации; выбор режима ввода температуры
	ввод цифры «0»; включение и отключение подсветки индикатора
	выбор режима работы ИП др. пунктов меню
	
	ввод данных
	отмена команды, выход в предыдущее состояние
	включение питания анализатора
	выключение питания анализатора

2.5 Маркировка и пломбирование

Маркировка анализатора должна соответствовать требованиям ГОСТ 26828.

На ИП нанесена следующая маркировка:

на лицевой панели:

- обозначение анализаторов «анализатор растворенного кислорода «ЭКСПЕРТ-009»;
- товарный знак;
- наименование предприятия-изготовителя ЭКОНИКС-ЭКСПЕРТ;

на нижней стенке:

- обозначение модификации;
- номер прибора по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- месяц и год выпуска;
- номер ТУ;

на задней стенке (в обязательном порядке):

- ПИТ - разъем для подключения блока питания;

- датчик – универсальный разъём для подключения датчика кислорода;
- RS 232 – разъём для подключения к ПК.

В стационарном исполнении анализатора:

- Сеть - тумблер включения/отключения прибора.

На разъемах подключения датчиков кислорода должно быть нанесено условное обозначение ДКТП-02 для амперометрического, ДКТП-03 для оптического и заводской номер.

Знак утверждения типа СИ наносятся на титульную страницу Руководства по эксплуатации и корпус прибора.

Анализаторы пломбируются бумажной пломбой на месте соединения между собой крышки и корпуса ИП.

Транспортная маркировка наносится согласно ГОСТ 14192.

2.6 Упаковка

ИП упаковывается в полиэтиленовый пакет.

Датчики кислорода (амперометрический и/или оптический) и термодатчик (при наличии) упаковываются в пенал(ы). Руководство по эксплуатации с методикой поверки и упаковочный лист вкладываются в бумажный или полиэтиленовый пакет.

Пакет с ИП, пенал(ы) с датчиками и пакет с документами помещаются в картонную коробку.

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

3.1 Особенности эксплуатации

Работа с анализаторами проводится в условиях, не выходящих за пределы рабочих условий применения.


При работе с анализируемыми средами, содержащими органические вещества и другие соединения, препятствующие выполнению измерений или повреждающие материал электродов и датчиков, проводится подготовка пробы в соответствии с методиками измерений (МИ).

3.2 Подготовка анализаторов к работе

Перед началом работы изучите настоящее руководство по эксплуатации, принцип работы и назначение органов управления, а также руководства по эксплуатации и (или) паспорта датчиков.

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

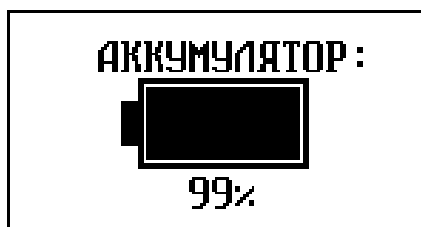
Подключите к анализатору блок питания для зарядки аккумулятора (при достаточном заряде аккумулятора подключение блока питания не требуется).

Включите анализатор нажатием и удержанием в течение двух секунд кнопки . Прибор подаст короткий звуковой сигнал и на дисплее появится заставка:

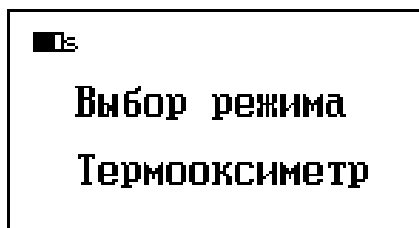


На дисплее отобразятся логотип и наименование фирмы-изготовителя «Эконикс-Эксперт», наименование прибора «Эксперт-009» и шифр версии программного обеспечения (например, «100EaV9.24-05.10.2015»), не являющегося метрологически значимым. Для идентификации метрологически значимой части ПО выполните действия п. 8.6.2.

Примерно через 3...5 секунд на дисплее отобразится информация о степени заряда аккумулятора:



Далее на дисплее отобразится меню выбора режимов работы:



В левом верхнем углу дисплея отобразится символ состояния аккумулятора. В нижней строке отобразится название текущего режима **«Термооксиметр»**.

Подключите кислородный датчик с термоэлектрическим преобразователем ДКТП к разъёму датчик ИП и поместите его в анализируемый раствор.

Подготовка датчиков

Датчики подготавливают к работе в соответствии с их паспортами.

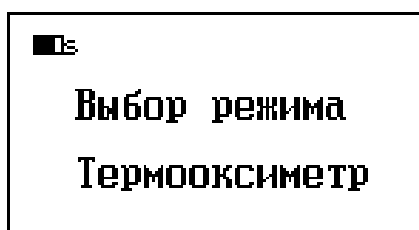
3.3 Описание режимов работы

Режим Термооксиметр предназначен для измерения растворённого в воде кислорода и температуры с использованием кислородного датчика ДКТП.

Режим **«Доп. режим»** содержит набор дополнительных режимов измерения, расширяющих возможности анализатора без ухудшения метрологических характеристик (см. п. 3.6).


3.4 Измерение концентрации кислорода и температуры в режиме «Термооксиметр»

После включения анализатора с помощью кнопок  и  установите режим **«Термооксиметр»**:



Внимание!

Приступая к измерениям концентрации растворённого кислорода выполните коррекцию градуировочного графика по п. 4.4.5. В противном случае погрешности измерений могут превышать допустимые значения.

После выполнения коррекции градуировочного графика (так называемой «Градуировки по 1 точке») погрузите датчик кислорода в анализируемый раствор и нажмите кнопку . Прибор перейдёт в состояние измерения массовой концентрации растворённого кислорода и температуры и на дисплее появится надпись:

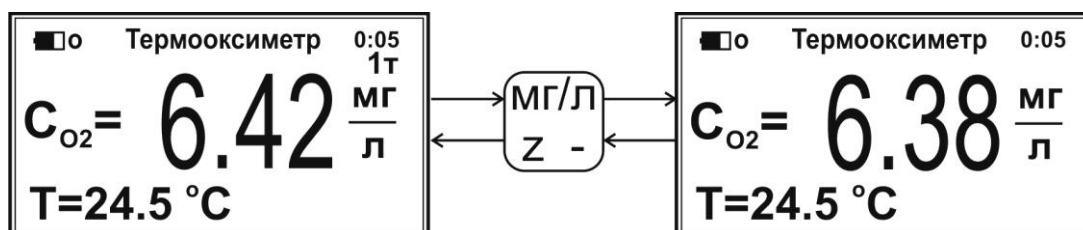


В первой строке сверху появятся символ состояния заряда аккумулятора, название текущего режима измерения «Термооксиметр» и показание таймера.

Во второй строке крупным шрифтом отобразится результат измерения массовой концентрации растворённого кислорода. В нижней строке отобразится результат измерения температуры анализируемой среды⁴.

Расчет значения концентрации растворённого кислорода выполняется прибором на основании хранящегося в памяти градуировочного графика с учетом его коррекции («Градуировки по 1 точке»). При этом на дисплее под показанием таймера отображается символ «1Т», указывающий на то, что задействована «Градуировка по 1 точке».

Для расчета значения концентрации кислорода без учета «Градуировки по 1 точке» нажмите кнопку $\left[\begin{smallmatrix} \text{мг/л} \\ z - \end{smallmatrix} \right]$. При этом символ «1Т» исчезнет. При повторном нажатии кнопки $\left[\begin{smallmatrix} \text{мг/л} \\ z - \end{smallmatrix} \right]$ символ «1Т» появится, и расчет концентрации кислорода вновь будет выполняться с учетом «Градуировки по 1 точке».



После окончания измерения концентрации растворённого кислорода и температуры нажмите кнопку $\left[\text{ОТМ} \right]$ для возврата в состояние выбора режима.

Внимание!


Для правильной работы датчика кислорода строго следуйте требованиям и рекомендациям, изложенным в Паспорте и Руководству по эксплуатации «Амперометрический датчик растворённого кислорода с термоэлектрическим преобразователем ДКТП-02» и «Оптический датчик растворённого кислорода с термоэлектрическим преобразователем ДКТП-03».

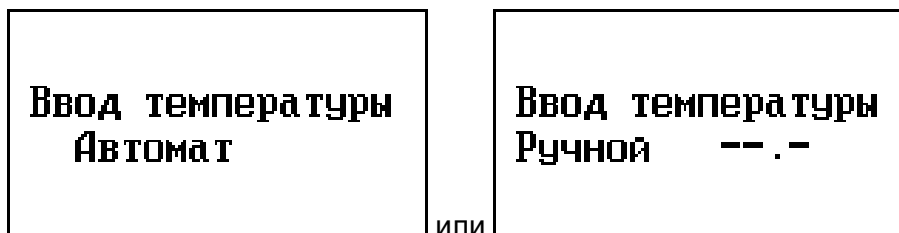
3.5 Установка режима ввода температуры

Ввод значения температуры раствора для выполнения измерений концентрации растворенного кислорода с термокомпенсацией осуществляется в автоматическом или ручном режиме.

В автоматическом режиме значение температуры анализатор определяет с помощью подключённого (встроенного) температурного датчика самостоятельно. В ручном режиме пользователь измеряет температуру раствора с помощью ртутного или иного термометра, вводит ее значение с клавиатуры и сохраняет в памяти анализатора.


⁴ Значение температуры отображается обычным шрифтом, если предварительно был установлен режим ввода температуры «Автомат», или белым шрифтом в чёрном прямоугольнике, если был установлен режим «Ручной». Датчики кислорода ДКТП, выпускаемые Эконикс-Эксперт, имеют встроенные температурные датчики, поэтому, приступая к измерениям концентрации растворённого кислорода, предварительно установите режим ввода температуры «Автомат» в соответствии с п. 2.5.

Для установки режима ввода температуры, находясь в состоянии выбора режима «Термооксиметр», нажмите кнопку . На дисплее появится надпись с обозначением текущего режима ввода температуры «Автомат» или «Ручной»:




Вместо прочерков в режиме «Ручной» будет проставлено последнее сохранённое значение температуры раствора.

С помощью кнопок  и  выберите требуемый режим.

При выборе режима «Ручной» введите значение температуры анализируемого раствора (предварительно измеренное ртутным или иным термометром). Для этого нажмите кнопку . В месте ввода температуры появится мигающий прямоугольник:



Наберите на клавиатуре число, соответствующее значению температуры анализируемого раствора в градусах Цельсия, например, 26 и нажмите кнопку . Введённое значение зафиксировано и на дисплее появится надпись:





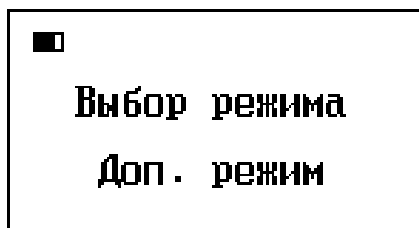
При выборе режима «Автомат» для измерений с термокомпенсацией используется температурный датчик, встроенный в датчик кислорода, либо независимый внешний. Подключение происходит через разъём датчик ИП.


После завершения установки режима ввода температуры нажмите кнопку .

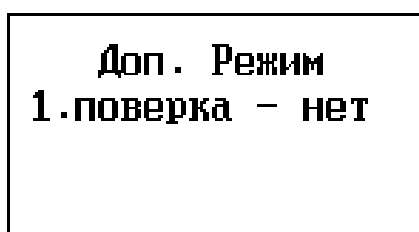
3.6 Измерения в «Дополнительных режимах»

Просмотр списка дополнительных режимов

Для просмотра списка дополнительных режимов с помощью кнопок  и  установите режим «Доп. режим»:



Нажмите кнопку . На дисплее отобразится список дополнительных режимов, например:



Заводом-изготовителем могут быть активированы прочие дополнительные режимы, расширяющие возможности анализатора без ухудшения метрологических характеристик. В этом случае данные режимы отобразятся ниже пункта «Поверка».

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

4.1 Общие указания

Техническое обслуживание проводится с целью обеспечения нормальной работы анализаторов при их эксплуатации. Рекомендуемые виды и сроки проведения технического обслуживания:

- внешний осмотр измерительного преобразователя, датчика кислорода - перед измерением;
- проверка работоспособности - перед измерением;
- градуировка анализаторов по концентрации кислорода - не реже одного раза в месяц.


4.2 Внешний осмотр

Внешний осмотр проводится непосредственно перед использованием анализаторов и заключается в определении целостности корпусов, разъёмов и соединительных кабелей составных частей комплекта.



Осматриваются также поверхности датчика, проверяется состояние мембраны амперометрического датчика кислорода ДКТП, отсутствие повреждений, загрязнения и налетов на поверхности мембраны или сменной насадки оптического датчика с чувствительным слоем. Устранение загрязнения и налетов с поверхности мембраны или сменной насадки оптического датчика рекомендуется проводить в чистой воде с помощью ватных тампонов.

4.3 Проверка работоспособности анализаторов

Перед работой проверьте работоспособность и наличие основных режимов работы ИП. При необходимости зарядки аккумулятора, подсоедините анализатор к внешнему источнику питания через блок питания, входящий в комплект поставки, либо аналогичный по характеристикам.

Включите анализатор нажатием и удержанием в течении двух секунд кнопку . Убедитесь в том, что отображающиеся на дисплее надписи соответствуют п. 3.2.

При отсутствии надписей или при сообщении **«Зарядите аккумулятор»** проверьте и зарядите аккумулятор.

Кнопками  и  последовательно выберите режимы **«Термооксиметр»**, **«Термометр»** и дополнительный режим **«Доп. режим»**.

Анализаторы, у которых не удается установить режимы работы, направляют в ремонт.

4.4 Обслуживание датчика кислорода

4.4.1 Операции по обслуживанию датчика кислорода

Обслуживание датчика кислорода включает три операции:

- 4.1 градуировка по растворам, насыщенным кислородом воздуха, а также растворам с нулевым содержанием кислорода при различных температурах с сохранением градуировочного графика в памяти анализатора;
- 4.2 проверка правильности показаний концентрации растворённого кислорода;

4.3 коррекция градуировочного графика по одной контрольной точке (так называемая «Градуировка по 1 точке»).

4.4.2 Периодичность проведения операций по обслуживанию датчика кислорода

Градуировку датчика кислорода следует выполнять при обычной эксплуатации, не реже 1 раза в месяц, а также в следующих случаях:

- при смене мембраны и/или электролита амперометрического датчика;
- при смене насадки с красителем оптического датчика;
- при отрицательных результатах проверки правильности показаний концентрации растворённого кислорода.

Проверку правильности показаний концентрации растворённого кислорода рекомендуется проводить для принятия решения о необходимости выполнения градуировки - 1...2 раза в месяц, а также, непосредственно после завершения градуировки, чтобы удостовериться в корректности ее выполнения.

Коррекцию градуировочного графика необходимо проводить -каждый раз перед началом работы.

4.4.3 Градуировка датчика кислорода

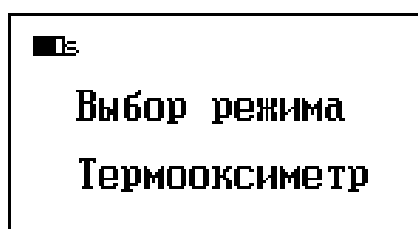
Процедуры градуировки амперометрического и оптического датчиков немного отличаются, вследствие различности принципов работы, но в целом алгоритмы идентичны.


Градуировка амперометрического датчика кислорода выполняется по двум точкам с использованием растворов, содержащих различные концентрации растворённого кислорода. В качестве первого градуировочного раствора применяется раствор с нулевым содержанием кислорода. В качестве второго градуировочного раствора применяется раствор, насыщенный кислородом воздуха при фиксированной температуре в диапазоне 10...35°C (обычно вблизи 25°C).

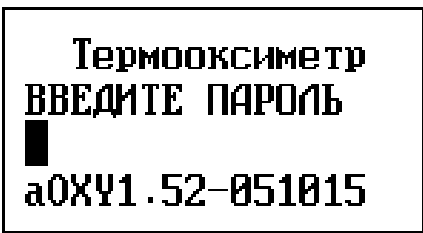
Градуировка оптического датчика кислорода выполняется по четырём точкам с использованием растворов, содержащих различные концентрации растворённого кислорода. Измерения проводят при разных температурах с интервалом не меньше 10°C, например, при 25°C и 35°C. При каждой температуре измеряют раствор с нулевым содержанием кислорода и раствор, насыщенный кислородом воздуха.

Переход в режим градуировки

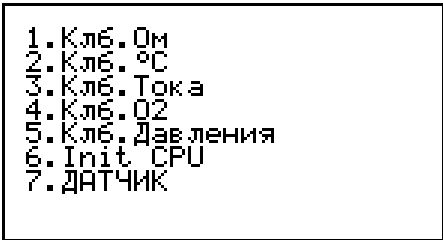
После включения анализатора с помощью кнопок  и  установите режим «Термооксиметр»:



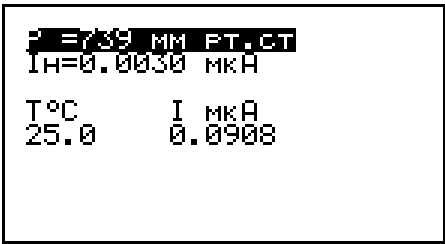
Подключите датчик кислорода к разъёму «Датчик» и нажмите кнопку . На дисплее отобразится запрос пароля:



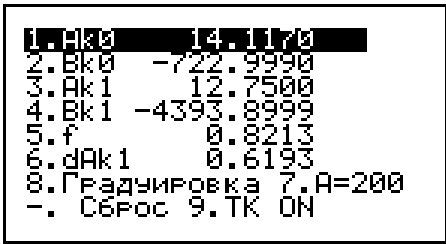
В нижней строке отобразится текущая версия программного обеспечения при работе в режиме «Термооксиметр», например «aOXU1.52-051015». В месте ввода пароля появится указатель в виде мигающего прямоугольника. Введите пароль, набрав число «271», и нажмите кнопку **ВВОД**. На дисплее появится меню настройки:



Нажмите кнопку **ИЗМ 4**, соответствующую пункту «Клб. O₂». Прибор перейдет в состояние градуировки датчика кислорода и на дисплее отобразятся параметры последней выполненной градуировки, например:



Амперометрический датчик



Оптический датчик

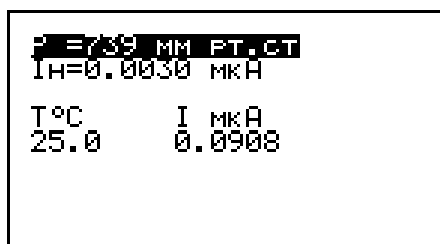
В случае амперометрического датчика в верхней строке отобразится значение атмосферного давления, введенное пользователем при последней градуировке, во второй строке будет значение тока, измеренное для раствора с нулевой концентрацией растворенного кислорода. Ниже отобразится результат измерения значения тока для раствора, насыщенного кислородом воздуха при известной температуре, в данном случае при 25 °C.



В случае оптического датчика будут отображены градуировочные параметры, вычисленные при последней градуировке.



Далее рассмотрим отдельно процедуры градуировки датчиков разных типов.


Градуировка амперометрического датчика кислорода

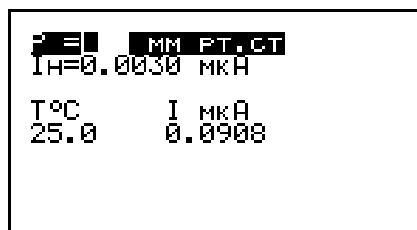
Прибор должен находиться в режиме градуировки (см. п. 4.4.3), например:



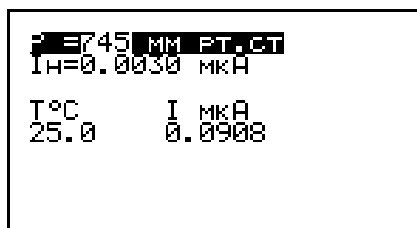
Приступая к градуировке, в первую очередь введите актуальное на момент измерений значение атмосферного давления в мм рт. ст. Для этого с помощью кнопок  и  выделите верхнюю строку (если она не была выделена).



Если прибор оснащен встроенным датчиком давления, нажмите , через несколько секунд измеренное значение будет отображено в месте ввода. Проверьте его по контрольному барометру, скорректируйте при необходимости, и нажмите  для фиксации значения.

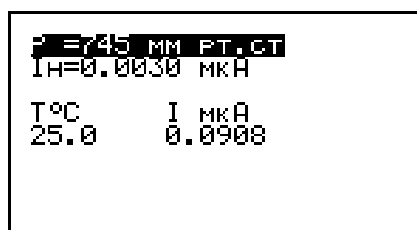
Если встроенный датчик давления отсутствует, нажмите кнопку . В месте ввода значения давления появится указатель в виде мигающего прямоугольника:





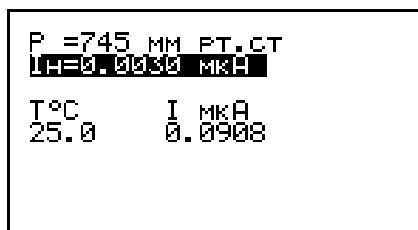
Наберите на клавиатуре число, соответствующее значению атмосферного давления в мм рт.ст., например, «745»:



Чтобы удалить набранную цифру, нажмите кнопку . Каждое нажатие удаляет последнюю набранную цифру. Для сохранения набранного числа нажмите кнопку . Набранное значение зафиксируется в верхней строке:



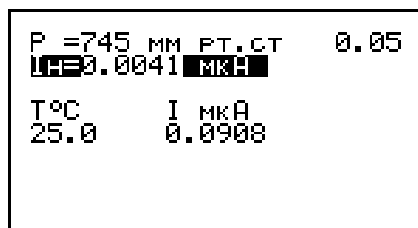
Выполните измерение значения тока в растворе с нулевой концентрацией растворённого кислорода (первая градуировочная точка). Для этого с помощью кнопок  и  выделите вторую строку:



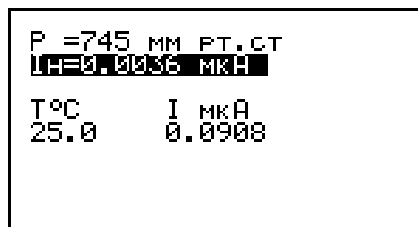
Подготовьте свободную от кислорода водную среду: раствор сульфита натрия (Na_2SO_3) в дистиллированной воде с концентрацией 80 г/дм^3 . Перенесите приготовленный раствор в герметичный сосуд и поместите в термостат, приведите его к температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ и выдержите не менее 20 минут с перемешиванием. В качестве герметичного сосуда желательнее использовать специализированную склянку БПК.

Отсоедините от датчика кислорода защитный кожух, поместите датчик в приготовленный раствор сульфита натрия и выдержите не менее 10 минут. При этом необходимо обеспечить перемешивание раствора и предотвратить контакт раствора с атмосферным воздухом. Датчик ДКТП-02 имеет специальное уплотнительное кольцо для склянки БПК.

Нажмите кнопку ИЗМ
4. В правом верхнем углу дисплея появится показание таймера, отсчитывающего время с начала измерения, а во второй строке отобразится измеряемое значение тока:



После установления стабильного значения тока (изменение не превышает $\pm 1\%$ от текущего значения в минуту) нажмите кнопку ВВОД. Значение тока для раствора с нулевой концентрацией растворённого кислорода зафиксируется во второй строке:



После окончания измерения извлеките датчик кислорода из раствора сульфита натрия и тщательно промойте дистиллированной водой.

Примечание

Если значение тока для первой градуировочной точки известно, его можно ввести без выполнения измерения с помощью кнопки числ
7, аналогично вводу значения давления.

Выполните градуировку по второй точке, используя раствор, насыщенный кислородом воздуха при фиксированной температуре.

Для этого поместите датчик кислорода в ёмкость термостата, заполненную дистиллированной водой. Установите в термостате значение температуры, например 25.0°C .


Примечание

Для градуировки по второй точке допускается установка отличающегося от 25°C значения температуры, находящегося в диапазоне от 10°C до 35°C .

Воду следует термостатировать с точностью поддержания температуры $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ и насыщать кислородом воздуха с помощью микрокомпрессора-аэратора не менее 60 минут до 100% насыщения.

С помощью кнопок  и  выделите строчку «Т°С / I мкА»:

```
P =745 мм рт.ст
Iн=0.0036 мкА
Т°С      I мкА
25.3    0.0000
```

Если значение температуры в выделенной строчке отличается от температуры воды в термостате, нажмите кнопку  для ввода нового значения температуры. При этом в месте ввода значения температуры появится указатель в виде мигающего прямоугольника:


```
P =745 мм рт.ст
Iн=0.0036 мкА
Т°С      I мкА
█       0.0000
```

Наберите на клавиатуре число, соответствующее значению температуры воды в термостате в $^{\circ}\text{C}$, например «25.3»:

```
P =745 мм рт.ст
Iн=0.0036 мкА
Т°С      I мкА
25.3    0.0000
```

Нажмите кнопку  для сохранения набранного значения температуры.

```
P =745 мм рт.ст
Iн=0.0036 мкА
Т°С      I мкА
25.3    0.0000
```

Нажмите кнопку . Начнётся измерение значения тока. При этом в правом верхнем углу дисплея отобразится показание таймера, а в выделенной строчке таблицы – измеряемое значение тока:

```

P =745 мм рт.ст   5.28
In=0.0036 мкА
T°C   I мкА
25.3  0.0989

```

После установления стабильного значения тока (изменение не превышает $\pm 1\%$ от текущего значения в минуту) нажмите кнопку **ВВОД** для сохранения значения тока второй точки градуировки:

```

P =745 мм рт.ст
In=0.0036 мкА
T°C   I мкА
25.3  0.0989

```

Градуировка оптического датчика кислорода

Прибор должен находиться в режиме градуировки (см. п. 4.4.3), например:

```

1. Аk0 14.1170
2. Вk0 -722.9990
3. Аk1 12.7500
4. Вk1 -4393.8999
5. f 0.8213
6. dAk1 0.6193
8. Градуировка 7. А=200
-. Сброс 9. ТК ON

```

Параметры в строках с 1 по 5 отвечают за расчёт концентрации кислорода. В строке 6 отображается величина поправочного коэффициента, вычисленного при коррекции градуировочного графика (п. 4.4.5). В п. «7.А=200» указывается служебная информация. Пункт «-. Сброс» позволяет выставить значения по умолчанию. При градуировке в режиме автоматической термокомпенсации в п. «9.ТК» должно быть указано «9.ТК ON». В противном случае нажмите кнопку **Ф2** для установки значения.

Вы можете изменить любой из параметров градуировки (например, ввести параметры рекомендованные производителем). Для этого с помощью кнопок **←** и **→** выделите соответствующую параметру строку (если она не была выделена) и нажмите кнопку **числ 7**. В месте ввода значения появится указатель в виде мигающего прямоугольника:

```

1. Аk0 14.1170
2. Вk0 -722.9990
3. Аk1 12.7500
4. Вk1 -4393.8999
5. f 0.8213
6. dAk1 0.6193
8. Градуировка 7. А=200
-. Сброс 9. ТК ON



```

Наберите на клавиатуре число, соответствующее значению, например, «14.1160»:

```

1. НКЗ 14.1160
2. Вк0 -722.9990
3. Ак1 12.7500
4. Вк1 -4393.8999
5. f 0.8213
6. dАк1 0.6193
8. Градуировка 7. А=200
-. Сброс 9. ТК ON


```

Чтобы удалить набранную цифру, нажмите кнопку . Каждое нажатие удаляет последнюю набранную цифру. Для сохранения набранного числа нажмите кнопку . Набранное значение зафиксируется в верхней строке:

```

1. НКЗ 14.1160
2. Вк0 -722.9990
3. Ак1 12.7500
4. Вк1 -4393.8999
5. f 0.8213
6. dАк1 0.6193
8. Градуировка 7. А=200
-. Сброс 9. ТК ON

```

Для автоматического расчёта градуировочных параметров на основании экспериментальных данных, выберите пункт «8.Градуировка», нажав кнопку . На дисплее отобразится соответствующее меню:

```

Градуировка
оптического датчика
-----
Введите атм. давление
P=751 мм рт.ст
и нажмите ВВОД


```

Приступая к градуировке, в первую очередь введите актуальное на момент измерений значение атмосферного давления в мм рт. ст. В месте ввода значения давления находится указатель в виде мигающего прямоугольника.

Если прибор оснащен встроенным датчиком давления, то измеренное значение будет отображено в месте ввода. Проверьте его по контрольному барометру и скорректируйте, при необходимости.

Если встроенный датчик давления отсутствует, наберите на клавиатуре число, соответствующее значению атмосферного давления в мм рт.ст., например, «751».




Чтобы удалить набранную цифру, нажмите кнопку . Каждое нажатие удаляет последнюю набранную цифру.



Для сохранения набранного числа нажмите кнопку . Прибор перейдёт к следующей стадии.

Для градуировки датчика необходимо при двух различных температурах T1 и T2 выполнить по два измерения: в растворе с нулевой концентрацией кислорода (O2=0) и в растворе, насыщенном кислородом воздуха (O2=НАС). Температуры T1 и T2 должны отличаться не менее чем на 10°C, например 25°C и 35°C. За каждое измерение отвечает соответствующая строка в меню:

1	T1	O2=0
2	T1	O2=НАС
3	T2	O2=0
4	T2	O2=НАС

Порядок выполнения измерений значения не имеет, хотя удобнее выполнять их последовательно.

Для начала измерения с помощью кнопок  и  выделите соответствующую строку меню и нажмите .

Выполните измерение значения времени жизни возбуждённого состояния красителя в растворе с нулевой концентрацией растворённого кислорода при температуре T1, например, 25°C (первая градуировочная точка). Для этого с помощью кнопок  и  выделите первую строку, если она не выделена.

Примечание


Для градуировки допускается установка отличающегося от 25°C значения температуры, находящегося в диапазоне от 5°C до 30°C.

Подготовьте свободную от кислорода водную среду: раствор сульфита натрия (Na₂SO₃) в дистиллированной воде с концентрацией 80 г/л. Перенесите приготовленный раствор в герметичный сосуд и поместите в термостат, приведите его к температуре T1 °C и выдержите не менее 20 минут с перемешиванием. Раствор следует термостатировать с точностью поддержания температуры ±0.1°C.


Поместите датчик в приготовленный раствор сульфита натрия и выдержите не менее 10 минут. При этом необходимо обеспечить перемешивание раствора и предотвратить контакт раствора с атмосферным воздухом.

Примечание

Вместо раствора сульфита натрия можно использовать дистиллированную воду, продуваемую инертным газом, например, азотом, не менее 20 минут. Прочие требования остаются прежними.

Нажмите кнопку . В правом верхнем углу дисплея появится показание таймера, отсчитывающего время с начала измерения, а в выделенной строке отобразится измеряемое значение температуры и времени жизни возбуждённого состояния:


1	T1	O2=0	5:28
2	T1	O2=НАС	
3	T2	O2=0	
4	T2	O2=НАС	

После установления стабильных значений (изменение не превышает ±1% от текущего значения в минуту) нажмите кнопку . Значения температуры и времени жизни

возбуждённого состояния красителя для раствора с нулевой концентрацией растворённого кислорода зафиксирован в строке:

1	T1	O2=0
2	T1	O2=НАС
3	T2	O2=0
4	T2	O2=НАС

После окончания измерения извлеките датчик кислорода из раствора сульфита натрия и тщательно промойте дистиллированной водой.


Если значение температуры в выделенной строке таблицы отличается от температуры воды в термостате, нажмите кнопку  для ввода нового значения температуры. При этом в месте ввода значения температуры появится указатель в виде мигающего прямоугольника:

1	T1	O2=0
2	T1	O2=НАС
3	T2	O2=0
4	T2	O2=НАС

Наберите на клавиатуре число, соответствующее значению температуры воды в термостате в °С, например, «25.3»:



1	T1	O2=0
2	T1	O2=НАС
3	T2	O2=0
4	T2	O2=НАС

Нажмите кнопку  для сохранения набранного значения температуры.

Аналогично можно скорректировать и значение времени жизни возбуждённого состояния, нажав на кнопку .

Выполните градуировку по второй точке, используя раствор, насыщенный кислородом воздуха при температуре T1 (вторая градуировочная точка).

Для этого поместите датчик кислорода в ёмкость термостата, заполненную дистиллированной водой. Воду следует термостатировать с точностью поддержания температуры $\pm 0.1^\circ\text{C}$ и насыщать кислородом воздуха с помощью микрокомпрессора-аэратора не менее 60 минут до 100% насыщения.

С помощью кнопок  и  выделите вторую строку таблицы:

1	T1	O2=0
	25.12	40.12
2	T1	O2=НАС
	-	-
3	T2	O2=0
	-	-
4	T2	O2=НАС
	-	-

Далее выполните действия, описанные для первой точки градуировки: измерьте и сохраните значения температуры и времени жизни возбужденного состояния красителя для второй точки градуировки, скорректируйте значение температуры (если требуется).

В результате таблица примет вид:

1	T1	O2=0
	25.12	40.12
2	T1	O2=НАС
	25.07	12.36
3	T2	O2=0
	-	-
4	T2	O2=НАС
	-	-


Выполните градуировку по третьей точке, используя раствор, насыщенный кислородом воздуха при температуре T2, например, 35°C.

Для этого, не извлекая датчик кислорода из ёмкости термостата, установите в термостате значение температуры 35.0 °C.

Примечание

Для градуировки по третьей точке допускается установка отличающегося от 35°C значения температуры, находящегося в диапазоне от 30°C до 40°C.

Воду следует термостатировать с точностью поддержания температуры $\pm 0,1^\circ\text{C}$ и насыщать кислородом воздуха с помощью микрокомпрессора-аэратора не менее 60 минут до 100% насыщения.

С помощью кнопок  и  выделите четвертую строку таблицы:

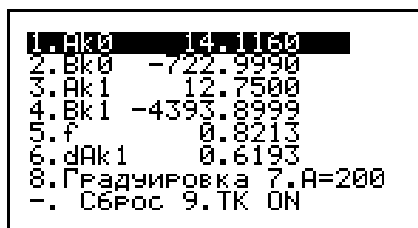
1	T1	O2=0
	25.12	40.12
2	T1	O2=НАС
	25.07	12.36
3	T2	O2=0
	-	-
4	T2	O2=НАС
	-	-

Далее выполните действия, описанные для первой точки градуировки: измерьте и сохраните значения температуры и времени жизни возбужденного состояния красителя для третьей точки градуировки, скорректируйте значение температуры (если требуется).

Выполните градуировку по четвёртой точке, используя раствор с нулевой концентрацией растворённого кислорода при температуре T2.

Выполните действия, описанные для первой точки градуировки: измерьте и сохраните значения температуры и времени жизни возбужденного состояния красителя для четвертой точки градуировки, скорректируйте значение температуры (если требуется).

После окончания измерений градуировочных точек, нажмите кнопку **ВВОД**. Анализатор вычислит новые значения параметров расчёта концентрации кислорода и вернётся в исходное меню:



```
1. А10 14.1160
2. Вк0 -722.9990
3. Ак1 12.7500
4. Вк1 -4393.8999
5. f 0.8213
6. dАк1 0.6193
8. Градуировка 7. А=200
-. Сброс 9. ТК ON
```

Для прерывания процедуры градуировки без сохранения, нажмите кнопку **ОТМ** и **ВВОД** для подтверждения.

Для возврата к заводским параметрам выберите пункт «Сброс» и дважды нажмите кнопку **ВВОД**.

Выход из режима градуировки

После окончания градуировки нажмите кнопку **ОТМ** два раза для перехода в окно «**Выбор режима. Термооксиметр**».

4.4.4 Проверка правильности показаний концентрации растворённого кислорода

Проверку правильности показаний концентрации растворённого кислорода рекомендуется проводить 1...2 раза в месяц для принятия решения о необходимости выполнения градуировки, а также непосредственно после завершения градуировки, чтобы удостовериться в корректности ее выполнения.

Проверка правильности показаний заключается в сравнении результата измерения концентрации растворённого кислорода в воде, насыщенной кислородом воздуха при фиксированной температуре с расчетным значением содержания кислорода в данном растворе.

Поместите датчик кислорода в ёмкость термостата, заполненную дистиллированной водой. Установите в термостате значение температуры T_1 .

Примечание

Для проверки правильности показаний допускается установка произвольного значения температуры, находящегося в диапазоне от 10°C до 30°C. Рекомендуется устанавливать значение температуры, несовпадающее с температурами градуировочных точек, близкое к температуре анализируемых сред.

Воду следует термостатировать с точностью поддержания температуры $\pm 0.1^\circ\text{C}$ и насыщать кислородом воздуха с помощью микрокомпрессора-аэратора не менее 60 минут до 100% насыщения.

Выполните измерение концентрации растворённого кислорода по п. 3.4 и зафиксируйте результаты измерения концентрации кислорода $C_{и}$ и температуры $T_{и}$.

Примечание

Если проверку правильности показаний проводят непосредственно после градуировки, коррекцию градуировочного графика не выполняют.

Далее определите теоретическое значение концентрации растворённого кислорода в данном растворе по формуле (4.1):

$$C_T = C_o \frac{P}{P_o} \quad (4.1)$$

где C_o - табличное значение концентрации кислорода, соответствующее равновесной концентраций кислорода при насыщении воды атмосферным воздухом при нормальном атмосферном давлении 101.325 кПа (760 мм рт.ст.) при температуре $T_{и}$, определенное по таблице 8.5 мг/дм³;

P - значение атмосферного давления, кПа (мм рт.ст.), измеренное барометром;

P_o - нормальное значение атмосферного давления, 101.325 кПа (760 мм рт.ст.).

Рассчитайте значение относительной погрешности при измерении концентрации растворённого кислорода Δ по формулам (4.2)

$$\Delta = (C_{и} - C_T) / C_T \quad (4.2)$$

Относительная погрешность анализаторов при измерении массовой концентрации растворенного кислорода находится в пределах:

- при температуре анализируемой среды (25±1)°C±5 %;
- при температуре анализируемой среды в диапазоне 5°C ... 50°C, (кроме температуры (25±1)°C).....±10 %.



В противном случае необходимо выполнить градуировку датчика кислорода и повторить проверку правильности показаний. При повторном превышении допустимого значения ошибки необходимо произвести замену мембраны и электролита амперометрического датчика, либо смену насадки оптического датчика.

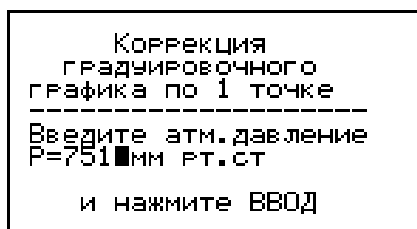
4.4.5 Коррекция градуировочного графика

Внимание! Коррекцию градуировочного графика (так называемую «Градуировку по 1 точке») следует выполнять каждый день перед началом работы.

При использовании амперометрического датчика кислорода снимите с него транспортировочный кожух и слейте из него воду так, чтобы на внутренних стенках остались капли. Навинтите кожух обратно на датчик на 1...2 витка резьбы (**не навинчивайте кожух полностью!**). Таким образом, датчик кислорода будет находиться во влажной атмосфере, которая будет обусловлена остатками воды на стенках кожуха.

При использовании оптического датчика дополнительных манипуляций не требуется, датчик должен находиться в воздушно-сухом состоянии.

Переведите анализатор в режим Термооксиметр и нажмите кнопку . После стабилизации показаний концентрации (изменение не превышает $\pm 1\%$ от текущего значения в минуту) нажмите кнопку . На дисплее отобразится следующее сообщение:



Коррекция
градуировочного
графика по 1 точке


Введите атм. давление
P=751 мм рт.ст


и нажмите ВВОД

Если прибор оснащен встроенным датчиком давления, то измеренное значение будет отображено в месте ввода. Проверьте его по контрольному барометру (барометр-анероид М67 ТУ 25.04-1797-75, цена деления 1 мм рт. ст. или аналогичный) и скорректируйте, при необходимости.

Если встроенный датчик давления отсутствует, наберите на клавиатуре число, соответствующее значению атмосферного давления в мм рт.ст., например, «751». Для этого наберите на клавиатуре соответствующее число. В месте ввода значения давления появится указатель в виде мигающего прямоугольника.

Примечание




Чтобы удалить набранную цифру, нажмите кнопку . Каждое нажатие удаляет последнюю набранную цифру. Данная операция применяется в случае необходимости исправлений при вводе численных значений.

Нажмите кнопку . Анализатор автоматически выполнит коррекцию градуировочного графика и перейдет в состояние измерения концентрации растворённого кислорода с учетом выполненной коррекции.


4.5 Градуировка температурного датчика

Градуировку температурного датчика следует выполнять в случае появления расхождений результатов измерения температуры температурным датчиком и поверенным термометром более 0.5°C .

Градуировка должна проводиться с помощью термостата, обеспечивающего поддержание заданной температуры с точностью не хуже $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$.


Подключите температурный датчик к разъёму «Датчик» измерительного преобразователя. Включите анализатор, кнопками  и  выберите режим «Термометр» и нажмите кнопку . На дисплее отобразится список пунктов меню настройки:

```
1. Калибр. омметр
2. Град Термометр
3. INIT омметр
4. ПЗУ датчика
7. Язык/Lang
aTRM1.44-230815
```


Нажмите кнопку , обозначающую номер пункта «Град Термометр». Анализатор перейдёт в состояние градуировки температурного датчика и на дисплее отобразится следующая информация:

```
[2 КОМ]
0.0 °C
1000.0      n1/2
```


В двух нижних строчках отобразятся координаты текущей точки градуировки: значения температуры (в °C) и сопротивления (в Ом). В правом нижнем углу дисплея отобразится номер текущей точки градуировки (например, n1) и после дробной черты – число точек градуировки.


Градуировку температурных датчиков типа ТДС-2, ТДС-3 и других, содержащих термочувствительный элемент Pt-1000, рекомендуется выполнять по двум точкам. При градуировке температурных датчиков других типов рекомендуется увеличить число градуировочных точек до трех, четырех или пяти. Для этого нажмите кнопку . На дисплее появится надпись:

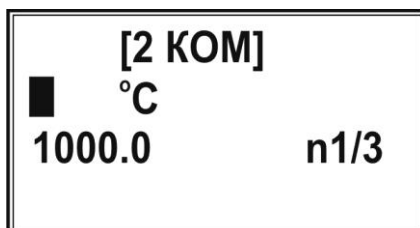
```
[2 КОМ]
0.0 °C
1000.0      n1/2
Число точек клб 2-5
```

Нажмите на клавиатуре кнопку с цифрой, соответствующей числу точек градуировки, например . На дисплее зафиксируется введённое число точек градуировки:

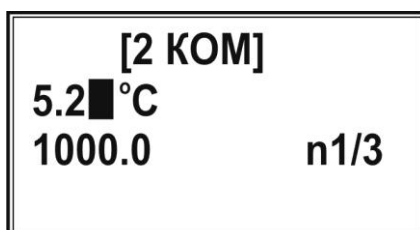
```
[2 КОМ]
0.0 °C
1000.0      n1/3
```



Установите температуру воды в термостате в начале диапазона измерения температур, например $(5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$. Погрузите в воду температурный датчик. Убедитесь, что выбрана первая точка градуировки n1. В противном случае перейдите к первой точке градуировки последовательными нажатиями кнопки .

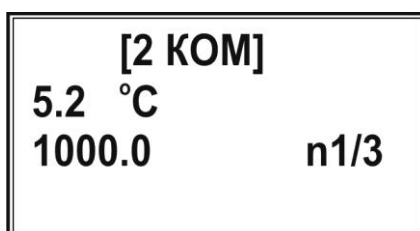
Введите точное значение температуры воды в термостате. Для этого нажмите кнопку . В месте ввода значения температуры появится указатель в виде мигающего прямоугольника:





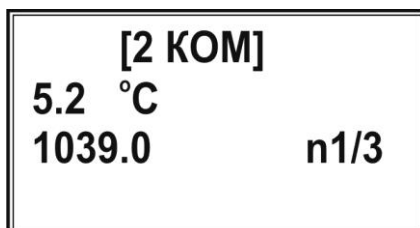
Наберите на клавиатуре число, соответствующее точному значению температуры воды в термостате в °C, например, «5,2»:



При ошибочном вводе нажмите кнопку  (каждое нажатие удаляет последнюю набранную цифру). Нажмите кнопку . Набранное значение зафиксируется во второй строке:



Нажмите кнопку . В нижней строке отобразится измеряемое значение сопротивления. После установления стабильного значения сопротивления (изменение не более $\pm 1\%$ от измеряемого значения), например, «1039», нажмите кнопку . Измеренное значение зафиксируется в нижней строке:



Перейдите ко второй точке градуировки n2, нажатием кнопки .

Аналогично проведите градуировку по второй и последующим точкам градуировки, устанавливая различные значения температуры воды в термостате. При этом для последней точки градуировки установите температуру, близкую к верхней границе диапазона измерения температур.

После окончания градуировки температурного датчика нажмите кнопку .

4.6 Обслуживание аккумулятора

Во всех модификациях анализатора в исполнении 0 имеется встроенный аккумулятор (6 В, 1200 мА·ч). Своевременно производите зарядку аккумулятора. Долгое хранение анализатора с разряженным аккумулятором приводит к выходу аккумулятора из строя. При долгосрочном хранении анализатора производите зарядку аккумулятора не реже 1 раза в полгода.

При выходе аккумулятора из строя обратитесь на предприятие-изготовитель для его замены.

4.7 Указания по поверке

Поверку осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Первичной поверке подлежат все вновь выпускаемые и выходящие из ремонта анализаторы.

Периодическая поверка анализаторов должна проводиться не реже одного раза в год.

Поверка анализаторов осуществляется в соответствии с п. 8 «Методика поверки».

4.8 Требования к квалификации исполнителя

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

4.9 Меры безопасности

По требованиям безопасности прибор соответствует требованиям ГОСТ Р 52319-2005.

При проведении испытаний и измерений должны соблюдаться требования безопасности по ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.3.019-80.

При работе с анализаторами необходимо выполнять требования, предусмотренные «Основными правилами безопасной работы в химической лаборатории», М; Химия, 1979.

5 РЕМОНТ

5.1 Условия по ремонту

Анализаторы являются сложным электронным прибором, поэтому к их ремонту допускается квалифицированный персонал предприятия-изготовителя или официальных представителей на условиях сервисного обслуживания. После ремонта обязательна проверка основных технических характеристик прибора в соответствии с «Методикой поверки».

При ремонте анализаторов следует принимать меры безопасности в соответствии с действующими правилами эксплуатации электроустановок до 1000 В.

5.2 Возможные неисправности и способы их устранения

Перечень некоторых возможных неисправностей анализаторов, их признаки и способы устранения приведены в таблице.

Наименование неисправности и внешнее проявление	Вероятные причины	Способы устранения
После включения анализатора отсутствует информация на индикаторе	Отсутствует напряжение в сети	Подключите блок питания к исправной розетке
	Неисправен блок питания	Замените блок питания
	Разряжен аккумулятор	Зарядите аккумулятор, подключив блок питания
После начала измерения анализатора с оптическим датчиком на индикаторе появляется надпись «Смените насадку»	Насадка с чувствительным к кислороду красителем выработала свой ресурс	Замените сменную насадку и выполните калибровку прибора (либо внесите в память прибора параметры, предоставленные производителем)

Другие неисправности устраняются изготовителем.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

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

температура окружающего воздуха, °С	-25 ... +55
относительная влажность окружающего воздуха при 25 °С, %	до 95
атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	84...106 (630...800)
Транспортная тряска:	
число ударов в минуту	0 ... 120
максимальное ускорение, м/с	30
продолжительность воздействия, ч	1

Примечание

При комплектации анализатора датчиком кислорода ДКТП соблюдаются условия транспортирования и хранения, указанные в его паспорте.

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

Хранение анализаторов без упаковки производится при температуре окружающего воздуха от 10°С до 35°С и относительной влажности до 80% при температуре 25°С.

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

7 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Гарантийный срок эксплуатации составляет 24 месяца со дня продажи анализаторов.

Гарантийный срок хранения - 6 месяцев со дня изготовления.

Срок службы анализаторов - 10 лет.

Безвозмездный ремонт или замена анализаторов в течение гарантийного срока эксплуатации производится предприятием-изготовителем при условии соблюдения потребителем правил и условий эксплуатации, транспортирования и хранения, а также при сохранности пломбы.

В случае устранения неисправности в изделии (по рекламации), гарантийный срок эксплуатации продлевается на время, в течение которого анализатор не использовался из-за обнаружения неисправностей.

Продолжительность установленных гарантийных сроков не распространяется на блок питания, и другие элементы, произведенные сторонними производителями. Претензии на указанные изделия предъявляются к их предприятиям-изготовителям.

При выявлении неисправности анализаторов в период гарантийного срока потребителем должен быть составлен акт с указанием признаков неисправностей.

Акт с указанием точного адреса, номера телефона и другой контактной информацией о потребителе высылается предприятию-изготовителю или поставщику.

Все предъявленные рекламации и их краткое содержание регистрируются.

8 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки (далее МП) распространяется на анализаторы растворенного кислорода ЭКСПЕРТ-009, в том числе исполнения:

- ЭКСПЕРТ-009-1,
- ЭКСПЕРТ-009-2.

Все исполнения анализатора предназначены для измерения массовой концентрации растворённого кислорода (cO_2), температуры (Т) в воде и водных средах, а также биохимического потребления кислорода (БПК) по методикам измерения.

Интервал между поверками – 1 год.

Допускается проводить выборочную первичную поверку при выходе из производства в соответствии с ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007.

8.1 Операции поверки

При поверке выполняют операции, указанные в таблице

Наименование операции	Номер пункта МП
Внешний осмотр	8.6.1
Опробование	8.6.2
Определение погрешности измерений массовой концентрации растворенного кислорода при температуре анализируемого раствора (25 ± 1)°C	8.6.3
Определение погрешности измерений массовой концентрации растворенного кислорода при температуре анализируемого раствора от 5°C до 50°C кроме температуры (25 ± 1)°C	8.6.4
Определение абсолютной погрешности анализатора при измерении температуры в режиме «Термооксиметр»	8.6.5

8.2 Средства поверки

При поверке анализаторов применяют средства поверки, реактивы и вспомогательное оборудование, указанные в таблице⁵

Номер пункта МП	Наименование средства поверки, реактивов и вспомогательного оборудования, основные метрологические характеристики
8.6.3 8.6.4 8.6.5	Термометр ТЛ-4, диапазон измерения от 0 °C до 55 °C, с ценой деления 0,1°C, КТ 1
8.6.3 8.6.4 8.6.5	Термостат жидкостной типа ТЖ модификации ТС-01 (100), пределы регулирования температуры от 0°C до 80°C с точностью поддержания температуры $\pm 0,1$ °C
8.6.3 8.6.4	Секундомер механический СОСпр-26-2-000, диапазон измерений от 1 с до 60 мин, погрешность $\pm 0,2$ с

⁵ Допускается использование других средств поверки, реактивов и вспомогательного оборудования с метрологическими характеристиками, не уступающими указанным в таблице

8.6.3	
8.6.4	Вода дистиллированная по ГОСТ 6709
8.6.5	
8.6.3	Натрий сернистокислый безводный, квалификация «ч»
8.6.3	Барометр-анероид контрольный М-67, диапазон измерений от 80 до 106,67
8.6.4	кПа, погрешность $\pm 0,11$ кПа
8.6.3	Микрокомпрессор, производительность не менее 20 дм ³ /ч
8.6.4	
8.6.3	Кислородно-азотные поверочные газовые смеси (ПГС-ГСО), концентрация кислорода в азоте (4,0-9,5) % об. и (35-70,0) % об., погрешность аттестации не более $\pm 0,15\%$
8.6.3	Аргон по ГОСТ 10157-79

8.3 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», требования ГОСТ Р 12.1.019-2009 и ГОСТ 12.2.007.0-75 и требования, предусмотренные «Основными правилами безопасной работы в химической лаборатории», М; Химия, 1979.

К проведению поверки допускаются лица, имеющие соответствующую техническую квалификацию и подготовку, проинструктированные о мерах безопасности при работе с приборами, обученные правилам безопасности труда по ГОСТ 12.0.004-90, ежегодно проходящие проверку знаний по технике безопасности и аттестованные в качестве поверителей.

8.4 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	20 \pm 5
относительная влажность воздуха, %	30 ... 80
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	84 ... 106.7 (630...800)

8.5 Подготовка к поверке

Подготавливают анализатор согласно п. 3.2 следующим образом:

- анализаторы подсоединяют к однофазной сети переменного напряжения через внешний блок питания, входящий в комплект поставки, обеспечивающий на выходе напряжение 12 В и максимальную мощность не менее 500 мА;
- подготавливают к работе первичные преобразователи согласно паспортам и присоединяют их к измерительному преобразователю (далее по тексту - ИП);
- включают анализатор нажатием кнопки ВКЛ.

Подготавливают свободную от кислорода водную среду одним из следующих способов:

- приготавливают раствор сульфита натрия (Na₂SO₃) в дистиллированной воде концентрацией 80 г/дм³. Раствор после приготовления выдерживают не менее 8 часов;
- насыщают дистиллированную воду аргоном с содержанием O₂ менее 0,02 мг/дм³.

8.6 Проведение поверки

8.6.1 Внешний осмотр



При проведении внешнего осмотра проверяют:

- комплектность анализатора согласно п. 2.3;
- отсутствие механических повреждений корпуса ИП, первичных преобразователей и соединительных кабелей;
- чистоту разъёмов и гнезд;
- правильность и четкость маркировки в соответствии с п. 2.5.

Анализаторы, имеющие дефекты, затрудняющие эксплуатацию, бракуют и к дальнейшей поверке не допускают.

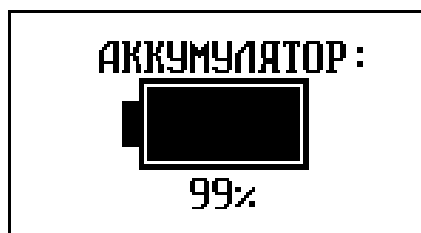
8.6.2 Опробование

Подтверждение идентификации ПО утвержденному типу анализаторов проводят следующим образом:

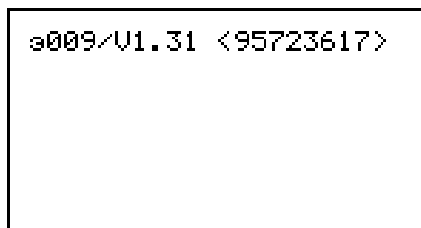
Нажмите кнопку , затем, удерживая ее, нажмите и удерживайте нажатой в течение двух секунд кнопку . Прибор подаст короткий звуковой сигнал и на дисплее появится заставка:



На дисплее отобразятся логотип и наименование фирмы-изготовителя «ЭкониКС-Эксперт», наименование прибора «Эксперт-009» и шифр версии программного обеспечения (например, «100EaV9.24-05.10.2015»), не являющегося метрологически значимым. Примерно через 3 ... 5 секунд на дисплее отобразится информация о степени заряда аккумулятора:



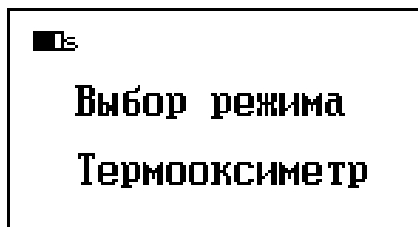
Далее на дисплее отобразится идентификационная информация метрологически значимой части ПО:



Результаты поверки считаются положительными, если на экране дисплея идентификационные данные (признаки) соответствуют:

Идентификационное наименование ПО	э009
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.3X где $X \geq 0$ – изменяемая часть идентификационного номера, не влияющая на метрологические характеристики
Цифровой идентификатор ПО	95723617

Для начала работы нажмите любую клавишу. Отобразится меню выбора режимов:





В левом верхнем углу дисплея отобразится символ состояния аккумулятора. В нижней строке отобразится название текущего режима **«Термооксиметр»**.

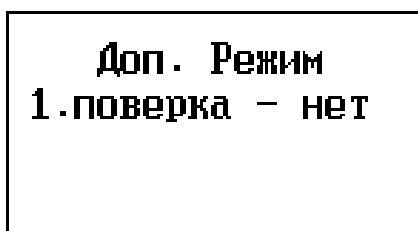
При опробовании проверяют режимы работы согласно п. 4.3.




Анализаторы, у которых не удастся установить режимы работы согласно п. 4.3, бракуют и к дальнейшей поверке не допускают.

8.6.3 Определение погрешности измерений массовой концентрации растворенного кислорода при температуре анализируемой среды $(25,0 \pm 1)^\circ\text{C}$

Перед проведением измерений необходимо провести следующие операции:

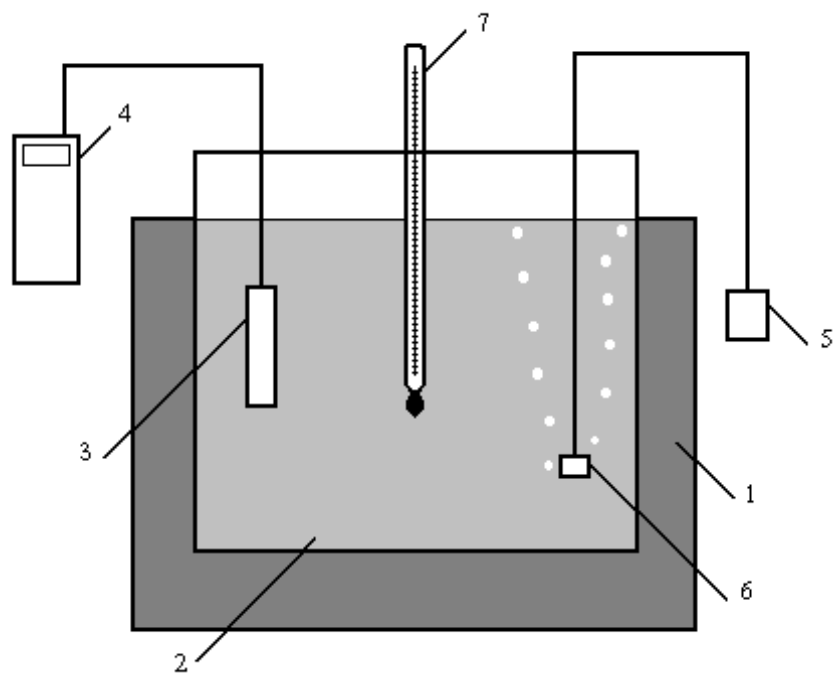
- выберите режим **«Доп. режим»**, нажмите кнопку  и далее нажмите кнопку , чтобы отобразилась надпись **«1.поверка – нет»**:



- кнопкой  выйдите в основное меню и кнопками  и  выберите режим **«Термооксиметр»**.

Определение погрешности анализатора при измерении концентрации кислорода в режиме работы **«Термооксиметр»** проводят при температуре $(25,0 \pm 1)^\circ\text{C}$ в дистиллированной воде, насыщенной кислородом воздуха и поверочными газовыми смесями (ПГС).







Схема установки для определения погрешности анализатора при измерении концентрации кислорода приведена на рисунке 1.




- 1 термостат жидкостной
- 2 сосуд с дистиллированной водой
- 3 датчик кислорода (ДКТП-02 или ДКТП-03)
- 4 измерительный преобразователь ЭКСПЕРТ-009
- 5 микрокомпрессор (баллон с ПГС)
- 6 распылитель микрокомпрессора
- 7 термометр

Подключите амперометрический (ДКТП-02) или оптический (ДКТП-03) датчик кислорода к разъёму «Датчик» ИП.

Проведите градуировку анализатора по п. 4.4.3 РЭ.


Переведите анализатор в автоматический режим ввода температуры. Для этого, находясь в основном меню, кнопками  и  выберите режим **«Термооксиметр»**, нажмите кнопку , кнопками  и  установите режим **«Автомат»** и нажмите кнопку  для возврата в основное меню.

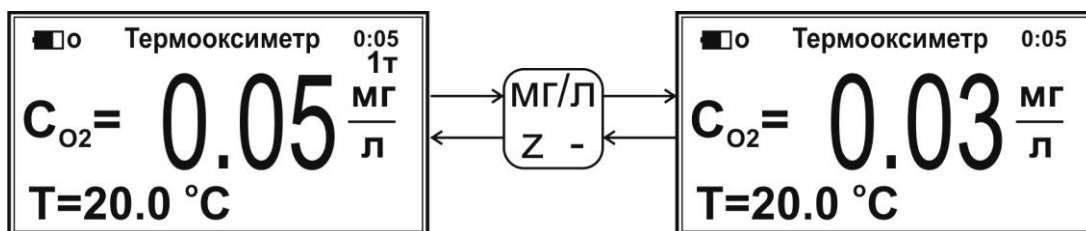
Осуществите проверку анализатора по нулевому значению кислорода. Для этого поместите кислородный датчик в раствор сульфита натрия с температурой $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ или в дистиллированную воду насыщенную аргоном. После выдерживания кислородного датчика в свободной от кислорода водной среде в течение 15 мин проведите измерение концентрации кислорода в режиме **«Термооксиметр»** нажатием кнопки .

При этом в центре дисплея крупным шрифтом отобразится значение концентрации кислорода, а в нижней строке – значение температуры:




ВНИМАНИЕ!

В процессе измерения концентрации кислорода функция коррекции градуировочного графика должна быть отключена. Если в правом верхнем углу дисплея отображается символ «1m», нажмите кнопку  для его удаления. Измерения должны выполняться в отсутствие символа «1m»:



Измеренное значение концентрации кислорода не должно превышать 0,2 мг/дм³ (фоновое значение).

После окончания измерения нажмите кнопку , извлеките датчик кислорода из раствора сульфита натрия и тщательно промойте дистиллированной водой.

Определение погрешности измерений массовой концентрации растворенного кислорода проводят следующим образом:

- В стеклянную емкость вместимостью от 0.5 л налейте дистиллированную воду, поместите в нее термометр и датчик ДКТП-02(03).

Воду необходимо насытить кислородом воздуха с помощью микрокомпрессора до 100% насыщения, либо поверочными газовыми смесями (ПГС-ГСО) не менее 30 минут. Поддержание температуры в диапазоне (24.0...26.0)°C с погрешностью ±0.2°C осуществляется с помощью термостата.

- Проведите поочередно измерение массовой концентрации растворенного кислорода (C_{ni}) в дистиллированной воде, насыщенной кислородом воздуха 20,9 % об и поверочными газовыми смесями (ПГС-ГСО) в порядке возрастания концентрации. Состав газовых смесей: (4.0...9.5)% об. и (35...70.0)% об. кислорода в азоте. Измерения каждой концентрации проведите 3 раза.

Рассчитайте среднее значение из трех измерений каждой концентрации C_{ni} :

$$C_n = \frac{\sum C_{ni}}{3} \quad (1)$$

- Рассчитайте значение концентрации кислорода, растворённого в дистиллированной воде, насыщенной кислородом воздуха, по формуле (2):

$$C = C_t \frac{P}{P_0} \quad (2)$$

Рассчитайте значение концентрации кислорода, растворённого в дистиллированной воде, насыщенной данной ПГС, по формуле (3):

$$C = C_t \frac{C_0 P}{20,9 P_0} \quad (3)$$

где C - значение концентрации кислорода, растворённого в дистиллированной воде, насыщенной кислородом воздуха или ПГС-ГСО, мг/дм³;

C_t – значение равновесной концентрации кислорода при насыщении воды атмосферным воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре анализируемой среды (таблица А.1 Приложение А), мг/дм³;

C_0 – объёмная доля кислорода в ПГС-ГСО, % (указывается в паспорте ПГС-ГСО);

P – значение атмосферного давления, кПа (мм рт.ст.), измеренное барометром;

P_0 – нормальное значение атмосферного давления, 101,325 кПа (760 мм рт.ст.).

20,9 - процентное содержание кислорода в атмосферном воздухе, %.

- Значение относительной погрешности измерения массовой концентрации растворённого кислорода вычислите по формуле:

$$\delta = (C_{и} - C) / C \cdot 100\% \quad (4)$$


где $C_{и}$ - значение концентрации растворённого кислорода, измеренное прибором, мг/дм³;

C - значение концентрации растворённого кислорода, рассчитанное по формулам (1,2), мг/дм³.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность анализаторов при измерении массовой концентрации растворенного кислорода при температуре (25±1)°С находится в пределах ±5%.

8.6.4 Определение погрешности измерений массовой концентрации растворенного кислорода при температуре анализируемого раствора от 5°С до 50°С (кроме температуры (25 ±1)°С)

Проведите поочередно измерения равновесной концентрации кислорода при насыщении воды атмосферным воздухом при температуре (10±0,2)°С и (45±0,2)°С.

Для этого после установления температуры воды в термостате нажмите кнопку  и отметьте установившиеся показания анализатора.

Проведите по 3 измерения при каждой температуре ($C_{иi}$) и рассчитайте среднее значение массовой концентрации растворенного кислорода ($C_{и}$) по формуле (1).

Рассчитайте действительное значение концентрации кислорода C при температуре (10±0.2)°С и (45±0.2)°С по формуле (3).

Значение относительной погрешности измерения массовой концентрации растворённого кислорода при температуре (10±0.2)°С и (45±0.2)°С вычислите по формуле (4).

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность анализаторов при измерении массовой концентрации кислорода при температуре

анализируемой среды 5°C ... 50°C кроме температуры (25±1)°C находится в пределах ±10%.

8.6.5 Проверка диапазона измерений температуры и определение абсолютной погрешности анализатора при измерении температуры

Определение основной абсолютной погрешности анализатора при измерении температуры в режиме «Термооксиметр» проводят методом непосредственного сличения результатов измерения температуры воды термометром и термоэлектрическим преобразователем кислородного датчика (ДКТП-02, ДКТП-03) в трех точках диапазона температурной компенсации, расположенных на начальном (5 – 10)°C, среднем (25 ... 30)°C и конечном (45 ... 50)°C участках диапазона.

Измерения проводят в следующей последовательности:


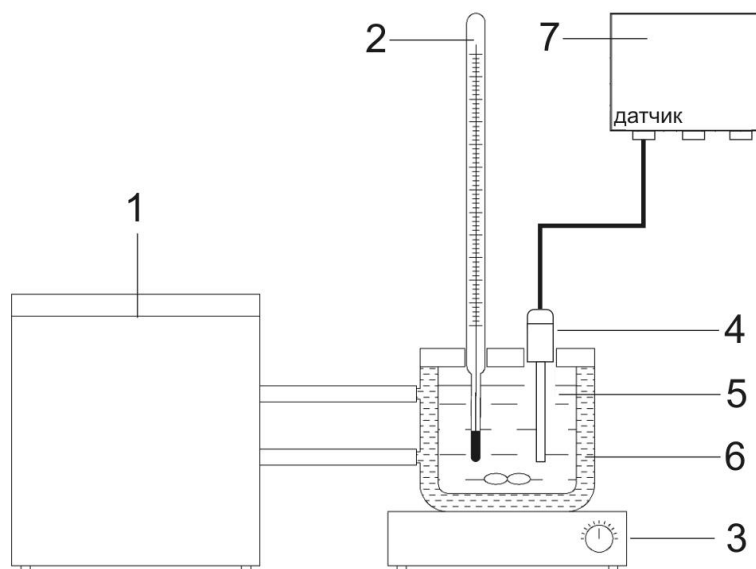
- а) собирают установку и подключают необходимые средства измерений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке;
- б) погружают чувствительные части датчика температуры кислородомера (ДТ) и эталонного термометра (ТЛ-4) на глубину 25...30 мм в термостатированный при температуре $T_{01} = (5 \dots 10)^\circ\text{C}$ стакан б с дистиллированной водой (далее – водой).
- в) после выдержки в воде в течение 3 ... 5 минут (воду интенсивно перемешивают) проводят измерение температуры в режиме **«Термооксиметр»** нажатием кнопки .
- г) отмечают установившиеся показания температуры, измеренной кислородомером и термометром ТЛ-4.
- д) повторяют операции б) и в) при температуре воды (25 ... 30)°C и (45 ... 50)°C.

Схема установки для определения абсолютной погрешности измерений температуры.



- 1 Термостат жидкостный
- 2 Эталонный термометр
- 3 Магнитная мешалка
- 4 Датчик температуры
- 5 Вода
- 6 Термостатируемый стакан
- 7 ИП «Эксперт-009»

Значение абсолютной погрешности при измерении температуры вычисляют по формуле (5):

$$\Delta = T_i - T_o, \quad (6)$$

где T_i - значение температуры, измеренное анализатором, °С;

T_o - значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность измерения температуры не превышает $\pm 0.5^\circ\text{C}$.

8.7 Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки оформляют путем выдачи «Свидетельства о поверке» или нанесением оттиска поверительного клейма на техническую документацию или на анализатор в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденному приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815.

При отрицательных результатах поверки выдают «Извещение о непригодности» с указанием причин или делают соответствующую запись в технической документации. Анализатор к применению не допускают.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Значения равновесных концентраций кислорода при насыщении воды атмосферным воздухом при нормальном атмосферном давлении 101,325 кПа (760 мм рт.ст.) в зависимости от температуры, мг/дм³

t, °C	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,62	14,58	14,54	14,50	14,46	14,42	14,38	14,34	14,30	14,26
1	14,22	14,18	14,14	14,10	14,06	14,02	13,98	13,94	13,90	13,87
2	13,83	13,79	13,75	13,72	13,68	13,64	13,60	13,57	13,53	13,49
3	13,46	13,42	13,39	13,35	13,32	13,28	13,24	13,21	13,17	13,14
4	13,11	13,07	13,04	13,00	12,97	12,93	12,90	12,87	12,83	12,80
5	12,77	12,74	12,70	12,67	12,64	12,61	12,57	12,54	12,51	12,48
6	12,45	12,41	12,38	12,35	12,32	12,29	12,26	12,23	12,20	12,17
7	12,14	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87
8	11,84	11,81	11,79	11,76	11,73	11,70	11,67	11,64	11,62	11,59
9	11,56	11,53	11,51	11,48	11,45	11,42	11,40	11,37	11,34	11,32
10	11,29	11,26	11,24	11,21	11,18	11,16	11,13	11,11	11,08	11,06
11	11,03	11,00	10,98	10,95	10,93	10,90	10,88	10,85	10,83	10,81
12	10,78	10,76	10,73	10,71	10,68	10,66	10,64	10,61	10,59	10,56
13	10,54	10,52	10,49	10,47	10,45	10,42	10,40	10,38	10,36	10,33
14	10,31	10,29	10,27	10,24	10,22	10,20	10,18	10,15	10,13	10,11
15	10,08	10,06	10,04	10,02	10,00	9,98	9,96	9,94	9,92	9,90
16	9,87	9,85	9,83	9,81	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69
17	9,66	9,64	9,62	9,60	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,49
18	9,47	9,45	9,43	9,41	9,39	9,37	9,36	9,34	9,32	9,30
19	9,28	9,26	9,24	9,22	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,11
20	9,09	9,08	9,06	9,04	9,02	9,01	8,99	8,97	8,95	8,93
21	8,91	8,89	8,87	8,86	8,85	8,83	8,81	8,80	8,78	8,76
22	8,74	8,73	8,71	8,69	8,68	8,66	8,64	8,63	8,61	8,60
23	8,58	8,56	8,55	8,53	8,51	8,50	8,48	8,47	8,45	8,43
24	8,42	8,40	8,39	8,37	8,36	8,34	8,32	8,31	8,29	8,28
25	8,26	8,25	8,23	8,22	8,20	8,19	8,17	8,16	8,14	8,13
26	8,11	8,10	8,08	8,07	8,05	8,04	8,02	8,01	7,99	7,98
27	7,97	7,95	7,94	7,92	7,91	7,89	7,88	7,87	7,85	7,84
28	7,83	7,81	7,80	7,78	7,77	7,76	7,74	7,73	7,71	7,70
29	7,69	7,67	7,66	7,65	7,63	7,62	7,61	7,59	7,58	7,57
30	7,56	7,54	7,53	7,52	7,50	7,49	7,48	7,46	7,45	7,44
31	7,44	7,44	7,43	7,42	7,41	7,39	7,38	7,37	7,36	7,35
32	7,33	7,32	7,31	7,30	7,29	7,28	7,26	7,25	7,24	7,23
33	7,22	7,21	7,19	7,18	7,17	7,16	7,15	7,14	7,13	7,11
34	7,10	7,09	7,08	7,07	7,06	7,05	7,04	7,03	7,01	7,00
35	6,99	6,98	6,97	6,96	6,95	6,94	6,93	6,92	6,90	6,89
36	6,87	6,85	6,84	6,82	6,80	6,78	6,76	6,74	6,73	6,72
37	6,71	6,70	6,69	6,68	6,67	6,66	6,65	6,64	6,63	6,62
38	6,61	6,60	6,59	6,58	6,57	6,56	6,55	6,54	6,53	6,52

t, °C	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
39	6,51	6,50	6,49	6,48	6,47	6,46	6,45	6,44	6,43	6,42
40	6,41	6,40	6,39	6,38	6,37	6,36	6,35	6,34	6,33	6,32
41	6,31	6,30	6,29	6,28	6,27	6,26	6,25	6,24	6,23	6,22
42	6,21	6,20	6,19	6,18	6,17	6,17	6,16	6,15	6,14	6,13
43	6,12	6,11	6,10	6,09	6,08	6,07	6,06	6,05	6,05	6,04
44	6,03	6,02	6,01	6,00	5,99	5,98	5,97	5,96	5,95	5,94
45	5,93	5,92	5,91	5,90	5,89	5,89	5,88	5,87	5,86	5,85
46	5,84	5,83	5,82	5,81	5,80	5,80	5,79	5,78	5,77	5,76
47	5,75	5,74	5,73	5,72	5,71	5,71	5,70	5,69	5,68	5,67
48	5,66	5,66	5,65	5,64	5,63	5,62	5,61	5,60	5,59	5,58
49	5,58	5,57	5,56	5,55	5,54	5,53	5,52	5,51	5,50	5,49
50	5,49	5,48	5,47	5,46	5,45	5,44	5,43	5,42	5,41	5,40

Продлите срок службы вашего анализатора Эксперт-009

Своевременное сервисное обслуживание позволит вам гарантированно получать точные результаты измерений.

В нашем сервисном центре вы сможете получить весь спектр услуг гарантийного и постгарантийного обслуживания.

Обращайтесь к нам со всеми вопросами по работе прибора.

Мы заботимся о точности ваших измерений.

www.ionomer.ru

<https://эксперт-рн.рф>

<https://эксперт-фотометр.рф>

<https://титратор-фишера.рф>



ООО «Эконикс-Эксперт», Аналитическое оборудование

Главный офис:

108811, г. Москва, поселение Московский,
22-ой км Киевского шоссе, домовладение 4,
строение 2, корпус Г, подъезд 13, офис 603Г
Бизнес-Парк «Румянцево»
тел. +7-499-600-23-45
e-mail: ionomer@ionomer.ru

Сервисная служба:

108811, г. Москва, поселение Московский,
22-ой км Киевского шоссе, домовладение 4,
строение 2, корпус Г, подъезд 13, офис 602Г
Бизнес-Парк «Румянцево»
тел. +7-499-600-23-45, доб. 305
e-mail: ionomer@ionomer.ru