

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по развитию

ФГУП «ВНИИР»

А.С. Тайбинский

2019 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки измерительные ОЗНА-Агидель

Методика поверки

МП 1041-1-2019

Начальник научно-

исследовательского отдела

 Р.А. Корнеев

тел. отдела: (843) 272-12-02

г. Казань  
2019 г.

Настоящая инструкция распространяется на установки измерительные ОЗНА-Агидель (далее – установки) предназначенные для измерений массы, объема, плотности, температуры и избыточного давления светлых и темных нефтепродуктов, нефти, нефти обезвоженной, растворов кислот, солей и других жидкостей при наливке автомобильных и железнодорожных цистерн, а также при наливке в топливные баки большегрузной техники.

Интервал между поверками – 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПО ПОВЕРКЕ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (раздел 6.1);
- подтверждение соответствия программного обеспечения (раздел 6.2);
- опробование (раздел 6.3);
- определение метрологических характеристик (раздел 6.4).

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- вторичный эталон согласно ГПС (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256;
- рабочий эталон единицы массы 3-го разряда (весы) согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 №2818;
- рабочий эталон единицы объема жидкости 2 разряда согласно ГПС (часть 3), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256;
- рабочий эталон единицы плотности 1-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.024-2002 в диапазоне значений от 600 до 1200 кг/м<sup>3</sup>.
- термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9410 с типом термопреобразователя ТЦЦ 01-180 (регистрационный номер 68355-17) с диапазоном измерений, соответствующим диапазону температур измеряемой среды;
- измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (регистрационный номер 15500-12), диапазон измерений температуры, соответствующем температуре окружающей среды при проведении поверки, с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу температуры  $\pm 0,2$  °С, диапазон измерений влажности от 0 до 99 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности по каналу относительной влажности  $\pm 2$  %, диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу атмосферного давления  $\pm 0,5$  кПа.

2.2 Допускается вместо вторичного эталона использовать рабочий эталон единицы массы 3 разряда в соответствии государственной поверочной схемы для средств измерений массы утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2818 (весы), (далее – эталон массы) и рабочий эталон единицы объема жидкости 2 разряда в соответствии с частью 3 государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256 (далее – эталон объема);

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой установки с требуемой точностью.

2.4 Допускается проводить периодическую поверку установки, используемых для измерений меньшего числа величин (каналов измерений) с уменьшением количества воспроизводимых единиц (каналов измерений) на основании письменного заявления владельца средства измерений, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением величин (каналов измерений) в свидетельство о поверке



2.5 Средства измерений избыточного давления, температуры и объемной доли воды, входящие в состав установки, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Перед началом поверки необходимо выполнить требования безопасности:

- действующие на предприятии, на котором производится поверка;
- изложенные в руководстве по эксплуатации установки;
- изложенные в эксплуатационных документах на средства поверки.

3.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации» и «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности».

3.3 К выполнению измерений при поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации установки и эксплуатационные документы на средства поверки, применяемые при поверке.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

4.1.1 Измеряемая среда – жидкость с параметрами:

- температура, °С от -30 до +30\*
- давление, МПа, не более 1
- изменение температуры измеряемой среды в процессе одного измерения, °С, не более ±2

4.1.2 Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °С от -15 до +30\*
- относительная влажность, % от 10 до 90
- атмосферное давление, кПа от 86 до 107

\* – В случае, если в качестве измеряемой среды используется вода, то:

- температура измеряемой среды, °С от +10 до +30
- температура окружающей среды, °С от +10 до +30

4.2 Допускается проводить поверку установки на месте эксплуатации.

4.3 Условия поверки должны соответствовать условиям эксплуатации средств поверки.

### 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 При подготовке к поверке должны быть выполнены следующие работы:

- проверка выполнения условий разделов 2 – 4 настоящей инструкции;
- подготовка средств поверки и установки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационных документов.

### 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие установок следующим требованиям:

- состав, комплектность и маркировка должны соответствовать эксплуатационной документации;
- на установке не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, влияющих на ее работоспособность.

6.1.2 Результаты проверки считают положительными, если маркировка и комплектность соответствует требованиям эксплуатационных документов, и на установке отсутствуют механические повреждения и дефекты, препятствующие их применению.

## 6.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

### 6.2.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения.

Определение идентификационных данных программного обеспечения:

– согласно эксплуатационным документам на установку получить доступ к информационному окну, в котором отображаются идентификационные данные программного обеспечения;

– считать идентификационные данные программного обеспечения.

6.2.2 Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения установки (идентификационное наименование программного обеспечения, номер версии (идентификационный номер программного обеспечения), соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установки и паспорте установки.

## 6.3 Опробование

При опробовании определяют работоспособность установки и ее составных частей в соответствии с их эксплуатационными документами. Опробования в зависимости от применяемых средств поверки проводится по пункту 6.3.1 или 6.3.2.

### 6.3.1 Опробования установок налива с помощью вторичного эталона

При опробовании установок с помощью вторичного эталона выполнить следующие действия:

– дренировать мерник вторичного эталона;

– обнулить показания весового устройства вторичного эталона;

– подключить установку к мернику вторичного эталона через устройство нижнего или верхнего налива;

– задать дозу налива жидкости (продукта), соответствующую номинальной вместимости мерника вторичного эталона;

– запустить налив жидкости;

– наполнить мерник вторичного эталона;

– отсоединить устройство налива от мерника вторичного эталона;

– записать показания массы с весового устройства вторичного эталона и показания объема шкалы мерника вторичного эталона;

– записать результаты измерений массы, объема, плотности, измеренные установкой.

### 6.3.2 Опробования установок с помощью эталона массы и эталона объема

#### 6.3.2.1 С помощью эталона массы выполнить следующие действия:

– дренировать мерник эталона объема (весовой бак);

– обнулить показания весового устройства эталона массы;

– подключить установку к эталону объема через устройство нижнего или верхнего налива;

– задать дозу налива жидкости (продукта), соответствующую номинальной вместимости эталона объема (весового бака);

– запустить налив жидкости;

– наполнить эталон объема (весовой бак);

– отсоединить устройство налива от эталона объема (весового бака);

– записать показания эталона массы

– записать показания шкалы вторичного эталона объема, если проводится одновременное опробование каналов измерений массы и объема;



- записать результаты измерений массы, объема, плотности, измеренные установкой.

6.3.2.2 С помощью эталона объема выполнить следующие действия:

- дренировать мерник эталона объема;
- обнулить показания весового устройства эталона массы, если проводится одновременное опробование каналов измерений массы и объема;
- подключить установку к эталону объема через устройство нижнего или верхнего налива;
- задать дозу налива измеряемой жидкости (продукта), соответствующую номинальной вместимости эталона единицы объема;
- запустить налив жидкости;
- наполнить эталон объема;
- отсоединить устройство налива от эталона объема, если проводится одновременное опробование каналов измерений массы и объема;
- записать показания эталона массы, если проводится одновременное опробование каналов измерений массы и объема;
- записать показания шкалы эталона единицы объема;
- записать результаты измерений массы, объема, плотности, измеренные установкой.

6.3.3 Опробование установки считают положительным, если:

- подтверждена работоспособность установки и ее составных частей в соответствии с их эксплуатационными документами;
- алгоритм налива выполнен без сообщений об ошибках;
- измеренные значения массы и объема измеряемой жидкости по показаниям установки соответствуют номинальным значениям массы и объема вторичного эталона (эталон единицы массы и объема), плотность соответствует плотности измеряемой жидкости.

## 6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение относительной погрешности при измерении массы и объема жидкости

Допускается в случае, если на средства измерений объема и массы жидкости, входящие в состав установки, имеются действующие свидетельства о поверке, со сроком окончания не менее 22 месяцев, результаты по данному пункту считать положительными без проведения измерений.

Определение относительной погрешности измерений массы и объема жидкости проводятся в зависимости от применяемых средств поверки проводится по пункту 6.4.1.1 или 6.4.1.2

Относительную погрешность измерений массы и объема жидкости определяют по результатам измерений массы и объема одной и той же дозы жидкости, измеренных вторичным эталоном (или эталоном массы и эталоном объема соответственно) и измеренных установкой. Объем дозы выбирают таким образом, чтобы время измерения составляло не менее 60 секунд. Управление расходом жидкости обеспечивается автоматически согласно алгоритму, реализованному в контроллере установки. Производят не менее трех измерений. Для установок с индексом «200» определяют только погрешность измерений объема жидкости.

6.4.1.1 Определение относительной погрешности измерений массы и объема жидкости установками с помощью вторичного эталона

Для определения относительной погрешности измерений массы и объема жидкости установок с помощью вторичного эталона проводят следующие операции:

- дренировать мерник вторичного эталона;
- отсоединить дренажные шланги от мерника эталона объема;

- обеспечить слив капельной жидкости с мерника в течение не более 30 секунд;
- закрыть дренажную арматуру;
- обнулить показания весового устройства вторичного эталона;
- подсоединить установку к вторичному эталону с помощью устройства верхнего или нижнего налива;
- подать команду налива на установку;
- наполнить мерник вторичного эталона жидкостью;
- отсоединить установку от эталона;
- после наполнения мерника эталона обеспечить выдержку не менее 10 минут для стабилизации уровня в мернике эталона;
- записать показания весового устройства вторичного эталона;
- записать показания шкалы мерника вторичного эталона;
- измерить температуру жидкости в эталоне
- отобрать пробу для измерения плотности жидкости
- записать значения массы, объема, температуры, измеренные установкой;

#### 6.4.1.2 Определение относительной погрешности измерений массы и объема жидкости установками с помощью эталонов массы и объема

Для определения относительной погрешности измерения массы и объема жидкости установками с помощью эталонов массы и объема проводят следующие операции:

С помощью эталона массы:

- дренировать эталон объема (весовой бак);
- отсоединить дренажные шланги от эталона объема (весового бака);
- обеспечить слив капельной жидкости с мерника в течение не более 30 секунд;
- закрыть дренажную арматуру;
- обнулить показания эталона массы;
- подсоединить установку к эталону с помощью устройства верхнего или нижнего

налива

- подать команду налива на установку;
- отсоединить установку от эталона;
- после наполнения мерника эталона обеспечить выдержку не менее 10 минут для стабилизации уровня в мернике эталона;
- записать показания весового устройства эталона;
- записать показания шкалы мерника эталона;
- измерить температуру жидкости в весовом баке (эталоне объема);
- отобрать пробу для измерения плотности жидкости;
- записать значения массы, объема, температуры, измеренные установкой

С помощью эталона объема выполнить следующие действия:

- дренировать мерник эталона объема;
- обеспечить слив капельной жидкости с мерника в течение не более 30 секунд;
- обнулить показания весового устройства эталона массы;
- подключить установку к эталону объема через устройство нижнего или верхнего

налива;

- задать дозу налива измеряемой жидкости, соответствующую номинальной вместимости эталона единицы объема;
- запустить налив жидкости;
- наполнить эталон объема;
- отсоединить устройство налива от эталона объема;
- после наполнения мерника обеспечить выдержку не менее 10 минут для стабилизации уровня в мернике;
- записать показания шкалы эталона объема;
- записать показания эталона массы, если проводится одновременное измерение относительной погрешности измерений массы и объема;



– записать результаты измерений массы, объема, плотности, измеренные установкой.

Допускается проводить определение относительной погрешности при измерении массы и объема жидкости установок с помощью эталонов массы и объема одновременно.

#### 6.4.1.3 Обработка результатов измерений

Относительную погрешность измерений массы жидкости,  $\delta_{Mi}$ , %, определяют по формулам:

$$\delta_{Mi} = \left( \frac{M_{yi} - M_{изм\ i}}{M_{изм\ i}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

$$M_{изм\ i} = M_{\epsilon\ i} \frac{\left( 1 - \frac{\rho_a}{\rho_{гирь}} \right)}{\left( 1 - \frac{\rho_a}{\rho_{ж}} \right)}, \quad (2)$$

- где  $M_y$  – масса жидкости, измеренная установкой, кг;  
 $M_{изм}$  – масса жидкости по показаниям весового устройства вторичного эталона (эталона массы) с учетом выталкивающей силы воздуха, кг;  
 $M_{\epsilon}$  – масса жидкости по показаниям весового устройства вторичного эталона (эталона массы) без учета выталкивающей силы воздуха, кг;  
 $\rho_a$  – плотность окружающего воздуха, кг/м<sup>3</sup> (вычисляется по формуле (3));  
 $\rho_{гирь}$  – плотность гирь, применяемых при калибровке эталона массы или весового устройства вторичного эталона (принимается равной 8000 кг/м<sup>3</sup>, если не указано другое значение в эксплуатационных документах эталона массы или вторичного эталона);  
 $\rho_{ж}$  – плотность измеряемой жидкости по показаниям эталона плотности, кг/м<sup>3</sup>;  
 $i$  – порядковый номер измерения.

$$\rho_a = \left( \frac{0,34848 \cdot p_a - 0,009024 \cdot hr \cdot e^{0,0612t_a}}{273,15 + t_a} \right), \quad (3)$$

- где  $p_a$  – атмосферное давление, гПа;  
 $hr$  – относительная влажность воздуха, %;  
 $t_a$  – температура окружающего воздуха, °С.

Результат поверки считают положительным, если значения относительной погрешности измерений массы жидкости при каждом измерении не превышают следующих значений:

±0,15 % для установок с индексом «015»

±0,25 % для установок с индексом «025»

Относительную погрешность измерений объема жидкости,  $\delta_{Vi}$ , %, определяют по формулам:

$$\delta_{Vi} = \left( \frac{V_{yi} - V_{mi}}{V_{mi}} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

$$V_{mi} = V_{20} \cdot \left( 1 + 3 \cdot \alpha_{mi} \cdot (t_{mi} - 20) + \beta \cdot (t_{yi} - t_{mi}) \right) \quad (5)$$

- где  $V_y$  – объем жидкости, измеренный установкой,  $\text{дм}^3$ ;  
 $V_m$  – объем жидкости по показаниям вторичного эталона, приведенный к рабочим условиям установки,  $\text{дм}^3$ ;  
 $V_{20}$  – действительная вместимость мерника вторичного эталона, соответствующая температуре плюс  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{дм}^3$ ;  
 $\alpha_m$  – коэффициент линейного расширения материала стенок мерника,  $^\circ\text{C}^{-1}$  (определяется в соответствии с эксплуатационными документами эталона объема или вторичного эталона);  
 $t_m$  – температура измеряемой жидкости в мернике вторичного эталона,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $\beta$  – коэффициент объемного расширения поверочной жидкости,  $^\circ\text{C}^{-1}$  (при использовании нефтепродуктов в качестве поверочной жидкости выбирается в соответствии с приложением Г Р 50.2.076-2010 «ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программы и таблицы приведения» или определяется лабораторным методом. При использовании воды в качестве поверочной жидкости плотность определяется в соответствии с приложением А настоящего документа или определяется лабораторным методом); При использовании других поверочных жидкостей коэффициент объемного расширения выбирается из таблиц стандартных справочных данных или определяется лабораторным методом.  
 $t_y$  – температура измеряемой жидкости в установке, усредненная за время измерения,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $t_m$  – температура измеряемой жидкости в мернике вторичного эталона,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $i$  – порядковый номер измерения.

Результат поверки считают положительным, если значения относительной погрешности измерений объема жидкости при каждом измерении не превышают следующих значений:

- $\pm 0,15\%$  для установок с индексом «015»,
- $\pm 0,25\%$  для установок с индексом «025»
- $\pm 2\%$  для установок с индексом «200».

#### 6.4.2 Определение абсолютной погрешности измерений плотности жидкости

Допускается в случае, если на средства измерений плотности жидкости, входящие в состав установки, имеются действующие свидетельство о поверке результаты по данному пункту считать положительными без проведения измерений.

Определение абсолютной погрешности измерений плотности производится с использованием эталона плотности после отбора пробы измеряемой жидкости. Производят не менее трех измерений.

Вычисление абсолютной погрешности измерений плотности для каждого измерения,  $\Delta\rho_i$ ,  $\text{кг/м}^3$ , производят по формуле:

$$\Delta\rho_i = \rho_{yi} - \rho_{\varepsilon i}, \quad (6)$$

- где  $\rho_y$  – плотность измеряемой жидкости, измеренная установкой, усредненной за время измерений,  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $\rho_{\varepsilon}$  – плотность измеряемой жидкости, измеренная эталоном плотности, приведенная к температуре и давлению измеряемой жидкости в установке в момент измерения плотности,  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $i$  – порядковый номер измерений.

Плотность нефтепродуктов по показаниям эталона плотности,  $\text{кг/м}^3$ , приводится к температуре измеряемой жидкости в установке в момент измерения плотности в



соответствии с формулой (12) и приложением Г документа Р 50.2.076-2010 «ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программы и таблицы приведения».

Приведение плотности к температуре жидкости в установке осуществляют посредством нагрева или охлаждения жидкости в измерительной ячейке эталона плотности. Проба жидкости отбирается из мерника вторичного эталона (эталона объема) во время измерений массы и объема.

Установку считают прошедшей проверку, если полученные значения абсолютной погрешности измерений плотности не превышают следующих значений:

$\pm 0,5 \text{ кг/м}^3$  для установки с индексом П1;

$\pm 1 \text{ кг/м}^3$  для установки с индексом П2.

6.4.3 Определение относительной погрешности измерений массы нетто нефти в составе скважинной жидкости, для модификации установок с индексом «ННВ»

6.4.3.1 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке для:

– средств измерения объемной доли воды (для установок с модификации ННВ);

– контроллера измерительного.

6.4.3.2 Относительной погрешность измерений массы нетто нефти в составе скважинной жидкости, для модификации установок с индексом «ННВ», в каждом применяемом рабочем диапазоне рассчитывается согласно методике измерений.

6.4.3.3. Результат считается положительным, если на средство измерений объемной доли воды и контроллера измерительного имеются действующее свидетельство о поверке, относительная погрешность измерений массы нетто нефти в составе скважинной жидкости, для модификации установок с индексом «ННВ», не превышает значений, указанных в таблице 1. в диапазоне объемной доли воды, соответствующем условиям эксплуатации установки, указанным в паспорте установки.

Таблица 1

Объемная доля воды, в составе скважинной жидкости	Значение погрешности
– до 5 % включ.	$\pm 0,35$
– св. 5 до 10 % включ.	$\pm 0,4$
– св. 10 до 20 % включ.	$\pm 1,5$
– св. 20 до 50 % включ.	$\pm 2,5$
– св. 50 до 70 % включ.	$\pm 5,0$
– св. 70 до 85 % включ.	$\pm 15,0$

6.4.4 Подтверждение метрологических характеристик установки при измерении температуры, избыточного давления

6.4.4.1 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке для:

– средств измерения температуры измеряемой среды;

– средств измерения избыточного давления измеряемой среды;

– контроллера измерительного.

6.4.4.2 Проверяют соответствие диапазонов измерений и погрешностей, указанных в свидетельствах о поверке и паспорте на установку для:

– средств измерения температуры измеряемой среды;

– средств измерения избыточного давления измеряемой среды;

Результат поверки считается положительным, если на средства измерений температуры и избыточного давления измеряемой среды, и контроллера измерительного имеются действующие свидетельства о поверке, а их диапазоны измерений и погрешности, указанные в свидетельствах о поверке соответствуют данным указанным в паспорте на установку.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

7.1 Результаты поверки, измерений и вычислений вносят в протокол поверки установки произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки установки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с формой, утвержденной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015, к которому прилагают протокол поверки.

Наносят знак поверки на свидетельство о поверке установки, а также на свинцовые (пластмассовые) пломбы и специальную мастику, расположенные в соответствии с рисунком 2 описания типа на установки.

На оборотной стороне свидетельства о поверке или в протоколе поверки указывают:

– наименование, заводские номера средств измерений массы, объема и плотности жидкости, входящих в состав установки;

– коэффициенты корректировки (коэффициента Flowcal и/или коэффициента MF), установленные в средствах измерений массы, объема и плотности жидкости, входящих в состав установки.

7.3 При отрицательных результатах поверки установку к применению не допускают, и выдают извещение о непригодности к применению с указанием причин в соответствии с процедурой, утвержденной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

### Определение значения коэффициента объемного расширения воды

Коэффициент объемного расширения воды,  $\beta$ ,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ , определяется для отобранной воды в лабораторных условиях в соответствии с аттестованными методиками (методами) измерений. Допускается коэффициент объемного расширения воды,  $\beta$ , определять по формуле:

$$\beta = \frac{\beta_{t_y} + \beta_{t_3}}{2},$$

где:

$\beta_{t_y}$  – значение коэффициента объемного расширения воды,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ , определенное в соответствии с таблицей Б.1 при температуре  $t_y$ ;

$\beta_{t_3}$  – значение коэффициента объемного расширения воды,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ , определенное в соответствии с таблицей Б.1 при температуре  $t_3$ .

Таблица Б.1 – значение коэффициентов объемного расширения воды,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ , при значения температурах воды.

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Значение коэффициентов объемного расширения воды, $^{\circ}\text{C}^{-1}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
15	0,0001501	0,0001501	0,0001501	0,0001501	0,0001602	0,0001602	0,0001501	0,0001602	0,0001602	0,0001702
16	0,0001502	0,0001702	0,0001602	0,0001602	0,0001702	0,0001702	0,0001702	0,0001702	0,0001702	0,0001702
17	0,0001702	0,0001802	0,0001702	0,0001802	0,0001802	0,0001802	0,0001802	0,0001802	0,0001802	0,0001802
18	0,0001903	0,0001803	0,0001903	0,0001903	0,0001903	0,0001803	0,0002003	0,0001903	0,0001903	0,0001903
19	0,0002003	0,0002003	0,0001903	0,0002003	0,0002003	0,0002003	0,0002003	0,0002104	0,0002004	0,0002104
20	0,0002004	0,0002104	0,0002104	0,0002104	0,0002104	0,0002104	0,0002104	0,0002104	0,0002204	0,0002104
21	0,0002204	0,0002104	0,0002205	0,0002205	0,0002205	0,0002205	0,0002305	0,0002205	0,0002205	0,0002305
22	0,0002305	0,0002305	0,0002205	0,0002305	0,0002305	0,0002305	0,0002406	0,0002306	0,0002406	0,0002306
23	0,0002406	0,0002306	0,0002406	0,0002406	0,0002406	0,0002406	0,0002507	0,0002406	0,0002507	0,0002406
24	0,0002507	0,0002407	0,0002507	0,0002507	0,0002507	0,0002507	0,0002607	0,0002507	0,0002507	0,0002608
25	0,0002507	0,0002608	0,0002608	0,0002608	0,0002608	0,0002608	0,0002608	0,0002608	0,0002709	0,0002608
26	0,0002709	0,0002608	0,0002709	0,0002709	0,0002709	0,0002709	0,0002709	0,0002709	0,0002709	0,0002810
27	0,0002709	0,0002810	0,0002710	0,0002810	0,0002810	0,0002810	0,0002810	0,0002810	0,0002810	0,0002811
28	0,0002911	0,0002811	0,0002911	0,0002811	0,0002911	0,0002911	0,0002911	0,0002912	0,0002912	0,0002912
29	0,0002912	0,0003012	0,0002912	0,0003012	0,0002912	0,0003013	0,0003013	0,0003013	0,0003013	0,0003013
30	0,0003013	0,0003013	0,0003114	0,0003013	0,0003013	0,0003114	0,0003114	0,0003114	0,0003014	0,0003114