

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



В.Н. Храменков

«12» 01 2005 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ ЗВУКА
В МОРСКОЙ ВОДЕ РЭ ИСЗ**

Методика поверки
ТГИЮ.416243.004ДЗ

Мытищи, 2005 г.

Общие указания

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измеритель скорости звука в морской воде РЭ ИСЗ (далее – измеритель РЭ ИСЗ), предназначенный для измерений мгновенных значений скорости звука в морской воде и применяемый в качестве рабочего эталона 2 разряда для поверки (градуировки) первичных измерительных преобразователей скорости звука (аппаратура «Алтын») при температурах морской воды от 0 °С до 35 °С и гидростатических давлениях от 0,101 до 6,08 МПа.

Методика устанавливает объем и последовательность операций при первичной и периодической поверках измерителя РЭ ИСЗ.

Операции поверки

2.1 При выполнении поверки измерителя РЭ ИСЗ должны быть выполнены операции, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Проверка основных электрических параметров измерителя РЭ ИСЗ.	8.3	да	нет
4 Определение метрологических характеристик.	8.4	да	да
4.1 Определение погрешности измерений скорости звука в дистиллированной воде при атмосферном давлении и температуре (20±2) °С.	8.4.1	да	нет
4.2 Определение погрешности измерений скорости звука в дистиллированной воде с удельной плотностью раствора от 1,020 до 1,040 кг/м ³ при атмосферном давлении и температуре (20±2) °С.	8.4.2	да	нет
4.3 Определение погрешности измерений скорости звука в дистиллированной воде при избыточном давлении от 0 до 6,08 МПа и температуре (20±2) °С.	8.4.3	да	нет
4.4 Определение погрешности измерений скорости звука в дистиллированной воде при избыточном давлении от 0 до 6,08 МПа и температуре (0 – 35) °С.	8.4.4	да	да
4.5 Определения годовой нестабильности измерителя РЭ ИСЗ.	8.4.5	нет	да

3 Средства поверки

3.1 Для проведения поверки измерителя РЭ ИСЗ должны быть применены средства измерений, перечень которых представлен в табл. 2.

3.2 Все средства измерений, применяемые для проверки должны быть исправны и иметь свидетельство о поверке.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.4.1- 8.4.4	Военный эталон единицы скорости звука в морской воде ВЭ-47, диапазон измерений скорости звука (1403 - 1600) м/с, НСП $\pm 0,08$ м/с, СКО 0,05 м/с.
8.2.1, 8.3.1- 8.4.3, 8.4.1 – 8.4.4	Источник питания постоянного тока Б5-47, напряжение постоянного тока (0,01- 29,9) В, максимальная сила тока 2,99 А.
8.2.1, 8.3.1	Прибор электроизмерительный многофункциональный Ц4353, диапазон измерений постоянного тока (0,06 – 1500) мА, погрешность $\pm 1,5$ %.
8.3.3, 8.4.1- 8.4.4	Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64, диапазон измерений интервалов времени (0 - 100) с, разрешение 0,1 нс.
8.2.1, 8.3.2	Осциллограф универсальный С1-83, погрешность измерений амплитуды сигнала ± 5 %.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К выполнению операций поверки измерителя РЭ ИСЗ допускаются специалисты, имеющие право самостоятельного проведения поверочных работ на средствах измерений радиотехнических и гидроакустических величин.

4.2 Проведение операций поверки неквалифицированным и неподготовленным лицам запрещается.

5 Требования безопасности

5.1 При выполнении операций поверки должны соблюдаться требования техники безопасности, регламентированные:

- ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»;
- Правилами безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей;
- Действующими инструкциями по технике безопасности на конкретных рабочих местах.

5.2 Все операции, предусмотренные настоящей методикой, должны быть экологически безопасны.

6 Условия поверки

6.1 При выполнении поверки измерителя РЭ ИСЗ должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха (65 ± 15) %;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа;
- напряжение питающей электросети (220 ± 22) В;
- частота питающей электросети (50 ± 1) Гц.

7 Подготовка к поверке

7.1 Подготовка измерителя РЭ ИСЗ к поверке должна осуществляться в полном соответствии с подразделом 1.5 «Подготовка к работе» руководства по эксплуатации ТГИЮ.416430.001РЭ1.

7.2 Подготовка к работе средств поверки, перечисленных в табл. 2, проводить в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть включены заранее и

прогреты в течение времени не менее 1 часа.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре измерителя РЭ ИСЗ необходимо убедиться:

- в соответствии комплектности, указанной в разделе 2 паспорта ТГИЮ.416243.004ПС;
- в отсутствии вмятин и трещин на корпусе, нарушений лакокрасочных, гальванических покрытий;
- в отсутствии механических повреждений контрольного разъема.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если требования п. 8.1.1. выполнены.

8.2 Опробование

8.2.1 При выполнении опробования измерителя РЭ ИСЗ собрать схему, приведенную на рис. 1.

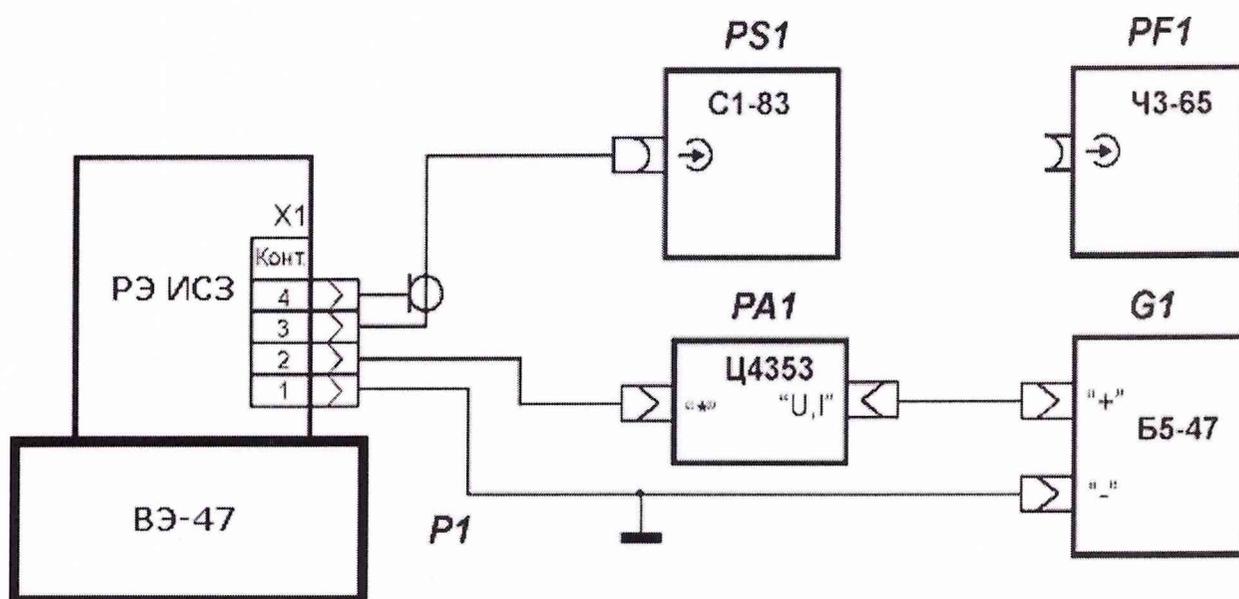


Рис.1

Протереть этиловым спиртом преобразователь и рефлектор акустической базы измерителя.

Установить тумблер СЕТЬ источника питания в исходное состояние "ОТКЛ". Выставить переключателем "V" источника питания напряжение плюс 15 В, переключатель комбинированного прибора PA1 установить в режим измерения постоянного тока, предел измерения (0 ...300) мА и подать на измеритель напряжение питания плюс 15 В.

Опустить измеритель в емкость с водой и проверить с помощью осциллографа наличие прямоугольных сигналов на его выходе. Вынуть измеритель из емкости с водой и проверить с помощью осциллографа отсутствие прямоугольных сигналов на его выходе. Результаты опробования по п. 8.2.1. считаются положительными, если при погружении измерителя в воду на его выходе появляется сигнал в виде прямоугольных импульсов.

8.3 Проверка основных электрических параметров измерителя РЭ ИСЗ

8.3.1 Проверку тока потребления измерителя РЭ ИСЗ произвести в следующей последовательности:

- установить переключателем "V" источника питания G1 напряжение плюс 15 В;
 - переключатель комбинированного прибора PA1 установить в режим измерения постоянного тока (0 – 300) мА;
 - тумблер СЕТЬ источника питания G1 установить в положение ВКЛ.;
 - измерить комбинированным прибором PA1 ток, потребляемый РЭ ИСЗ.
- Результат проверки считать удовлетворительным, если ток потребления не превышает 300 мА.

8.3.2 Проверку амплитуды выходного импульсного сигнала (U_W) измерителя РЭ ИСЗ выполнить путем помещения измерителя в воду и измерения осциллографом PS1 амплитуды U_W .

Если амплитуда выходного импульсного сигнала находится в пределах от 2,3 до 5,0 В, то результаты проверки по 8.3.2 считать удовлетворительными.

8.3.3 Для проверки частоты следования импульсов выходного импульсного сигнала вместо осциллографа PS1 подключить частотомер PF1. Измерить частоту следования импульсов выходного импульсного сигнала.

Результаты проверки по 8.3.3 считать удовлетворительными, если частота следования импульсов выходного импульсного сигнала находится в пределах от 9 до 11 Гц.

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение погрешности измерений скорости звука в дистиллированной воде при атмосферном давлении и температуре (20 ± 2) °С.

Проверку номинальной функции преобразования РЭ ИСЗ скорости звука в длительность импульса и определение погрешности измерений скорости звука $\Delta_O(W)$ в дистиллированной воде при атмосферном давлении для одного значения температуры в диапазоне (20 ± 2) °С выполнить в следующей последовательности:

- установить РЭ ИСЗ в рабочую камеру атмосферного давления установки Р1 при температуре 18,4 °С;
- установкой Р1 измерить скорость звука в воде $W_{эт}$;
- на частотомере PF1 установить множитель "МЕТКИ ВРЕМЕНИ" в положение "1 нс" и измерить длительность импульса τ_W выходного сигнала;
- вычислить скорость звука $W_{воспр}$, измеренную РЭ ИСЗ, по формуле:

$$W_{воспр} = \frac{K_W}{\tau_W}, \quad (1)$$

где K_W – коэффициент функции преобразования (паспорт ТГИЮ.416243.004ПС), мкс·(м/с);

- рассчитать погрешность измерений скорости звука в воде $\Delta_O(W_{ср.})$ по формуле:

$$\Delta_O(W_{ср.}) = W_{воспр} - W_{эт}, \quad (\text{м/с}). \quad (2)$$

Результаты расчетов занести в таблицу П1 (Приложение).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение погрешности измерений скорости звука в воде $\Delta_O(W)$ не превышает $\pm 0,25$ м/с.

8.4.2 Определение погрешности измерений скорости звука в воде с удельной плотностью раствора от 1,020 до 1,040 кг/м³ при атмосферном давлении и температуре (20 ± 2) °С.

Произвести операции поверки следующим путем:

- установить измеритель РЭ ИСЗ в рабочую камеру атмосферного давления установки Р1, заполненную водой с удельной плотностью 1,020 кг/м³ (раствор поваренной соли в дистиллированной воде);
- установкой Р1 измерить скорость звука в воде $W_{эт}$ при температуре 18,4 °С;

- на частотомере PF1 установить множитель “МЕТКИ ВРЕМЕНИ” в положение “1 нс” и измерить длительность импульса τ_W выходного сигнала ;
- вычислить скорость звука $W_{\text{воспр}}$, измеренную РЭ ИСЗ, по формуле (1);
- повторить предыдущие операции при воспроизведении скорости звука в воде с удельной плотностью $1,040 \text{ кг/м}^3$;
- вычислить поправочные коэффициенты по формулам:

$$K_{1S} = W_{\text{эт.ср}} - W_{\text{воспр.ср}}, \quad (3)$$

$$K_{2S} = \frac{W_{\text{воспр.макс}} - W_{\text{эт.макс}} - K_{1S}}{W_{\text{воспр.макс}} - W_{\text{эт.ср}} - K_{1S}}, \quad (4)$$

$$W_S = W_{\text{воспр}} - K_{2S} \times (W_{\text{воспр}} - W_{\text{эт.ср}} - K_{1S}) - K_{1S}, \quad (5)$$

где $W_{\text{эт.ср}}$ – скорость звука, измеренная установкой Р1 в воде с удельной плотностью $1,020 \text{ кг/м}^3$;

$W_{\text{воспр.ср}}$ – скорость звука, измеренная РЭ ИСЗ в воде с удельной плотностью $1,020 \text{ кг/м}^3$;

$W_{\text{эт.макс}}$ – скорость звука, измеренная установкой Р1 в воде с удельной плотностью $1,040 \text{ кг/м}^3$;

$W_{\text{воспр.макс}}$ – скорость звука, измеренная РЭ ИСЗ в воде с удельной плотностью $1,040 \text{ кг/м}^3$;

- подставить в формулу (5) значение скорости звука, измеренное РЭ ИСЗ в дистиллированной воде при проверке по методике п.8.4.1.

Результаты поверки по 8.4.2 занести в таблицу П2 (Приложение).

Результаты поверки по п. 8.4.2 считать удовлетворительными, если значение скорости звука W_S равно значению $(W_{\text{эт}} \pm 0,01) \text{ м/с}$.

8.4.3 Определение погрешности измерения скорости звука в дистиллированной воде при избыточном давлении от 0 до 6,08 МПа и температуре $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$.

Операции поверки произвести в следующей последовательности:

- установить РЭ ИСЗ в рабочую камеру избыточного давления установки Р1;
- установкой Р1 измерить скорость звука в воде $W_{\text{эт}}$ при температуре $18,4 \text{ }^\circ\text{C}$;
- на частотомере PF1 установить множитель “МЕТКИ ВРЕМЕНИ” в положение “1 нс” и измерить длительность импульса τ_W выходного сигнала ;
- вычислить скорость звука $W_{\text{воспр}}$, измеренную РЭ ИСЗ, по формуле (1);
- вычислить погрешность измерений скорости звука в воде $\Delta_0(W)$ по формуле (2);
- повторить предыдущие операции при воспроизведении скорости звука в рабочей камере избыточного давления установки Р1 при давлениях 0,49 (5); 0,98 (10); 1,47 (15); 1,96 (20); 2,94 (30); 3,92 (40); 4,91 (50); 6,08 (62) МПа (кг/см^2);
- вычислить поправочные коэффициенты по формулам:

$$K_{1P} = W_{\text{эт.ср}} - W_{\text{воспр.ср}}, \text{ м/с} \quad (6)$$

$$K_{2P} = \frac{W_{\text{воспр.макс}} - W_{\text{эт.макс}} - K_{1P}}{W_{\text{воспр.макс}} - W_{\text{эт.ср}} - K_{1P}}, \quad (7)$$

$$W_P = W_{\text{воспр}} - K_{2P} \times (W_{\text{воспр}} - W_{\text{эт.ср}} - K_{1P}) - K_{1P}, \quad (8)$$

где $W_{\text{эт.ср}}$ – скорость звука, измеренная установкой Р1 при избыточном давлении 2,94 МПа ;

$W_{\text{воспр.ср}}$ – скорость звука, измеренная РЭ ИСЗ при избыточном давлении 2,94 МПа ;

$W_{\text{эт.макс}}$ – скорость звука, измеренная установкой Р1 при избыточном давлении 6,08 МПа ; $W_{\text{воспр.макс}}$ – скорость звука, измеренная РЭ ИСЗ при избыточном давлении 6,08 МПа ;

- подставить в формулу (8) значение скорости звука, измеренное РЭ ИСЗ при атмосферном давлении.

Результаты поверки по 8.4.3 записать в таблицу П3 (Приложение).

Результаты поверки по п. 8.4.3 считать удовлетворительными, если значение скорости звука W_P равно значению $(W_{\text{эт}} \pm 0,01) \text{ м/с}$.

8.4.4 Определение погрешности измерения скорости звука в дистиллированной воде при избыточном давлении от 0 до 6,08 МПа и температуре (0 – 35) °С.

Процедуру поверки выполнить следующим образом:

- установить измеритель РЭ ИСЗ в рабочую камеру атмосферного давления установки Р1, заполненную дистиллированной водой;
 - установкой Р1 измерить скорость звука в воде $W_{эт}$ при температуре 0 °С;
 - на частотомере РF1 установить множитель “МЕТКИ ВРЕМЕНИ” в положение “1 нс” и измерить длительность импульса τ_w выходного сигнала измерителя РЭ ИСЗ;
 - вычислить скорость звука $W_{воспр}$, измеренную РЭ ИСЗ, по формуле (1);
 - вычислить погрешность измерений скорости звука в воде $\Delta_O(W)$ по формуле (2);
 - повторить предыдущие операции при воспроизведении скорости звука в дистиллированной воде при температурах плюс 5,0; 10,0; 15,0; 25,0; 30,0 и 35,0 °С;
 - вычислить погрешность измерений скорости звука в воде $\Delta_O(W)$ для каждой из указанных температур по формуле (2);
 - установить измеритель РЭ ИСЗ в рабочую камеру атмосферного давления установки Р1, заполненную водой с удельной плотностью 1,040 кг/м³;
 - установкой Р1 измерить скорость звука в воде $W_{эт}$ при температуре 0 °С;
 - измерить частотомером РF1 длительность импульса τ_w выходного сигнала измерителя РЭ ИСЗ;
 - вычислить скорость звука $W_{воспр}$, измеренную РЭ ИСЗ, по формуле (1);
 - повторить операции для подготовленной воды при воспроизведении скорости звука при температурах 0; 5,0; 10,0; 15,0; 25,0; 30,0 и 35,0 °С;
 - вычислить погрешность измерений скорости звука в воде $\Delta_O(W)$ для каждой из указанных значений температур по формуле (2);
 - установить измеритель РЭ ИСЗ в рабочую камеру избыточного давления установки Р1, заполненную водой с удельной плотностью 1,040 кг/м³;
 - установкой Р1 измерить скорость звука в воде $W_{эт}$ при температуре 0 °С и давлении 0,49 МПа (5 кг/см²);
 - измерить частотомером РF1 длительность импульса τ_w выходного сигнала РЭ ИСЗ;
 - вычислить скорость звука $W_{воспр}$, измеренную РЭ ИСЗ, по формуле (1);
 - вычислить погрешность измерений скорости звука в воде $\Delta_O(W)$ по формуле (2);
 - повторить операции для подготовленного состава воды при воспроизведении скорости звука в рабочей камере избыточного давления установки Р1 при давлениях 0,98 (10); 1,47 (15); 1,96 (20); 2,94 (30); 3,92 (40); 4,91 (50); 6,08 (62) МПа (кг/см²);
 - установкой Р1 измерить скорость звука в воде $W_{эт}$ при температуре 35 °С и давлении 0,49 (5) МПа (кг/см²);
 - измерить частотомером РF1 длительность импульса τ_w выходного сигнала РЭ ИСЗ;
 - вычислить скорость звука $W_{воспр}$, измеренную РЭ ИСЗ, по формуле (1);
 - вычислить погрешность измерения скорости звука в воде $\Delta_O(W)$ по формуле (2);
 - повторить операции при воспроизведении скорости звука в рабочей камере избыточного давления установки Р1 при давлениях 0,98 (10); 1,47 (15); 1,96 (20); 2,94 (30); 3,92 (40); 4,91 (50); 6,08 (62) МПа (кг/см²);
- Результаты измерений записать в таблицу П4 (Приложение).
- Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения погрешности измерений скорости звука не превышают $\pm 0,5$ м/с.

8.4.5 Определение годовой нестабильности измерителя РЭ ИСЗ.

Вычислить предел годовой нестабильности по формуле:

$$v_o = \Delta_{O_i}(W) - \Delta_{O_{i-1}}(W), \quad (11)$$

где $\Delta_{O_i}(W)$ - погрешность измерителя РЭ ИСЗ, определенная при текущей поверке;

$\Delta_{O_{i-1}}(W)$ - погрешность измерителя РЭ ИСЗ, определенная при предыдущей поверке.

Полученный результат занести в таблицу П5 (Приложение).

Результат поверки считать удовлетворительным, если годовая нестабильность не превышает 0,25 м/с.

9 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки на измеритель РЭ ИСЗ выдается свидетельство установленной формы.

8.2. На оборотной стороне свидетельства записываются результаты поверки.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки применение измерителя РЭ ИСЗ запрещается и на него выдается извещение о непригодности его к применению с указанием причин.

От 32 ГНИИИ МО РФ
Начальник отдела



В.В. Супрунюк

От ОАО "Дальприбор"
Главный конструктор



А.П. Ламека

Результаты определения погрешности измерения скорости звука в воде
при атмосферном давлении для одного значения температуры в диапазоне $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$
РЭ ИСЗ № _____

Температура воды, $^\circ\text{C}$	τ_w , мкс	$W_{\text{воспр}}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	$W_{\text{эм}}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	$\Delta_0(W)$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$

Выводы

Поверитель

личная подпись

расшифровка подписи

год, месяц, число

Результаты определения номинальной функция воспроизведения РЭ ИСЗ скорости звука в воде при атмосферном давлении для одного значения температуры в диапазоне (20 ± 2) °С
РЭ ИСЗ № _____

Удельная плотность раствора поваренной соли в дистиллированной воде, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$	Температура раствора, °С	τ_w , мкс	$W_{\text{воспр}}$, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	$W_{\text{эм}}$, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	K_{1S} , $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	K_{2S}	$W_{\text{эт.ср.с}}$, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$
1,020							
1,040							

Выводы

Поверитель

личная подпись

расшифровка подписи

год, месяц, число

Результаты определения погрешности и номинальной функция воспроизведения РЭ ИСЗ скорости звука в воде в рабочей камере избыточного давления для одного значения температуры в диапазоне $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$
РЭ ИСЗ № _____

Избыточное давление, $\text{кгс}\cdot\text{см}^{-2}$	Температура воды, $^\circ\text{C}$	τ_w , мкс	$W_{\text{воспр}}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	$W_{\text{эм}}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	$\Delta_0(W)_1$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	K_{1P} , $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	K_{2P}	$W_{\text{эт.ср.р}}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$
5								
10								
15								
20								
30								
40								
50								
62								

Выводы

Поверитель

личная подпись

расшифровка подписи

Результаты определения погрешности измерения скорости звука в воде при избыточном давлении 6,08 (62)
 МПа (кгс·см⁻²) в диапазоне температур от 0 до 35 °С
 РЭ ИСЗ № _____

При атмосферном давлении в диапазоне температур

Температура дистиллированной воды, °С	0,1	5	10	15	25	30	35
τ_w , мкс							
$W_{воспр}$, м·с ⁻¹							
$W_{эм}$, м·с ⁻¹							
$\Delta_{O_i}(W)$, м·с ⁻¹							

Температура раствора воды, °С	-4	0	5	10	15	25	30	35
τ_w , мкс								
$W_{воспр}$, м·с ⁻¹								
$W_{эм}$, м·с ⁻¹								
$\Delta_{O_i}(W)$, м·с ⁻¹								

Избыточное давление, $\text{кгс}\cdot\text{см}^{-2}$, при температуре 0°C	5	10	15	20	30	40	50	62
τ_w , МКС								
$W_{воспр}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$								
$W_{эм}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$								
$\Delta_{O_i}(W)$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$								

Избыточное давление, $\text{кгс}\cdot\text{см}^{-2}$, при температуре 35°C	5	10	15	20	30	40	50	62
τ_w , МКС								
$W_{воспр}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$								
$W_{эм}$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$								
$\Delta_{O_i}(W)$, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$								

Выводы

Поверитель

личная подпись

расшифровка подписи

год. месяц. число

Таблица П5

Результаты определения предела годовой нестабильности

РЭ ИСЗ № _____,

$\Delta_{O_i}(W), \text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	$\Delta_{O_{i-1}}(W)/, \text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	$v_0, \text{м}\cdot\text{с}^{-1}$

Выводы

Поверитель

личная подпись

расшифровка подписи

год, месяц, число

ТГИЮ.416243.004Д3