

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ УСЛОВИЙ ИЗМЕРЕНИЙ  
АППАРАТНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

**Макленков Никита Игоревич, бакалавр кафедры  
«Информационно-измерительная техника и метрология»,  
Ординарцева Наталья Павловна, д.т.н., доцент, профессор кафедры  
«Информационно-измерительная техника и метрология»,  
Пензенский государственный университет  
Maklenkov Nikita, bachelor, [maklenkov00@mail.ru](mailto:maklenkov00@mail.ru)  
Ordinartseva Natalia, PhD, [np\\_ordinartseva@mail.ru](mailto:np_ordinartseva@mail.ru)  
Penza State University**

*Рассмотрено моделирование влияющих величин рабочих условий измерений аппаратными средствами, показан выбор камер тепла, холода для моделирования температурной погрешности на основе применения критериев технико-экономической эффективности.*

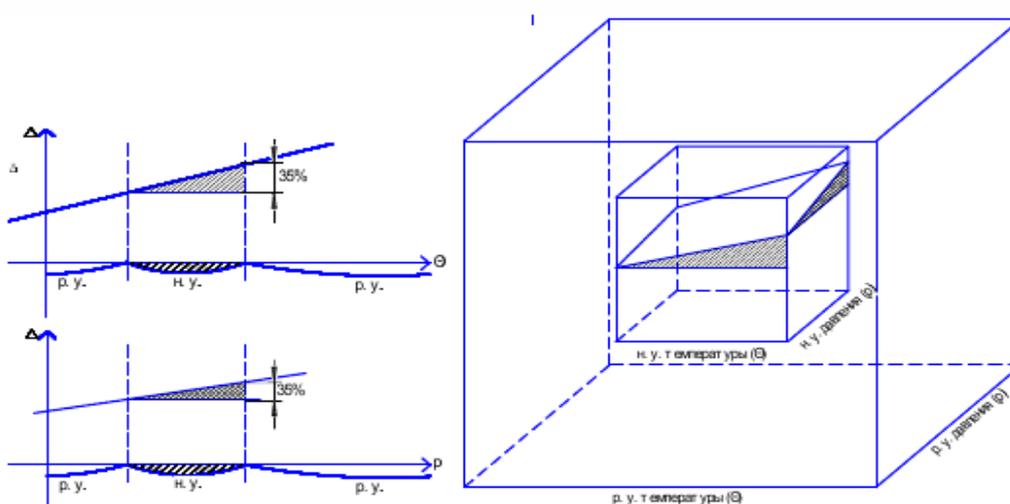
**Ключевые слова:** *рабочие условия, влияющая величина, критерии технико-экономической эффективности.*

Нормальные условия регламентируются [1] и нормируются совокупностью пределов нормальных областей влияющих величин с указанием, при необходимости, номинальных значений влия-

ющих величин. Нормальными условиями для определения основной погрешности средства измерений следует считать условия, при которых составляющая погрешности от действия совокупности влияющих величин не превышает 35% предела допускаемой основной погрешности средства измерений [1, п. 1.2]. Рисунок иллюстрирует увеличение основной погрешности средства измерений, вызванной изменением температуры ( $\Theta$ ) окружающей среды и атмосферного давления ( $p$ ) в пределах нормальной области их значений [2].

Рабочие условия измерений характеризуются увеличением погрешности: к основной погрешности средства измерения добавляется дополнительная погрешность от действия влияющих факторов. Наиболее частотными составляющими дополнительной погрешности измерения являются погрешность от температуры, погрешность от давления, погрешность от влажности. При этом, как показано в [2], для повышения точности измерений важно не столько обеспечить нормальные условия, сколько знать функции влияния влияющих факторов, чтобы вносить поправку в результат с учетом уникально сложившейся совокупности влияющих факторов в конкретный момент выполнения измерений.

Для моделирования рабочих условий измерений (температуры) аппаратными средствами был выполнен выбор температурной камеры из числа предложенных на основе технико-экономического обоснования с применением: критерия среднего выигрыша, критерия Лапласа, критерия Вальда, критерия минимакса [3].



**Рисунок - Нормальные и рабочие условия влияющих величин температуры ( $\Theta$ ) и атмосферного давления ( $p$ ) и допускаемое увеличение основной погрешности средства измерения от влияющих величин в пределах нормальной области их значений согласно ГОСТ 8.395-80**

В таблице 1 приведены технические (метрологические) характеристики предложенных для выбора температурных камер КХТ – М, АТ.Т-3,375 20,150, КТХ-74-40/165.

Таблица 1. – Технические (метрологические) характеристики температурных камер КХТ – М, АТ.Т-3,375 20,150, КТХ-74-40/165

Технические (метрологические) характеристики	КХТ - М	АТ.Т-3,375 20,150	КТХ-74-40/165
Внутренний полезный объем, м <sup>3</sup>	2,0592	3,375	0,074
Мощность, кВт	20,2	20	2,8
min температура, °С	- 70	- 25	- 40
max температура, °С	+ 170	+ 150	+ 165
Масса, кг	1900	1800	140

Требования, предъявляемые к выбираемой температурной камере, следующие:

- внутренний полезный объем = 1,83 м<sup>3</sup>;
- потребляемая мощность = 14,3 кВт;
- min температура = – 45 °С;
- max температура = +161,6 °С;
- масса = 1280 кг;

Рассчитаем нормированные характеристики как отношение требуемого значения параметров к действительному

$$y_i^{\text{норм}} = \frac{y_i}{y_i^0}$$

Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Нормированные характеристики температурных камер

Технические (метрологические) характеристики	КХТ - М	АТ.Т-3,375 20,150	КТХ-74-40/165
Внутренний полезный объем, м <sup>3</sup>	0,888	0,542	24,729
Мощность, кВт	0,707	0,715	5,107
min температура, °С	0,642	1,8	1,125
max температура, °С	0,95	1,077	0,979
Масса, кг	0,673	0,711	9,142

1 Проведем оценивание эффективности с помощью критерия среднего выигрыша. Данный критерий предполагает задание вероятности состояний обстановки. Характеристики приборов являются равнозначными, тогда состояние обстановки равновероятно:

$$P = \frac{1}{5} = 0.2.$$

$$K(a_1) = 0,2 \cdot 0,888 + 0,2 \cdot 0,707 + 0,2 \cdot 0,642 + 0,2 \cdot 0,95 + 0,2 \cdot 0,673 = 0,772;$$

$$K(a_2) = 0,2 \cdot 0,542 + 0,2 \cdot 0,715 + 0,2 \cdot 1,8 + 0,2 \cdot 1,077 + 0,2 \cdot 0,711 = 0,969;$$

$$K(a_3) = 0,2 \cdot 24,729 + 0,2 \cdot 5,107 + 0,2 \cdot 1,125 + 0,2 \cdot 0,979 + 0,2 \cdot 9,142 = 8,21;$$

По критерию среднего выигрыша лучшими показателями качества обладает прибор №3.

2 Оценка технико-экономической эффективности с помощью критерия Лапласа:

$$K(a_1) = 0,2 \cdot (0,888 + 0,707 + 0,642 + 0,95 + 0,673) = 0,772;$$

$$K(a_2) = 0,2 \cdot (0,542 + 0,715 + 1,8 + 1,077 + 0,711) = 0,969;$$

$$K(a_3) = 0,2 \cdot (24,729 + 5,107 + 1,125 + 0,979 + 9,142) = 8,21;$$

По критерию среднего выигрыша лучшими показателями качества обладает прибор №3.

3 Оценка технико-экономической эффективности с помощью критерия осторожного наблюдателя (Вальда):

$$K(a_1) = \min(0,888; 0,707; 0,642; 0,95; 0,673) = 0,642;$$

$$K(a_2) = \min(0,542; 0,715; 1,8; 1,077; 0,711) = 0,542;$$

$$K(a_3) = \min(24,729; 5,107; 1,125; 0,979; 9,142) = 0,979;$$

По критерию среднего выигрыша лучшими показателями качества обладает прибор №3.

4 Оценка технико-экономической эффективности с помощью критерия максимакса:

$$K(a_1) = \max(0,888; 0,707; 0,642; 0,95; 0,673) = 0,95;$$

$$K(a_2) = \max(0,542; 0,715; 1,8; 1,077; 0,711) = 1,8;$$

$$K(a_3) = \max(24,729; 5,107; 1,125; 0,979; 9,142) = 24,729;$$

По критерию среднего выигрыша лучшими показателями качества обладает прибор №3.

Результаты оценивания технико-экономической эффективности выбора температурной камеры представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Результаты оценивания технико-экономической эффективности выбора температурной камеры

критерии \ $a_i$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
Критерий среднего выигрыша	0,772	0,969	<b>8,21</b>
Критерий Лапласа	0,772	0,969	<b>8,21</b>
Критерий осторожного наблюдателя (Вальда)	0,642	0,542	<b>0,979</b>
Критерий максимакса	0,95	1,8	<b>24,729</b>

Исходя из выполненных расчетов, оптимальным выбором оказалась камера тепла-холода КТХ-74-40/165. Камера соответствует требованиям безопасности, предусмотренным для данного изделия техники в Российской Федерации, и включена в Государственный реестр средств измерений РФ.

#### Список использованных источников

1. ГОСТ 8.395–80. ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования. – Москва : Стандартинформ, 1980. – 5 с.
2. Ординарцева, Н. П. Калибровка измерительных каналов измерительных систем в рабочих условиях эксплуатации как способ повышения точности измерений / Н. П. Ординарцева // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2018. – № 1 (23). – С. 18–23.
3. Принятие решений в условиях неопределенности – URL : <https://www.matematicus.ru/teoriya-sistem/prinyatie-reshenij-v-usloviyah-neopredelyonnosti> (дата обращения: 11.04.2023).