

**Шенкарь Татьяна Тарасовна**

магистрант

**Харченко Юлия Валерьевна**

магистрант, техник деканата

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»

г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

## **КРИТЕРИИ ВЫБОРА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ**

***Аннотация:** в данной статье рассматривается проблема выбора и обоснования критериев и показателей средств измерений (СИ). Данный вопрос является важной научной задачей, решение которой в определённой степени позволит систематизировать СИ по областям измерений. При исследовании критериев возникают определённые сложности, так как наряду с метрологическими и техническими характеристиками СИ необходимо учитывать множество факторов, влияющих на средства измерений.*

***Ключевые слова:** критерии выбора, метрологические характеристики, средства измерения давления, критериальная оценочная база.*

Среди множества определений наблюдается связь понятий «критерий» и «мера». Эта связь очень важна, так как выражает качественно-количественную определенность. Критерий – это признак, по которому можно судить об отличии состояния одного явления от другого. Критерий шире показателя, который является составным элементом критерия и характеризует содержание его. Следовательно, критерий выражает наиболее общий признак, по которому происходит оценка, сравнение реальных явлений, качеств, процессов. А степень проявления, качественная сформированность, определенность критериев выражается в конкретных показателях [1].

Разработка критериев является важным этапом при выборе СИ. В связи с этим необходимо заполнить каждый из показателей разработанных критериев конкретным содержанием. Создание критериальной оценочной базы позволит в последующем методически правильно осуществлять выбор СИ. При выборе

средства измерения, пользователю приходится сравнивать множество рабочих характеристик различных СИ, чтобы найти оптимальное решение для определенных условий применения. И для того, чтобы определить, какая группа показателей пойдет для формирования базы данных для выбора СИ, использован ранговый анализ.

Под ранговым распределением понимается распределение, полученное в результате процедуры ранжирования последовательности значений параметра, поставленных соответственно рангу. Ранжирование – процедура упорядочения объектов по степени выраженности какого-либо качества. В нашей работе объекты ранжирования – это критерии выбора средств измерений. Ранг – это номер объекта по порядку в некотором распределении. Методики построения ранговых распределений и их последующее использование в целях оптимизации показателей СИ составляют основной смысл рангового анализа [2].

В результате анализа многообразия существующих СИ, а также потребительских требований к СИ, была разработана анкета, включающая 26 критериев, которые, интересуют потребителя при выборе СИ (таблица 1).

Таблица 1

#### Критерии выбора средств измерений

Наименование критерия	Обозначение критерия	Наименование критерия	Обозначение критерия
Изготовитель	X <sub>1</sub>	Наличие методик измерений	X <sub>14</sub>
Срок службы	X <sub>2</sub>	Межповерочный интервал	X <sub>15</sub>
Цена деления	X <sub>3</sub>	Цена младшего разряда	X <sub>16</sub>
Вид преобразователя	X <sub>4</sub>	Материал корпуса	X <sub>17</sub>
Диапазон измерений	X <sub>5</sub>	Число измеряемых параметров	X <sub>18</sub>
Измеряемая среда	X <sub>6</sub>	Степень автоматизации	X <sub>19</sub>
Вид монтажа	X <sub>7</sub>	Необходимость подключения к ЭВМ	X <sub>20</sub>
Вид выходного сигнала	X <sub>8</sub>	Восстанавливаемость	X <sub>21</sub>
Класс точности	X <sub>9</sub>	Стоимость ремонта	X <sub>22</sub>
Условия применения	X <sub>10</sub>	Требуемая квалификация	X <sub>23</sub>
Габаритные размеры	X <sub>11</sub>	Сложность обслуживания	X <sub>24</sub>
Цена	X <sub>12</sub>	Необходимость настройки	X <sub>25</sub>
Сложность обслуживания	X <sub>13</sub>	USB вход/выход	X <sub>26</sub>

Был проведён опрос экспертов в области поверки и эксплуатации средств измерений с ранжированием выбранных критериев по уровню значимости. В экспертную группу вошли 20 сотрудников предприятий, имеющих непосредственное отношение к исследуемой проблеме. При сборе мнений каждому эксперту было предложено заполнить анкету, в которой перечислены все критерии. Заполняя анкету, специалисты определили место факторов в ранжированном ряду.

Матрица рангов представлена на рисунке 1.

Эксперты	Ранги по факторам																									
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>24</sub>	X <sub>25</sub>	X <sub>26</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	2	22	15	23	8	14	1	9	18	24	12	16	6	11	13	7	17	25	19	4	5	10	26	3	20	21
2	7	1	2	10	6	11	12	3	4	15	14	5	8	9	13	18	16	17	19	20	21	23	22	24	26	25
3	9	3	4	10	7	2	5	8	1	6	14	19	20	26	11	21	18	12	22	24	25	23	15	16	17	13
4	8	1	2	9	4	6	5	7	23	10	14	16	17	11	20	22	24	21	26	25	12	13	18	3	15	19
5	4	1	2	7	5	17	21	9	10	3	14	18	6	19	22	24	12	11	20	16	25	26	23	13	8	15
6	5	4	1	8	13	17	21	9	10	18	14	2	6	19	22	24	12	11	20	16	25	26	23	3	7	15
7	21	1	2	20	15	14	13	3	4	23	16	17	22	7	8	19	18	9	10	5	6	11	12	24	26	25
8	23	2	3	18	22	27	4	5	21	15	16	1	26	20	6	19	14	13	24	7	25	11	8	10	12	9
9	22	1	5	21	8	23	4	9	11	10	13	2	20	19	18	24	12	14	26	7	17	16	6	3	15	25
10	26	12	4	16	14	15	13	17	5	18	1	3	19	20	8	21	22	25	23	6	10	9	2	24	11	7
11	1	2	3	7	23	24	15	8	14	12	6	13	25	26	11	22	21	5	20	10	19	9	16	4	17	18
12	9	2	1	7	5	4	3	8	6	10	11	23	26	13	24	25	12	19	20	21	14	15	16	18	18	22
13	17	9	1	10	6	16	2	4	5	24	22	3	23	15	14	18	19	21	20	13	12	11	7	26	25	8
14	9	1	2	8	4	5	3	6	7	22	13	12	16	23	17	24	14	15	10	11	25	19	20	21	26	18
15	7	3	4	9	8	6	5	2	1	10	19	20	11	18	21	22	17	12	13	15	16	14	23	24	25	26

$\sum_{j=1}^{26} a_{ij}$	211	81	64	231	172	235	144	139	157	318	301	232	357	369	314	421	357	306	364	297	366	333	309	279	357	317
Отклонение $\Delta_i$ суммы рангов от средней суммы рангов	-140	-270	-287	-120	-179	-116	-207	-212	-194	-33	-50	-119	6	18	-37	70	6	-45	13	-54	15	-18	-42	-73	5,5	-34
Квадраты отклонений $\Delta_i^2$	19600	72900	82369	14400	32041	13456	42849	44944	37636	1089	2500	14161	36	324	1369	4900	36	2025	169	2916	225	324	1764	5256	30,25	1156

Рис. 1. Матрица рангов

Для каждого фактора рассчитывается сумма рангов по формуле:

$$a_{ij} = \sum_{j=1}^m a_{ij},$$

где  $m$  – число опрошенных специалистов;  $a_{ij}$  – ранг  $i$ -го фактора, присвоенный  $j$ -м исследователем. Определяется отклонение  $\Delta$  суммы рангов от средней суммы рангов для каждого из факторов по формуле:

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij},$$

где  $k$  – число факторов;

$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}$  – средняя сумма рангов.

Рассчитывается коэффициент конкордации по формуле:

$$W = \frac{12S}{m^2(k^3 - k)},$$

$$W = \frac{12 \cdot 398475,5}{20^2 \cdot (26^2 - 26)} = 0,681$$

где,  $S = \sum_{i=1}^k \Delta_i^2$ .

Результаты экспертных оценок были обработаны и отображены на диаграмме рангов (рис. 2). Возможность построения диаграммы рангов определяется на основании значения коэффициента конкордации. По результатам анкетирования его рассчитанное значение  $W = 0,681$ . Это отразило не критичную, но и невысокую согласованность мнений, которую можно объяснить тем, что участвовавшие в анкетировании эксперты имели несколько различные приоритеты в области эксплуатации средств измерений. Одни занимались обслуживанием средств измерений и метрологическим обеспечением процессов – калибровкой, градуировкой, поверкой, юстировкой, – другие – непосредственно проводили контроль параметров процессов с применением измерительной техники. Такая ситуация может быть расценена как способствующая повышению объективности выбора средств измерений с учетом различных мнений, что дает основание для построения диаграммы рангов [3].

При построении диаграммы по оси абсцисс отложены факторы – показатели качества средств измерений, по другой – соответствующие суммы рангов. Чем меньше сумма рангов данного фактора, тем выше его место в диаграмме. С помощью последней оценивается значимость факторов [4].

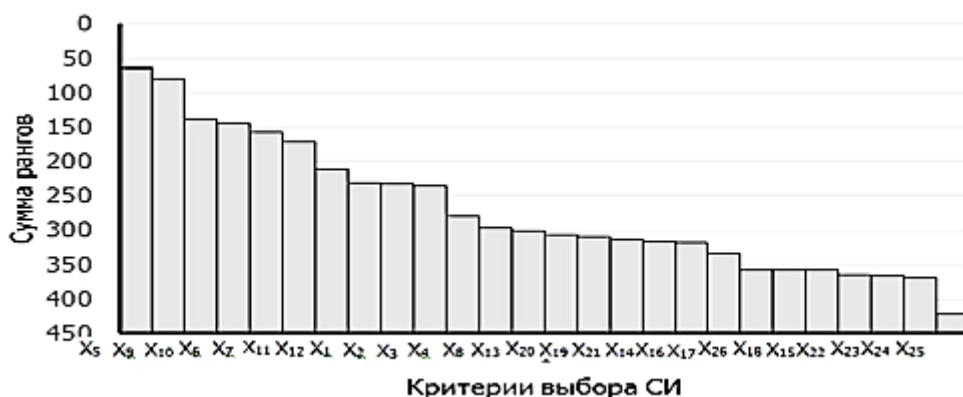


Рис. 2. Диаграмма рангов

Построение диаграммы рангов полезно с той точки зрения, что она по существу является сокращенным литературным обзором по объему исследования.

Анализ диаграммы позволил выделить девять критериев, которые в большей степени влияют на выбор СИ и будут включены в базу данных для выбора СИ: измеряемая среда; класс точности; диапазон измерений; условия применения; вид монтажа; габаритные размеры; цена; изготовитель; срок службы.

Преимущества такого метода, заключающиеся в возможности формального сравнения и суммирования разнородных факторов при относительной простоте расчёта и использовании широкого спектра информативных источников, обычно снижаются за счёт субъективности в оценке «весовых» соотношений факторов. С целью статистического обоснования весовых коэффициентов показателей качества средств измерений для усовершенствования метода применен ранговый корреляционный анализ, на основании которого формируются критерии при создании базы данных.

### ***Список литературы***

1. Яковлев А.И. Критерии эффективности идейно-воспитательной работы // Эффективность идейно-воспитательной работы. – 3-е изд. – М.: Мысль, 1975. – 85 с.
2. Хамханов К.М. Основы планирования эксперимента: методическое пособие. – Восточно-Сибирский государственный технологический университет, 2011.
3. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: Учебник для вузов – М.: Академия, 2003.
4. ГОСТ Р 51814.5–2005. Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов. Введ. 2005–07–01. – М.: Стандартиформ, 2008.