ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

СВАРКА МЕТАЛЛОВ ПЛАВЛЕНИЕМ

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

ГОСТ 25997—83

Издание официальное

Цена 5 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН Министерством энергетики и электрификации СССР

ИСПОЛНИТЕЛИ

Б. Ф. Демидов (руководитель темы); **А. В. Ротштейн; В. И. Ананьев; В. Н. Волченко,** профессор, д-р техн. наук; **Б. Г. Маслов,** канд. техн. наук; **В. А. Троицкий,** профессор, д-р техн. наук; **В. Ф. Давиденко**

ВНЕСЕН Министерством энергетики и электрификации СССР

Член Коллегии **П. П. Триандафилиди**

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 12 декабря 1983 года № 5819

Редактор *Р. С. Федорова*
Технический редактор *В. Н. Малькова*
Корректор *А. Г. Старостин*

Сдано в наб. 05.01.84 Подп. к печ. 23.03.84 1,0 усл. п. л.
1,25 усл. кр.-отт. 1,16 уч.-изд. л. Тир. 30 000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник», Москва, Лялин пер., 6. Зак. 59

УДК 620.179.1:658.562.012.7:006.354 Группа Т59

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

СВАРКА МЕТАЛЛОВ ПЛАВЛЕНИЕМ

Статистическая оценка качества по результатам неразрушающего контроля

Fusion welding of metals. Statistical quality evaluation by nondestructive testing results

ГОСТ 25997—83

ОКСТУ 0011

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 12 декабря 1983 г. № 5819 срок действия установлен

с 01.01.85
до 01.01.90

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает правила статистической оценки стабильности статистически управляемых технологических процессов сварки соединений из металлов и их сплавов для изделий массового или серийного производства по результатам неразрушающего контроля.

Термины, применяемые в стандарте, и их определения — по ГОСТ 15467—79, ГОСТ 15895—77, ГОСТ 16504—81 и ГОСТ 2601—74.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Статистическую оценку стабильности технологического процесса сварки выполняют границами доверительного интервала n_p и $q_в$ по результатам неразрушающего контроля выборки сварных соединений.

1.2. Для отбора единиц продукции в выборку применяют метод систематического отбора по ГОСТ 18321—73.

При необходимости допускается применять метод отбора с применением случайных чисел.

1.3. В качестве случайных чисел в выборке принимают:

число дефектных единиц продукции n_d, распределенных в выборках по биномиальному закону или закону Пуассона;

показатель качества технологического процесса q, значения которого в выборках распределены по закону Пуассона или нормальному закону.

Согласие опытного распределения с теоретическим следует проверять в соответствии с требованиями ГОСТ 11.006—74.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1984

1.4. Для показателя q (0,03—0,30) и фиксированных объемов выборки n (5, 10, 15, 20, 30) статистическую оценку по числу дефектных единиц продукции n_d выполняют по биномиальному закону распределения.

Для показателя $q \leqslant 0{,}1$ и значений выборок $n \geqslant 0{,}1$ объема партии статистическую оценку выполняют на основании закона Пуассона.

Для показателей q проконтролированных выборок объемом $n \geqslant 100$ единиц продукции и распределенных по нормальному закону статистическую оценку выполняют для известного и неизвестного среднего квадратического отклонения.

1.5. Статистическую оценку выполняют в следующем порядке:

на этапе предварительного исследования устанавливают среднее ($\overline{q}$) и номинальное ($q_н$) значения показателя качества.

В случае перерыва процесса изготовления сварного изделия, не связанного с изменением технологии, и известного значения уровня качества сварки Θ допускается определять $q_н$ по формуле (4);

устанавливают доверительную вероятность γ с учетом уровня качества сварки Θ и требований конкретного сварочного производства. При невозможности установить уровень качества сварки допускается принимать γ равной 0,5—0,8. На последующем этапе статистической оценки устанавливают $\gamma \geqslant 0{,}8$;

для номенклатуры сварных изделий или однотипных сварных соединений устанавливают необходимый объем выборки n с учетом требований п. 1.4;

по установленным значениям $q_н$, γ и n определяют границы доверительного интервала n_p или $q_в$ и выполняют статистическую оценку.

1.6. Параметры оценки $q_н$, γ, n, n_p или $q_в$ рассматривают в качестве плана статистической оценки и обозначают $[(q_н, \gamma, n), n_p]$ или $[(q_н, \gamma, n), q_в]$.

1.7. Оценку качества допускается производить построением графиков, на которых по оси абсцисс откладывают условные номера выборок в последовательности выполнения сварных соединений, по оси ординат — значения n_d или q и верхней границы доверительного интервала.

При построении графиков рекомендуется использовать фиксированные объемы выборок по данным учетной документации.

2. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

2.1. Определение показателей качества

2.1.1. Показатели качества определяют по результатам первичного неразрушающего контроля по альтернативному признаку.

2.1.2. За условную единицу продукции принимают участок сварного шва длиной 100 мм (например, при контроле 1 м шва сварного соединения число единиц равно 10).

При длине шва сварного соединения менее 100 мм за единицу продукции принимают изделие.

2.1.3. При радиографическом контроле за условную единицу продукции принимают участок радиографического снимка длиной 100 мм (например, для радиографического снимка длиной 300 мм число условных единиц равно 3).

При длине снимка менее 100 мм и использовании для контроля более одного снимка за единицу продукции принимают изделие.

При необходимости за условную единицу продукции принимают радиографический снимок длиной более 100 мм. В этом случае при показателе качества указывают длину снимка (например, для снимка 400 мм и показателе качества 0,2 указывают $q_{(400)}=0{,}2$).

2.1.4. Показатель качества (q) по числу условных дефектных единиц продукции при $n_d \leqslant n$ вычисляют по формуле

$$q=\frac{n_d}{n}, \qquad (1)$$

где n_d — число условных дефектных единиц продукции в выборке;

n — число условных единиц продукции в выборке.

Для сварных соединений, удаляемых полностью при обнаружении одного или более дефектов, число условных дефектных единиц принимают равным числу условных единиц.

2.1.5. Допускается применять показатель качества (q_l) по суммарной длине l_d удаленных дефектных участков и проконтролированного сварного соединения l_k при $l_d \leqslant l_k$, вычисляемый по формуле

$$q_l=\frac{l_d}{l_k} \qquad (2)$$

и показатель качества по суммарному объему металла v_d удаленных дефектных участков и объему металла шва V_k проконтролированного сварного соединения, вычисляемый по формуле

$$q_v=\frac{v_d}{v_k}. \qquad (3)$$

2.1.6. Указания по выбору показателей качества, примеры их определения и выполнения оценки приведены в справочном приложении 1.

2.2. Определение уровня качества сварки

2.2.1. Уровень качества сварки (Θ) в процентах вычисляют по формуле

$$\Theta=(1-q_н)\cdot 100\%, \qquad (4)$$

где $q_н$ — номинальное значение показателя качества, определяемое по среднему значению.

2.2.2. Если по результатам статистического анализа выявлено, что для данного технологического процесса изготовления сварных изделий используют свариваемые или сварочные материалы с показателями, которые не учитывались при установлении Θ, то такой уровень подлежит пересмотру.

2.2.3. При наличии в изделиях нескольких типов сварных соединений классифицируют уровни качества для каждого типа.

2.2.4. Классификация уровней качества сварки приведена в справочном приложении 2.

2.2.5. Определение доверительной вероятности γ с учетом уровня качества сварки приведено в справочном приложении 3.

2.3. Оценка уровня качества

2.3.1. Для случайных величин, имеющих вид целых и положительных значений (0, 1, 2, ..., k) и распределенных по биномиальному закону или закону Пуассона статистическую оценку выполняют по соотношению

$$n_p - n_d \geqslant 0, \qquad (5)$$

где n_p — верхняя граница доверительного интервала, учитывающая приемлемое число условных дефектных единиц в выборке.

2.3.2. Для случайных величин, распределенных по нормальному закону, оценку выполняют по соотношению

$$q_в - q \geqslant 0, \qquad (6)$$

где $q_в$ — верхняя граница доверительного интервала, учитывающая допустимое отклонение показателя качества.

2.3 3. Если n_d или q превышают значения n_p или $q_в$, то считают, что с вероятностью γ наблюдается отклонение стабильности технологического процесса сварки.

Если n_d или q не превышают значения n_p или $q_в$, то подтверждается стабильность технологического процесса сварки.

2.3.4. Указания по определению границ доверительного интервала n_p и $q_в$ приведены в рекомендуемом приложении 4.

2.4. Для статистической оценки качества разрабатывают формы учета.

Состав и количество параметров в формах учета устанавливают в нормативно-технической документации на конкретную продукцию.

Образец заполнения формы учета приведен в справочном приложении 5.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И ПРИМЕРЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

1. Указания по выбору показателей качества

1.1. Показатель q_l используют для толщин свариваемого металла от 3 до 40 мм.

Применение показателя q_l требует измерения длины удаленного участка. При отсутствии требований к точности оценки для $q \geqslant 0{,}2$ допускается принимать длину удаляемого участка Δ (при удалении дефектных мест шлифмашинками) равной условной единице продукции. Для повышения точности оценки учитывают среднюю длину Δ_i от каждого вида дефекта, где $i=1, 2, \ldots, k$. Тогда суммарную длину дефектных участков для выборочной совокупности вычисляют по формуле

$$l_d=\Delta_1 d_1+\Delta_2 d_2+\ldots+\Delta_k d_k,$$

где d_k — число дефектных мест по k-му виду дефекта в выборке.

При средней длине удаляемого дефектного участка, рассчитываемого по формуле

$$\Delta_d=\Delta_1 \frac{d_1}{d}+\Delta_2 \frac{d_2}{d}+\ldots+\Delta_k \frac{d_k}{d},$$

где d — общее число дефектных мест в выборке, суммарная протяженность дефектных участков равна $l_d=\Delta_d \cdot d$.

1.2. Показатель q_v используют для толщин свариваемого металла более 40 мм.

При отсутствии требований к точности оценки для расчета показателя q_v используют среднее значение удаляемого объема металла Δ_v, вычисляемого по формуле

$$\Delta_v=\Delta_{v1} \frac{d_1}{d}+\Delta_{v2} \frac{d_2}{d}+\ldots+\Delta_{vk} \frac{d_k}{d},$$

где Δ_{vk} — средний объем удаляемого металла по k-му виду дефекта в выборке;

d_k — число дефектных мест по k-му виду дефекта в выборке.

Суммарный объем металла удаленных дефектных мест вычисляют по формуле

$$v_d=\Delta_v \cdot d.$$

2. Примеры определения показателей и статистической оценки качества

Пример 1. На основании результатов радиографического контроля сварных соединений корпусной конструкции из стали 16ГС длиной 16 м, выполненных односторонней сваркой под слоем флюса, обнаружено 5 дефектных мест. Определить показатель качества q.

Решение. Для условной единицы продукции 0,1 м по формуле (1) настоящего стандарта определяем q для $n_d=5$ и $n=\frac{l_k}{0,1}=\frac{16}{0,1}=160$.

$$q=\frac{n_d}{n}=\frac{5}{160}=0,031\,(3,1\%).$$

При использовании в качестве единицы продукции длины радиографического снимка 400 мм для $n_d=5$ и $n'=\frac{l_k}{0,4}=\frac{16}{0,4}=40$ показатель q равен

$$q_{(400)}=\frac{n_d}{n'}=\frac{5}{40}=0,125\,(12,5\%).$$

Пример 2. На основании результатов ультразвукового и радиографического контроля 10 стыковых сварных соединений трубопроводов (n_c) диаметром (D) 159 мм с толщиной стенки 8 мм из стали 20, выполненных полуавтоматической газоэлектрической сваркой плавящейся проволокой св—08Г2С в среде углекислого газа, обнаружено 5 дефектных мест. Определить q и q_l.

Решение. По формуле (1) настоящего стандарта определяем для $n_c=10$, $n_d=5$ и $n=\frac{n_c\times\pi\times D}{100}=\sim 50$

$$q=\frac{n_d}{n}=\frac{5}{50}=0,10\,(10\%).$$

При $\Delta=0,1$ м по формуле (2) настоящего стандарта вычисляем для суммарной длины удаленных дефектных участков $l_d=0,5$ м и

$$l_k=n_c\times\pi\times D=10\times 3,14\times 159=\sim 5\text{ м}.$$

$$q_l=\frac{l_d}{l_k}=\frac{0,5}{5}=0,10\,(10\%).$$

Пример 3. Уровень качества ручной электродуговой сварки плавящимся электродом стыковых сварных соединений трубопровода диаметром 325 мм с толщиной стенки 16 мм из низколегированной стали $\Theta=90\%$. Радиографический контроль 3 стыковых соединений выявил 3 дефектных места. С доверительной вероятностью $\gamma=0,65$ произвести оценку качества. Вероятность распределения числа дефектных участков соответствует биномиальному закону.

Решение. По табл. 1 рекомендуемого приложения 4 для $n_c=3$ и числа проконтролированных единиц $n=\frac{n_c\times\pi\times D}{100}=\frac{3\times 3,14\times 325}{100}=\sim 30$, показателе $q_н=1-\frac{\Theta}{100}=1-\frac{90}{100}=0,1$ и $\gamma=0,647$ определяем доверительную границу $n_p=3$. Так как обнаруженное число дефектных мест не превышает приемлемого $n_d=n_p=3$, то можно сделать вывод, что нет оснований считать технологический процесс сварки нестабильным.

Пример 4. На основании результатов ультразвукового и радиографического контроля 5 стыковых сварных соединений трубопровода диаметром 219 мм с толщиной стенки 8 мм и 20 стыковых соединений трубопровода диаметром

160 мм с толщиной стенки 8 мм из легированной стали, выполненных аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом, обнаружено 9 дефектных мест.

Для $\Theta=95\%$ с доверительной вероятностью $\gamma=0{,}8$ произвести оценку качества Вероятность распределения числа дефектных участков соответствует закону Пуассона.

Решение. Для $n_c=5$ и 20 число проконтролированных единиц для двух типоразмеров сварных соединений $n=\frac{5\times3{,}14\times219}{100}+\frac{20\times3{,}14\times160}{100}=\sim134.$

Для $q_н=5\%$ ожидаемое число дефектных мест равно $a=q_н\cdot n=0{,}05\times134=6{,}7$. По табл. 3 рекомендуемого приложения 4 для $a=6{,}7$ и $\gamma=0{,}8$ коэффициент $k_\gamma=1{,}2$. Доверительная граница по формуле (4) приложения 4 равна

$$n_p=6{,}7\times1{,}2=\sim8.$$

Так как обнаруженное число дефектных мест превышает приемлемое $n_d>n_p$, то есть основания считать технологический процесс сварки нестабильным. Необходимо произвести анализ факторов, приведших к такому нарушению. Если анализ факторов не выявил существенных нарушений, то следует произвести повторную оценку следующей выборки стыковых соединений.

Пример 5. Для десяти выборок однотипных сварных соединений с объемом каждой выборки $n=300$ показатели качества q имеют следующие значения: 0,1; 0,15; 0,17; 0,08; 0,1; 0,12; 0,13; 0,05; 0,07; 0,1. Определить номинальное значение показателя качества $q_н$.

Решение. Среднее значение $\bar{q}=\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}q_i=\frac{1}{10}(0{,}1+0{,}15+0{,}17+0{,}08+$ $+0{,}1+0{,}12+0{,}13+0{,}05+0{,}07+0{,}1)=0{,}107(10{,}7\%)$. В качестве номинального принимаем $q_н=0{,}10$ $(\Theta=90\%)$.

Пример 6. Для ручной дуговой сварки плавящимся электродом ТМУ-21 стыковых соединений трубопровода из углеродистой стали толщин 8—10 мм уровень качества сварки $\Theta=90\%$, среднее квадратическое отклонение $\sigma=6\%$. С доверительной вероятностью $\gamma=0{,}995$ произвести оценку результатов контроля выборки $n=100$, показатель качества которой $q=0{,}12$. Вероятность распределения показателя соответствует нормальному закону.

Решение. Для $q=0{,}12$, $q_н=1-\frac{\Theta}{100}=1-\frac{90}{100}=0{,}10$ и $U_\gamma=2{,}807$ — по табл. 4 рекомендуемого приложения 4 по формуле (5) рекомендуемого приложения 4 определяем

$$|q-q_н|<U_\gamma\frac{\sigma}{\sqrt{n}}=2{,}807\frac{0{,}06}{\sqrt{100}}=0{,}017.$$

Верхняя граница доверительного интервала показателя $q_в=q_н+0{,}017=$ $=0{,}117$. Так как $q>q_в$, то имеются основания считать наличие факторов (или фактора), нарушающих стабильность технологического процесса сварки.

Пример 7. Для значений q, приведенных в примере 5, и неизвестном среднем квадратическом отклонении показателя произвести оценку для $\Theta=90\%$ и $\gamma=0{,}95$.

Решение. По формуле (7) рекомендуемого приложения 4 определяем

$$S=\sqrt{\frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}(q_i-\bar{q})^2}=\sqrt{\frac{1}{9}(0{,}0125)}=0{,}037.$$

Для $m=10$, $S=0{,}037$, $\gamma=0{,}95$ и $t(\gamma, k)=2{,}262$ — по табл. 5 рекомендуемого приложения 4 для $k=m-1=9$ по формуле (6) рекомендуемого приложения 4 определяем

$$|q-q_н|<2{,}626\frac{0{,}037}{\sqrt{10}}=0{,}026.$$

Верхнее допускаемое значение показателя $q_в=q_н+0{,}026=0{,}126$.

Так как $\overline{q}<q_в$, то нет оснований сомневаться в стабильности технологического процесса сварки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

КЛАССИФИКАЦИЯ УРОВНЕЙ КАЧЕСТВА СВАРКИ (УКС)

При выполнении классификации УКС используют следующие технологические признаки: характеристику способа сварки, тип или марку свариваемого металла и сварочного материала, диапазон свариваемых толщин, конфигурацию соединения, конструкцию свариваемых кромок, типоразмер свариваемой детали (сборочной единицы), а также условия выполнения сварочных работ, установленные нормативные требования, квалификацию сварщика, сварочное оборудование. Учитывают, что увеличение числа признаков классификации сварного соединения приводит к уменьшению величины рассеяния значений УКС, увеличению периода времени для накопления необходимого объема выборки и снижению оперативности при принятии решений.

Примеры классификации УКС приведены в табл. 1 и 2. Для определения УКС по табл. 1 использован показатель q, а по табл. 2 — q_l.

Таблица 1

Уровни качества сварки стыковых соединений трубопроводов

Способ сварки	Группа стали	Сварочные материалы	УКС, %
Ручная электродуговая плавящимся электродом	Углеродистая	Электроды типа: УОНИ-13/45, ТМУ-21, ЦУ-5 АНО-4	91^{+4}_{-5}
	Аустенитная	ЭА-400/10Т, ЭА-395/9	94^{+3}_{-5}
Ручная аргонодуговая неплавящимся электродом и комбинированная		Присадочная проволока:	
	Углеродистая	св-08ГС, св-08Г2С	95^{+1}_{-3}
	Аустенитная	04Х19Н11М3	97^{+1}_{-4}
Автоматическая под слоем флюса	Углеродистая	Флюсы марок ОСЦ-45, АН-348А и присадочная проволока св-08ГА, св-10ГА	94^{+3}_{-1}

Продолжение табл. 1

Способ сварки	Группа стали	Сварочные материалы	УКС, %
Автоматическая аргонодуговая с неплавящимся электродом	Аустенитная	Присадочная проволока 04Х19Н11М3 и аргон высшего и 1-го сорта	96^{+2}_{-2}
Автоматическая газоэлектрическая плавящейся проволокой в среде углекислого газа	Углеродистая	Присадочная проволока св-08Г2С и углекислота техническая или пищевая	95^{+2}_{-2}

Примечание. Значения УКС выше средних относятся к стационарным условиям выполнения сварочных работ, ниже средних — к условиям выполнения сварочных работ при монтаже.

Таблица 2

Уровни качества сварки стыковых соединений трубопроводов

Наименование системы трубопровода	Способ сварки	УКС, %	Уравнение дефектности
Пароводяные каналы диаметром 76 мм с толщиной стенки 4 мм из стали 08Х18Н10Т	Автоматическая аргонодуговая	$96,9^{+0,5}_{-0,8}$	$0,5(H)+0,33(П)+$ $+0,17(Утж)=1$
Водяные коммуникации диаметром 57 мм с толщиной стенки 3,5 мм из стали 08Х18Н10Т	Автоматическая аргонодуговая	$94,9^{+0,5}_{-0,9}$	$0,6(H)+0,3(П)+$ $+0,1(Утж)=1$
Трубопроводы острого пара диаметром 426 мм с толщиной стенки 22 мм из стали 22к	Корень — ручная аргонодуговая; заполнение — ручная электродуговая	$96,8^{+0,1}_{-0,9}$	$0,48(П)+0,39(Ш)+$ $+0,13(Пдр)=1$

Примечания:

1. В графе «Уравнение дефектности» расчет выполняют для конкретной выборки по формуле

$$\frac{d_1}{d}+\frac{d_2}{d}+\ldots+\frac{d_k}{d}=1.$$

Условные обозначения дефектов (*П*, *Н*, *Ш*, *Утж*, *Пдр*) — по ГОСТ 7512—82.

2. Значения УКС ниже средних относятся к условиям выполнения сварки в начальный период.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОВЕРИТЕЛЬНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ

1. Доверительную вероятность (γ) выбирают с учетом уровня качества сварки (Θ) по табл. 1.

Таблица 1

Θ, %	До 90	Св. 90 до 95	Св. 95 до 98	Св. 98
γ	До 0,8	Св. 0,8 до 0,90	Св. 0,90 до 0,95	Св. 0,95

2. Выбор доверительной вероятности производят с учетом коэффициента стабильности, вычисляемого по формуле

$$K_c = 1 - \frac{n_d}{n_p}.$$

Допускаемые значения доверительных вероятностей γ приведены в табл. 2.

Таблица 2

K_c	От 1 до 0,7	Св. 0,3 до 0,7	От 0 до 0,3	Менее 0
γ	Св. 0,95	От 0,90 до 0,95	Св. 0,8 до 0,9	До 0,8

Примечание. Доверительную вероятность определяют для наименьшего значения K_c проконтролированных выборок.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Рекомендуемое

УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРАНИЦ ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА

1. Для дискретных случайных величин, имеющих вид целых и положительных значений (0, 1, 2, ... , n) и распределенных по биномиальному закону, границы доверительного интервала определяют по уравнению

$$\text{Вер}\,(n_d \leqslant n_p) = \sum_{n_d=0}^{n_p} C_n^{n_d}\, q^{n_d}\,(1-q)^{n-n_d}, \qquad (1)$$

где q — параметр распределения. Для совокупности проконтролированных сварных соединений показатель качества принимают равным вероятности появления условной дефектной единицы;

$C_n^{n_d}$ — число сочетаний из n единиц по n_d.

1.1. Границы доверительного интервала определяют для установленных значений объемов выборок.

Верхнюю границу доверительного интервала для объемов выборки 5, 10, 15, 20, 30 проконтролированных условных единиц, доверительной вероятности γ (0,5—0,999) и показателя q (0,03—0,30) определяют по табл. 1.

Для объемов выборок более 30 верхнюю границу доверительного интервала определяют по уравнению (1).

Таблица 1

Верхняя граница доверительного интервала n_p для объемов выборки n, доверительной вероятности γ и показателе качества q

Верхняя граница доверительного интервала n_p	Объем выборки n	γ при q									
		0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,20	0,30
0	5	0,859	0,815	0,774	0,734	0,696	0,659	0,624	0,591	—	—
1		992	985	977	968	958	947	933	919	0,737	0,528
2			999	999	998	997	996	994	991	942	837
3										993	969
4											998
0	10	0,737	0,665	0,599	0,539	—	—	—	—	—	—
1		966	942	914	882	0,848	0,812	0,775	0,736	—	—
2		997	994	989	981	972	960	946	930	0,678	—
3				999	998	996	994	991	987	879	0,640
4							999	999	998	967	850
5										994	953
6										999	989
7											998
0	15	0,633	0,542	—	—	—	—	—	—	—	—
1		927	881	0,829	0,774	0,717	0,660	0,604	0,549	—	—
2		991	980	964	943	917	887	853	816	—	—
3		999	998	995	990	983	973	960	945	0,648	—
4					999	997	995	992	987	836	0,516
5							999	999	998	939	722
6										982	869
7										996	950
8										999	985
9											996
10											999
0	20	0,544	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1		880	0,810	0,736	0,661	0,587	0,517	—	—	—	—
2		979	956	925	835	839	788	0,733	0,677	—	—
3		997	993	984	971	953	929	901	867	—	—
4			999	997	994	989	982	971	957	0,630	—
5					999	998	996	993	989	804	—

Продолжение табл. 1

Верхняя граница доверительного интервала n_p	Объем выборки n	γ при q									
		0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,20	0,30
6	20						0,999	0,999	0,998	0,913	0,608
7										968	772
8										990	887
9										997	952
10										999	983
11											995
12											999
0	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1		0,773	0,661	0,554	—	—	—	—	—	—	—
2		940	883	812	0,732	0,649	0,565	—	—	—	—
3		988	969	939	897	845	784	0,718	0,647	—	—
4		998	994	984	969	945	913	872	825	—	—
5				997	992	984	971	952	927	—	—
6				999	998	996	992	985	974	0,607	—
7						999	998	996	992	761	—
8								999	998	871	—
9										939	589
10										974	730
11										991	841
12										997	916
13										999	960
14											983
15											994
16											998
17											999

Примечание. Знаком «—» обозначены доверительные вероятности меньше 0,5.

1.2. Для значений выборок $n \geqslant 100$ допускается устанавливать границы доверительного интервала по формуле

$$\text{Вер}\,(n_d \leqslant n_p) = F_0\left(\frac{n_p - nq}{\sqrt{nq(1-q)}}\right), \qquad (2)$$

где $F_0(\overline{x})$ — функция, определяемая по табл 2 для доверительной вероятности γ (0,5—0,999);

$$x = \frac{n_p - nq}{\sqrt{nq(1-q)}}$$ — по табл. 2.

Таблица 2

Значения функции $F_0(x)$

x	$F_0(x)$	x	$F_0(x)$	x	$F_0(x)$
0,0	0,5	1,0	0,841	2,0	0,977
0,1	0,540	1,1	0,864	2,1	0,982
0,2	0,58	1,2	0,885	2,2	0,986
0,3	0,618	1,3	0,903	2,3	0,989
0,4	0,655	1,4	0,919	2,4	0,991
0,5	0,692	1,5	0,933	2,5	0,994
0,6	0,726	1,6	0,945	2,6	0,995
0,7	0,758	1,7	0,955	2,7	0,997
0,8	0,788	1,8	0,964	2,8	0,997
0,9	0,816	1,9	0,971	2,9	0,998
				3,0	0,999

2. Для значений выборок $n \geqslant 0{,}1$ объема партии и показателя $q \leqslant 0{,}1$ рекомендуется определять границы доверительного интервала на основании закона Пуассона по уравнению

$$\text{Вер}\,(n_d \leqslant n_p) = P(0) + P(1) + \ldots + P(n_p) = \sum_{n_d=0}^{n_p} \frac{a^{n_d}}{n_d!} e^{-a}, \quad (3)$$

где a — параметр распределения, равный математическому ожиданию числу условных дефектных единиц в выборке. В практических расчетах допускается определять a по формуле $a = q_н \cdot n$;

$P(0), P(1), \ldots, P(n_p)$ — вероятности появления событий ни одной дефектной единицы, одной и т. д.

Границу доверительного интервала вычисляют по формуле

$$n_p = k_\gamma \cdot a, \quad (4)$$

где k_γ — коэффициент, учитывающий доверительную вероятность оцениваемого показателя, определяют по табл. 3.

Таблица 3

Значения k_γ для математического ожидания числа дефектных единиц a и доверительной вероятности γ

a	k_γ	a	k_γ	a	k_γ	a	k_γ	a	k_γ	a	k_γ
Доверительные вероятности γ						Доверительные вероятности γ					
0,80		0,90		0,95		0,80		0,90		0,95	
0,82	1,3	0,50	2,0	0,36	2,8	4,7	1,3	3,9	1,5	3,3	1,8
1,5	1,3	1,1	1,8	0,82	2,4	5,6	1,3	4,7	1,5	4,0	1,8
2,3	1,3	1,7	1,8	1,4	2,1	6,5	1,2	5,4	1,5	4,7	1,7
3,1	1,3	2,4	1,7	2,0	2,0	7,3	1,2	6,2	1,5	5,4	1,7
3,9	1,3	3,2	1,6	2,6	1,9	8,2	1,2	7,0	1,4	6,2	1,6

Продолжение табл. 3

a	k_γ	a	k_γ	a	k_γ	a	k_γ	a	k_γ	a	k_γ
Доверительные вероятности γ						Доверительные вероятности γ					
0,80		0,90		0,95		0,80		0,90		0,95	
9,0	1,2	7,8	1,4	6,9	1,6	19	1,2	17	1,3	16	1,4
9,9	1,2	8,6	1,4	7,7	1,6	21	1,2	19	1,3	17	1,4
11	1,2	9,5	1,4	8,4	1,5	23	1,2	21	1,2	19	1,4
12	1,2	10	1,4	9,2	1,5	24	1,2	22	1,3	21	1,4
12	1,2	11	1,4	10	1,5	26	1,2	24	1,3	22	1,4
13	1,2	12	1,3	11	1,5	31	1,1	29	1,2	27	1,3
14	1,2	13	1,3	12	1,5	36	1,1	33	1,2	31	1,3
15	1,2	14	1,3	12	1,5	40	1,1	38	1,2	35	1,3
16	1,2	15	1,3	13	1,5	45	1,1	42	1,2	40	1,3
17	1,2	15	1,3	14	1,4						

Примечание. При расчете границы доверительного интервала n_p по заданным значениям γ и a необходимо производить округление до целого значения.

2.1. Допускается определять границы доверительного интервала на основании закона Пуассона по ГОСТ 11.005—74.

3. Для непрерывных случайных величин, распределенных по нормальному закону, границы доверительного интервала определяют для случаев известного и неизвестного среднего квадратического отклонения учитываемого показателя.

3.1. Границы доверительного интервала при известном среднем квадратическом отклонении вычисляют по формуле

$$|q - q_н| < U_\gamma \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \qquad (5)$$

где U_γ — квантиль нормального распределения выбирают по табл. 4 с учетом доверительной вероятности γ (0,950—0,999);

σ — среднее квадратическое отклонение показателя качества. Принимаемое значение σ оценивается на основании закона распределения опытных данных.

Таблица 4

Квантили нормального распределения в зависимости от доверительных вероятностей γ

γ	U_γ	γ	U_γ	γ	U_γ
0,95	1,960	0,991	2,612	0,996	2,878
0,96	2,054	0,992	2,652	0,997	2,968
0,97	2,170	0,993	2,697	0,998	3,090
0,98	2,326	0,994	2,748	0,999	3,291
0,99	2,576	0,995	2,807		

3.2. Границы доверительного интервала при неизвестном среднем квадратическом отклонении учитываемой величины вычисляют по формуле

$$|q - q_н| < t(\gamma, k)\frac{S}{\sqrt{m}}, \qquad (6)$$

где $t(\gamma, k)$ — функция, определяемая по табл. 5 для числа степеней свободы $k = m - 1$ и уровней доверительных вероятностей γ (0,90; 0,95; 0,98; 0,99; 0,999);

m — число выборок.

Таблица 5

Значения $t(\gamma, k)$

$k=m-1$	$t(\gamma, k)$ при γ					$k=m-1$	$t(\gamma, k)$ при γ				
	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999		0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
4	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	20	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
5	2,016	2,571	3,365	4,032	6,859	25	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
6	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	30	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
7	1,895	2,365	2,998	3,499	5,405	35	1,689	2,030	2,437	2,724	3,591
8	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	40	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
9	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	45	1,679	2,014	2,412	2,689	3,522
10	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	50	1,676	2,008	2,403	2,677	3,497
11	1,796	2,201	2,718	3,106	4,487	60	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
12	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	70	1,667	1,995	2,381	2,648	3,436
13	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221	80	1,664	1,990	2,374	2,639	3,416
14	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	90	1,662	1,987	2,368	2,632	3,401
15	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073	100	1,660	1,984	2,364	2,626	3,391
16	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015	00	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291
18	1,734	2,103	2,552	2,878	3,922						

Оценку S^2 параметра σ^2 находят по формуле

$$S^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}(q_i - \bar{q})^2, \qquad (7)$$

где q_i — значение показателя проконтролированной выборки;

$\bar{q}$ — среднее значение показателя качества.

gostrf.com

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ ФОРМЫ УЧЕТА

Форма учета

наименование предприятия

СВЕДЕНИЯ ЗА _____ **ПО КАЧЕСТВУ СВАРКИ**

дата

Вид (наименование) изделия, правила по сварке и контролю	Способ сварки, дата сварки	Свариваемый и сварочный материал	Характеристика свариваемого соединения	Длина проконтролированного соединения, м	Количество дефектных мест	Характеристика и количество дефектных мест по результатам контроля								Уровень качества сварки, %	Дополнительные указания*
						поры		шлаковые включения		непровары		трещины	наружные дефекты		
						одиночные	цепочки, скопления	одиночные	цепочки, скопления	корня	несплавления				
Трубопровод диаметром 530 мм с толщиной стенки 8 мм, АЭС	Аргонодуговая 20.05.83	Сталь 20, присадочная проволока св-08Г2С	Подварка корня шва	11,6	5	1	—	1	—	3	—	—	—	95,7	Уровень качества соответствует норме
Трубопровод диаметром 325 мм с толщиной стенки 9 мм, ТЭЦ	Сварка в углекислом газе 21.05.83	Сталь 20, присадочная проволока св-08Г2С	Заполнение разделки	14,0	8	2	2	1	1	—	2	—	—	94,3	

Фамилия и подпись лиц, ответственных за сварку и контроль

Решения и дополнительные указания о продолжении производственного процесса

* Дополнительные указания включают: оценку достигнутого уровня качества сварки, характеристику факторов, причин образования дефектов, решения о переходе к статистическому регулированию.