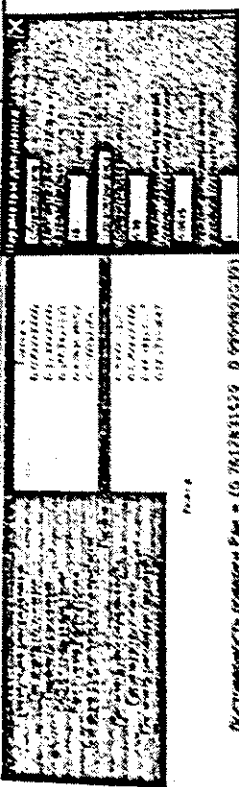
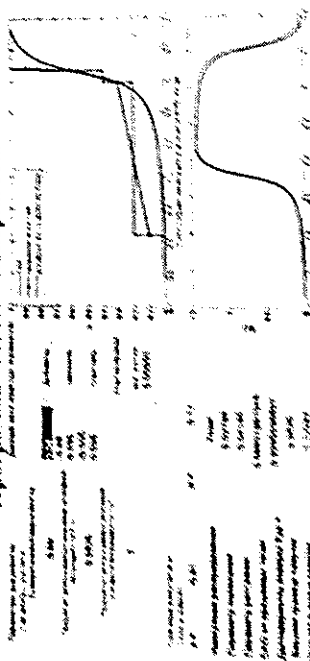
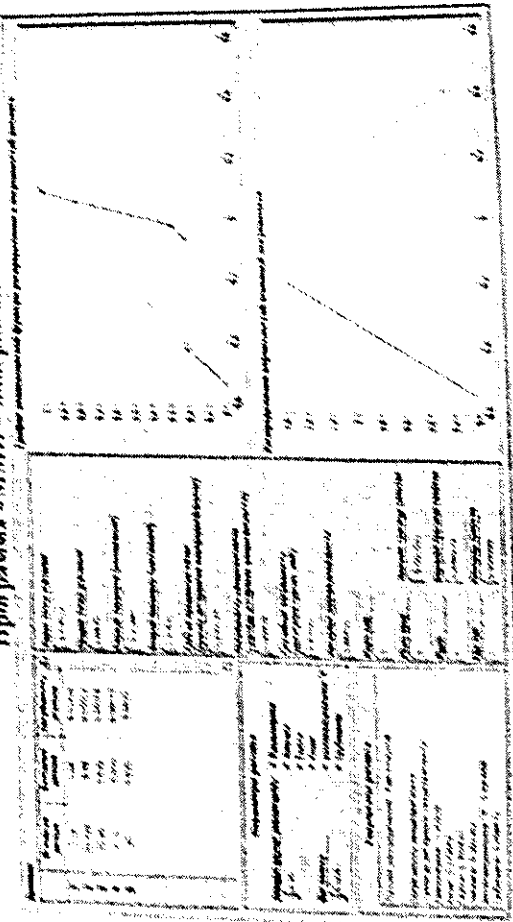


Имя распределения	θ_1	θ_2	$g(\theta_1)$	β_2	β_3	ϕ_4	d_1
Рамануджан	0.2100000000	0.1900000000	0.0001000000	0.0000000000	0.0000000000	0.1111111111	0.2900000000
Поллака	0.0100000000	0.1100000000	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.1000000000	0.1000000000
Гурона	0.0100000000	0.2000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.1000000000	0.1000000000
Уинчелла	0.1000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.1000000000	0.1000000000



THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

[illegible]

Чувствительность к шуму

ИЗДАЮЩИЙСЯ

CONVENTION OF THE UNITED STATES OF AMERICA

10.1. *погрешность, средняя измерений* – разность между истинным средним измеренным и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины. [24]

[illegible]

[2] 5,3 опорное значение (величины): значение величин, которое используется для сопоставления со значениями величин того же рода.

Примечания: 1) Второе значение величины может быть истинным значением величины, подлежащей измерению, в том случае оно истинно, или принятым значением величины, в этом случае оно истинно и измеримо; 2) Второе значение величины со сравнений с ним характеризует истинность (измеримость) величины. Второе значение для истинности, конечно, предполагает стандартного образца, отсутствующего в действительности; например, радиационная методика измерения, стандартная величина.

3.4 истинное значение (реализация): значение величины, которое существует на практике, например, истинное значение температуры.

[illegible]

1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 26

Второй вариант — это вариант с использованием метода наименьших квадратов (МНК). В этом случае мы можем использовать стандартные формулы для расчета коэффициентов регрессии. Однако, как мы уже видели, МНК может быть чувствителен к выбросам. Поэтому, если у нас есть подозрение, что в данных есть выбросы, лучше использовать робастные методы, такие как МКО или МКО-МКО.

Судебная коллегия по уголовным делам Верховного Суда Российской Федерации постановила: в удовлетворении ходатайства отказать.

5. 6. действующее законодательство (включая постановления, указы и распоряжения правительства): законные основания, позволяющие реализовать полномочия по управлению имуществом, что в первую очередь касается приобретения и владения имуществом, что в первую очередь касается приобретения и владения имуществом.

5.16. Изменения в структуре и содержании: Разность между

Проблема — 1. Ученые считают, что человек — существо, способное к самоорганизации. В то же время, человек — существо, способное к самоорганизации. В то же время, человек — существо, способное к самоорганизации.

[illegible]

«Вопросы теории и практики»

3.5. принятые опорные значения [19]; значение, которое согласованного для сравнения и получено как:

- а) теоретическое или установленное значение, базирующееся на научных принципах;
- б) эмпирическое или аттестованное значение, базирующееся на научных экспериментах какой-либо национальной или международной организации;
- в) согласованное или аттестованное значение, базирующееся на местных экспериментальных работах под руководством научной или инженерной группы;
- г) математическое осуждение измерений, характеризующих значение заданной совокупности результатов измерения.

а) истинное значение условное (аналог относительной истины) — *расчетное* в строгой теории; *фактическое* в неформальной.

— *измеренное, воспроизведенное или хранное* государственным первичным эталоном, носителем шкалы физической величины, мера единицы которой является специальным случаем фундаментальной константы (4.3 Р 50.2.004-2000);

с) аттестованное значение – результат решения измерительной задачи аккредитованной лабораторией (ПР 50.2.013-94, ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2009);

е) экспертное значение – оценка параметра положения распределения совокупности данных указанным методом, когда а)–д) недоступны.

сделается при поверке или калибровке по данным многогранных измерений в заданных условиях и описывается

$F_{\alpha}(x)$ — функция распределения вероятностей вида « x », $\hat{\theta}_1$ — точечная оценка параметра положения (характеризующего центральную составляющую), $\hat{\theta}_{2B}$ — верхняя доверительная граница оценки параметра рассеяния (характеризующего дисперсионную составляющую), $\{\hat{\theta}_{\alpha} : \alpha \in \Omega_{\theta}\}$ — суммарный доверительный интервал непараметрической центральной составляющей случайную составляющую, $\{\hat{\theta}_{\alpha} : \alpha \in \Omega_{\theta}\}$ — суммарный доверительный интервал непараметрической дисперсионной составляющей, $\hat{\theta}_{\alpha}$ — оценка параметра положения (погрешности статистического оценивания параметра положения, принятой или неопределенных составляющих (погрешности статистического оценивания параметра положения, принятой или неопределенных составляющих)).



Погрешности разделяют на погрешности измерений и погрешности неадекватности.

Примеч.	Интерпретация результатов	Интерпретация результатов
источник происхождения	инструментальные – текучесть состава средств измерений; метрологические – конструкция измерительной цепи средств измерений; технологические – технологическое изготовление средств измерений; основные – в нормальных условиях; дополнительные – в рабочих условиях измерений за пределами нормальных; изменения условий измерений, в т.ч. неустановленного – случайные величины; динамические, статические – реакция работы средств измерений; субъективные – операторская систематичность; в виде постоянных величин или известных функций	размерные – исходных данных измерений для модели, – получения результатов вычислений, – преобразования вычислений, – результатов математических операций с преобразованными числами (трансформированные погрешности) параметрические – метода определения параметров, – параметризации переменных структурные – выбора структуры модели объекта измерения или измеренной величины, – реализации вычислительной схемы
	тип	случайные; статистическое и эквивалентное вероятностное
математическое описание	неопределенные (неабсолютные); аддитивные; независимые, прямоугольная область	неопределенные или вероятностные
форма области распределения	мультипликативные; пропорциональные, треугольная область нелинейная; область с нечеткими границами смешанные; область – объединение областей	пропорциональные, треугольная область
наблюдаемость	измеряемого значения в поверочной схеме	в схеме первичного наблюдения

Преположения параметризации и неадекватности модели объекта не должны быть более 10 % из-за от предела допускаемой погрешности, установленного для исходного и задаче результата [17].

5.8 правильность (измерений): Близость среднего арифметического бесконечно большого понятия правильности и предельности к истинности.

5.9 прецизионность (измерений): Близость между показаниями или измеренными значениями, полученными при повторных измерениях для одного и того же или для нескольких объектов при заданных условиях.

Примечание — 1 «Сданные условия» могут быть, например, условиями повторяемости измерений (см. главу 6) или условиями воспроизводимости измерений (см. главу 7). 2 Понятие пропорциональности измерений используется для определения погрешности повторных измерений, промежуточной пропорциональности измерений и воспроизводимости измерений. 3 Пропорциональность измерений — это свойство, характеризующее зависимость погрешности измерений от значения измеряемой величины.

ность измерения характеризует близость к нулю случайная погрешность измерения. В зависимости от способа измерения различают следующие виды погрешностей измерения:

- 5.1.0 условия повторности (измерений): Один из наборов условий измерений, включающий применение одной и той же методики измерений, того же средства измерений, тех же операторов, те же рабочие условия, то же местоположение и выполнение вторых измерений на одном и том же или подобных условиях в течение короткого промежутка времени.

Примечание — Наряду с термином условия повторяемости измерений используется термин условия сходимости измерений (условия сходимости).

5.11 повторяемость измерений: Прецизионность измерений в условиях повторяемости измерений.

Примечание — Наряду с термином повторяемость измерений используется термин сходимость измерений.

5.12 условия промежуточной прецизионности (измерений): Один из наборов условий измерений, включающий применение одной и той же методики измерений, условий измерения и выполнения повторных измерений на одном и том же или же местоположении в течение длительного периода времени, а также может аналогичных объектах в течение длительного периода времени.

включать другие условия, которые могут изменяться.

Примечание — 1 Изменения могут включать новые калибровки, калибраторы, средства измерений, а также новых операторов. 2 Описание условий должно включать все условия, изменяемые и не-изменяемые, насколько это оправдано практически.

5.13 промежуточная прецизионность (измерений): Прецизионность измерений в фиксированных условиях промежуточной прецизионности измерений.

5.14 условия воспроизводимости (измерений): Один из наборов условий измерений, включающий разные местоположения, разные средства измерений, участие разных операторов и выполнение повторных измерений на одном и том же или аналогичных объектах.

Примечание — 1 В исключительных случаях, разные средства измерений могут применяться в соответствии с разными методиками измерений. 2 Описание условий должно включать все условия, изменяемые и неизменяемые, насколько это оправдано практически.

5.15 воспроизводимость (измерений): Прецизионность измерений в условиях воспроизводимости измерений

5.16 случайная погрешность (измерения): Составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных в определенных условиях.

5.19 систематическая погрешность (измерения): Составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или же закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины.

Примечание — 1 В зависимости от характера изменения во времени систематические погрешности подразделяются на постоянные, прогрессирующие, периодические и погрешности, изменяющиеся по сложному закону. В зависимости от характера изменения по диапазону измерений систематические погрешности подразделяются на постоянные и пропорциональные. Постоянные погрешности — погрешности, которые в течение длительного времени, например, в течение времени выполнения всего ряда измерений, остаются постоянными (или — неизменными). Они встречаются наиболее часто. Прогрессирующие погрешности — непрерывно возрастающие или убывающие погрешности. К ним относятся, например, погрешности вследствие износа измерительных наконечников, контактирующих с деталью при контроле ее прибором активного контроля. Периодические погрешности — погрешности, значение которых является периодической функцией времени или перемены указателя измерительного прибора. Погрешности, изменяющиеся по сложному закону, происходят вследствие совместного действия нескольких систематических погрешностей. Пропорциональные погрешности — погрешности, значение которых пропорционально значению измеряемой величины. 2 Оставшуюся систематическую погрешность после введения поправки называют неслучайной систематической погрешностью (НСП). 3 Для оценки систематической погрешности измерения в ВМЗ [33] используется термин смещение (при измерениях).

5.28 модель измерений; уравнение измерения: Уравнение связи между величинами в конкретной измерительной задаче.

Примечание — В общем виде модель измерений есть уравнение $Y, X_1, \dots, X_n = 0$, где Y — выходная величина в модели измерений, является измеряемой величиной, значение которой должно быть получено, исходя из информации о входных величинах в модели измерений $X_1, \dots, X_n$.

5.30 функция измерений: Зависимость величин модели измерений, используемая для получения измеренного значения выходной величины по известным значениям входных величин.

Примечание — 1 Если модель измерений $Y, X_1, \dots, X_n = 0$ может быть записана в явном виде как $Y = f(X_1, \dots, X_n)$, где Y — выходная величина в модели измерений, то функция есть функция измерений. В общем случае f может обозначать алгоритм, по которому для значений входных величин $X_1, \dots, X_n$ получается соответствующее единственное значение выходной величины $Y = f(X_1, \dots, X_n)$.

2 Функция измерений также используется для вычисления показателей точности (неопределенности) измерений, связанных с измеренным значением величины Y .

5.31 входная величина (в модели измерений): Величина, которая должна быть измерена, или величина, значение которой может быть получено иным способом, для вычисления измеренного значения измеряемой величины (катахреза).

Пример — Если измеряемой величиной является длина стальной стержня при заданной температуре, то действительная температура, длина при этой действительной температуре и температурный коэффициент линейного расширения стержня являются входными величинами в модели измерений.

Примечание — 1 Входная величина в модели измерений часто является выходной величиной среднего измерения. 2 Входными величинами в модели измерений могут быть показания, поправки и влияющие величины.

5.32 выходная величина (в модели измерений): Величина, измеренное значение которой получают, используя значения входных величин в модели измерений.

5.33 влияющая величина: Величина, которая при прямом измерении не влияет на величину, которую фактически измеряют, но влияет на соотношение между показанием и результатом измерения.

Примеры — 1 Частота при прямом измерении постоянной амплитуды переменного тока с помощью амперметра. 2 Молярная концентрация билирубина при прямом измерении молярной концентрации гемоглобина в плазме крови человека. 3 Температура микрометра, применяемого для измерения длины стержня, но не температура самого стержня, которая может входить в определение измеряемой величины. 4 Фоновое давление в источнике ионов масс-спектрометра во время измерения молярной доли вещества.

Примечание — 1 Косвенное измерение включает комбинацию прямых измерений, каждое из которых может находиться под воздействием влияющих величин. 2 В ГUM понятие влияющая величина охватывает не только величины, влияющие на средство измерений, как в определении, приведенном выше, но также и те величины, которые влияют на фактически измеряемые величины. Кроме того, в ГUM это понятие не ограничивается прямыми измерениями.

Погрешность — расчетная величина, распределение вероятностей которой характеризуют возможные отклонения значения искомой величины от ее найденного значения (определение, альтернативное по критерию наблюдаемости понятию «неопределенность измерения», эквивалентно понятию «поправка»).

5.34 неопределенность (измерений): Неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании измерения значительной информации.

Примечание — Неопределенность измерений включает составляющие, обусловленные систематическими эффектами, в том числе составляющие, связанные с поправками и приписанными значениями эталонов, а также дефиниционную неопределенность. Иногда поправки на оцененные систематические эффекты не вводят, а вместо этого их рассматривают как составляющие неопределенности измерений.

5.35 стандартная неопределенность (измерений): Неопределенность измерений, выраженная в виде стандартного отклонения.

5.36 суммарная стандартная неопределенность (измерений): Стандартная неопределенность измерений, которую получают суммированием отдельных стандартных неопределенностей измерений, связанных с входными величинами в модели измерений.

Примечание - В случае коррелиции входных величин в модели измерения при вычислении суммарной стандартной погрешности необходимо учитывать ковариации.

неопределенности измерений должны также учитывать неопределенности измерений, связанные с производством суммарной стандартной неопределенности (измерений): Произведение суммарной стандартной неопределенности измерений на коэффициент расширения, равный 1,96, дает значение, большее чем число один, 5,37 расширенная неопределенность.

Примечание – Коэффициент зависит от вида распределения вероятности выходной величины в модели измерений и коэффициента охвата охватывающего, чем больше охват, тем меньше коэффициент.

Интервал, основанный на имеющейся информации, который содержит заданной вероятности величину с заданной вероятностью.

документность истинных значений измерения представлена плотностью распределения вероятностей на множестве возмущения — δ . Если результат измерения может быть вычислен для любого интервала значений δ , то для любого интервала значений δ можно вычислить истинное значение δ .

полюх значений хвостовой величины, то для любого x из множества X можно определить интервал I_x такой величины, что для любого y из I_x выполняется $|x - y| \leq \epsilon$. Наличие плотного множества значений x в X означает, что для любого x из X можно найти такое y из X , что $|x - y| \leq \epsilon$. Наличие плотного множества значений x в X означает, что для любого x из X можно найти такое y из X , что $|x - y| \leq \epsilon$.

[illegible]

39 вероятность охвата: Вероятность того, что совокупность истинных значений изысканной

Эти различия находят свое объяснение в указанным интервалах существования условий исполнения также термин уровень доверия.

комментарие — в GUM [38] для вероятности охвата используется также коэффициент расширения k , который умножают на стандартное отклонение s для получения расширенной неопределенности измерений. Число, большее чем один, на которое умножают суммарную стандартную неопределенность u для получения расширенной неопределенности U называется коэффициентом охвата. Число, большее чем один, на которое умножают суммарную стандартную неопределенность u для получения расширенной неопределенности U называется коэффициентом охвата. Число, большее чем один, на которое умножают суммарную стандартную неопределенность u для получения расширенной неопределенности U называется коэффициентом охвата.

!! описание (неопределенности измерений) по типу А: Оценивание составляющей неопределенности измерения для получения результатов измерения, получаемых в результате статистического анализа измеренных значений величин, полученных в результате измерения.

ности измерений путем статистического анализа, позволяющего проводить измерения в условиях измерений.

и определенных условиях измерения — 0 различных типов условий измерения см. условия повторяемости измерений, условия промежуточной измеримости — 0 различных типов условий измерения см. условия повторяемости измерений, условия промежуточной измеримости.

2. оценивание неопределенности измерений по типу В: Оценивание составляющей неопределенности измерений в условиях воспроизводимости измерений.

[illegible]

Бюджет неопределенности: Отчет о неопределенности измерений, составляющих неопределенность измерения.

Импликация – бюджет неопределенности может вытолкнуть модель измерений, оценки и несопоставленности измерения, на основании которой неопределенности могут быть применены функции плотности вероятности.

активности, число степеней свободы, тип оценивания неопределенности и коэффициентах оценки; **дефинициальная неопределенность**: Составляющая неопределенности измерений, являющаяся неопределенностью в определении измеряемой величины.

ска результатов ограниченной детализации в определенных измерениях — 1) Дефективная неопределенность есть практический минимум неопределенности измерений при данных условиях измерения. 2) Любое изменение детализации в определенных величинах ведет к другой деформации измерений. 3) Любая неопределенность измерения имеет свойство неопределенности.

Целевая неопределенность (измерений): Верхняя граница неопределенности измерений, заранее заданная неопределенностью.

метрологической совместимости (результатов измерений): свойство множества результатов измерений, исходя из предположенного использования, обеспечивающее возможность сопоставления значений результатов измерений, полученных в различных условиях измерения, с целью установления их взаимозаменяемости. В соответствии с этим определением, результаты измерений, полученные в различных условиях измерения, являются совместимыми, если они могут быть использованы для установления взаимозаменяемости. В соответствии с этим определением, результаты измерений, полученные в различных условиях измерения, являются несовместимыми, если они не могут быть использованы для установления взаимозаменяемости.

где, чем некоторое выбранное кратное стандартной неопределенности измерения этой величины. Метрологическая совместимость результатов измерений заменяет традиционное понятие однородности измерения, т. е. оно дает критерий для заключения, относятся ли два результата измерений к одной и той же измеряемой величине или нет. Если в серии измерений величина, которая предполагается постоянной, имеет разброс, то это означает, что при оценке точности измерения некорректно, и что измерения несовместимы с остальными, что означает, что при оценке точности измерения между измерениями существует разрыв.

1.4 В качестве функции плотности распределения вероятностей погрешности измерений принимаем закон, близкий к нормальному усеченному, если имеются основания предполагать, что реальная функция плотности распределения — функция симметричная, одномодальная, отличная от нуля на конечном интервале значений аргумента, и другая информация о плотности распределения отсутствует.

5

1.4.] Если имеется информация о том, что хотя бы одно из указанных в 1.4 условий не выполнено, принимают другую аппроксимацию плотности распределения вероятностей погрешности измерений, более соответствующую решаемой измерительной задаче.

1.4.2 В качестве функции плотности распределения вероятностей составляющих погрешности измерений, для которых известны только пределы допускаемых значений, т.е. границы интервала, в пределах которых находится соответствующая составляющая погрешности измерений с вероятностью 1, при расчетах характеристик погрешности измерений принимают закон равномерной плотности, если отсутствует информация об ином виде распределения.

2.5. Примвание к таблице 1... 4. Пределы допускаемых значений характеристик погрешности в виде распределенности.

5. Если достоверность, для которой нормированы границы допустимого интервала погрешности измерений равна единице, т.е. ни одна из реализаций погрешности измерений не должна выходить за эти границы, то их можно называть пределами допустимых значений и при этом верность $D = 1$ не указывает на ошибку.

6.6 При использовании усеченных ПРВ точки усечения определяют по параметрам равномерного распределения (Приложение Б).

Поверительные границы погрешности – это границы толерантного интервала

Формулы для характеристик погрешностей раздвигаются на строге и приближенные.

$$\odot = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\theta_i|}, J \leq 3, P = 1; \odot, \approx \pm k \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \theta_i^2}, J > 3 (k = 1.1 \text{ для } P = 0.95; k = 1.4 \text{ для } P = 0.99).$$

Недостатки приближенных формул характерны и формулам неопределенности измерения.

Строгие формулы теории вероятностей для наикратчайших доверительных границ:

$$\begin{aligned} \odot_P \Big|_{\Theta_P < \Theta_{R_2} - \Theta_{R_2}^*} &= \Theta_{R_2}^* + \Theta_{R_2}^* - 2\sqrt{(1-P)} \cdot \Theta_{R_2}^* \Theta_{R_2}^* ; \odot_P \Big|_{\Theta_P > \Theta_{R_2} - \Theta_{R_2}^*} \\ &= \Theta_{R_2}^* + \Theta_{R_2}^* + \Theta_{R_2}^* - 2\sqrt{(1-P)} \cdot \Theta_{R_2}^* \Theta_{R_2}^* \end{aligned}$$

Полная вероятностная характеристика величины — композиция (для суммы — сдвига) случайной и суммы наблюдаемых составляющих: $\Delta = \Sigma + \Psi_{\Delta}$ (форма записи величин) или $\delta = \xi + \Psi_{\delta}$ (форма записи значений) — семейство нецентральных распределений Р. Levy [4]:

$$f_{-2}(x) = [F_2(\hat{\theta}_1, \theta_{-1}; x - \hat{\theta}_{-2}) - F_2(\hat{\theta}_1, \theta_{-1}; x - \hat{\theta}_{-2})] \times (\hat{\theta}_{-2} - \hat{\theta}_{-2})$$

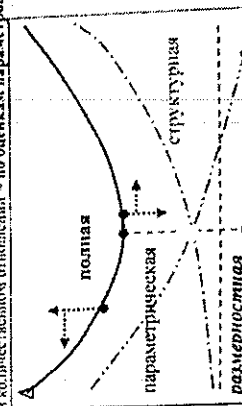
где $\bar{\theta}_n = \Delta_n$ — оценка параметра положения наблюдаемой составляющей как систематическая составляющая, θ_{2n} — верхняя доверительная граница для оценки параметра растущей наблюдаемой составляющей (СП), $[\theta_{2n}^*, \theta_{1n}^*]$ — интервал неопределенности ненаблюдаемой составляющей (НСП), включающий оценку погрешности независимости распределения $F(x)$, границы погрешности (НСП), включающей оценку погрешности и оценки параметра положения.

Стандартная форма: *вероятное значение, доверительная границца, доверительная вероятность.*
Измеряемость объектов измерений:

УДК 68-00 КАЗЕДИОН В ЛОЖИТЕЛИ

ИНТЕРЕСОВ АНДРЕС В ДЕНЕШНИХ СЪ -- ИСТИНАТА НА ПЛОТНОСТ НА ЧЛОВАКА

«Вот это дело! И ведь не надо ни копейки!»



Средний модуль пористости неадаптивности материала РК-187М при
функции длительности компрессии и декомпрессии (А-6)

Погрешность результата решения измерительной задачи идентификации — композиция составляющих погрешности измерений и погрешности неадекватности модели объекта измерений как функции входных переменных.
Может быть представлена доверительным интервалом или зоной толерантности.

Характеристики погрешностей

ГОСТ 3.061-80. ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение

2.9.2. Погрешности образцов средств измерений следует характеризовать пределом допускаемой погрешности средств измерений (Δ — для абсолютной, Δ_0 — для относительной формы) либо доверительной погрешностью средства измерений (δ — для абсолютной, δ_0 — для относительной формы) при соответствующей доверительной вероятности. Для каждой поверочной схемы доверительную вероятность принимают единой и выбирают из ряда: 0,90; 0,95; 0,99.

2.9.3. Метрологические характеристики рабочих средств измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 8.009-84. Погрешности рабочих средств измерений следует характеризовать пределом допускаемой погрешности средств измерений.

2.9.4. Форма выражения погрешности образцовых и рабочих средств измерений в одной поверочной схеме по возможности должна быть одинаковой.

5.22 доверительные границы (погрешности измерения): Верхняя и нижняя границы интервала, внутри которого с заданной вероятностью находится значение погрешности измерений.

Примечания — 1 Доверительные границы при вероятности, равной 1, называют границами погрешности.

2 Доверительные границы погрешности иногда неправильно называют доверительной погрешностью.

Модульная функция компактности $P(|\hat{x}| > \epsilon) \approx \epsilon$ — вероятность того, что модуль погрешности неадекватности модели превышает заданное значение $\epsilon \geq 0$.

7.28 номинальное значение величин: Округленное или приближенное значение величины, принятое для измерения, к которому следует руководствоваться при его применении.

Пример — Реостаты с номинальным значением 1 Ом, гиря с номинальным значением 1 кг, 20 как максимальная температура по Цельсию при хранении. Нередко номинальное значение указывают на мере.

Примечание — Значение величины, приписанное мере или партии мер при изготовлении или изготовлении номинальным значением меры.

7.29 действительное значение меры: Значение величины, приписанное мере на основании ее калибровки или поверки. (При соответствии термину 5.61)

Примеры — 1 В состав первичного эталона единицы массы входит платиноиридиевая гиря с номинальным значением массы 1 кг, тогда как действительное значение ее массы составляет 1,000000087 кг, полученное в результате международных сравнений с международным эталоном килограмма, хранящимся в Международном Бюро Мер и Весов. 2 Для номинального диапазона показаний от -10 В до +10 В номинальный размах показаний составит 20 В.

5.18 среднее-квадратичное отклонение: стандартное отклонение: Параметр функции распределения измеренных значений или показаний, характеризующий их рассеивание и равный положительному корню квадратному из дисперсии этого распределения.

Примечания — 1 Оценкой среднего квадратического отклонения является выборочное стандартное отклонение (путаница в названиях), определяемое по формуле (единственная формула в РМГ 29-2013)

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

где x_i — k -ое измеренное значение или показание в ряду из значений; $\bar{x}$ — среднее арифметическое из измеренных значений или показаний. 2 $s/\sqrt{n}$ является оценкой стандартного отклонения распределения ($\bar{x}$?) и называется выборочным стандартным отклонением s_x среднего арифметического. 3 Выборочное стандартное отклонение иногда неправильно называют средней квадратической погрешностью.

5.20 поправка: Значение величины, вводимое в показание с целью исключения систематической погрешности.

Примечание — В ВМЗ [33] используется термин поправка: компенсация оцененного систематического эффекта. Компенсация может иметь различные формы, такие как дополнительное слагаемое или множитель, или она может вводиться по соответствующей таблице.

5.21 поправочный множитель: Числовой коэффициент, на который умножают показание с целью исключения влияния систематической погрешности.

Примечание — Поправочный множитель используют в случаях, когда систематическая погрешность пропорциональна значению измеряемой величины.

5.23 максимальная допускаемая погрешность (измерения): Максимальное значение погрешности измерения (без учета знака), разрешенное спецификацией или нормативными документами для данного измерения.

7.7 предел допускаемой погрешности (средства измерений): Наибольшее значение погрешности средства измерений (без учета знака), устанавливаемое нормативным документом для данного типа средств измерений, при котором оно еще признается метрологически исправным. [2a]

Примечание — Обычно устанавливают пределы допускаемой погрешности, т.е. нижнюю и верхнюю границы интервала, за которые не должна выходить погрешность.

ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Поверка и калибровка средств измерений — соответственно контрольные и оценочные испытания в целях обеспечения единства измерений.

9.9 поверка (средств измерений): Установление официально уполномоченным органом, пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.

Примечания

1 В ВМЗ используется термин верификация: предоставление объективных сведений того, что данный объект полностью удовлетворяет установленным требованиям. Объектом верификации может быть, например, процесс, методика измерений, материал, вещество или средство измерения. 2 Термины поверка средства измерения и верификация, применительно к средству измерения, являются синонимами.

[2] 13.16 Первичная поверка средств измерений — поверка, выполняемая при выпуске средства измерений из производства или после ремонта, а также при ввозе средства измерений из-за границы партиями, при продаже.

[2] 13.17 Первичная поверка средств измерений — поверка средств измерений, находящихся в эксплуатации, выполняемая через установленные межповерочные интервалы времени.

[2] 13.20 Комплексная поверка средств измерений — поверка, при которой определяют метрологические характеристики средства измерений, приходящие ему как единому целому.

[2] 13.21 Позлементная поверка средств измерений — поверка, при которой значения метрологических характеристик средств измерений устанавливаются по метрологическим характеристикам его элементов или частей.

[2] 13.22 Выборочная поверка средств измерений — поверка группы средств измерений, отобранных из партии случайным образом, по результатам которой судят о пригодности всей партии.

[0] Прослеживаемость (понятие) — свойство эталона единицы величины или средства измерений, заключающееся в документально подтвержденном установлении их связи с государственным первичным эталоном соответствующей единицы величины посредством сравнения эталона единиц величин, поверки, калибровки средств измерений.

Количественный результат поверки – значения контролируемых характеристик с указанием пределов допускаемых погрешностей при $P = 1$ или доверительных границ для заданной доверительной вероятности.

Качественный результат поверки – решение о соответствии или несоответствии количественных результатов установленным требованиям. Оно характеризуется вероятностной достоверностью – вероятностью нахождения метрологических характеристик СИ в пределах допуска $P_d = P_{дм}$ и $P_{дн}$ где $P_{дм}$ и $P_{дн}$ – методическая и инструментальная составляющие достоверности.

Методическая составляющая характеризует полноту контроля и правильность назначения пределов допустимых значений контролируемых характеристик СИ. Ее следует оценивать в ходе разработки и испытаний СИ в целях утверждения типа. Инструментальная составляющая характеризует соответствие решения измерительной задачи контроля СИ требованиям поверочной схемы по доверительной вероятности. Ее подтверждают при поверке СИ.

Достоверность поверки: *свойство поверки, характеризующее степень соответствия заключения о принадлежности контролируемой характеристики действительной принадлежности ее к области допускаемых для нее значений.*

МИ 187-86 установлены следующие критерии достоверности поверки:

$P_{дм}$ – наибольшая вероятность ошибочного признания годным любого в действительности дефектного экземпляра средства измерения;

$(\theta_{дм})_{ог}$ – отношение наибольшего возможного модуля контролируемой погрешности экземпляра СИ, который может быть ошибочно признан годным, к пределу ее допускаемых значений;

$(P_{дн})_{ог}$ – наибольшая средняя для совокупности годных экземпляров СИ вероятность ошибочного признания их дефектными (вероятность ошибки 1-го рода).

Априорную достоверность поверки согласно МИ 188-86 [26] рассчитывают для погрешностей средств измерений, задаваемых распределением Иордана:

$$f(\theta) = \frac{\pi}{2\theta_0} \cdot \frac{D(\theta_0) \cdot \cos(\frac{\pi D(\theta_0)}{2\theta_0})}{\sqrt{1 + \theta_0^2} \cdot \sin(\frac{\pi D(\theta_0)}{2\theta_0})} \cdot D(\theta_0) \cdot \begin{cases} \frac{2}{\sqrt{\theta_0^2 - 1}} \arcsin \sqrt{\frac{\theta_0^2 - 1}{\theta_0^2 - \theta^2}} & \theta_0 < \theta \\ \frac{2}{\sqrt{\theta_0^2}} \ln \theta_0 & \theta_0 = \theta \\ \frac{2}{\sqrt{\theta_0^2}} \ln \theta_0 + \sqrt{1 + \frac{\theta_0^2}{\theta^2}} & \theta_0 > \theta \end{cases}$$

где θ_0 , $\theta_{дн}$ – соответственно параметры рассеяния и формы. Распределение Иордана приближает равномерное распределение при $\theta_{дн} = -1$, распределение Гаусса при $\theta_{дн} = 10$ и распределение Лапласа при $\theta_{дн} = 100$.

Апостериорную достоверность поверки согласно МИ 187-86 [25] рассчитывают для погрешностей средств измерений как оперативную характеристику

$$U(\delta) = \int_{-\Delta_p}^{\Delta_p} f_{\Delta}(\delta/\delta) \delta \delta$$

где $f_{\Delta}(\delta/\delta)$ – условная (при условии, что погрешность δ приняла некоторое конкретное значение) плотность распределения вероятностей нормализованной оценки $\delta = \delta/\Delta_p$, получаемой при поверке.

Методики поверки СИ (технологического контроля) характеризуют:

- 1) доверительной вероятностью P , наибольшей вероятностью ошибки 2-го рода $P_{дн}$;
- 2) условиями измерения;
- 1.2. Нормальными условиями для определения основной погрешности средства измерений следует считать условия, при которых составляющая погрешности поверочного средства измерений от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % предела допускаемой основной погрешности средства измерений [24].
- 3) перечнем контролируемых характеристик;
- 4) перечнем средств поверки и их МХ со сроками действия свидетельства о поверке;

5) планом измерений – структурной схемой соединения СИ, числом M и размером $X = \{x_m: m=1, M\}$ поверочных (контрольных) точек по диапазону измерения (технологической линии), числом N и очередностью (11) выполнению измерений в каждой точке, допускаемой при выборе числа M разностью Ω_p между наибольшим модулем непрерывной нормализованной функции $\Delta_0(x)$ систематической составляющей основной погрешности в диапазоне измерений СИ и его значением в соседствующей поверочной точке;

6) методом решения измерительной задачи;

7) браковочным условием – доверительными границами $\Delta_0(x)$ или пределами допустимых значений основной погрешности $\Delta_0(x)$ и вариация показаний H_p СИ, коэффициентов сужения границ контрольного допуска γ_p допустимых вероятностных ошибок 1-го ($P_{дм}$) (ложный отказ) или 2-го ($P_{дн}$) (необнаруженный отказ) рода.

2.8. Предела допускаемых погрешностей должны быть выражены не более чем двумя значащими цифрами, причем погрешности при вычислении пределов должны быть не более 5% [23].

4.1.4 ГОСТ Р ИСО 10576-1-2006: Устанавливаемые предельные значения не должны включать в себя (в явном или неявном виде) неопределенность измерений. Требования к документам по поверке СИ заданы РМГ 51-2002 [23]. При способах математической обработки данных в документе должен быть указан способ расчета, пояснения термина и другие требования, позволяющие исключить ошибки.

Калибровка средств измерений (понятие) – совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений [9]. 9.6 калибровка (средств измерений): Совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерения, и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения метрологических характеристик этого средства измерения.

Примечания – 1. Примером метрологической характеристики является диаграмма калибровки, содержащая информацию об инструментальной погрешности измерения. При калибровке могут быть определены и другие метрологические характеристики средства измерения. 2. Результаты калибровки позволяют определить значения измеренных величин по показаниям средств измерений, или поправки к его показаниям, или оценить погрешность этих средств. 3. В ВМЗ термин калибровка определяется как операция, в ходе которой при заданных условиях из первого эталона устанавливается соотношение между значениями величин с неопределенностями измерений, которые обеспечивают эталон, и соответствующими показаниями с присущими им неопределенностями, а на втором эталоне на основе этой информации устанавливаются соотношения, позволяющие получить результат измерения, исходя из показаний.

9.7 диаграмма калибровки: Графическое выражение соотношения между показаниями и соответствующим результатом измерения.

Примечания – 1. Диаграмма калибровки является полосой на скане, определенной осью показаний и осью результатов измерений, и представляет соотношение между показаниями и набором измеренных значений величин. Она соответствует отношению «одна – множество», а ширина полосы для заданного показания дает инструментальную погрешность. 2. Альтернативные представления этого соотношения включают калибровочную кривую и связанную с ней неопределенность измерения, представляемую в виде таблицы или функции.

9.8 калибровочная кривая: калибровочная функция. Выражение соотношения между показаниями СИ и соответствующим измеренным значением величины.

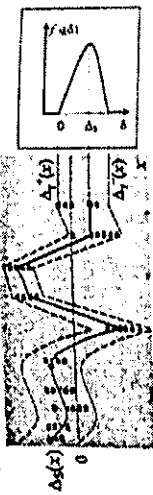
Примечание – Калибровочная кривая выражает взаимно однозначное соотношение, действительное для представленных результатов измерения, так как калибровочная кривая не несет информации о погрешностях точности ее определения. Функция потребности СИ $\Delta(x) = y - x = f(x) - x$, где $y = f(x)$ – функция преобразования. Для совместных показаний РЭ $i_{k1}, i_{k2}, \dots, i_{kN}$ и СИ $i_{k1}, i_{k2}, \dots, i_{kN}$, расчетное значение величины на входе СИ

$$\bar{x} = x_k + \frac{\Delta_{k1} - \Delta_{k2}}{\gamma_{k1} - \gamma_{k2}} \cdot (\bar{y} - \bar{y}_k) \pm \Delta_{k1} \pm \Delta_{k2}, \quad \gamma_k < \gamma_{k+1}, \quad k < K,$$

где Δ_{k1}, Δ_{k2} – γ -процентные доверительные границы СлП СИ, $\theta_{дм}$ – наибольший предел допускаемой погрешности РЭ. Для определения метрологических характеристик калибруемого СИ по таблице данных калибровки устанавливается функция преобразования, градуировочную характеристику или границы потребностей. Калибровку СИ в объеме поверки проводят без принятия решения.

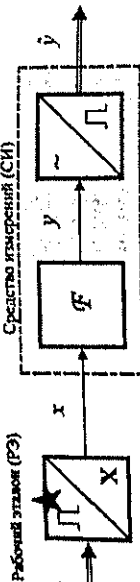
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА ИДЕНТИФИКАЦИИ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Основная метрологическая характеристика средства СИ — функция погрешности $\Delta(x)$ как распределение вероятностей возможных значений погрешности. Его вид и параметры или только параметры являются функциями измеряемой величины x .



Функция погрешности СИ: систематическая составляющая и толерантные границы.

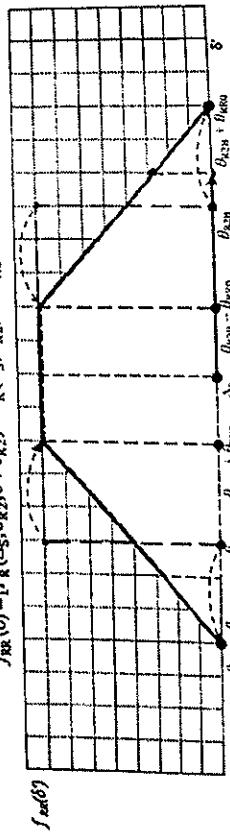
Измерительная задача идентификации основной погрешности СИ является общей для поверки и калибровки: в M точках диапазона измерений согласно плану M раз воспроизводят физическую величину $\hat{x}_n$, фиксируют показания СИ $\hat{y}_n$ и получают значение случайной составляющей погрешности $\hat{y}_n - \hat{x}_n = \hat{\epsilon}_n$.



Структурная схема идентификации основной погрешности средства измерений

В рамках метода максимального правдоподобия методики поверки, в которых решение о годности принимают по крайним членам вариационного ряда значений погрешности показаний СИ и РЭ или значений случайной составляющей основной погрешности, логика статистического вывода соответствует не «нормальному» закону (распределению Гаусса), а равномерному распределению. При использовании «усеченных» распределений точки усеяния определяют по параметрам равномерного распределения. И для описания погрешностей РЭ в измерительных задачах поверки также используют равномерное распределение. Сверхка этих распределений с параметрами рассеяния $\theta'_{R2} > \theta'_{R2}$ дает распределение

$$f_{\text{вс}}(\delta) = [F_R(\Delta_5, \theta'_{R2}, \delta + \theta'_{R2}) - F_R(\Delta_5, \theta'_{R2}, \delta - \theta'_{R2})] \cdot (2\theta'_{R2})^{-1}.$$



Сверхка независимых величин, описываемых равномерными распределениями вероятностей

Доля этого распределения γ находится в симметричных пределах

$$\Delta_{\text{вс}}^{\text{вс}} = \theta'_{R2} + \theta'_{R2} - 2\sqrt{(1-\gamma) \cdot \theta'_{R2} \cdot \theta'_{R2}} \cdot \theta'_{R2} \leq \theta'_{R2}, \quad (2)$$

где θ'_{R2} и θ'_{R2} — параметры рассеяния распределений слагаемых. Вариацию показаний описывают суммой распределений погрешностей «прямого» и «обратного» хода $f_{\text{вс}}(\delta) = f_{\text{вс}}(\delta) + f_{\text{вс}}(\delta)/2$.

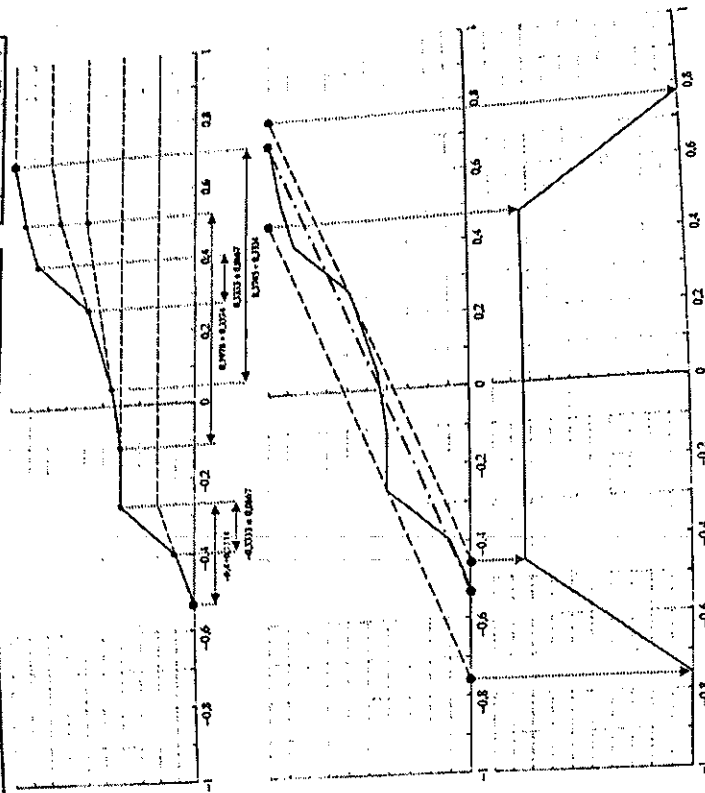
Неравномерное измерение при поверке возникает при перемещении соотношения между доверительной границей или пределом допускаемой погрешности средства поверки в заданной точке диапазона и нормой погрешности для поверяемого средства измерения: $\theta_n = \theta_n(x)/\Delta_n(x)$. В этом случае нормализованным значениям разности показаний СИ и РЭ $\hat{\epsilon}_n = (\hat{y}_n - \hat{x}_n)/\Delta_n(x)$ придают вид равномерного распределения в границах $\hat{\epsilon}_n \pm \theta_n$. Смесью этих распределений примет вид $F(\hat{\epsilon}) = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N [F(\hat{\epsilon} - \theta_n) + F(\hat{\epsilon} + \theta_n)]$ на интервале $[\min \{\hat{\epsilon}_n - \theta_n\}, \max \{\hat{\epsilon}_n + \theta_n\}]$ с $2N$ точками излома $\hat{\epsilon}_n \pm \theta_n$, $n = \overline{1, N}$. Тогда ядро $F(\hat{\epsilon}_n)$, $n = \overline{1, 2N}$, примет вид

$$F_1(\hat{\epsilon}; \hat{\epsilon}_n) = \frac{F(\hat{\epsilon}; \hat{\epsilon}_n) - F(\hat{\epsilon}; \hat{\epsilon}_n)}{F(\hat{\epsilon}; \hat{\epsilon}_n) - F(\hat{\epsilon}; \hat{\epsilon}_n)}, \quad [F(\hat{\epsilon} - a) - F(\hat{\epsilon} - b)] + [F(\hat{\epsilon} - b) - F(\hat{\epsilon} - c)]$$

при начальном приближении оценок $\hat{\theta}_n$, описанных параметров искусственного распределения вероятностей. Это решение также приводит к традиционному распределению вероятностей.

Статистическая функция распределения исправленных данных

$Q, \mu^2/\sigma^2$	V, μ^2	V, μ^2	$\Delta Q, \%$	$\Delta Q, \%$	θ'	$\hat{\epsilon}_n = \hat{\epsilon}_n / \Delta_n$	$\hat{\epsilon}_n$	$\hat{\epsilon}_n$	$\hat{\epsilon}_n$
0.06	0.0101	0.0100	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.12	0.0202	0.0200	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.18	0.0303	0.0300	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.24	0.0404	0.0400	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.30	0.0505	0.0500	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.36	0.0606	0.0600	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.42	0.0707	0.0700	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.48	0.0808	0.0800	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.54	0.0909	0.0900	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.60	0.1010	0.1000	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.66	0.1111	0.1100	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.72	0.1212	0.1200	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.78	0.1313	0.1300	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.84	0.1414	0.1400	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.90	0.1515	0.1500	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5
0.96	0.1616	0.1600	1.0	0.2	3.0	0.0667	0.333	1	5



Этапы идентификации основной погрешности средства измерений

1. Постановка измерительной задачи

- 1.0 Установление перечня документов, регламентирующих решение задачи
- 1.1 Формулировка измерительной задачи
- 1.2 Установление параметров достоверности решения задачи
- 1.3 Установление критериев достоверности и согласия

II. Измерительный эксперимент

- II.0 Идентификация СИ (тип, диапазон, класс точности, заводской номер, место и дата выпуска, владения)

- II.1 Регистрация условий на момент начала и окончания измерений

- II.2 Выполнение измерений согласно плану и регистрация показаний

- II.3 Оформление протокола

III. Расчет характеристик погрешности средства измерений

- III.0 Подготовка и нормализация исходных данных

- а) получение вариационных рядов наблюдаемой составляющей погрешности и вариации
- б) нормализация данных пределами допускаемых значений

- III.1 Статистическая обработка данных

- а) построение статистической функции распределения случайной составляющей основной погрешности в табличной форме и в виде графика или функции распределения смеси распределений, присвоенных каждому отсчету в протоколе

- б) определение точек усечения распределения наблюдаемой составляющей

- в) учет погрешности неадекватности принятого распределения и рабочего эталона

- г) построение композитной как распределения вероятностей основной погрешности

- III.2 Получение результатов решения задачи в установленной форме
- а) определение инструментальной достоверности поверки $R_{\text{ин}} = R_{\text{дн}} \geq R_p$
- б) погрешности СИ (1) или (2) в пределах допуска: $1 - R_{\text{дн}} = R_{\text{дн}} \geq R_p$
- в) нахождение доверительных границ погрешности.

- IV. Диагностика причин отрицательного результата по доверительной вероятности

- а) сравнение выводов случайной составляющей основной погрешности, погрешности неадекватности принятого распределения вероятностей и погрешности рабочего эталона

- б) при преобладании случайной составляющей – рекомендовать не использовать данное СИ для ответственных измерений;

- при преобладании погрешности рабочего эталона – повторить поверку более точным рабочим эталоном, в случае необходимости воспользоваться программой «ММИ-поверка 2.1»;

- при преобладании погрешности неадекватности – использовать программу «ММИ-поверка 2.0» или программу «ММИ-поверка 2.1».

Расчет основной погрешности и достоверности поверки микрометра МК25-1

1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДИКИ ПОВЕРКИ

1.0 Нормативно-правовые документы

- [1] ГОСТ Р 8763–2011. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ до 50 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм.
- [2] МИ 782–85. МУ ГСИ. Микрометры с ценой деления 0,01 мм. Методика поверки.
- [3] ГОСТ 6507–90. Микрометры. Технические условия.
- [4] ГОСТ 9038–90. Меры длины концевые плоскопараллельные образцовые 3-го и 4-го разрядов и рабочие.
- [5] МИ 2079–90. ГСИ. Меры длины концевые плоскопараллельные образцовые 3-го и 4-го разрядов и рабочие классов точности 1-5 длиной до 100 мм. Методика поверки.
- [6] МИ 1604–87. МУ ГСИ. Меры длины концевые плоскопараллельные. Общие требования к методикам поверки.

- [7] МИ 2916–2005. ГСИ. Идентификация распределений вероятностей при решении измерительных задач.

- [8] МИ 1317–2004. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров

- [9] Свидетельство о поверке № 356-35128-107 эталонного набора № 21 мер длины концевых плоскопараллельных зав. № 35347 (5,12...100) мм (действительно до ...).

1.1 Постановка измерительной задачи

- [2] 4.3.9.а ... Погрешность микрометра определяют как наибольшую разность между показаниями микрометра, полученными при каждом отсчете, и действительными размерами мер, указанными в свидетельстве...

- [7] 4.1.3 Целью полной идентификации согласно Р 50.2.004 является нахождение свертки ПВБ наблюдаемой ... $f_2(\xi)$ и наблюдаемой ... $f_2(\psi)$ составляющих исконой величины

$$f_2(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(x-w) \cdot f_2(\psi) \cdot d\psi = f_2(\psi) \otimes f_2(\xi) = f_{2n}(x). \quad (2)$$

- [8] 1.4.2 В качестве функции плотности распределения вероятностей составляющих погрешности измерений, для которых известны только пределы допускаемых значений, т.е. границы интервала, в пределах которых находятся соответствующая составляющая погрешности измерений с вероятностью 1, при расчетах характеристик погрешности измерений принимают закон равномерной плотности, если отсутствует информация об ином виде распределения.

Примечание: Оценить качество поверки по доле распределения погрешности в допуске.

1.2 Доверительная вероятность

- [1] 3.3.3.2 Доверительные границы абсолютных погрешностей δ при доверительной вероятности 0,99 рабочих эталонов 3-го разряда составляют от $\pm(0,1+1L)$ до $\pm(0,2+2L)$ мкм.

- 3.3.4.2 Доверительные границы абсолютных погрешностей δ при доверительной вероятности 0,99 рабочих эталонов 4-го разряда составляют от $\pm 0,2$ мкм до $\pm(0,5+5L)$ мкм.

- 4.3.2 Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ рабочих средств измерений составляют от $\pm 0,02$ мкм до ± 1 мм.

Примечание: $P = 0,99 \times 1 = 0,99$.

1.3 Условия поверки

- [2] 3.1 При проведении поверки по пп. 4.3.7–4.3.11 температура помещения, в котором проводят поверку, должна соответствовать требованиям ГОСТ 6507...

- [3] 2.1.1.3 ... при ... температуре, не превышающей значений, установленных в табл. 2...

Верхний предел измерений микрометра, мм	Допускаемое отклонение температуры от 20 °С
До 150	± 4

Примечание: Соблюдать номинальные условия измерений.

1.4 План измерений

- [2] 4.3.9.1 Погрешность микрометров ... определяют в пяти (не менее) равномерно расположенных точках шкалы ... Точки ... указывают в табл. 2.

Диапазон измерений микрометров	Шаг цинкметрического штифта	Рекомендуемые номинальные значения размеров концевых мер длины, используемых при поверке
0–25	0,5	5,12; 10,24; 15,36; 21,50; 25,00

Примечания: 2. При поверке рекомендуется использовать набор концевых мер длины № 21 по ГОСТ 9038.

Примечание: $X \uparrow = \{5,12; 10,24; 15,36; 21,50; 25,00\}$ мм, $N=5 \times 1$.

1.5 Средства поверки

- [2] 1.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в табл. 1.

Наименование операции	Номер пункта методических указаний	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики
Определение погрешности микрометра: типов МК, ... с вершиной пресловом диапазоне измерения до 50 мм класса точности 1 и 2	4.3.9.1	Плоскопараллельные концевые меры длины образцовые ... класса точности 2 по ГОСТ 9038.

Примечания: 1. Допускается применение средств, не приведенных в перечне, но обеспечивающих контроль метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

- [1] 3.3.3.3 Рабочие эталоны 3-го разряда применяют для поверки рабочих эталонов 4-го разряда – плоскопараллельных концевых мер длины, мер внутренних диаметров – измерительных колец методом сравнения с помощью компаратора, приборов для поверки средств измерений внутренних размеров методом прямых измерений и рабочих средств измерений – приборов для измерений наружных размеров, установочных колец методом прямых измерений, плоскопараллельных концевых мер длины методом сравнения с помощью компаратора.

- 3.3.4.3 Рабочие эталоны 4-го разряда применяют для поверки рабочих средств измерений – плоскопараллельных концевых мер длины, установочных концевых мер, проволоочек, роликов, принадежности к концевым мерам (боковиков) методом сравнения с помощью компаратора, прибор-

ров для измерений наружных размеров, штангенциркуля, приборов для измерений наружных и внутренних размеров, нутромеров методом прямых измерений, установочных колец, плоско-

радиальных концевых мер длины методом сличения с помощью компаратора.

[4] 2.2 Допускаемые отклонения длины концевых мер от номинальной при температуре 20 °С ... должны превышать значений, указанных в табл. 3.

Концевые меры длины	Допускаемые отклонения длины от номинального значения δ , мм, для классов точности			
	00	01	0	1
Сх. 10 до 25	0,07	0,30	0,14	0,60
Сх. 25 до 30				0,80

2.10 Концевые меры ... должны иметь температурный коэффициент линейного расширения при температуре от 10 до 30 °С в соответствии с табл. 5 ...

Номинальные значения длины концевых мер, мм	Температурный коэффициент линейного расширения концевых мер, мм, на 1 м и 1 °С	Класс точности концевых мер
Сх. 10 до 25	8 - 12,5	1, 2 и 3

[6] 1.1.1. ... погрешность измерений длины при доверительной вероятности 0,99 не должна превышать для разряда, мм: ... 3-го $\pm(0,2 + 2L)$; 4-го $\pm(0,2 + 1L)$; где L - длина концевой меры, м.

Длина концевой меры, мм	Номинальная	5,12	10,24	15,36	21,50	25,00
Действительная	5,11992	10,23996	15,35993	21,50001	24,99993	

Примечание: Концевые меры 2Н21-ГОСТ 9038-90 №...3-го разряда, $\theta_{\text{мас}} = 0,1 + 1 \cdot 0,025 = 0,125$ мкм.

[2] 4.3.9.1 ... Погрешность микрометров не должна превышать значений, установленных в ГОСТ 6507... Допускается наличие в обращении и выпуск из ремонта микрометров с погрешностью, превышающей значения, указанные в ГОСТ 6507... для класса точности 2, но не более чем в два раза, от чем делается соответствующая отметка в документах о поверке.

[3] 2.1.1.3 Предел допускаемой погрешности микрометра в любой точке диапазона измерений при нормированном измерительном усилии и температуре, не превышающей значений, установленных в табл. 2, а также допускаемое изменение показаний микрометра от изгиба скобы при усилии 10 Н, направленном по оси винта, должны соответствовать установленным в табл. 3.

Вариант предел измерений микрометра, мм	Предел допускаемой погрешности микрометра с отсчетом показаний по шкалам стебля и барабана классов точности, мкм	
	1	2
25	$\pm 2,0$	$\pm 4,0$

[8] 2.5 Примечание к таблице 1.

... 4. Предела допускаемых значений характеристик погрешности определять интервал, в котором находится данная характеристика, т.е. они соответствуют вероятности нахождения характеристиками в данном интервале, равной единице.

Примечание: $\Delta p = 2$ мкм.

[7] 4.2.3 Статистический ряд данных преобразуют в вариационный и рассчитывают ... статистическую функцию распределения для ранговых значений, указывая их ранги и частоты.

4.4 При объединении статистически неоднородных данных их приводят к данным условиям и нормализуют пределами допускаемых значений погрешности.

5.4 ПРВ искомой величины находят в виде свертки согласно и Приложению Б.

6.6 При использовании усеченных распределений точки усечения определяют по оценкам параметров равномерного распределения (Приложение Б).

$$\hat{\theta}_1 = 0,5 \cdot (\hat{\xi}_{\text{н}} + \hat{\xi}_{\text{м}}), \quad \hat{\theta}_2 = 0,5 \cdot \frac{N+1}{N-1} \cdot (\hat{\xi}_{\text{м}} - \hat{\xi}_{\text{н}})$$

Примечание: Обработка результатов измерений - по МИ 2916-2005.

2 РАСЧЕТ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ ПОВЕРКИ

2.0 Исходные данные и их нормализация

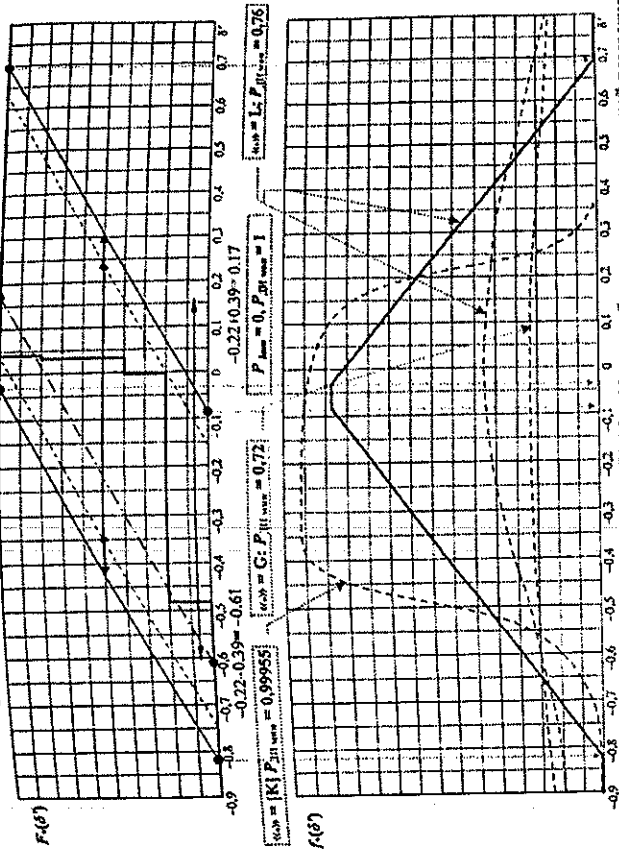
$\theta_{\text{мас}} = (0,125 \text{ мкм}) / (2,0 \text{ мкм}) = 0,0625$

2.1 Статистическая функция распределения

№ п.п.	$y_{\text{н}}$, мм	$x_{\text{н}}$, мм	$y_{\text{м}}$, мм	$x_{\text{м}}$, мм	δ'
1	5,120	5,11992	0,08	0,04	0,04
2	10,240	10,23996	-0,06	-0,04	0,04
3	15,360	15,35993	0,07	0,035	0,035
4	21,500	21,50001	-0,01	-0,005	0,005
5	25,000	24,99993	0,07	0,035	0,035

$$\hat{\theta}_{k1} = [0,04 + (-0,08)/2 = -0,22; \hat{\theta}_{k2} = (0,04 - (-0,04))/2 = 0,09; -0,22 \pm 0,39 = [-0,61; +0,17]$$

2.2 Построение компьютерной оценки распределения основной погрешности



Вывод: Качество поверки микрометра МК 25-1 № ... требованиям государственной поверочной схемы по доверительной вероятности соответствует.

Расчет основной погрешности и достоверности поверки амперметра Э514/3

1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДИКИ ПОВЕРКИ

1.0 Нормативно-правовые документы

[1] ГОСТ 8.022-91 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне 1·10⁻⁴-30 А

[2] ГОСТ 8.497-83 ГСИ. Амперметры, вольтметры, ваттметры, вариметры. Методика поверки

[3] ГОСТ 30012.1-2002 Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 1. Определения и основные требования, общие для всех частей

[4] ГОСТ 8711-93 Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. Особые требования к амперметрам и вольтметрам

[5] Миллиамперметры Э513, амперметры Э514, вольтметры Э515. ТО и ИЗ.

[6] П321 Калибратор тока проградуированный. ТО и ИЗ.

[7] МИ 1317-2004 ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров

[8] МИ 2196-2005 ГСИ. Идентификация распределенной вероятностей при решении измерительных задач

[9] Свидетельство № ... о поверке калибратора П321 № ... (действительно до ...)

1.1 Постановка измерительной задачи

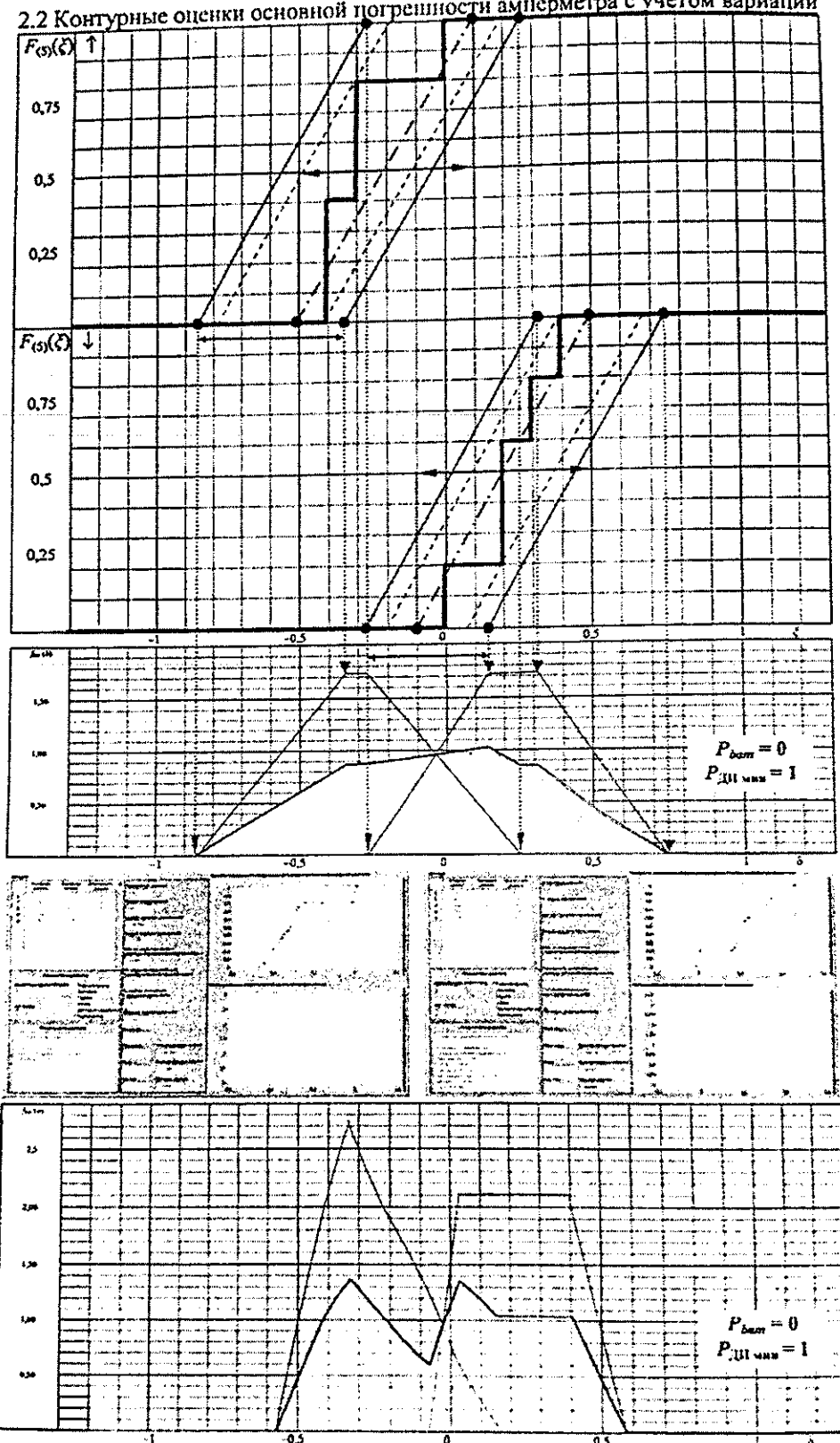
[2] 4.4.2. Основную погрешность приборов в процентах ... вычисляют по формуле

$$\gamma = 100 \cdot (A_{\text{ном}} - A_{\text{из}}) / A_{\text{ном}}$$

где $A_{\text{ном}}$ - значение измеряемой величины, определяемое по показаниям поверяемого прибора;

$A_{\text{из}}$ - действительное значение измеряемой величины, определяемое по показаниям образцового средства измерений; $A_{\text{н}}$ - нормирующее значение.

2.2 Контурные оценки основной погрешности амперметра с учетом вариации



Вывод: Качество поверки амперметра Э514/3 № ... требованиям государственной поверочной схемы по доверительной вероятности соответствует.

Левин Сергей Федорович
ЛЕКЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ:

Научные основы государственной системы обеспечения единства измерений
Учебно-методическое пособие. 24-я редакция. М.: МИЭИ, 2016. 52 с.