

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)



СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И
КОНТРОЛИРУЕМЫХ
САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

ПО КУРСУ

**«МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ и
СЕРТИФИКАЦИЯ»**

Таблица 1

Нормальные линейные размеры (ГОСТ 6636-69)

Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40
1,0	1,0	1,0	1,0 1,05 1,1 1,15 1,2 1,3 1,4 1,5
1,6	1,6	1,6	1,6 1,7 1,8 1,9 2,0 2,1 2,2 2,4
2,5	2,5	2,5	2,5 2,6 2,8 3,0 3,2 3,4 3,6 3,8
4,0	4,0	4,0	4,0 4,2 4,5 4,8 5,0 5,3 5,6 6,0
6,3	6,3	6,3	6,3 6,7 7,1 7,5 8,0 8,5 9,0 9,5
10	10	10	10

Таблица 2

Значения единицы допуска i

№ интервала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Интервалы размеров, мм	До 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
Единица допуска i, мкм	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,88	2,17	2,52	2,90	3,23	3,54	3,89

Таблица 3

Значения коэффициента k

Квалитет	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Коэффициент k	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

Схема расположения основных отклонений

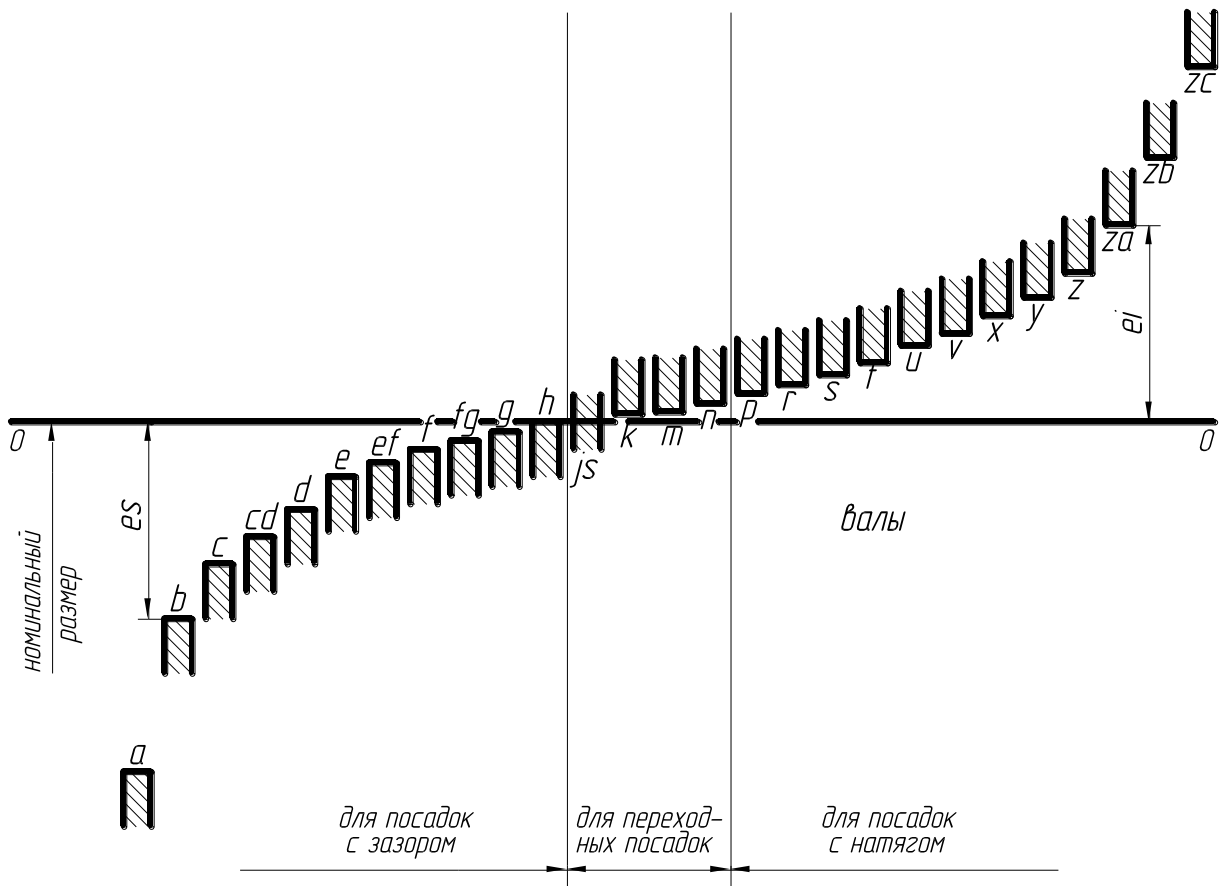
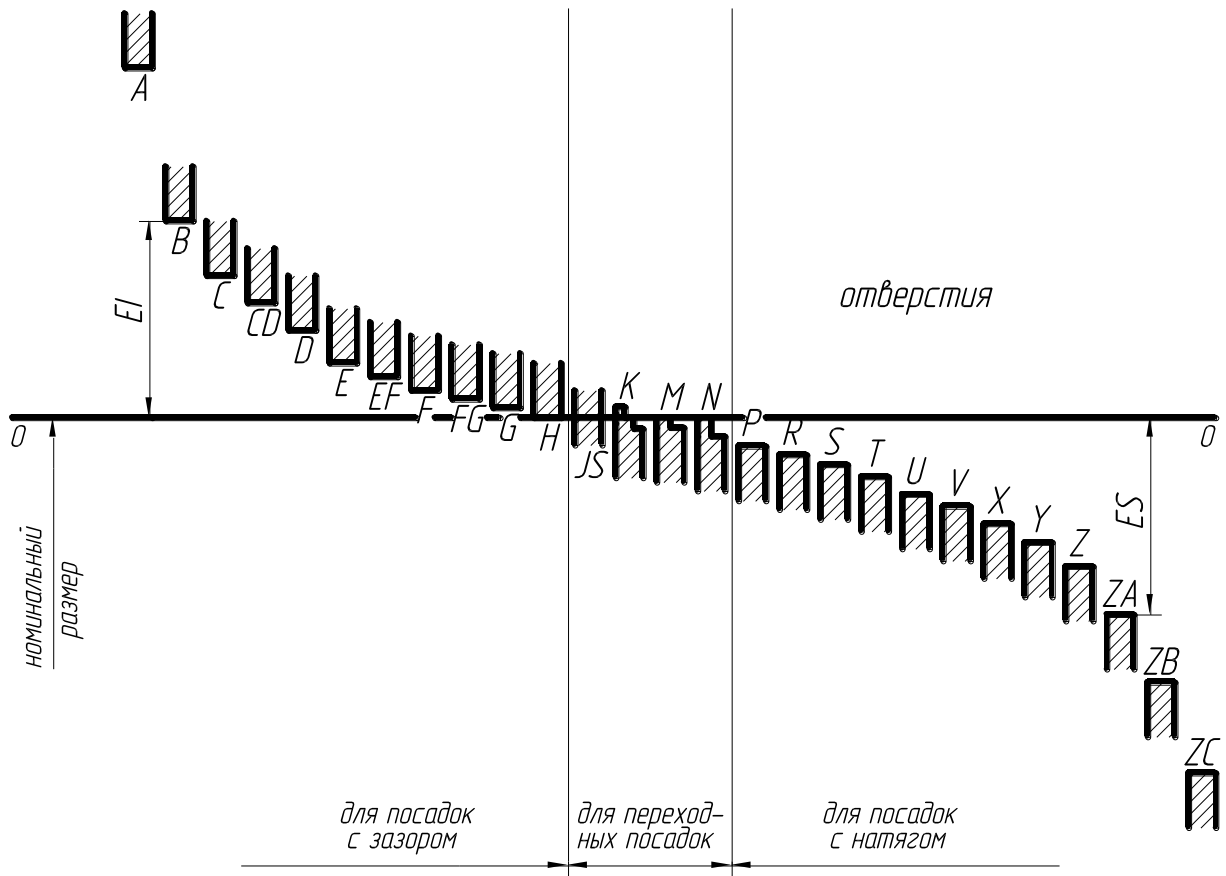


Таблица 4

Допуски для размеров до 500 мм (ГОСТ 25346-89)

№ интервала	Интервалы номинальных размеров, мм	Квалитеты																			
		01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		Значения допусков, мкм																			
1	До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1400
2	Св.3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200	1600
3	« 6 « 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	2200
4	« 10 « 18	0,5	0,8	1	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	2700
5	« 18 « 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	3300
6	« 30 « 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	3900
7	« 50 « 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	4600
8	« 80 « 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	5400
9	« 120 « 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6300
10	« 180 « 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	7200
11	« 250 « 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	8100
12	« 315 « 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	8900
13	« 400 « 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	9700

Примечание: для размеров до 1 мм квалитеты 14 .. 16 не применяются

Таблица 5

Основные отклонения размеров

Интервалы номинальных размеров, мм	Основные отклонения										
	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h
	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H
	Абсолютные значения основных отклонений, мкм										
До 3	270	140	60	34	20	14	10	6	4	2	0
Св. 3 « 6	270	140	70	46	30	20	14	10	6	4	0
« 6 « 10	280	150	80	56	40	25	18	13	8	5	0
« 10 « 14	290	150	95	-	50	32	-	16	-	6	0
« 14 « 18											
« 18 « 24	300	160	110	-	65	40	-	20	-	7	0
« 24 « 30											
« 30 « 40	310	170	120	-	80	50	-	25	-	9	0
« 40 « 50	320	180	130								
« 50 « 65	340	190	140	-	100	60	-	30	-	10	0
« 65 « 80	360	200	150								
« 80 « 100	380	220	170	-	120	72	-	36	-	12	0
« 100 « 120	410	240	180								
« 120 « 140	460	260	200	-	145	85	-	43	-	14	0
« 140 « 160	520	280	210								
« 160 « 180	580	310	230								
« 180 « 200	660	340	240	-	170	100	-	50	-	15	0
« 200 « 225	740	380	260								
« 225 « 250	820	420	280								
« 250 « 280	920	480	300	-	190	110	-	56	-	17	0
« 280 « 315	1050	540	330								
« 315 « 355	1200	600	360	-	210	125	-	62	-	18	0
« 355 « 400	1350	680	400								
« 400 « 450	1500	760	440	-	230	135	-	68	-	20	0
« 450 « 500	1650	840	480								

Таблица 6

Основные отклонения размеров

Интервалы номинальных размеров, мм	Основные отклонения											
	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
	Абсолютные значения основных отклонений, мкм											
До 3	6	10	14	-	18	-	20	-	26	32	40	60
Св. 3 « 6	12	15	19	-	23	-	28	-	35	42	50	80
« 6 « 10	15	19	23	-	28	-	34	-	42	52	67	97
« 10 « 14	18	23	28	-	33	-	40	-	50	64	90	130
« 14 « 18						39	45	-	60	77	108	150
« 18 « 24	22	28	35	-	41	47	54	63	73	98	136	188
« 24 « 30				41	48	55	64	75	88	118	160	218
« 30 « 40	26	34	43	48	60	68	80	94	112	148	200	274
« 40 « 50				54	70	81	97	114	136	180	242	325
« 50 « 65	32	41	53	66	87	102	122	144	172	226	300	405
« 65 « 80		43	59	75	102	120	146	174	210	274	360	480
« 80 « 100	37	51	71	91	124	146	178	214	258	335	445	585
« 100 « 120		54	79	104	144	172	210	254	310	400	525	690
« 120 « 140	43	63	92	122	170	202	248	300	365	470	620	800
« 140 « 160		65	100	134	199	228	280	340	415	535	700	900
« 160 « 180		68	108	146	210	252	310	380	465	600	780	1000
« 180 « 200	50	77	122	166	236	284	350	425	520	670	880	1150
« 200 « 225		80	130	180	258	310	385	470	575	740	960	1250
« 225 « 250		84	140	196	284	340	425	520	640	820	1050	1350
« 250 « 280	56	94	158	218	315	385	475	580	710	920	1200	1550
« 280 « 315		98	170	240	350	425	525	650	790	1000	1300	1700
« 315 « 355	62	108	190	268	390	475	590	730	900	1150	1500	1900
« 355 « 400		114	208	294	435	530	660	820	1000	1300	1650	2100
« 400 « 450	68	126	232	330	490	595	740	920	1100	1450	1850	2400
« 450 « 500		132	252	360	540	660	820	1000	1250	1600	2100	2600

Примечание: для основных отклонений отверстий от P до ZC квалитетов до IT7 включительно следует брать поправку Δ со знаком «плюс» из табл.8.

Основные отклонения размеров

Интервалы номинальных размеров, мм	Нижнее отклонение валов, мкм				Верхнее отклонение отверстий, мкм			
	js	k	m	n	JS	K	M	N
	Квалитеты							
	Для всех квалитетов	4 ... 7	Для всех квалитетов		Для всех квалитетов	До 8		
До 3	Предельные отклонения равны $\pm \frac{IT}{2}$	0	+2	+4	Предельные отклонения равны $\pm \frac{IT}{2}$	0	-2	-4
Св. 3 « 6		+1	+4	+8		-1+Δ	-4+Δ	-8+Δ
« 6 « 10		+1	+6	+10		-1+Δ	-6+Δ	-10+Δ
« 10 « 18		+1	+7	+12		-1+Δ	-7+Δ	-12+Δ
« 18 « 30		+2	+8	+15		-2+Δ	-8+Δ	-15+Δ
« 30 « 50		+2	+9	+17		-2+Δ	-9+Δ	-17+Δ
« 50 « 80		+2	+11	+20		-2+Δ	-11+Δ	-20+Δ
« 80 « 120		+3	+13	+23		-3+Δ	-13+Δ	-23+Δ
« 120 « 180		+3	+15	+27		-3+Δ	-15+Δ	-27+Δ
« 180 « 250		+4	+17	+31		-4+Δ	-17+Δ	-31+Δ
« 250 « 315		+4	+20	+34		-4+Δ	-20+Δ	-34+Δ
« 315 « 400		+4	+21	+37		-4+Δ	-21+Δ	-37+Δ
« 400 « 500		+5	+23	+40		-5+Δ	-23+Δ	-40+Δ

Примечания: 1) IT – величина допуска соответствующего квалитета;

2) Значение поправки Δ даны в табл. 8.

Таблица 8

Значения поправки Δ , мкм

Интервалы номинальных размеров, мм	Квалитеты				
	4	5	6	7	8
До 3	0	0	0	0	0
Св. 3 « 6	1,5	1	3	4	6
« 6 « 10	1,5	2	3	6	7
« 10 « 18	2	3	3	7	9
« 18 « 30	2	3	4	8	12
« 30 « 50	3	4	5	9	14
« 50 « 80	3	5	6	11	16
« 80 « 120	4	5	7	13	19
« 120 « 180	4	6	7	15	23
« 180 « 250	4	6	9	17	26
« 250 « 315	4	7	9	20	29
« 315 « 400	5	7	11	21	32
« 400 « 500	5	7	13	23	34

Рекомендуемые и предпочтительные посадки в системе отверстия (ГОСТ 25347-82)

Основное отверстие	Основные отклонения валов																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
H5							$\frac{H5}{g4}$	$\frac{H5}{h4}$	$\frac{H5}{js4}$	$\frac{H5}{k4}$	$\frac{H5}{m4}$	$\frac{H5}{n4}$									
H6						$\frac{H6}{f6}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$						
H7			$\frac{H7}{c8}$	$\frac{H7}{d8}$	$\frac{H7}{e7}$; $\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$ $\frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u7}$				
H8			$\frac{H8}{c8}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f7}$; $\frac{H8}{f8}$		$\frac{H8}{h7}$; $\frac{H8}{h8}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$			$\frac{H8}{s7}$		$\frac{H8}{u8}$		$\frac{H8}{x8}$		$\frac{H8}{z8}$
				$\frac{H8}{d9}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f9}$		$\frac{H8}{h9}$													
H9				$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e8}$; $\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f8}$; $\frac{H9}{f9}$		$\frac{H9}{h8}$; $\frac{H9}{h9}$													
H10				$\frac{H10}{d10}$				$\frac{H10}{h9}$; $\frac{H10}{h10}$													
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$				$\frac{H11}{h11}$													
H12		$\frac{H12}{b12}$						$\frac{H12}{h12}$													

Примечание: - предпочтительная посадка

Рекомендуемые и предпочтительные посадки в системе вала (ГОСТ 25347-82)

Основной вал	Основные отклонения отверстий																
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U
h4							$\frac{G5}{h4}$	$\frac{H5}{h4}$	$\frac{JS5}{h4}$	$\frac{K5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$	$\frac{N5}{h4}$					
h5						$\frac{F7}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{JS6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$				
h6				$\frac{D8}{h6}$	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{F7}{h6}; \boxed{\frac{F8}{h6}}$	$\frac{G7}{h6}$	$\boxed{\frac{H7}{h6}}$	$\boxed{\frac{JS7}{h6}}$	$\boxed{\frac{K7}{h6}}$	$\frac{M7}{h6}$	$\boxed{\frac{N7}{h6}}$	$\boxed{\frac{P7}{h6}}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	
h7				$\frac{D8}{h7}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\boxed{\frac{H8}{h7}}$	$\frac{JS8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$					$\frac{U8}{h7}$
h8				$\frac{D8}{h8}; \frac{D9}{h8}$	$\frac{E8}{h8}; \boxed{\frac{E9}{h8}}$	$\frac{F8}{h8}; \frac{F9}{h8}$		$\boxed{\frac{H8}{h8}}; \frac{H9}{h8}$									
h9				$\frac{D9}{h9}; \frac{D10}{h10}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$		$\frac{H8}{h9}; \frac{H9}{h9}; \frac{H10}{h9}$									
h10				$\frac{D10}{h10}$				$\frac{H10}{h10}$									
h11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$				$\boxed{\frac{H11}{h11}}$									
h12		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$									

Примечание: - предпочтительная посадка

Выбор средств измерений

В индивидуальном и мелкосерийном производстве целесообразно иметь и применять универсальные средства измерения (см. РД 50-98-86 «Методические указания. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм»).

В крупносерийном и массовом производстве технически и экономически выгодным является применение специальных механизированных и автоматизированных средств измерений.

Средство измерения выбирают с учетом конструктивных особенностей, формы и размеров измеряемой детали, требуемой точности измерений, метрологических характеристик прибора, производительности контроля и др.

Учитывая, что погрешность измерения включает в себя инструментальную, методическую и субъективную погрешности, рекомендуется выбирать такое средство измерения, чтобы его погрешность $\Delta_{СИ}^{доп}$ не превышала 70% допускаемой погрешности измерения:

$$\Delta_{СИ}^{доп} \approx 0,7 \cdot \Delta_{и}^{доп}$$

В целях обеспечения единства измерений погрешность $\Delta_{и}$ выполненных измерений не должна превышать допускаемую погрешность измерений $\Delta_{и}^{доп}$:

$$\Delta_{и} \leq \Delta_{и}^{доп}$$

Предел допускаемой погрешности зависит от цели измерения.

При техническом контроле предел допускаемой погрешности по ГОСТ 8.051-81 принимают равным 20..35% допуска на изготовление детали. В среднем предел допускаемой погрешности можно принять равным $\frac{1}{4}$ допуска T на изготовление:

$$\Delta_{и}^{доп} \approx \frac{1}{4} T = 0,25 \cdot T$$

При проведении исследований допускаемую погрешность измерений можно принять равной 0,1 предполагаемого диапазона R рассеивания размеров деталей в процессе обработки:

$$\Delta_{и}^{доп} \approx 0,1 \cdot R$$

Поэтому допускаемая погрешность средств измерений $\Delta_{СИ}^{доп}$ определяется по формулам:

- при техническом контроле

$$\Delta_{СИ}^{доп} \approx 0,7 \cdot 0,25T$$

- при исследовании

$$\Delta_{СИ}^{доп} \approx 0,7 \cdot 0,1R$$

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Средство измерения		Цена деления, мм	Диапазон измерения, мм	Пределы основной погрешности, мкм
Штангенциркуль ШЦ-I		0,1	0 – 125	± 100
Штангенциркуль ШЦ-II		0,05	0 – 200	± 50
Микрометры	МК-25	0,01	0 – 25	± 4
	МК-50		25 – 50	
	МК-75		50 – 75	
Универсальный измерительный микроскоп УИМ-21		0,001	0 – 200	$\pm \left(3 + \frac{L}{30} \right)$
Вертикальные длиномеры	ИЗВ-1	0,001	0 – 250	$\pm \left(1,5 + \frac{L}{100} \right)$
	ИЗВ-2			$\pm \left(1,4 + \frac{L}{140} \right)$
	ИЗВ-3			$\pm \left(1,2 + \frac{L}{120} \right)$
Оптиметр вертикальный ИКВ-1		0,001	0 – 180	± 0,3
Индикаторы часового типа		0,01	0 – 2	± 12
			0 – 5	± 16
			0 – 10	± 20
Индикаторы многооборотные		0,01	0 – 0,8	± 10
Головки измерительные, рычажно-зубчатые		0,001	± 0,05	± 0,4
Нутромеры		0,01	6 – 10	± 5
			10 – 18	
		0,001	18 – 50	± 10
			50 – 100	
		0,002	3 – 6	± 1,8
			6 – 10	
Координатно-измерительная машина с ручным управлением Crista – Plus M544		0,0005	10 – 18	MPE_E $\pm \left(3,5 + \frac{L}{100} \right)$
			18 – 50	
			50 – 100	
Проектор часового типа Carl Zeiss MP320		0,001	0 – 320	± 2,5

Примечание: *L* – измеряемый размер в миллиметрах