

# **Seminar 5:**

## **Как рассчитать вероятность зазора и натяга в переходной посадке**



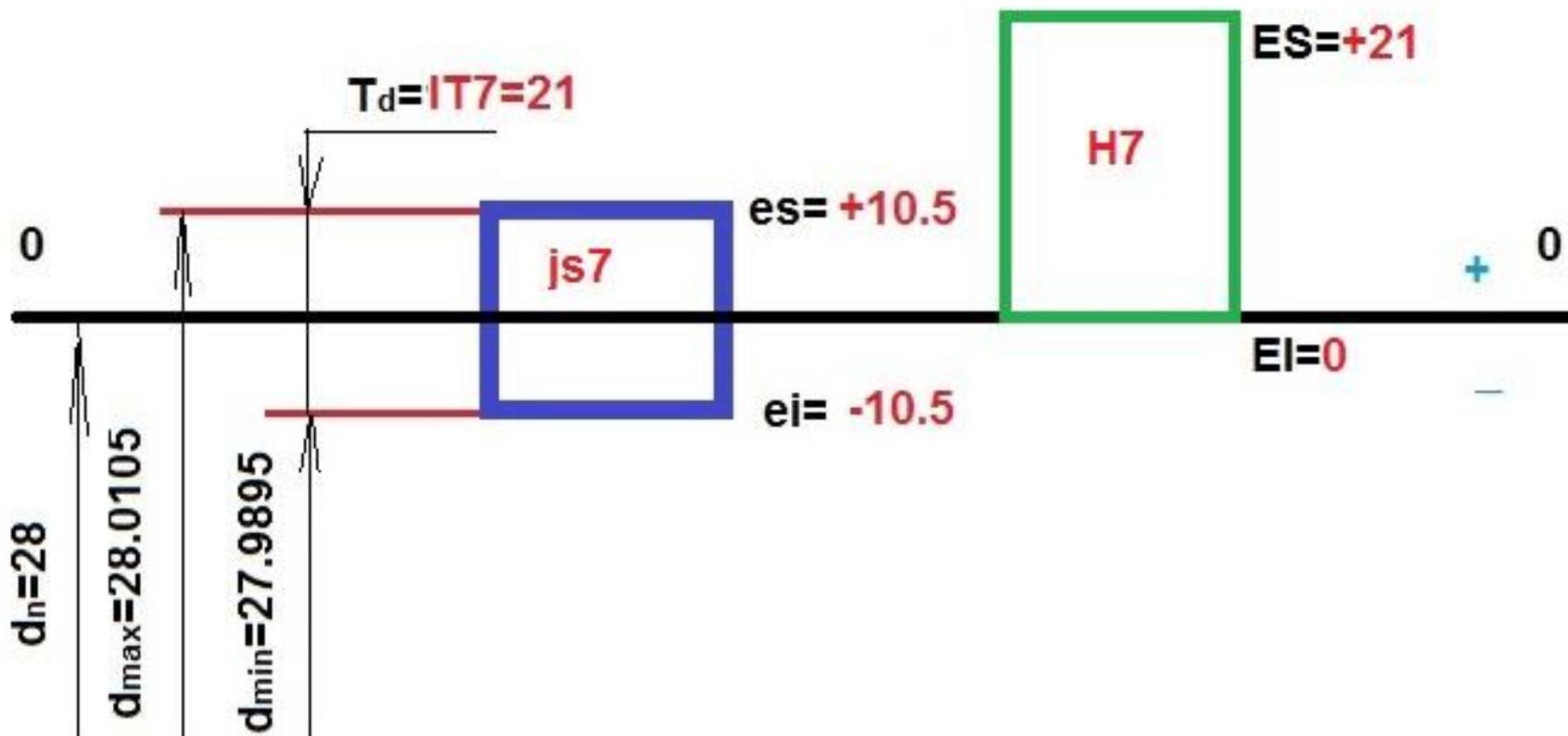
Standardization and measurement assurance of engineering production

# Step 1: Проблемы и задачи

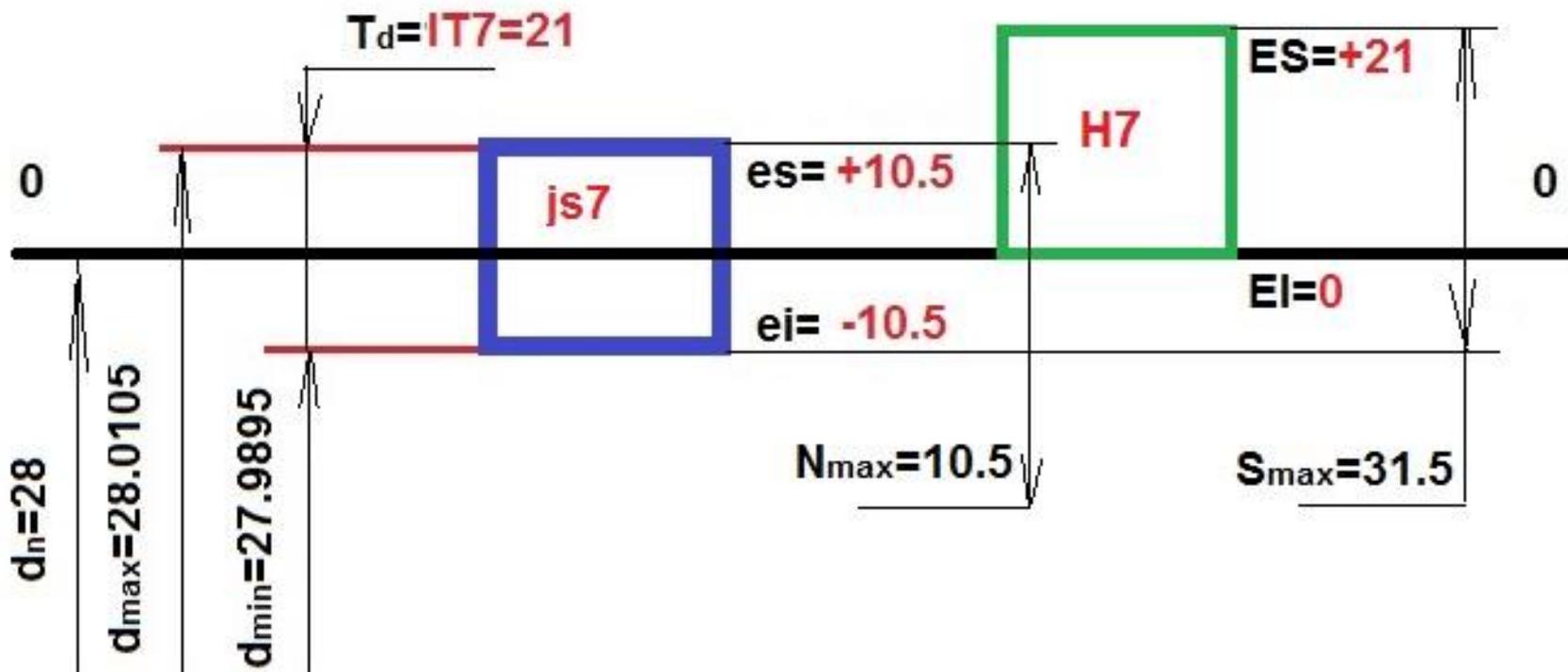
Необходимо:

- Построить схему полей допусков посадки
- Найти максимальные зазоры и натяги ( $N_{\max}, S_{\max}$ )
- Найти наиболее вероятные размеры деталей
- Определить наиболее вероятную посадку
- Построить кривые нормального распределения
- Рассчитать вероятности зазора и натяга ( $P_N, P_S$ )
- Построить графическое решение задачи

## Step 2: Построить поле допуска посадки: $\text{Ø}28\text{H7/js7}$ (seminar 4)

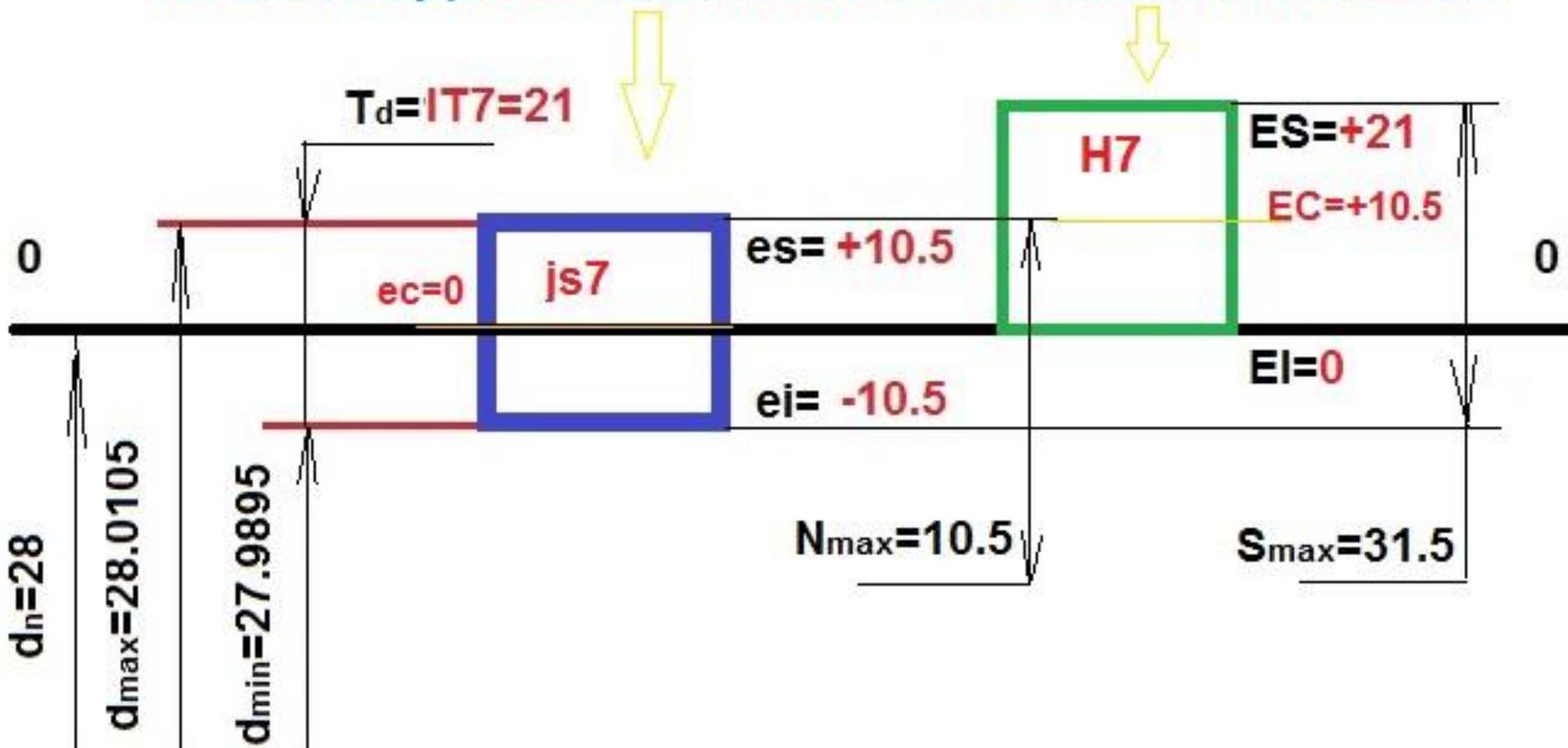


# Step 3: Найти максимальные зазоры и натяги - $N_{\max}, S_{\max}$ (seminar3)



# Step 4: найти наиболее вероятные размеры деталей (**ES**, **es**)

maximum likely probable dimensions are on the middle of tolerance zone



## Step 5: Определить наиболее вероятную посадку

Параметр посадки:

$$П = E - e_s$$

Если  $П > 0$ , тогда наиболее вероятен – зазор

Если  $П < 0$ , тогда наиболее вероятен – натяг

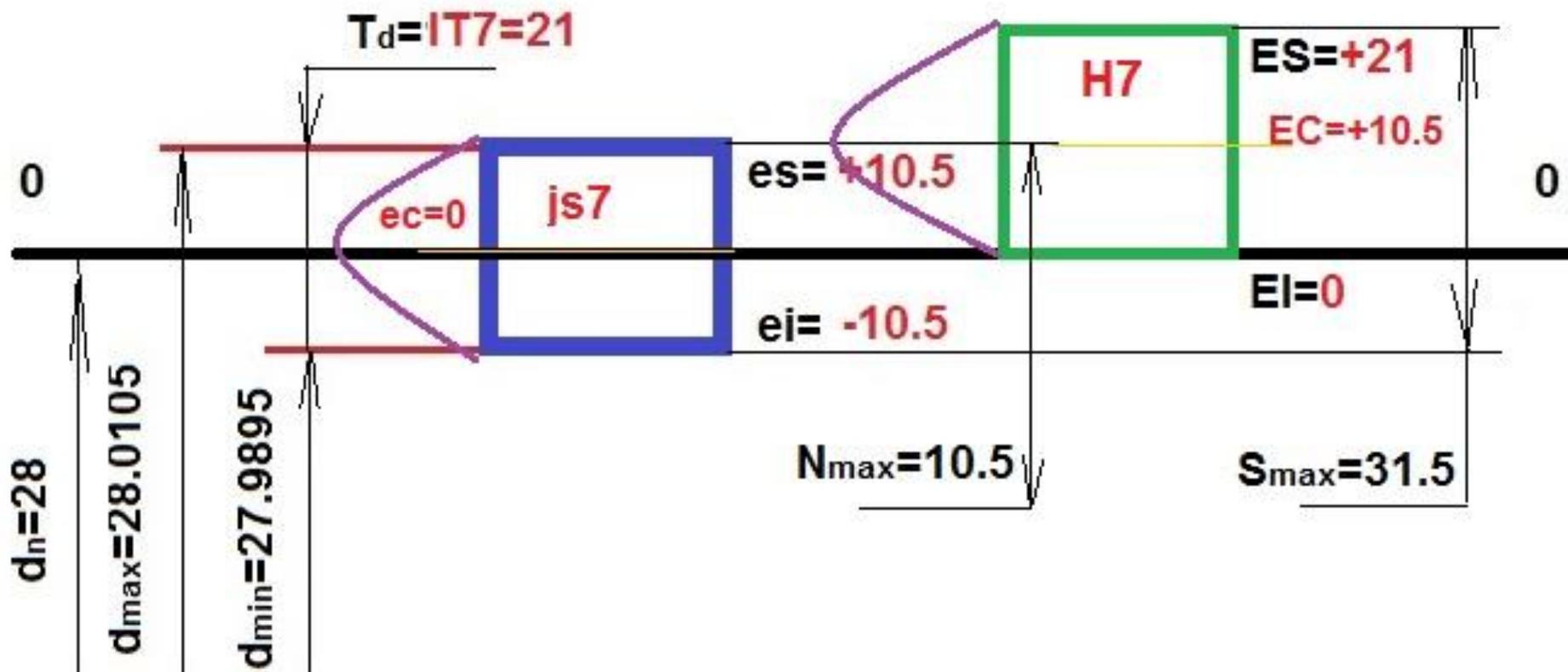
Для нашего случая  $П = E - e_s = 10.5 - 0 = 10.5 \text{ мкм} > 0$

Вероятность зазора больше вероятности натяга:

$$P_S > P_N$$

# Step 6: Построить кривые нормального распределения

Law curves of Laplace function have maximum probability density in the middle of tolerance zone



## Step 7: Определить среднеквадратическое отклонение

Вероятность равная 99.7% включает в себя допуск ( $T_D, T_d$ ) имеющий доверительный интервал  $=\pm 3\sigma$  ( $\sigma$  - СКО)

Это значит  $T=6\sigma$ , или  $T_D=6\sigma_D$  и  $T_d=6\sigma_d$

Тогда  $\sigma_D=T_D/6=21/6=3.5\text{мкм}$  и  $\sigma_d=T_d/6=21/6=3.5\text{мкм}$

СКО посадки:

$$\sigma_{\Sigma}=\sqrt{\sigma_D \times \sigma_D + \sigma_d \times \sigma_d}=\sqrt{3.5 \times 3.5 + 3.5 \times 3.5}=\sqrt{24.5}=4.94 \text{ мкм}$$

## Step 8: Расчет вероятностей

Квантиль Лапласа  $z = \Pi / \sigma_{\Sigma} = 10.5 / 4.94 = 2.12$

Чтобы найти значение функции Лапласа  $\Phi(z)$   
используем таблицу (след. слайд) = 0.4821

Вероятность наиболее вероятной посадки (**S** или **N**)

$$P = 0.5 + \Phi(z)$$

для нашего случая:  $P_S = 0.5 + 0.4821 = 0.9821 = 98.21\%$

Вероятность второй из них равна (**N** or **S**)

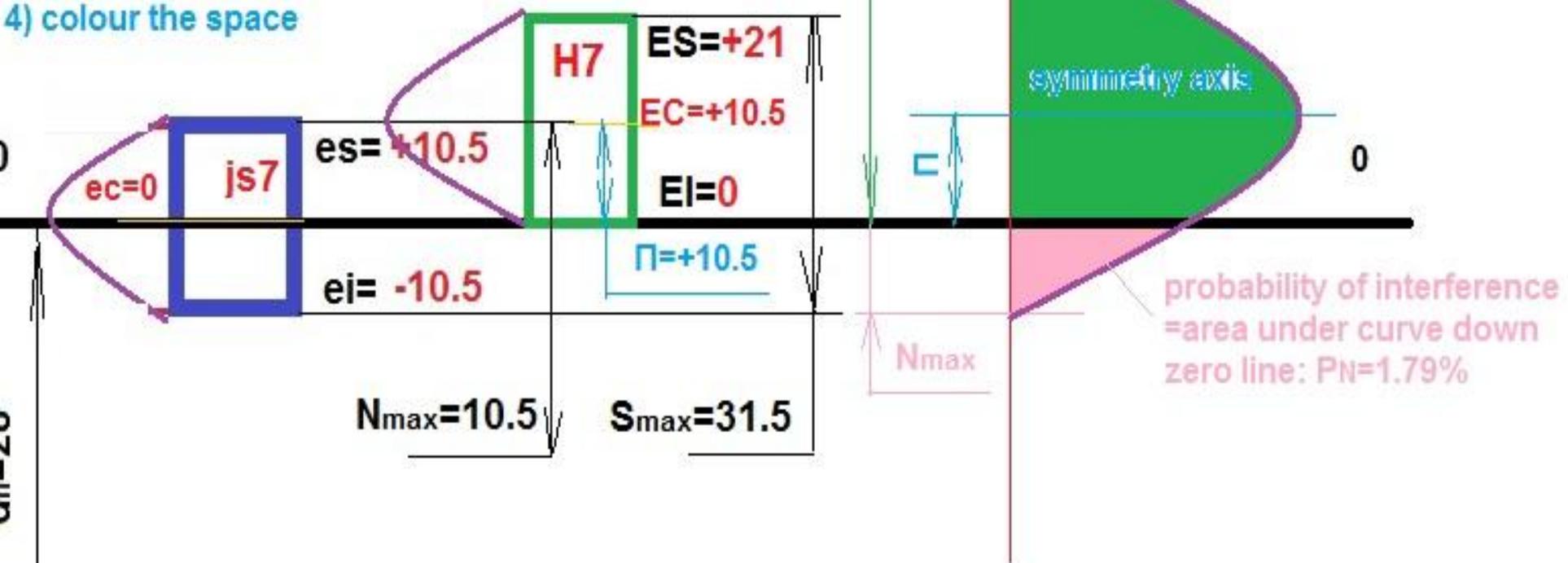
$$P = 1 - (0.5 + \Phi(z))$$

Для нашего случая:  $P_N = 1 - 0.9821 = 0.0179 = 1.79\%$

$z$	$\Phi(z)$	$z$	$\Phi(z)$
0,00	0,0000	0,94	0,3264
0,02	0,0080	0,96	0,3315
0,06	0,0239	1,00	0,3413
0,10	0,0398	0,10	0,3643
0,14	0,0557	1,20	0,3849
0,20	0,0793	1,30	0,4032
0,24	0,0948	1,40	0,4192
0,28	0,1103	1,50	0,4332
0,30	0,1179	1,60	0,4452
0,34	0,1331	1,70	0,4554
0,40	0,1554	2,00	0,4772
0,46	0,1772	2,10	0,4821
0,50	0,1915	2,90	0,4981
0,54	0,2054	3,00	0,49865
0,58	0,2190	3,20	0,49931
0,60	0,2257	3,40	0,49966
0,66	0,2454	3,60	0,499541
0,70	0,2580	3,80	0,499928
0,76	0,2764	4,00	0,499968
0,80	0,2881	4,50	0,499997
0,86	0,3051	5,00	0,4999997

# Step 9: Графическое решение задачи

- 1) find symmetry axis through  $\Pi$  ("+" up from zero line "-" down from zero line)
- 2) find boundaries  $S_{max}$  - up  $N_{max}$  - down zero line
- 3) draw the curve
- 4) colour the space



# Step 10: Assignment

Solve the same problem for transition fit

$\text{Ø}18\text{H}8/\text{m}7$

**Attention!** Draw tolerance zones on a scale  
(1MKM=5MM)

Use tables of following slides and previous seminars

**Good luck!**

# Table of tolerances

Intervals of dimensions	Quality classes							
	5	6	7	8	9	10	11	12
3..6	5	8	12	18	30	48	75	120
6...10	6	9	15	22	36	58	90	150
10...18	8	11	18	27	43	70	110	180
18...30	9	13	21	33	52	84	130	210
30...50	11	16	25	39	62	100	160	250
50...80	13	19	30	46	74	120	190	300
80...120	15	22	35	54	87	140	220	350
120...180	18	25	40	63	100	160	250	400

# Table of fundamental deviations of shafts

Nominal dimensions mm		Буквенные обозначения																							
		a	b	c	d	e	f	g	h	js	k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z		
		for all quality classes									from 4 to 7 qual.cl.	from 8 qual. class	for all quality classes												
from	to	upper deviations $e_s$ , mcm									$\pm IT_d/2$	lower deviations $e_i$ , mcm													
6	10	-280	-150	-80	-40	-25	-13	-5	0	$e_s = e_i$		1	0	6	10	15	19	23		28		34		42	
10	14	-290	-150	-95	-50	-32	-16	-6	0		1	0	7	12	18	23	28		33		40		50		
14	18																		39	45			60		
18	24	-300	-160	-110	-65	-40	-20	-7	0		2	0	8	15	22	28	35		41	47	54	63	73		
24	30																	41	48	55	64	75	88		
30	40	-310	-170	-120	-80	-50	-25	-9	0		2	0	9	17	26	34	43		48	60	68	80	94	112	
40	50	-320	-180	-130														54	70	81	97	114	136		
50	65	-340	-190	-140	-100	-60	-30	-10	0		2	0	11	20	32			41	53	66	87	102	122	144	172
65	80	-360	-200	-150														43	59	75	102	120	146	174	210
80	100	-380	-220	-170	-120	-72	-36	-12	0		3	0	13	23	37			51	71	91	124	146	178	214	258
100	120	-410	-240	-180														54	79	104	144	172	210	254	310
120	140	-460	-260	-200	-145	-85	-43	-14	0		3	0	15	27	43			63	92	122	170	202	248	300	365
140	160	-520	-280	-210														65	100	134	190	228	280	340	415
160	180	-580	-310	-230														68	108	146	210	252	310	380	465
180	200	-660	-340	-240	-170	-100	-50	-15	0		4	0	17	31	50			77	122	166	236	284	350	425	520
200	225	-740	-380	-260														80	130	180	258	310	385	470	575
225	250	-820	-420	-280														84	140	196	284	340	425	520	640
250	280	-920	-480	-300	-190	-110	-56	-17	0		4	0	20	34	56			94	158	218	315	385	475	580	710
280	315	-1050	-540	-330														98	170	240	350	425	525	650	790
315	355	-1200	-600	-360	-210	-125	-62	-18	0		4	0	21	37	62			108	190	268	390	475	590	730	900
355	400	-1350	-680	-400													114	208	294	435	530	660	820	1000	