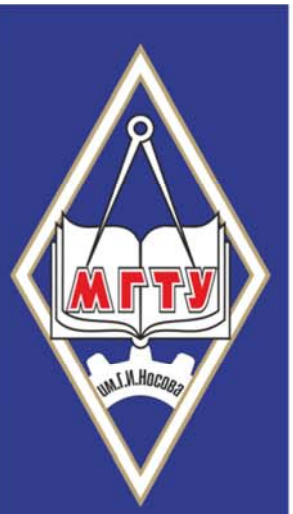


«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

РАБОТА № 3
«КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ»

Магнитогорск, 2018
Профессор каф. ТОМ Левандовский С.А.
с использованием материалов проф. Румянцева М.И.

Ваши исходных данные выглядят следующим образом

Здесь представлена лишь форма исходных данных для примера. Ваши исходные данные Вы получаете персонально у преподавателя.

Для этой работы нам понадобится таблица 1.2

Вариант 1.1

Толщина листа при настройке
на номинал 1,00 × 1550 мм
(ГОСТ 19904)

0,92	1,00	1,03	1,04	1,08
1,00	0,99	1,08	1,05	1,00
1,07	1,00	0,99	0,92	1,06
1,00	0,90	0,99	0,99	1,05
1,02	0,99	0,95	0,97	0,94
1,04	1,00	0,96	0,98	1,03
0,96	0,94	0,99	0,93	1,06
0,99	0,99	1,03	1,00	1,00
1,08	0,97	1,02	0,97	1,00
1,00	1,01	0,93	0,94	0,99

Вариант 1.2

Влияние
температуры конца прокатки (tкп) и смотки (tсм)
на предел текучести (σт,МПа) стали
0,08 % C 0,020 % Si

tкп, °C	tсм, °C						
	554	599	630	652	673	702	730
787	310,2	285,0	283,4	296,1	272,2	220,6	211,4
826	319,3	300,2	243,6	265,3	263,4	206,8	187,6
844	283,5	242,4	234,8	232,4	262,6	251,9	193,8
853	317,1	281,9	275,4	220,0	235,2	216,5	222,4
888	288,8	278,6	264,1	202,7	206,9	203,2	203,1
904	261,7	240,6	206,0	205,6	243,8	183,1	169,0
931	246,4	213,3	223,7	211,4	222,5	173,9	196,7

Ваши исходных данные выглядят следующим образом

Перед тем как начать работать с Данным их нужно подготовить

Из таблицы 1.2. Ваших персональные данных для анализа необходимо получить таблицу вида:

Вариант 1.2

Влияние
температуры конца прокатки (tкп) и смотки (tсм)
на предел текучести (σт,МПа) стали
0,08 % C 0,020 % Si

tкп, °C	tсм, °C						
	554	599	630	652	673	702	730
787	310,2	285,0	283,4	296,1	272,2	220,6	211,4
826	319,3	300,2	243,6	265,3	263,4	206,8	187,6
844	283,5	242,4	234,8	232,4	262,6	251,9	193,8
853	317,1	281,9	275,4	220,0	235,2	216,5	222,4
888	288,8	278,6	264,1	202,7	206,9	203,2	203,1
904	261,7	240,6	206,0	205,6	243,8	183,1	169,0
931	246,4	213,3	223,7	211,4	222,5	173,9	196,7

	A	B	C	D	E
1		ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ			
2		Sт, МПа	tкп,C	tсм,C	
3		364,0	788	560	
4		341,2	788	584	
5		338,4	788	611	
6		284,1	788	639	
7		330,9	788	657	
8		281,9	788	715	
9		265,9	788	728	
10		336,4	834	560	
11		320,5	834	584	
12		336,8	834	611	
13		299,4	834	639	
14		269,3	834	657	
15		240,3	834	715	
16		206,3	834	728	
17		334,2	875	560	
18		290,3	875	584	
19		318,5	875	611	

Каждому значению предела текучести (σ_τ) соответствует два значения температуры конца прокатки (***tкп***) и температуры смотки (***tсм***)

В задании № 3 нужно выполнить следующее

1. Построить матрицу корреляции
2. Оценить значимость коэффициентов корреляции
3. Сделать выводы по работе

(на основе вопросов, рассмотренных в этой презентации)

	Y	X_1	...	X_j	...	X_m
Y	1	r_{Y,X_1}	...	r_{Y,X_j}	...	r_{Y,X_m}
X_1	r_{Y,X_1}	1	...	r_{X_1,X_j}	...	r_{X_1,X_m}
...	...	...	1	...	...	...
X_j	r_{Y,X_j}	r_{X_1,X_j}	...	1	....	r_{X_j,X_m}
...	...	...	...	...	1	...
X_m	r_{Y,X_m}	r_{X_1,X_m}	...	r_{X_j,X_m}	...	1

Тест Стьюдента

$$t = \frac{|r|}{\sqrt{1-r^2}}\sqrt{n-2} > t[\alpha; n-2]$$

t – рассчитанное число Стьюдента

t[α;n-2] – табличное число Стьюдента

$$r > r_{min} = \sqrt{\frac{1}{1+\frac{n-2}{(t[\alpha; n-2])^2}}}$$

ПРИМЕР
КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА
В Microsoft EXCEL

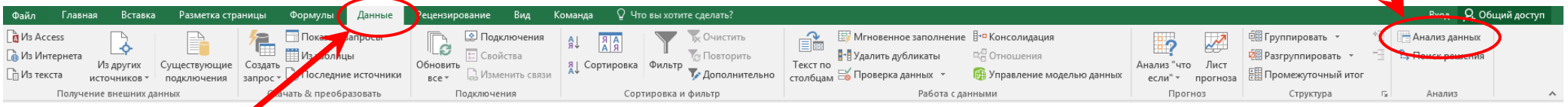
Корреляционный анализ

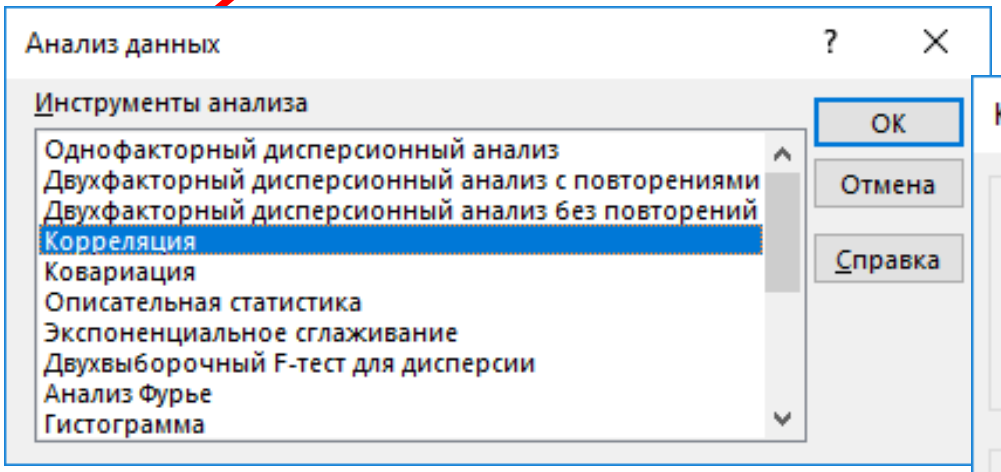
В результате 28 наблюдений получен массив данных о значениях предела текучести металла (Sт), прокатанного на ШСГП при различных температурах конца прокатки (tкп) и смотки (tсм)

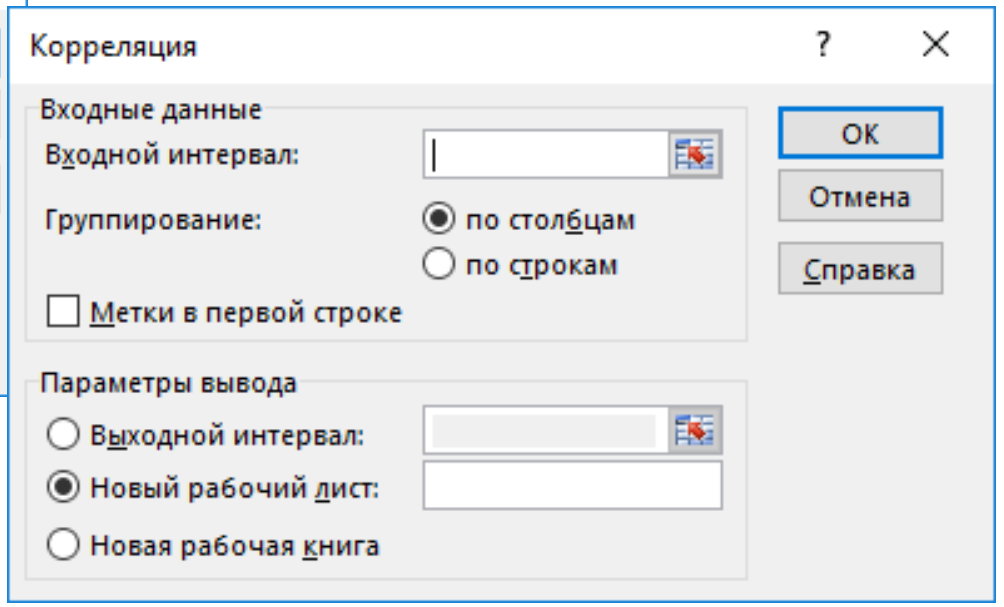
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ				Результат "КОРРЕЛЯЦИЯ"			
2		Sт, МПа	tкп,С	tсм,С			Sm, МПа	tкп,С	tсм,С
3		364,0	788	560		Sт, МПа	1		
4		341,2	788	584		tкп,С	-0,4736	1	
5		338,4	788	611		tсм,С	-0,8089	0	1
6		284,1	788	639					
7		330,9	788	657		Матрица корреляции r(Y,Xj)			
8		281,9	788	715			Sт, МПа	tкп,С	tсм,С
9		265,9	788	728		Sт, МПа	1	-0,474	-0,809
10		336,4	834	560		tкп,С	-0,474	1	0,000
11		320,5	834	584		tсм,С	-0,809	0,000	1
12		336,8	834	611					
13		299,4	834	639		Оценивание значимости			
14		269,3	834	657		коэффициентов корреляции			
15		240,3	834	715		n		28	
16		206,3	834	728		m		2	
17		334,2	875	560		p		0,95	
18		290,3	875	584		t[α ;n-2]		2,056	
19		318,5	875	611		t(Sт,tкп)		2,742	ДА
20		283,2	875	639		t(Sт,tсм)		7,015	ДА
21		281,0	875	657		t(tсм,tкп)		0,000	НЕТ
22		233,1	875	715					
23		200,0	875	728		МНОЖЕСТВЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ			
24		304,4	917	560		R		0,937	ДА
25		307,5	917	584		Fp		86,80195	
26		268,8	917	611		p		0,95	
27		225,4	917	639		F[α ;m;n-m-2]		3,4028	
28		270,3	917	657		D		87,9	%
29		181,3	917	715					
30		175,3	917	728					
31									

Корреляционный анализ

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА «КОРРЕЛЯЦИЯ»







Корреляционный анализ

Коэффициент парной корреляции между $\sigma_т$ и tкп

$r(\sigma_т ; tкп)$

Коэффициент парной корреляции между $\sigma_т$ и tсм

$r(\sigma_т ; tсм)$

Коэффициент парной корреляции между tкп и tсм

$r(tкп; tсм)$

	B	C	D
1	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ		
2	Sт, МПа	tкп,С	tсм,С
3	364,0	788	560
4	341,2	788	584
5	338,4	788	611
6	284,1	788	639
7	330,9	788	657
8	281,9	788	715
9	265,9	788	728
10	336,4	834	560
11	320,5	834	584
12	336,8	834	611
13	299,4	834	639
14	269,3	834	657
15	240,3	834	715
16	206,3	834	728
17	334,2	875	560
18	290,3	875	584
19	318,5	875	611
20	283,2	875	639
21	251,6	875	657
22	233,1	875	715
23	200,0	875	728
24	304,4	917	560
25	307,5	917	584
26	268,8	917	611
27	225,4	917	639
28	270,3	917	657
29	181,3	917	715
30	175,3	917	728
31			

	F	G	H	I
1	Результат "КОРРЕЛЯЦИЯ"			
2		Sт, МПа	tкп,С	tсм,С
3	Sт, МПа	1		
4	tкп,С	-0,4736	1	
5	tсм,С	-0,8089	0	1
6				
7	Матрица корреляции r(Y,Xj)			
8		Sт, МПа	tкп,С	tсм,С
9	Sт, МПа	1	-0,474	-0,809
10	tкп,С	-0,474	1	0,000
11	tсм,С	-0,809	0,000	1
12				
13	Оценивание значимости			
14	коэффициентов корреляции			
15	n		28	
16	m		2	
17	p		0,95	
18	t[α ;n-2]		2,056	
19	t(Sт,tкп)		2,742	ДА
20	t(Sт,tсм)		7,015	ДА
21	t(tсм,tкп)		0,000	НЕТ
22				
23	МНОЖЕСТВЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ			
24	R		0,937	ДА
25	Fp		86,80195	
26	p		0,95	
27	F[α ;m;n-m-2]		3,4028	
28	D		87,9	%
29				
30				
31				

Корреляционный анализ

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

r(σт ; tкп) =КОРРЕЛ(B3:B30;C3:C30)

r(σт ; tсм) =КОРРЕЛ(B3:B30;D3:D30)

r(tкп ; tсм) =КОРРЕЛ(C3:C30;D3:D30)

r(tкп; σт) =КОРРЕЛ(C3:C30;B3:B30)

r(tсм; σт) =КОРРЕЛ(D3:D30;B3:B30)

r(tсм;tкп) =КОРРЕЛ(D3:D30;B3:B30)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ				Результат "КОРРЕЛЯЦИЯ"			
2		Sт, МПа	tкп,C	tсм,C			Sm, МПа	tкп,C	tсм,C
3		364,0	788	560		Sт, МПа	1		
4		341,2	788	584		tкп,C	-0,4736	1	
5		338,4	788	611		tсм,C	-0,8089	0	1
6		284,1	788	639					
7		330,9	788	657		Матрица корреляции r(Y,Xj)			
8		281,9	788	715			Sт, МПа	tкп,C	tсм,C
9		265,9	788	728		Sт, МПа	1	-0,474	-0,809
10		336,4	834	560		tкп,C	-0,474	1	0,000
11		320,5	834	584		tсм,C	-0,809	0,000	1
12		336,8	834	611					
13		299,4	834	639		Оценивание значимости			
14		269,3	834	657		коэффициентов корреляции			
15		240,3	834	715		n		28	
16		206,3	834	728		m		2	
17		334,2	875	560		p		0,95	
18		290,3	875	584		t[α ;n-2]		2,056	
19		318,5	875	611		t(Sт,tкп)		2,742	ДА
20		283,2	875	639		t(Sт,tсм)		7,015	ДА
21		281,0	875	657		t(tсм,tкп)		0,000	НЕТ
22		233,1	875	715					
23		200,0	875	728		МНОЖЕСТВЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ			
24		304,4	917	560		R		0,937	ДА
25		307,5	917	584		Fp		86,80195	
26		268,8	917	611		p		0,95	
27		225,4	917	639		F[α ;m;n-m-2]		3,4028	
28		270,3	917	657		D		87,9	%
29		181,3	917	715					

Матрица корреляции действительно симметрична относительно главной диагонали

Корреляционный анализ

ОЦЕНИВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПАРНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

=СЧЁТ(B3:B30)

=СЧЁТ3(C2:D2)

С клавиатуры

=СТЬЮДРАСПОБР(1-H17;H15-2)

=ABS(G10)*КОРЕНЬ(H15-2)/КОРЕНЬ(1-G10^2)

=ABS(G11)*КОРЕНЬ(H15-2)/КОРЕНЬ(1-G11^2)

=ABS(H11)*КОРЕНЬ(H15-2)/КОРЕНЬ(1-H11^2)

=ЕСЛИ(H19>H18;"ДА";"НЕТ")

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ				Результат "КОРРЕЛЯЦИЯ"			
2		Sт, МПа	tкп,С	tсм,С			Sт, МПа	tкп,С	tсм,С
3		364,0	788	560		Sт, МПа	1		
4		341,2	788	584		tкп,С	-0,4736	1	
5		338,4	788	611		tсм,С	-0,8089	0	1
6		284,1	788	639					
7		330,9	788	657		Матрица корреляции r(Y,Xj)			
8		281,9	788	715			Sт, МПа	tкп,С	tсм,С
9		265,9	788	728		Sт, МПа	1	-0,474	-0,809
10		336,4	834	560		tкп,С	-0,474	1	0,000
11		320,5	834	584		tсм,С	-0,809	0,000	1
12		336,8	834	611					
13		299,4	834	639		Оценивание значимости			
14		269,3	834	657		коэффициентов корреляции			
15		240,3	834	715		n		28	
16		206,3	834	728		m		2	
17		334,2	875	560		p		0,95	
18		290,3	875	584		t[α ;n-2]		2,056	
19		318,5	875	611		t(Sт,tкп)		2,742	ДА
20		283,2	875	639		t(Sт,tсм)		7,015	ДА
21		281,0	875	657		t(tсм,tкп)		0,000	НЕТ
22		233,1	875	715					
23		200,0	875	728		МНОЖЕСТВЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ			
24		304,4	917	560		R		0,937	ДА
25		307,5	917	584		Fp		86,80195	
26		268,8	917	611		p		0,95	
27		225,4	917	639		F[α ;m;n-m-2]		3,4028	
28		270,3	917	657		D		87,9	%
29		181,3	917	715					
30		175,3	917	728					
31									

Корреляционный анализ

РАСЧЕТ И ОЦЕНИВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МНОЖЕСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

=КОРЕНЬ(1-МОПРЕД(G9:I11)/МОПРЕД(H10:I11))

=H24*H24*(H15-H16-2)/((1-H24*H24)*H16)

С клавиатуры

=FРАСПОБР(1-H26;H16;H15-H16-2)

=100*H24*H24

=ЕСЛИ(H25>H27;"ДА";"НЕТ")

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ				Результат "КОРРЕЛЯЦИЯ"			
2		Sт, МПа	tкп,С	tсм,С			Sm, МПа	tкп,С	tсм,С
3		364,0	788	560		Sт, МПа	1		
4		341,2	788	584		tкп,С	-0,4736	1	
5		338,4	788	611		tсм,С	-0,8089	0	1
6		284,1	788	639					
7		330,9	788	657		Матрица корреляции r(Y,Xj)			
8		281,9	788	715			Sт, МПа	tкп,С	tсм,С
9		265,9	788	728		Sт, МПа	1	-0,474	-0,809
10		336,4	834	560		tкп,С	-0,474	1	0,000
11		320,5	834	584		tсм,С	-0,809	0,000	1
12		336,8	834	611					
13		299,4	834	639		Оценивание значимости коэффициентов корреляции			
14		269,3	834	657					
15		240,3	834	715		n		28	
16		206,3	834	728		m		2	
17		334,2	875	560		p		0,95	
18		290,3	875	584		t[α ;n-2]		2,056	
19		318,5	875	611		t(Sт,tкп)		2,742	ДА
20		283,2	875	639		t(Sт,tсм)		7,015	ДА
21		281,0	875	657		t(tсм,tкп)		0,000	НЕТ
22		233,1	875	715					
23		200,0	875	728		МНОЖЕСТВЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ			
24		304,4	917	560		R		0,937	ДА
25		307,5	917	584		Fр		86,80195	
26		268,8	917	611		p		0,95	
27		225,4	917	639		F[α ;m;n-m-2]		3,4028	
28		270,3	917	657		D		87,9	%
29		181,3	917	715					
30		175,3	917	728					
31									

Корреляционный анализ

Связь между какими величинами анализировалась?

Анализировалась связь между пределом текучести металла $\sigma_т$, *температурой конца прокатки* ***tкп*** *и смотки* ***tсм*** *при прокатке на ШСГП.*

Корреляционный анализ

Какие коэффициенты парной корреляции являются статистически значимыми?

С доверительной вероятностью ***95%*** *статистически значимыми являются коэффициенты корреляции между пределом текучести и температурой конца прокатки* $r(\sigma_m ; t_{кп})=-0,474$ *а также между пределом текучести и температурой смотки* $r(\sigma_m ; t_{см})=-0,809$.

Значимость коэффициентов подтверждается тем, что соответствующие расчетные числа Стьюдента $t(\sigma_m ; t_{кп})=2,742$ *и* $t(\sigma_m ; t_{см})=7,015$ *больше табличного* $t[0,05;26]=2,056$.

Корреляционный анализ

О чем это свидетельствует?

Следовательно, предел текучести металла, прокатанного на ШСГП, связан с температурой конца прокатки и смотки.

Так как коэффициенты корреляции отрицательные, увеличение как температуры прокатки, так и температуры смотки уменьшает предел текучести прокатанного металла.

Так как $|r(\sigma_m ; t_{см})| > |r(\sigma_m ; t_{кп})|$*, степень влияния температуры смотки больше чем температуры конца прокатки.*

Корреляционный анализ

Является ли значимым коэффициент множественной корреляции? Что это означает?

С доверительной вероятностью ***95%*** *коэффициент множественной корреляции* $R(\sigma_m;t_{кп};t_{см})=0,937$ *является статистически значимым, т. к. расчетное число Фишера* $F_p=86,802$ *больше табличного* $F[0,05;2;24]=3,4028$.

Это означает, что предел текучести металла, прокатанного на ШСГП, обусловлен совместным действием температуры конца прокатки и смотки.

Корреляционный анализ

О чем свидетельствует значение коэффициента множественной детерминации?

Коэффициент множественной детерминации ***D=0,879*** *свидетельствует, что при прокатке на ШСГП предел текучести металла на* ***87,9%*** *обусловлен сочетанием температуры конца прокатки и смотки.*

Рекомендуемая литература

1. Румянцев М.И., Левандовский С.А., Ручинская Н.А., Черкасов К.Е., Логинов А.В. Статистические методы обработки и анализа числовой информации, контроля и управления качеством проката: Учебное пособие, 2-е изд., перераб. и доп. Магнитогорск, МГТУ, 2014. 262 с.
2. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учебн. пособие для втузов, 2-е изд., перераб. и доп. М., Высш. шк . , 1988. 239 с.
3. Минько А.А. Статистический анализ в MS Excel. М., Изд. дом «Вильямс», 2004. 448 с.
4. Румянцев М.И. Обработка и анализ выборки. Магнитогорск, МГТУ, 2003.