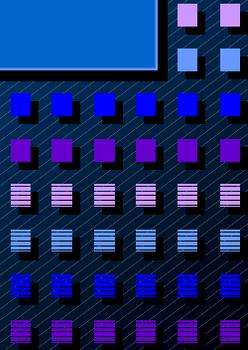




ОСНОВЫ биостатистики

Анализ различий между
группами



Различия между группами

- Качественные переменные

ИЛИ

- Количественные переменные

Качественные переменные

Качественные переменные

- Парные наблюдения

ИЛИ

- Не парные наблюдения

Парные наблюдения

- Метод McNeimar (b - число пар, в которых у лиц, подвергшихся воздействию заболевание развилось, а у контрольных лиц - нет. c - число пар, в которых у лиц, подвергшихся воздействию заболевание не развилось, а у контрольных развилось)

$$OR = \frac{b}{c}$$

$$\chi^2 = \frac{(|b - c| - 1)^2}{b + c}$$

Качественные переменные

	D+	D-
RF+	a	b
RF-	c	d

Таблица 2x2 или четырехпольная таблица
для непарных наблюдений

Непарные наблюдения

- Все частоты более 5 - критерий χ^2
- Хотя бы одна частота менее 5 - точный метод Фишера или критерий χ^2 с поправкой Йетса на непрерывность

Критерий χ^2

- Пограничное значение $\chi^2 = 3,84$

$$\chi^2 = \frac{(a \cdot d - b \cdot c)^2 \cdot N}{(a + b) \cdot (a + c) \cdot (c + d) \cdot (b + d)}$$

Критерий χ^2

- Если таблица, больше чем 2x2 (r - количество строк, c - количество столбцов)

$$\chi^2 = \sum_{ij} \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

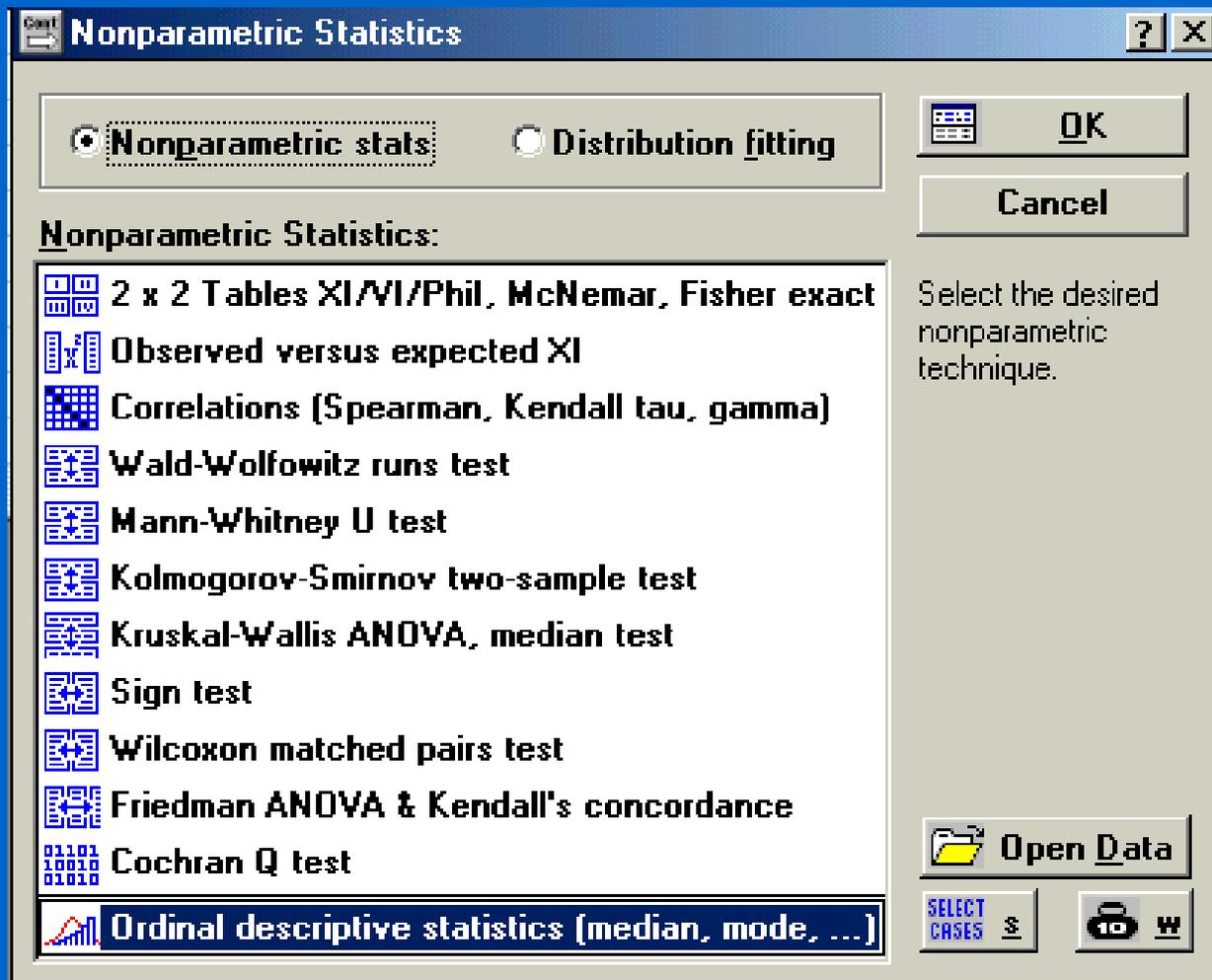
$$df = (r - 1) \cdot (c - 1)$$

$$E_{ij} = \frac{\sum \text{строки}_i \cdot \sum \text{столбца}_j}{\sum \text{таблицы}}$$

Точный метод Фишера

- Прямое вычисление вероятности случайного формирования данной таблицы. Расчет весьма сложен, но поддерживается большинством программ

Анализ качественных переменных



Анализ качественных переменных

2 x 2 Tables

Enter the frequencies
for the 2 x 2 table:

15	15
2	20

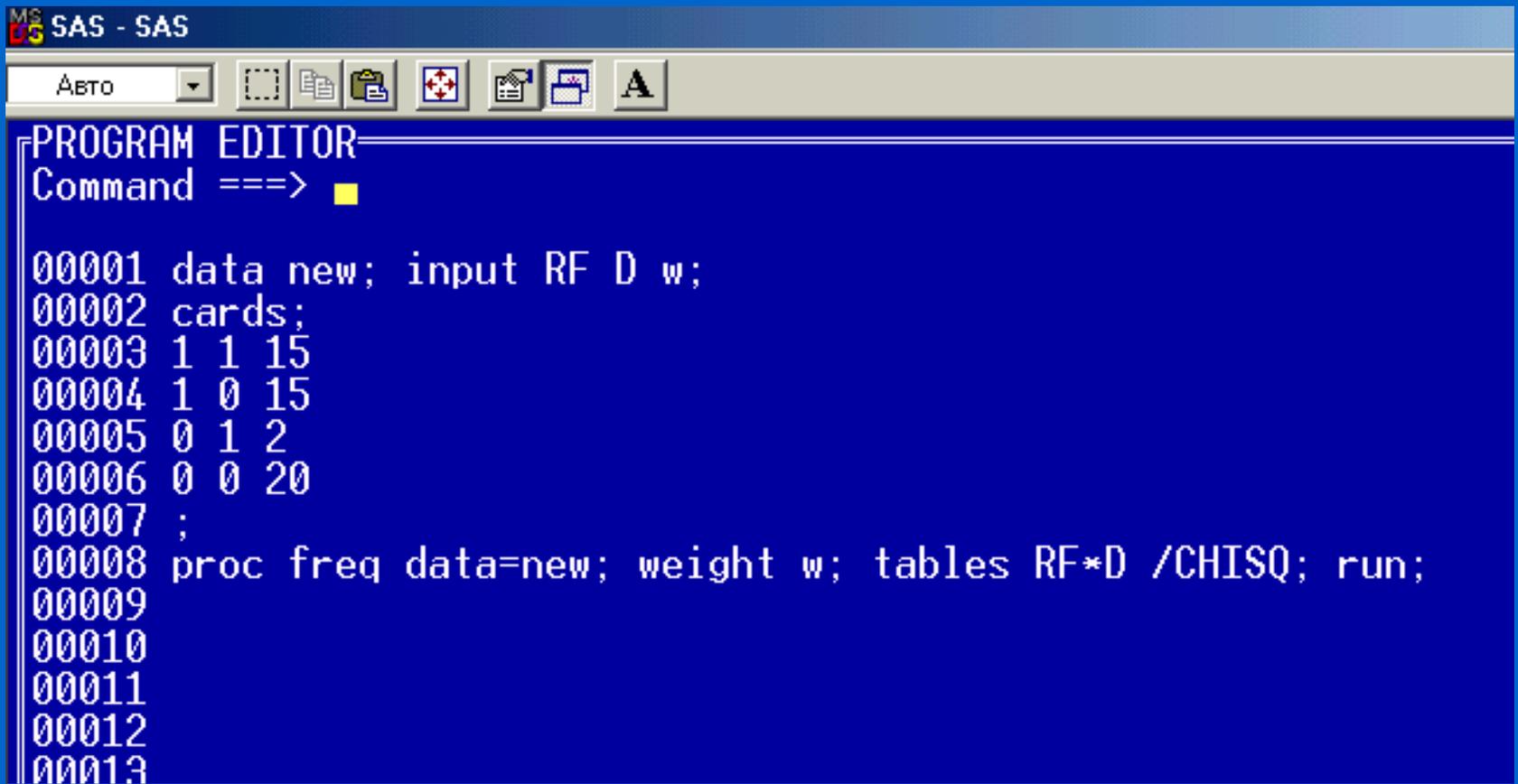
Specify the frequencies
for the two-by-two
frequency table; then
click OK

Анализ качественных переменных

2 x 2 Table (new.sta)

Continue...	Column 1	Column 2	Row Totals
Frequencies, row 1	15	15	30
Percent of total	28,846%	28,846%	57,692%
Frequencies, row 2	2	20	22
Percent of total	3,846%	38,462%	42,308%
Column totals	17	35	52
Percent of total	32,692%	67,308%	
Chi-square (df=1)	9,65	p= ,0019	
V-square (df=1)	9,47	p= ,0021	
Yates corrected Chi-square	7,88	p= ,0050	
Phi-square	,18564		
Fisher exact p, one-tailed		p= ,0018	
two-tailed		p= ,0025	
McNemar Chi-square (A/D)	,46	p= ,4990	
Chi-square (B/C)	8,47	p= ,0036	

Анализ качественных переменных (SAS)



The screenshot shows the SAS Program Editor window. The title bar reads "MS SAS - SAS". The menu bar includes "Авто" and several icons. The main text area contains the following SAS code:

```
PROGRAM EDITOR
Command ==> ■
00001 data new; input RF D w;
00002 cards;
00003 1 1 15
00004 1 0 15
00005 0 1 2
00006 0 0 20
00007 ;
00008 proc freq data=new; weight w; tables RF*D /CHISQ; run;
00009
00010
00011
00012
00013
```

Анализ качественных переменных (SAS)

MS SAS - SAS

АВТО

OUTPUT

Command ==>

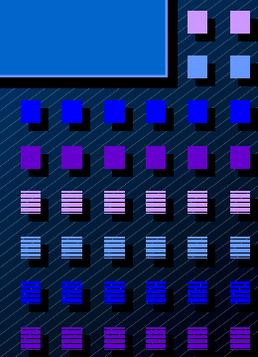
SAS

23:13 Monday, June 6, 1

STATISTICS FOR TABLE OF RF BY D

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	1	9.653	0.002
Likelihood Ratio Chi-Square	1	10.733	0.001
Continuity Adj. Chi-Square	1	7.884	0.005
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	9.468	0.002
Fisher's Exact Test (Left)			1.000
(Right)			1.78E-03
(2-Tail)			2.47E-03
Phi Coefficient		0.431	
Contingency Coefficient		0.396	
Cramer's V		0.431	

Sample Size = 52



Количественные переменные

Количественные переменные

- Две группы

ИЛИ

- Более двух групп

Две группы

- Парные наблюдения

ИЛИ

- Непарные наблюдения

Парные наблюдения

- Нормальное распределение - парный t-тест
- Отличное от нормального распределение - тесты знаков, Вилкоксона

Парный t-тест

- Два варианта расположения данных:
 - Разности в одной колонке (до-после)
 - Две колонки (принято в системе Statistica)

Парный t-тест

- Разности
в одной
колонке

```
PROGRAM EDITOR
Command ==> ■

00001 data new; input BD_diff;
00002 cards;
00003 29
00004 -18
00005 0
00006 43
00007 0
00008 0
00009 16
00010 0
00011 23
00012 33
00013 26
00014 -30
00015 49
00016 49
00017 8
00018 ; run;
00019 proc univariate data=new; var BD_diff; run;
00020
```

Парный t-тест

OUTPUT

Command ==>

SAS

23:38 Monday,

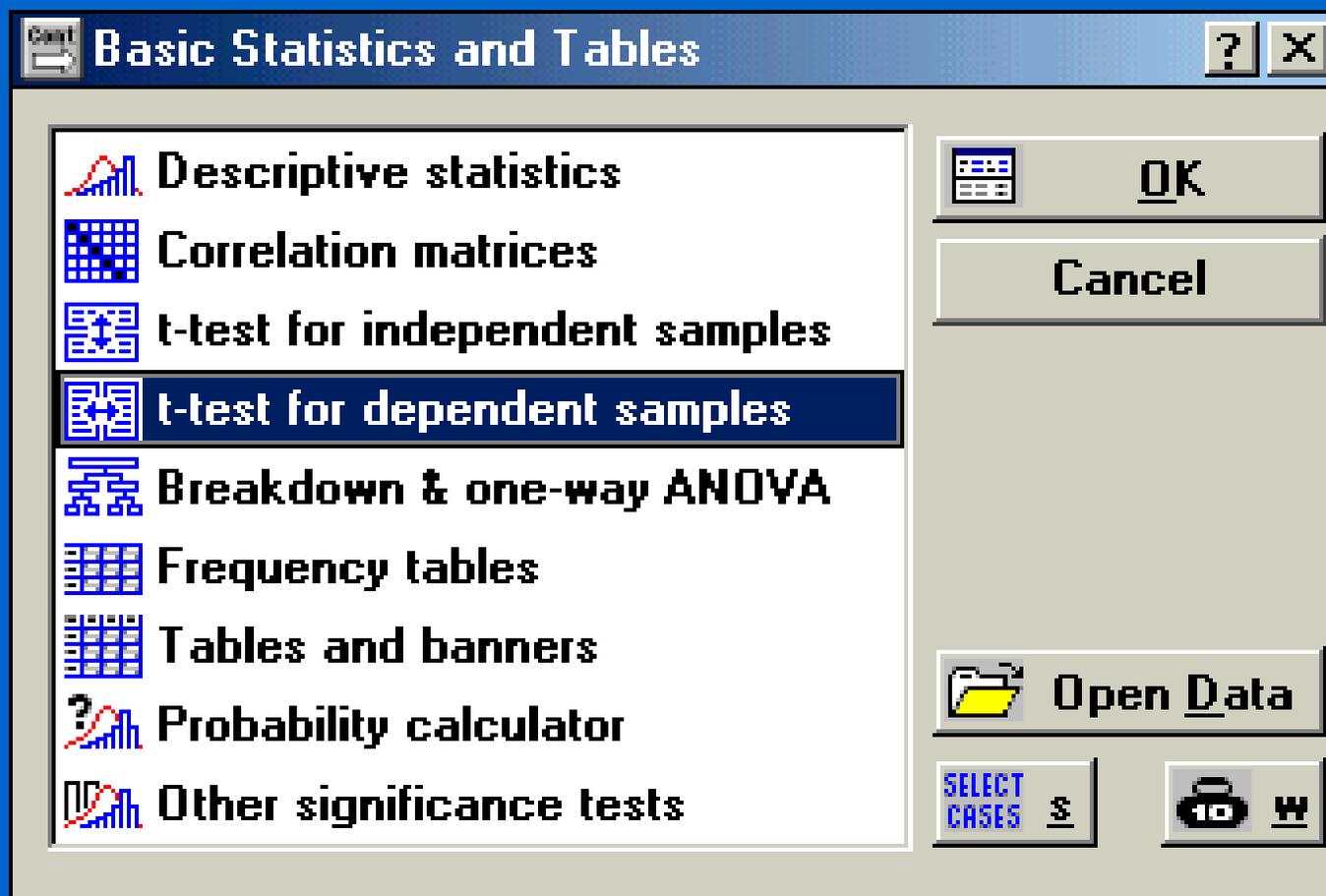
UNIVARIATE PROCEDURE

Variable=BD_DIFF

Moments

N	15	Sum Wgts	15
Mean	15.2	Sum	228
Std Dev	23.70112	Variance	561.7429
Skewness	-0.21446	Kurtosis	-0.64662
USS	11330	CSS	7864.4
CV	155.9284	Std Mean	6.119602
T: Mean=0	2.483822	Prob> T	0.0263
Sgn Rank	23	Prob> S	0.0410
Num ^= 0	11		

Парный t-тест



Парный t-тест

T-Test for Dependent (Correlated) Samples

Variables:
First list: BP
Second list: BP1

I-tests Box & whisker plots

Display

Matrix of t-tests (means, differences)
 Detailed table of results

Options

Casewise deletion of missing data
 Display long variable names

Weighted moments
DF = W-1 N-1

OK Cancel

T-test for Dependent Samples (sf36l.sta)

Continue... Marked differences are significant at $p < .05000$

Variable	Mean	Std. Dv.	N	Diff.	Std. Dv. Diff.	t	df	p
BP	71,60215	23,41411						
BP1	63,08602	24,76878	93	8,516129	22,27868	3,686331	92	,000384

Непараметрические тесты

- Тест знаков - грубый, но простой

до	после	знак
10	15	+
8	9	+
30	35	+
1	4	+
9	10	+
15	27	+

- по таблицам для 6 (+) $p=0,05$

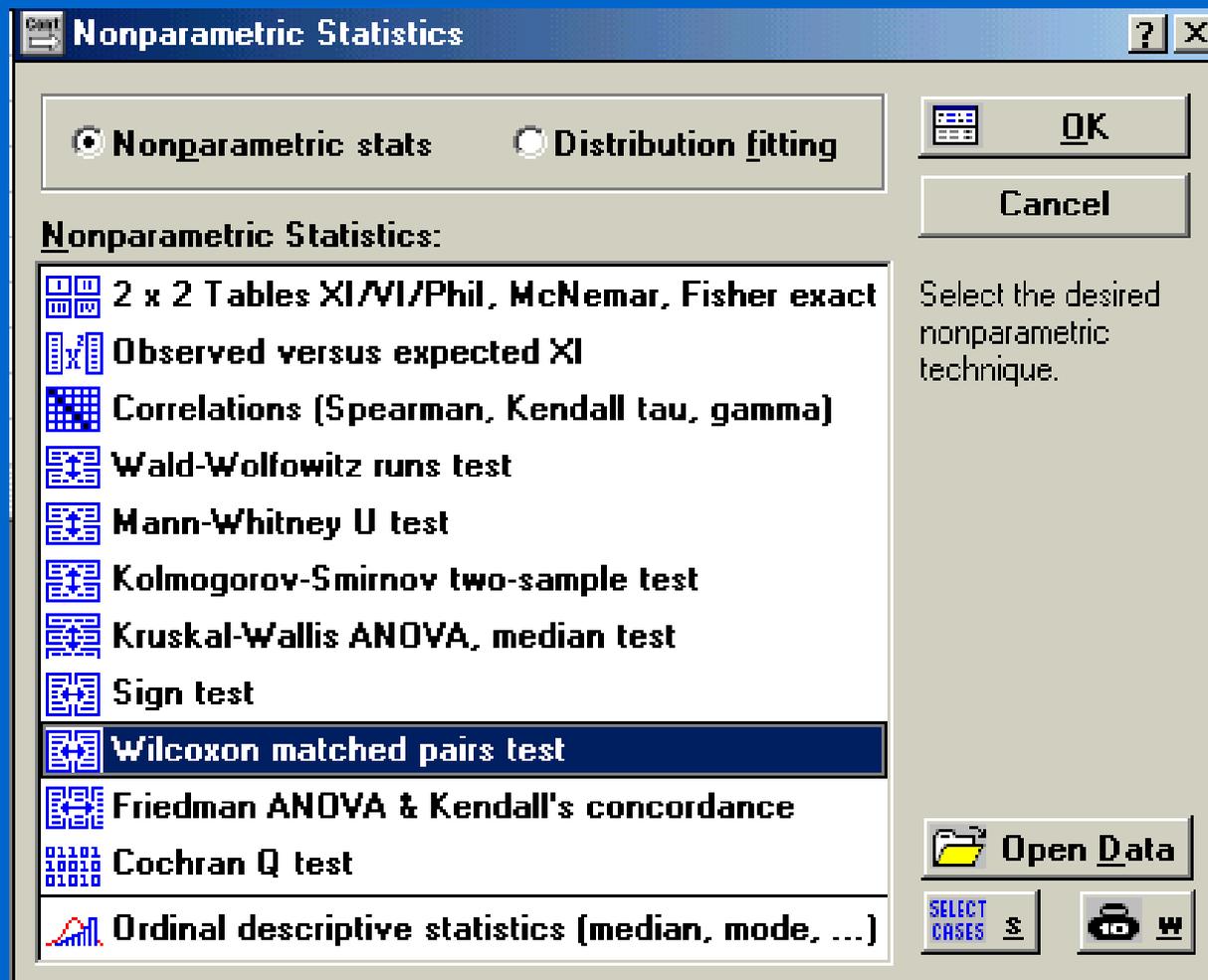
Тест знаков

5. –	17. 4-13	29. 8-21	41. 13-28	53. 18-35	65. 24-41	77. 29-48	89. 34-55
6. 0-6	18. 4-14	30. 9-21	42. 14-28	54. 19-35	66. 24-42	78. 29-49	90. 35-55
7. 0-7	19. 4-15	31. 9-22	43. 14-29	55. 19-36	67. 25-42	79. 30-49	91. 35-56
8. 0-8	20. 5-15	32. 9-23	44. 15-29	56. 20-36	68. 25-43	80. 30-50	92. 36-56
9. 1-8	21. 5-16	33. 10-23	45. 15-30	57. 20-37	69. 25-44	81. 31-50	93. 36-57
10. 1-9	22. 5-17	34. 10-24	46. 15-31	58. 21-37	70. 26-44	82. 31-51	94. 37-57
11. 1-10	23. 6-17	35. 11-24	47. 16-31	59. 21-38	71. 26-45	83. 32-51	95. 37-58
12. 2-10	24. 6-18	36. 11-25	48. 16-32	60. 21-39	72. 27-45	84. 32-52	96. 37-59
13. 2-11	25. 7-18	37. 12-25	49. 17-32	61. 22-39	73. 27-46	85. 32-53	97. 38-59
14. 2-12	26. 7-19	38. 12-26	50. 17-33	62. 22-40	74. 28-46	86. 33-53	98. 38-60
15. 3-12	27. 7-20	39. 12-27	51. 18-33	63. 23-40	75. 28-47	87. 33-54	99. 39-60
16. 3-13	28. 8-20	40. 13-27	52. 18-34	64. 23-41	76. 28-48	88. 34-54	100.39-61

Тест Вилкоксона

- По силе примерно равен t-тесту для связанных совокупностей если применяется на нормальном распределении

Тест Вилкоксона



Тест Вилкоксона

Wilcoxon Matched Pairs Test [?] [X]

 **Variables**

Variable list 1: **BP**
Variable list 2: **BP1**

 **Box & whisker**

 **OK**

Cancel

SELECT CASES   **W**

Wilcoxon Matched Pairs Test (sf36l.sta) [-] [] [X]

Continue...	Valid N	T	Z	p-level
BP & BP1	93	525,0000	3,444065	,000574

Тест Вилкоксона (SAS)

```
data new; input BD1 BD2 @@;
diff=BD2-BD1;
if diff EQ 0 then delete;
else absdiff=abs(diff);
cards;
76 65 82 67 79 70 85 70 72 60 75 60 86 80
80 71 77 61 79 59
; run;
proc rank out=rang;
var absdiff;
ranks absdiff;
run;
data _null_;
file print;
set rang end=end;
if diff GT 0 then do;
TPOS+absdiff; N_TPOS+1;
end;
```

```
if diff LT 0 then do;
TNEG+absdiff; N_TNEG+1;
end;
if end then do;
minsumme=min(TPOS, TNEG);
N=N_TPOS+N_TNEG;
Z=(MINSUMME-
(N*(N+1)/4))/SQRT(N*(N+1)*(2*N+1)/24);
P2=ROUND(PROBNORM(Z)*2,.0001);
put ' Wilcoxon test for dependent sample';
put ' -----'/;
put 'Z-Approx.:z @30 '2-tail probability = ' P2;
put 'Number positive ranges: ' @40 N_TPOS 8.0/
'Number negative ranges: ' @40 N_TNEG 8.0;
put 'Sum of positive ranges: ' @40 TPOS 8.0/
'Sum of negative ranges: ' @40 TNEG 8.0;
put 'Number of cases: ' @40 N 8.0;
end;
run;
```

Тест Вилкоксона (SAS)

OUTPUT

Command ==>

SAS

0:34 Monday, June 6,

Wilcoxon test for dependent sample

Z-Approx.:	-2.803059553	2-tail probability =	0.0051
Number positive ranges:			0
Number negative ranges:			10
Sum of positive ranges:			0
Sum of negative ranges:			55
Number of cases:			10

Тесты для независимых совокупностей

- Нормальное распределение (t-тест)
- Иное распределение:
 - различия средних (медиан) - тесты Манна-Уитни, Ван-дер-Вардена
 - различная форма распределения - тесты Вальда-Вольфовица, Колмогорова-Смирнова

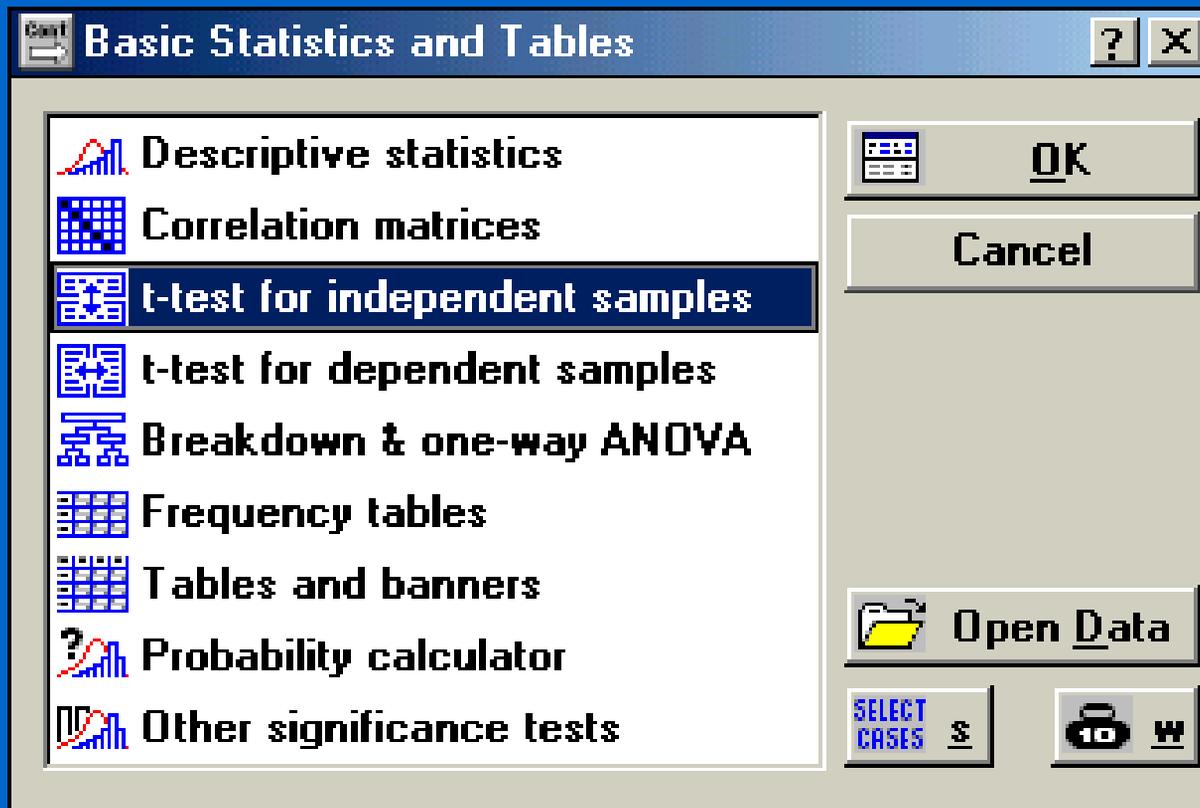
t-тест для независимых совокупностей

- Самый распространенный тест:

$$t = \frac{M_2 - M_1}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

– затем значение t сравниваем с
табличными, $df=n-1$

t-ТЕСТ ДЛЯ НЕЗАВИСИМЫХ СОВОКУПНОСТЕЙ



t-тест для независимых совокупностей

T-Test for Independent Samples (Groups)

Input file: **One record per case (use a grouping variable)**

Variables: **Grouping: SEX**
Dependent: PAR

Code for Group 1: **1** Double-click on the respective field to select codes from the list of valid variable values

Code for Group 2: **2**

I-tests

Options

- Casewise deletion of missing data
- Display long variable names
- t-test with separate variance estimates
- Multivariate test (Hotelling's T1)
- Levene's test (homogeneity of variances)
- Brown & Forsythe (homog. of variances)

Box & whisker plot

Categorized histograms

Categorized normal prob. plots

Categ. detrended normal plots

Categorized scatterplot

Weighted moments: DF = W-1 N-1

Grouping: SEX: пол: 1-мужской, 2-женский (eysenk.sta)

Variable	df	p	Valid N G_1:1	Valid N G_2:2	Std.Dev. G_1:1	Std.Dev. G_2:2	F-ratio variances	p variances
PAR	199	.019099	69	132	13,58210	12,49863	1,180890	.415992

t-тест для независимых совокупностей (SAS)

PROGRAM EDITOR

Command ==> ■

```
00001 data new; input ch group @@; cards;
00002 220 1 219 1 240 1 209 2 250 1 209 2 240 1 230 1 230 1
00003 200 2 240 1 190 2 220 2 200 2 205 2 218 2
00004 ;
00005 run;
00006 proc ttest data=new; class group; run;
00007
00008
```

t-тест для независимых совокупностей (SAS)

OUTPUT

Command ==>

SAS

21:01 Monday, June 6, 1994

TTEST PROCEDURE

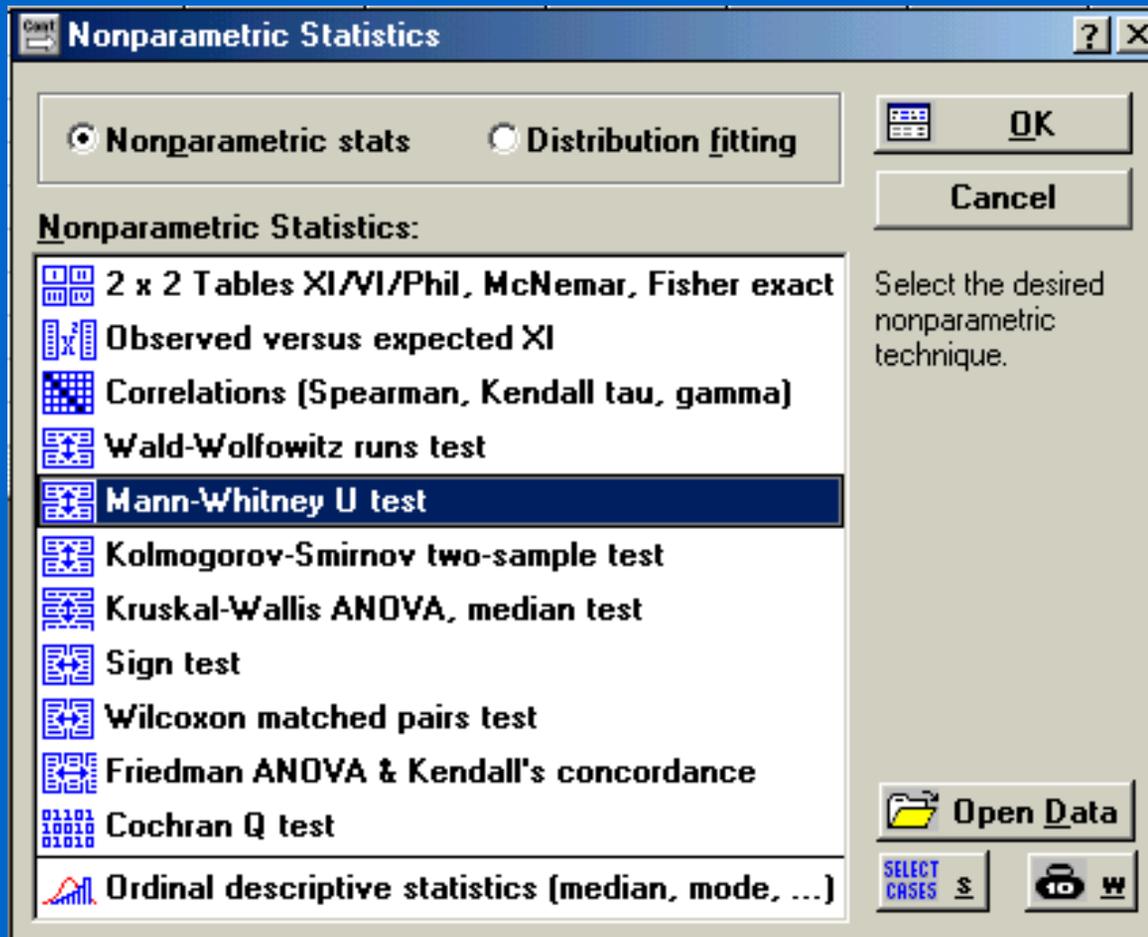
Variable: CH

GROUP	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
1	8	233.6250000	10.79599794	3.81696168	219.0000000	250.000
2	8	206.3750000	9.89859297	3.49968111	190.0000000	220.000

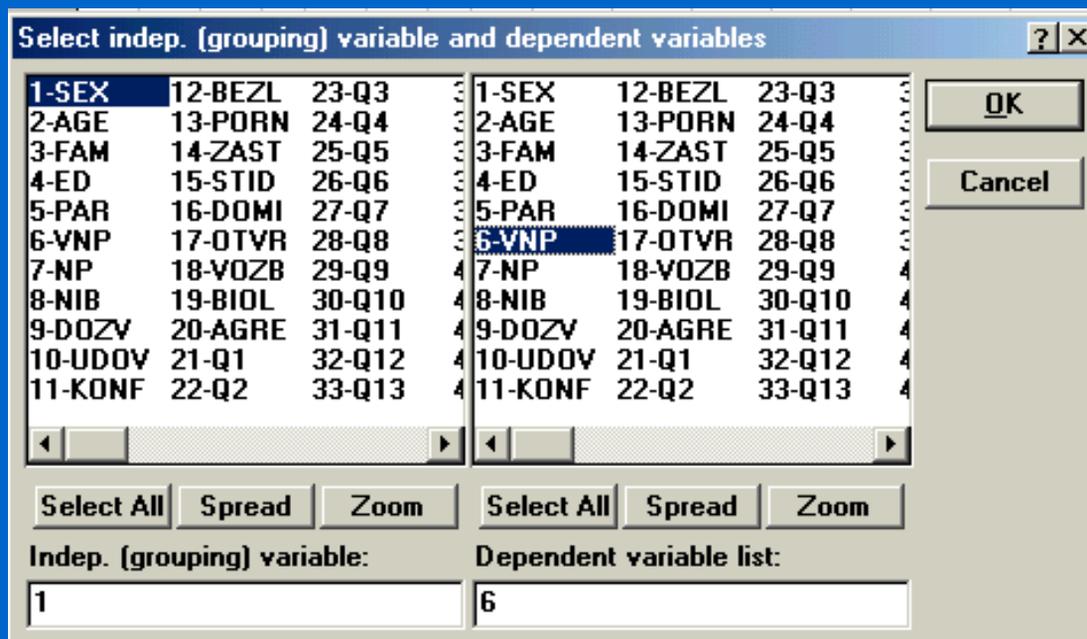
Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	5.2621	13.9	0.0001
Equal	5.2621	14.0	0.0001

For H0: Variances are equal, F' = 1.19 DF = (7,7) Prob>F' = 0.8247

Отличное от нормального распределение



Отличное от нормального распределение



Mann-Whitney U Test (eysenk.sta)

Continue... By variable SEX
Group 1: 1 Group 2: 2

variable	Rank Sum Group 1	Rank Sum Group 2	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level
VNP	5249,500	15051,50	2834,500	-4,39143	,000011	-4,43798	,000009

Отличное от нормального распределение (SAS)

PROGRAM EDITOR

Command ==> ■

```
00001 data new; input test_x group @@; cards;
00002 12 1 14 1 13 1 90 1 15 1 16 1 14 1 18 1
00003 0 2 3 2 2 2 5 2 12 2 3 2 6 2 14 2
00004 ;
00005 run;
00006 proc npar1way data=new; class group; run;
00007
```

Отличное от нормального распределение (SAS)

OUTPUT
Command ==>

SAS 22:24 Monday, June 6, 1994

N P A R 1 W A Y P R O C E D U R E

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable TEST_X
Classified by Variable GROUP

GROUP	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
1	8	96.5000000	68.0	9.47980309	12.0625000
2	8	39.5000000	68.0	9.47980309	4.9375000

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 96.5000 Z= 2.95365 Prob > |Z| = 0.0031

T-Test approx. Significance = 0.0099

Отличное от нормального распределение (SAS)

OUTPUT

Command ==>

SAS 22:24 Monday, June 6, 1994

N P A R I W A Y P R O C E D U R E

Van der Waerden Scores (Normal) for Variable TEST_X
Classified by Variable GROUP

GROUP	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
1	8	5.08856797	0.0	1.74194211	0.636070997
2	8	-5.08856797	0.0	1.74194211	-.636070997

Average Scores were used for Ties

Van der Waerden 2-Sample Test (Normal Approximation)
S= 5.08857 Z= 2.92120 Prob > |Z| = 0.0035

Van der Waerden 1-Way (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 8.5334 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0035

Анализируется более двух групп

- Проблема при анализе нескольких групп - резкое повышение вероятности альфа ошибки (ошибки первого типа). Она повышается в соответствии с формулой:

$$\alpha = 1 - (1 - 0.05)^n$$

- где n - число сравнений. Так для 5 групп количество сравнений 24, поэтому ошибка равна 0,71

Анализируется более двух групп

- Способы множественного сравнения:
 - Метод Бонферрони - уровень значимости понижается в соответствии с количеством сравнений. Для предыдущего примера уровень значимости не 0,05, а $0,05/24=0,002$
 - использование дисперсионного анализа с тестами post hoc:
 - » Дункан
 - » Ньюман-Коулс
 - » Тьюки

Дисперсионный анализ (ANOVA)

- Метод сравнения средних, хотя анализируются дисперсии. Основная идея - рассчитать дисперсию без учета принадлежности к разным группам (все из одной популяции) и сравнить с суммой внутригрупповых дисперсий. Если группы из разных популяций (противоречит нулевой гипотезе) дисперсия без учета групповой принадлежности будет значительно больше, чем сумма внутригрупповых.
- Для оценки отношения дисперсий используется специальный критерий - F критерий Фишера

Дисперсионный анализ (ANOVA)

- Пример (количество групп $k=2$):

- | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | 7 |
|--|---|---|---|--|---|---|---|

- средние

	3	6
--	---	---

- дисперсия

	2	2
--	---	---

- общая дисперсия 17,5

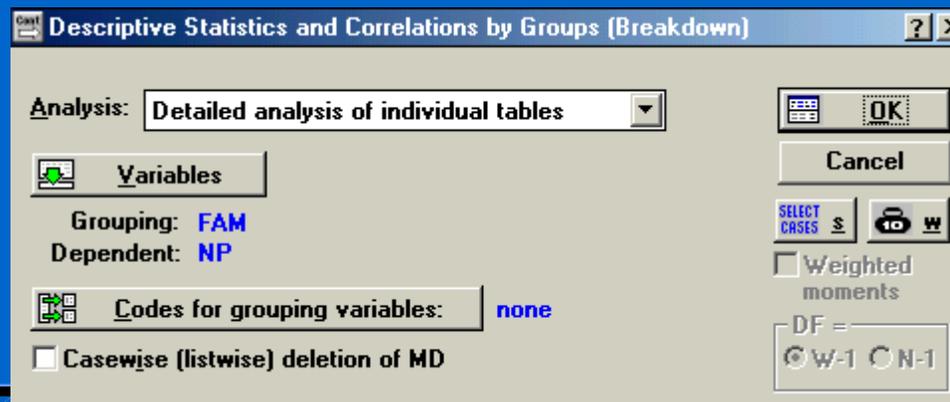
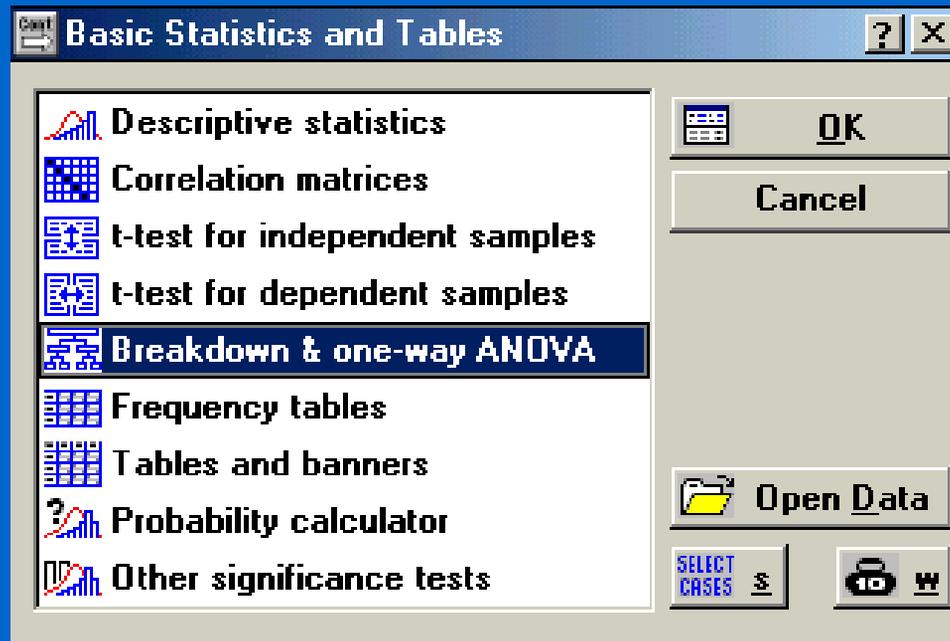
- модель объясняет $17,5 - 2 - 2 = 13,5$

- MSe (mean square error) = $4/4 = 1$ ($4 - df_e = N - k$)

- $MSSm$ (mean square model) = $13,5/1 = 13,5$ ($1 - df_m = k - 1$)

- $F = MSS/MSE$

Дисперсионный анализ (ANOVA)



Дисперсионный анализ (ANOVA)

DEPENDENT: 1 variable: NP

GROUPING: 1-FAM (2): 1 2

Summary table of means

Detailed two-way tables

Display long variable names

Display long value labels

Statistics

Number of observations

Sums

Standard deviations

Variances

Median and quartiles

OK

Cancel

Marginal means

Analysis of Variance

Post-hoc comparisons of means

Levene **Brown-Forsythe (HOV)**

Within-group correlations **Options**

Reorder factors in table

Categorized box & whisker plot

Categorized histograms

Categorized normal prob. plots

Interaction plots

Categorized scatterplots

Plot of means vs. std. devs

Дисперсионный анализ (ANOVA)

Analysis of Variance [eysenk.sta]

Continue... Marked effects are significant at $p < .05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
NP	,236729	1	,236729	12,78815	199	,064262	3,683804	,056374

Post-Hoc Comparisons of Means

LSD test or planned comparison

Scheffé test

Newman-Keuls test & critical ranges

Duncan's multiple range test & critical ranges

Tukey honest significant difference (HSD) test

Tukey HSD for unequal N (Spjotvoll/Stoline test)

Alpha level for critical ranges: .050

Alpha level for highlighting: .05

Cancel

Дисперсионный анализ (ANOVA)

Tukey HSD test; Variable: NP [eysenk.sta]

Continue... Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1}	{2}
FAM	M=,11765	M=,04511
G_1:1 {1}		,054947
G_2:2 {2}	,054947	

LSD Test; Variable: NP [eysenk.sta]

Continue... Marked differences are significant at $p < .05000$

	{1}	{2}
FAM	M=,11765	M=,04511
G_1:1 {1}		,056374
G_2:2 {2}	,056374	

ANOVA (SAS)

- Могут использоваться две процедуры: ANOVA и GLM
 - ANOVA используется для т.н. сбалансированных планов (в группах одинаковое количество лиц)
 - GLM используется для любых планов
- Обе процедуры могут рассчитывать откорректированные средние (MANOVA)

ANOVA (SAS)

PROGRAM EDITOR

Command ==>

```
00001 data new; input x group @@; cards;
00002 12 1 13 1 14 1 15 1 16 1 10 1 19 1 19 1 15 1
00003 2 2 1 2 3 2 3 2 2 2 4 2 3 2 2 2 1 2
00004 8 3 9 3 15 3 15 3 14 3 12 3 13 3 12 3 12 3
00005 12 4 13 4 14 4 15 4 16 4 10 4 19 4 19 4 13 4
00006 ; run;
00007 proc anova data=new; class group; model x=group;
00008 means group /duncan; run;
00009
```

ANOVA (SAS)

OUTPUT

Command ==>

SAS

22:24 Monday, June 6, 1994 36

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: X

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	931.6388889	310.5462963	49.36	0.0001
Error	32	201.3333333	6.2916667		
Corrected Total	35	1132.9722222			
	R-Square	C.V.	Root MSE		X Mean
	0.822296	22.86063	2.508319		10.9722222

OUTPUT
Command ==>

SAS 22:24 Monday, June 6, 1

Analysis of Variance Procedure

■ Duncan's Multiple Range Test for variable: X

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 32 MSE= 6.291667

Number of Means	2	3	4
Critical Range	2.408	2.531	2.614

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	GROUP
A	14.778	9	1
A			
B	14.556	9	4
B			
B	12.222	9	3
C	2.333	9	2

ANOVA

- Если необходим анализ зависимых переменных, то существует несколько возможностей:
 - заменить исходные данные на разности и выполнить затем ANOVA на разностях
 - воспользоваться модулем ANOVA/MANOVA в системе Statistica

Анализ зависимых переменных

General ANOVA/MANOVA

Variables | **Covariates** | **OK** | **Cancel**

Independent (factors): **GROUP**
Dependent: **G-G2**
Covariates: **none**

Codes for between-groups factors: **Selected**

Repeated measures (within SS) design: **1 repeated measures factor**

Nested design: none

Random factors: none

Isolated control group: none

Regression approach (Type I, II, III SS)

Open Data | **SELECT CASES** | **W**

For large main effect and non full-factorial designs, hierarchically nested models or designs with unbalanced nesting, and mixed-model (random effect) designs, see also the Variance Components or Experimental Design modules.

Анализ зависимых переменных

Summary of all Effects; design: [contr.sta]

Continue... 1-GROUP, 2-RFACTOR1

Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	2	493,3962	19	1799,639	,274164	,763164
2	1	8,8904	19	25,699	,345939	,563348
12	2	60,6828	19	25,699	2,361267	,121375

Анализ зависимых переменных (SAS)

```
PROGRAM EDITOR
Command ==> ■

00001 data prepost; input subj group $ pretest posttest;
00002 cards;
00003 1 C 80 83
00004 2 C 85 86
00005 3 C 83 88
00006 4 T 82 94
00007 5 T 87 93
00008 6 T 84 98
00009 ;
00010 run;
00011 proc anova data=prepost;
00012 class group; model pretest posttest = group / nouni;
00013 repeated time 2 (0 1);
00014 run;
00015
```

OUTPUT

Command ==>

SAS

22:24 Monday, June 6, 1994 5

Analysis of Variance Procedure
Repeated Measures Analysis of Variance

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for
the Hypothesis of no TIME Effect

H = Anova SS&CP Matrix for TIME E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=-0.5 N=1

Statistic	Value	F	Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.13216314	26.2656	1	4	0.0069
Pillai's Trace	0.86783686	26.2656	1	4	0.0069
Hotelling-Lawley Trace	6.56640625	26.2656	1	4	0.0069
Roy's Greatest Root	6.56640625	26.2656	1	4	0.0069

Analysis of Variance Procedure
Repeated Measures Analysis of Variance

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for
the Hypothesis of no TIME*GROUP Effect

H = Anova SS&CP Matrix for TIME*GROUP E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=-0.5 N=1

Statistic	Value	F	Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.32611465	8.2656	1	4	0.0452
Pillai's Trace	0.67388535	8.2656	1	4	0.0452
Hotelling-Lawley Trace	2.06640625	8.2656	1	4	0.0452
Roy's Greatest Root	2.06640625	8.2656	1	4	0.0452

Анализ зависимых переменных (SAS)

OUTPUT

Command ==>

SAS

22:24 Monday, June 6, 1994 60

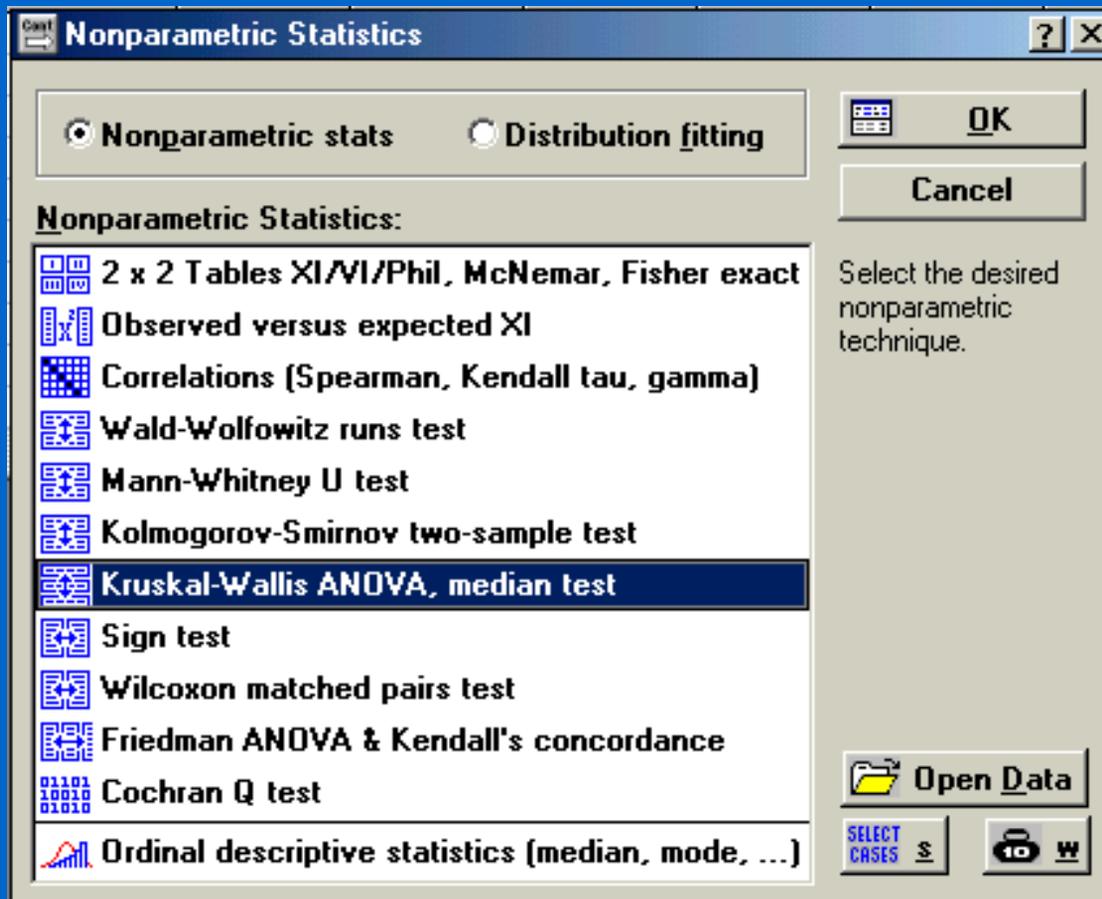
Analysis of Variance Procedure
Repeated Measures Analysis of Variance
Tests of Hypotheses for Between Subjects Effects

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
GROUP	1	90.750000	90.750000	11.84	0.0263
Error	4	30.666667	7.666667		

Отклонения от нормального распределения

- В принципе ANOVA достаточно устойчива к небольшим отклонениям от нормального распределения
- Для зависимых переменных - ANOVA по Фридману
- Для независимых переменных - ANOVA по Крускалу-Уоллесу

Отклонения от нормального распределения



Другие задачи, которые может решать ANOVA

- Зависимость количественной переменной от нескольких качественных (например, как пол, отношение к курению и цвет волос влияют на САД)
- Совместное действие нескольких качественных переменных (выше ли САД у брюнеток)
- Влияние нескольких качественных и количественных переменных на количественную (MANCOVA)
- НО это уже многомерные методики