



# Программирование в среде R

Шевцов Василий Викторович,  
директор ДИТ РУДН, [shevtsov\\_vv@rudn.university](mailto:shevtsov_vv@rudn.university)

# Корреляции

# Коэффициенты корреляции

- Коэффициенты корреляции используются для описания связей между количественными переменными.
- Знак коэффициента (+ или –) свидетельствует о направлении связи (положительная или отрицательная)
- Величина коэффициента показывает силу связи (варьирует от 0 – нет связи до 1 – абсолютно предсказуемая взаимосвязь).

# Коэффициент корреляции

Линейный коэффициент корреляции принимает значения от  $-1$  до  $+1$ . Связи между признаками могут быть слабыми и сильными (тесными). Их критерии оцениваются по шкале Чеддока:

$0.1 < r_{xy} < 0.3$ : слабая;

$0.3 < r_{xy} < 0.5$ : умеренная;

$0.5 < r_{xy} < 0.7$ : заметная;

$0.7 < r_{xy} < 0.9$ : высокая;

$0.9 < r_{xy} < 1$ : весьма высокая;

## cor()

- `cor(x, use= , method= )`
- Линейный коэффициент корреляции Пирсона (Pearson product moment correlation) отражает степень линейной связи между двумя количественными переменными.
- Коэффициент ранговой корреляции Спирмана (Spearman's Rank Order correlation) – мера связи между двумя ранжированными переменными.
- Коэффициент Тау Кэнделла (Kendall's Tau) – также непараметрический показатель ранговой корреляции.

## cor(). Параметры

- `x` - Матрица или таблица данных
- `use`. Упрощает работу с пропущенными данными.
  - `all.obs` (предполагается, что пропущенные значения отсутствуют; их наличие вызовет сообщение об ошибке),
  - `everything` (любая корреляция, включающая строку с пропущенным значением, не будет вычисляться – обозначается как `missing`),
  - `complete.obs` (учитываются только строки без пропущенных значений)
  - `pairwise.complete.obs` (учитываются все полные наблюдения для каждой пары переменных в отдельности)
- `method`. Определяет тип коэффициента корреляции. Возможные значения
  - `pearson` (по умолчанию)
  - `spearman`
  - `kendall`

## cor(mtcars)

```
> mtcars
```

	mpg	cyl	disp	hp	drat	wt	qsec	vs	am	gear	carb
Mazda RX4	21.0	6	160.0	110	3.90	2.620	16.46	0	1	4	4
Mazda RX4 Wag	21.0	6	160.0	110	3.90	2.875	17.02	0	1	4	4
Datsun 710	22.8	4	108.0	93	3.85	2.320	18.61	1	1	4	1
Hornet 4 Drive	21.4	6	258.0	110	3.08	3.215	19.44	1	0	3	1
Hornet Sportabout	18.7	8	360.0	175	3.15	3.440	17.02	0	0	3	2
Valiant	18.1	6	225.0	105	2.76	3.460	20.22	1	0	3	1
Duster 360	14.3	8	360.0	245	3.21	3.570	15.84	0	0	3	4
Merc 240D	24.4	4	146.7	62	3.69	3.190	20.00	1	0	4	2
Merc 230	22.8	4	140.8	95	3.92	3.150	22.90	1	0	4	2
Merc 280	19.2	6	167.6	123	3.92	3.440	18.30	1	0	4	4
Merc 280C	17.8	6	167.6	123	3.92	3.440	18.90	1	0	4	4
Merc 450SE	16.4	8	275.8	180	3.07	4.070	17.40	0	0	3	3

```
> t1 <- mtcars[,c(1,2,9)]
```

```
> cor(t1)
```

	mpg	cyl	am
mpg	1.0000000	-0.852162	0.5998324
cyl	-0.8521620	1.0000000	-0.5226070
am	0.5998324	-0.522607	1.0000000

## cor(mtcars, method=)

```
> t1 <- mtcars[,c(1,2,9)]
> cor(t1,method="pearson")
              mpg          cyl          am
mpg  1.0000000 -0.852162  0.5998324
cyl -0.8521620  1.000000 -0.5226070
am   0.5998324 -0.522607  1.0000000
> cor(t1,method="spearman")
              mpg          cyl          am
mpg  1.0000000 -0.9108013  0.5620057
cyl -0.9108013  1.0000000 -0.5220712
am   0.5620057 -0.5220712  1.0000000
> cor(t1,method="kendall")
              mpg          cyl          am
mpg  1.0000000 -0.7953134  0.4690128
cyl -0.7953134  1.0000000 -0.4946212
am   0.4690128 -0.4946212  1.0000000
```



## Ковариация

```
> cov(t1)
```

	mpg	cyl	am
mpg	36.324103	-9.1723790	1.8039315
cyl	-9.172379	3.1895161	-0.4657258
am	1.803931	-0.4657258	0.2489919

## Результат – прямоугольная матрица

```
> t1 <- mtcars[,c(1,2,9)]  
> t2 <- mtcars[,c(1,2)]  
> cor(t1,t2,method="pearson")
```

	mpg	cyl
mpg	1.0000000	-0.852162
cyl	-0.8521620	1.000000
am	0.5998324	-0.522607

## Частные корреляции

- Частная корреляция – это корреляция между двумя количественными переменными, зависящими, в свою очередь, от одной или более других количественных переменных.
- Для вычисления коэффициентов частной корреляции можно использовать функцию `pcor()` из пакета `ggm`.
- `pcor(u, S)`
  - $u$  – это числовой вектор, в котором первые два числа – это номера переменных, для которых нужно вычислить коэффициент, а остальные числа – номера «влияющих» переменных (воздействие которых должно быть отделено)
  - $S$  – это ковариационная матрица для всех этих переменных.

## Частные корреляции

```
> pcor(c(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11),cov(mtcars))  
[1] -0.02326429  
> pcor(c(1,2,3,4,5,6,7,8,10,11),cov(mtcars))  
[1] -0.0926765  
> pcor(c(1,2,3,4,5,6,7,8,10),cov(mtcars))  
[1] -0.1127779
```

# Проверка статистической значимости корреляций

- Стандартная нулевая гипотеза – это отсутствие связи (то есть коэффициент корреляции для генеральной совокупности равен нулю).
- Для проверки значимости отдельных корреляционных коэффициентов Пирсона, Спирмена и Кэнделла можно использовать функцию `cor.test()`.
- `cor.test(x, y, alternative = , method = )`
  - где  $x$  и  $y$  – это переменные, корреляция между которыми исследуется,
  - опция `alternative` определяет тип теста (“two.side”, “less” или “greater”),
  - опция `method` задает тип корреляции (“pearson”, “kendall” или “spearman”).
  - опция `alternative="less"` для проверки гипотезы о том, что в генеральной совокупности коэффициент корреляции меньше нуля
  - опция `alternative="greater"` – для проверки того, что он больше нуля. По умолчанию `alternative="two.side"` (проверяется гипотеза о том, что коэффициент корреляции в генеральной совокупности не равен нулю).

## cor.test()

```
> cor.test(mtcars$mpg,mtcars$cyl)

Pearson's product-moment correlation

data:  mtcars$mpg and mtcars$cyl
t = -8.9197, df = 30, p-value = 6.113e-10
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.9257694 -0.7163171
sample estimates:
      cor 
-0.852162
```

Нулевая гипотеза заключается в том, что коэффициент корреляции Пирсона между расходом топлива и количеством цилиндров равен нулю. Если этот коэффициент для генеральной совокупности равен нулю, то его значение для случайной выборки будет равно 0.852 реже, чем в одном случае из  $10^{10}$  ( $p\text{-value} = 6.113e - 10$ ).

Учитывая, насколько мала вероятность, мы отвергнем нулевую гипотезу и примем альтернативную – о том, что значение этого коэффициента для генеральной совокупности *не* равно нулю.

## corr.test()

- При помощи функции `cor.test()` одновременно можно проверить значимость только одного коэффициента корреляции.
- В пакете `psych` есть функция `corr.test()`, которая позволяет вычислить коэффициенты корреляции Пирсона, Спирмена и Кэнделла между несколькими переменными и оценить их достоверность.
- `corr.test(x, use =, method=)`
  - `use=` может принимать значения "pairwise" или "complete" (для попарного или построчного удаления пропущенных значений соответственно).
  - Значения опции `method=` "pearson" (по умолчанию), "spearman" или "kendall".

## corr.test(mtcars, method="pearson")

```
> corr.test(mtcars, method="pearson")
Call:corr.test(x = mtcars, method = "pearson")
Correlation matrix
```

	mpg	cyl	disp	hp	drat	wt	qsec	vs	am	gear	carb
mpg	1.00	-0.85	-0.85	-0.78	0.68	-0.87	0.42	0.66	0.60	0.48	-0.55
cyl	-0.85	1.00	0.90	0.83	-0.70	0.78	-0.59	-0.81	-0.52	-0.49	0.53
disp	-0.85	0.90	1.00	0.79	-0.71	0.89	-0.43	-0.71	-0.59	-0.56	0.39
hp	-0.78	0.83	0.79	1.00	-0.45	0.66	-0.71	-0.72	-0.24	-0.13	0.75
drat	0.68	-0.70	-0.71	-0.45	1.00	-0.71	0.09	0.44	0.71	0.70	-0.09
wt	-0.87	0.78	0.89	0.66	-0.71	1.00	-0.17	-0.55	-0.69	-0.58	0.43
qsec	0.42	-0.59	-0.43	-0.71	0.09	-0.17	1.00	0.74	-0.23	-0.21	-0.66
vs	0.66	-0.81	-0.71	-0.72	0.44	-0.55	0.74	1.00	0.17	0.21	-0.57
am	0.60	-0.52	-0.59	-0.24	0.71	-0.69	-0.23	0.17	1.00	0.79	0.06
gear	0.48	-0.49	-0.56	-0.13	0.70	-0.58	-0.21	0.21	0.79	1.00	0.27
carb	-0.55	0.53	0.39	0.75	-0.09	0.43	-0.66	-0.57	0.06	0.27	1.00

```
Sample size
[1] 32
Probability values (Entries above the diagonal are adjusted for multiple tests.)
```

	mpg	cyl	disp	hp	drat	wt	qsec	vs	am	gear	carb
mpg	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.01	0.10	0.02
cyl	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.08	0.04
disp	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.01	0.02	0.30
hp	0.00	0	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
drat	0.00	0	0.00	0.01	0.00	0.00	1.00	0.19	0.00	0.00	1.00
wt	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.02	0.00	0.01	0.20
qsec	0.02	0	0.01	0.00	0.62	0.34	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
vs	0.00	0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.02
am	0.00	0	0.00	0.18	0.00	0.00	0.21	0.36	0.00	0.00	1.00
gear	0.01	0	0.00	0.49	0.00	0.00	0.24	0.26	0.00	0.00	1.00
carb	0.00	0	0.03	0.00	0.62	0.01	0.00	0.00	0.75	0.13	0.00



## corr.test(mtcars, method="spearman")

```
> corr.test(mtcars, method="spearman")
Call:corr.test(x = mtcars, method = "spearman")
Correlation matrix
```

	mpg	cyl	disp	hp	drat	wt	qsec	vs	am	gear	carb
mpg	1.00	-0.91	-0.91	-0.89	0.65	-0.89	0.47	0.71	0.56	0.54	-0.66
cyl	-0.91	1.00	0.93	0.90	-0.68	0.86	-0.57	-0.81	-0.52	-0.56	0.58
disp	-0.91	0.93	1.00	0.85	-0.68	0.90	-0.46	-0.72	-0.62	-0.59	0.54
hp	-0.89	0.90	0.85	1.00	-0.52	0.77	-0.67	-0.75	-0.36	-0.33	0.73
drat	0.65	-0.68	-0.68	-0.52	1.00	-0.75	0.09	0.45	0.69	0.74	-0.13
wt	-0.89	0.86	0.90	0.77	-0.75	1.00	-0.23	-0.59	-0.74	-0.68	0.50
qsec	0.47	-0.57	-0.46	-0.67	0.09	-0.23	1.00	0.79	-0.20	-0.15	-0.66
vs	0.71	-0.81	-0.72	-0.75	0.45	-0.59	0.79	1.00	0.17	0.28	-0.63
am	0.56	-0.52	-0.62	-0.36	0.69	-0.74	-0.20	0.17	1.00	0.81	-0.06
gear	0.54	-0.56	-0.59	-0.33	0.74	-0.68	-0.15	0.28	0.81	1.00	0.11
carb	-0.66	0.58	0.54	0.73	-0.13	0.50	-0.66	-0.63	-0.06	0.11	1.00

```
Sample Size
[1] 32
Probability values (Entries above the diagonal are adjusted for multiple tests.)
```

	mpg	cyl	disp	hp	drat	wt	qsec	vs	am	gear	carb
mpg	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.02	0.03	0.00
cyl	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.02	0.01
disp	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.01	0.03
hp	0.00	0	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.46	0.64	0.00
drat	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.12	0.00	0.00	1.00
wt	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.01	0.00	0.00	0.05
qsec	0.01	0	0.01	0.00	0.62	0.21	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
vs	0.00	0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
am	0.00	0	0.00	0.04	0.00	0.00	0.26	0.36	0.00	0.00	1.00
gear	0.00	0	0.00	0.06	0.00	0.00	0.42	0.12	0.00	0.00	1.00
carb	0.00	0	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.73	0.53	0.00

## corr.test(mtcars, method="kendall")

```
> corr.test(mtcars, method="kendall")
Call:corr.test(x = mtcars, method = "kendall")
Correlation matrix
```

	mpg	cyl	disp	hp	drat	wt	qsec	vs	am	gear	carb
mpg	1.00	-0.80	-0.77	-0.74	0.46	-0.73	0.32	0.59	0.47	0.43	-0.50
cyl	-0.80	1.00	0.81	0.79	-0.55	0.73	-0.45	-0.77	-0.49	-0.51	0.47
disp	-0.77	0.81	1.00	0.67	-0.50	0.74	-0.30	-0.60	-0.52	-0.48	0.41
hp	-0.74	0.79	0.67	1.00	-0.38	0.61	-0.47	-0.63	-0.30	-0.28	0.60
drat	0.46	-0.55	-0.50	-0.38	1.00	-0.55	0.03	0.38	0.58	0.58	-0.10
wt	-0.73	0.73	0.74	0.61	-0.55	1.00	-0.14	-0.49	-0.61	-0.54	0.37
qsec	0.32	-0.45	-0.30	-0.47	0.03	-0.14	1.00	0.66	-0.17	-0.09	-0.51
vs	0.59	-0.77	-0.60	-0.63	0.38	-0.49	0.66	1.00	0.17	0.27	-0.58
am	0.47	-0.49	-0.52	-0.30	0.58	-0.61	-0.17	0.17	1.00	0.77	-0.06
gear	0.43	-0.51	-0.48	-0.28	0.58	-0.54	-0.09	0.27	0.77	1.00	0.10
carb	-0.50	0.47	0.41	0.60	-0.10	0.37	-0.51	-0.58	-0.06	0.10	1.00

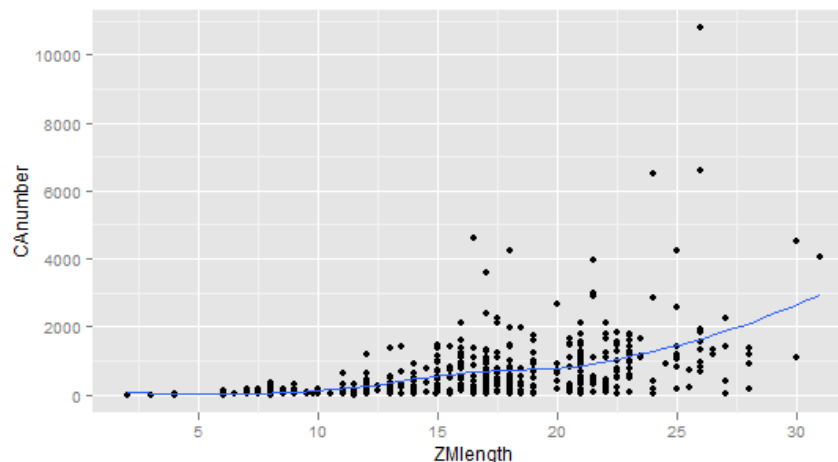
```
Sample size
[1] 32
Probability values (Entries above the diagonal are adjusted for multiple tests.)
```

	mpg	cyl	disp	hp	drat	wt	qsec	vs	am	gear	carb
mpg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	1.00	0.01	0.15	0.24	0.09
cyl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.19	0.00	0.10	0.08	0.15
disp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	1.00	0.01	0.07	0.14	0.32
hp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.01	0.14	0.00	1.00	1.00	0.01
drat	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	1.00	0.52	0.02	0.02	1.00
wt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.11	0.01	0.04	0.52
qsec	0.08	0.01	0.09	0.01	0.86	0.44	0.00	0.00	1.00	1.00	0.09
vs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.02
am	0.01	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.36	0.36	0.00	0.00	1.00
gear	0.01	0.00	0.01	0.12	0.00	0.00	0.62	0.14	0.00	0.00	1.00
carb	0.00	0.01	0.02	0.00	0.60	0.04	0.00	0.00	0.75	0.59	0.00

# Поиск зависимости

```
head(dat)
  Month   Lake Site ZMlength CAnumber
1  May Batorino  S3    14.9      36
2  May Batorino  S3    14.0      30
3  May Batorino  S3    13.0     331
4  May Batorino  S3    14.0     110
5  May Batorino  S3    12.0       4
6  May Batorino  S3    14.0     171
```

Таблица `dat` содержит данные по уровню зараженности двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* инфузорией-комменсалом *Conchophthirus acuminatus* в трех озерах Беларуси, различающихся по уровню трофности. Нас интересуют, в частности, две переменные: длина раковины моллюска (`ZMlength`, мм) и число обнаруженных в моллюшке инфузорий (`CAnumber`). На приведенном ниже рисунке прослеживается положительная связь между этими двумя переменными (замечание: в рассматриваемом примере анализируются все данные, без деления по озерам). Вопрос, однако, состоит в том, насколько сильна эта связь. Оценить ее поможет коэффициент корреляции.



# Поиск зависимости

```
attach(dat)
```

```
cor.test(CAnumber, ZMlength)
```

Pearson's product-moment correlation

**data:** CAnumber and ZMlength

**t** = 11.4964, **df** = 474, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true correlation **is** not equal to 0

95 percent confidence **interval**:

0.3935877 0.5343949

**sample estimates:**

**cor**

0.466946



```
cor.test(log(CAnumber+1), log(ZMlength))
```

Pearson's product-moment correlation

**data:** **log**(CAnumber + 1) and **log**(ZMlength)

**t** = 21.5166, **df** = 474, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true correlation **is** not equal to 0

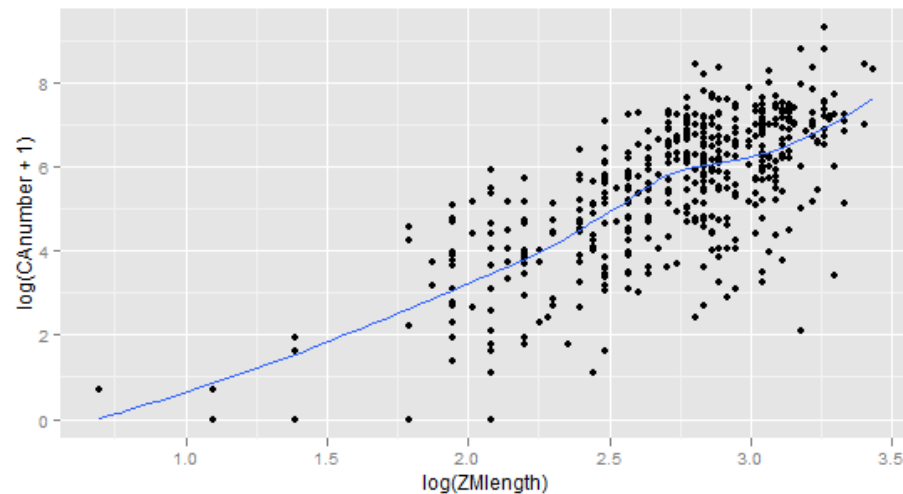
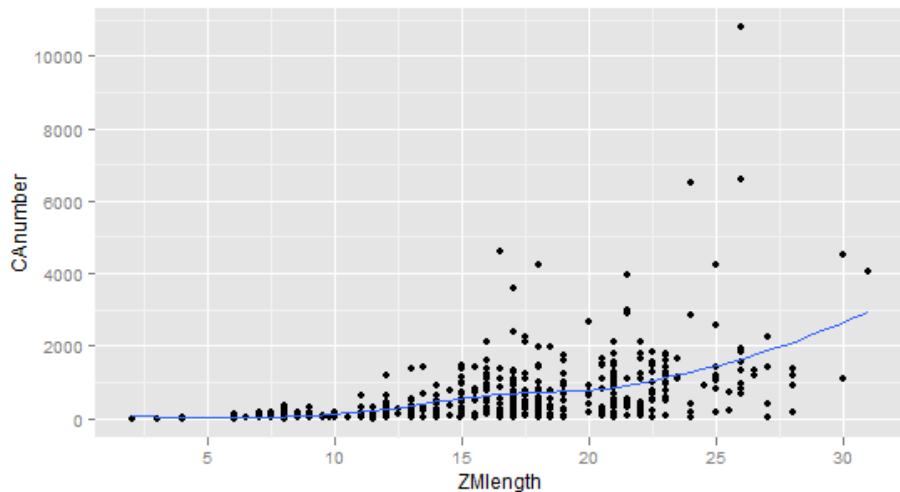
95 percent confidence **interval**:

0.6543961 0.7456953

**sample estimates:**

**cor**

0.7029297



# Визуализация

# Кореллограммы

# Кореллограммы

- Матрицы корреляции – это один из основных элементов многомерной статистики. Какие переменные из рассматриваемых сильно коррелируют друг с другом, а какие – нет? Существуют ли кластеры переменных, которые связаны между собой определенным способом? С увеличением числа переменных ответить на такие вопросы становится все сложнее.
- Кореллограммы – это способ для визуализации корреляционных матриц.
- Пример – `corr.test(mtcars, method="pearson")`

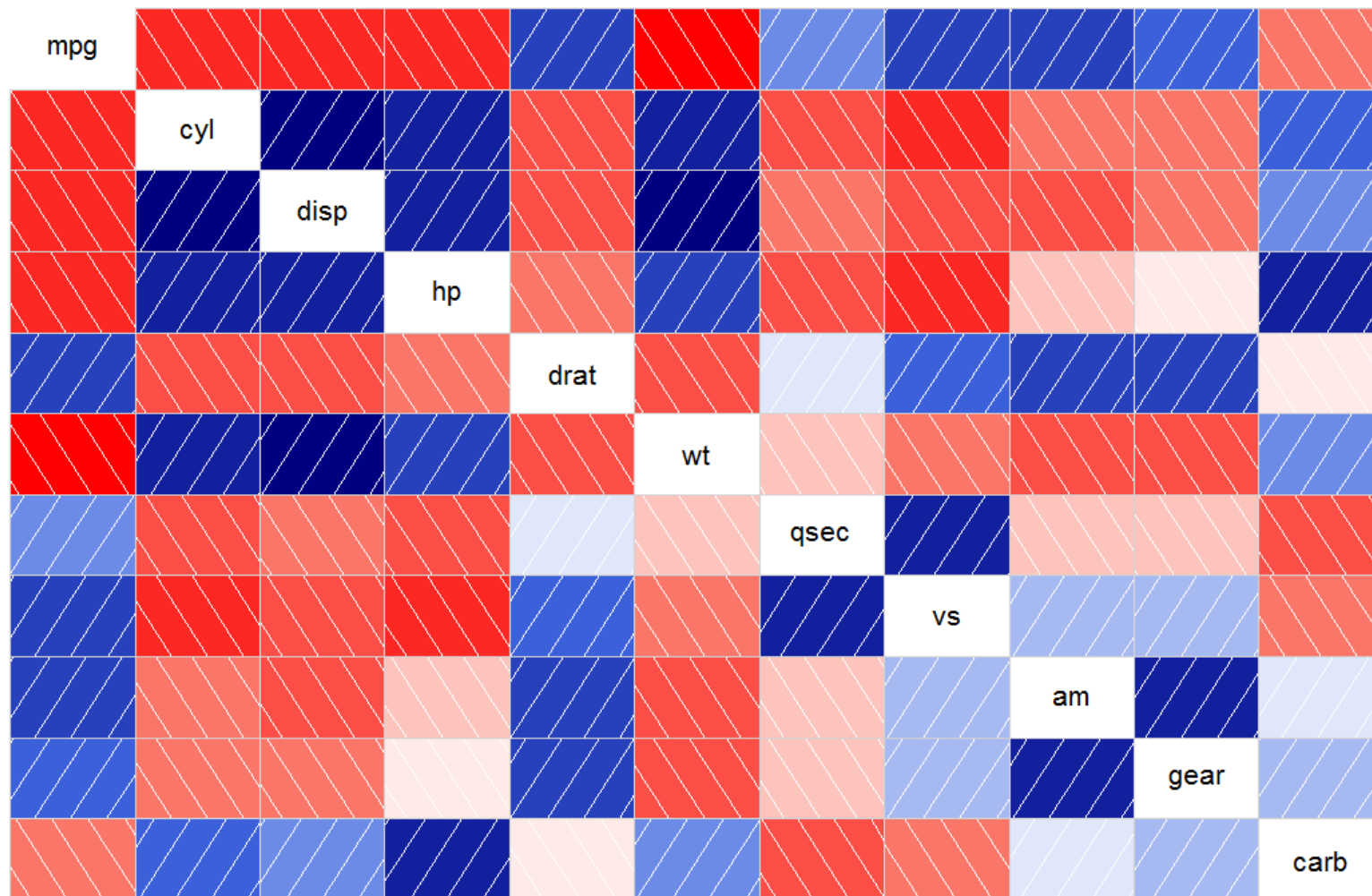
```
Correlation matrix
      mpg    cyl  disp    hp  drat    wt   qsec    vs    am  gear   carb
mpg   1.00 -0.85 -0.85 -0.78  0.68 -0.87  0.42  0.66  0.60  0.48 -0.55
cyl  -0.85  1.00  0.90  0.83 -0.70  0.78 -0.59 -0.81 -0.52 -0.49  0.53
disp -0.85  0.90  1.00  0.79 -0.71  0.89 -0.43 -0.71 -0.59 -0.56  0.39
hp   -0.78  0.83  0.79  1.00 -0.45  0.66 -0.71 -0.72 -0.24 -0.13  0.75
drat  0.68 -0.70 -0.71 -0.45  1.00 -0.71  0.09  0.44  0.71  0.70 -0.09
wt   -0.87  0.78  0.89  0.66 -0.71  1.00 -0.17 -0.55 -0.69 -0.58  0.43
qsec  0.42 -0.59 -0.43 -0.71  0.09 -0.17  1.00  0.74 -0.23 -0.21 -0.66
vs    0.66 -0.81 -0.71 -0.72  0.44 -0.55  0.74  1.00  0.17  0.21 -0.57
am    0.60 -0.52 -0.59 -0.24  0.71 -0.69 -0.23  0.17  1.00  0.79  0.06
gear  0.48 -0.49 -0.56 -0.13  0.70 -0.58 -0.21  0.21  0.79  1.00  0.27
carb -0.55  0.53  0.39  0.75 -0.09  0.43 -0.66 -0.57  0.06  0.27  1.00
```

## Аннотация к `corrgram()`. пакет `corrgram`

- По умолчанию голубой цвет и штриховка из левого нижнего угла к правому верхнему соответствуют положительной корреляции между двумя переменными, на пересечении которых находится данная ячейка.
- Напротив, красный цвет и штриховка из верхнего левого угла к правому нижнему соответствуют отрицательной корреляции. Чем темнее и насыщеннее цвет, тем сильнее корреляция.
- Слабые, близкие к нулю корреляции будут представлены “выцветшими” ячейками. На представленной диаграмме порядок строк и столбцов был автоматически изменен по результатам анализа главных компонент так, чтобы переменные со сходной корреляционной структурой формировали кластеры.

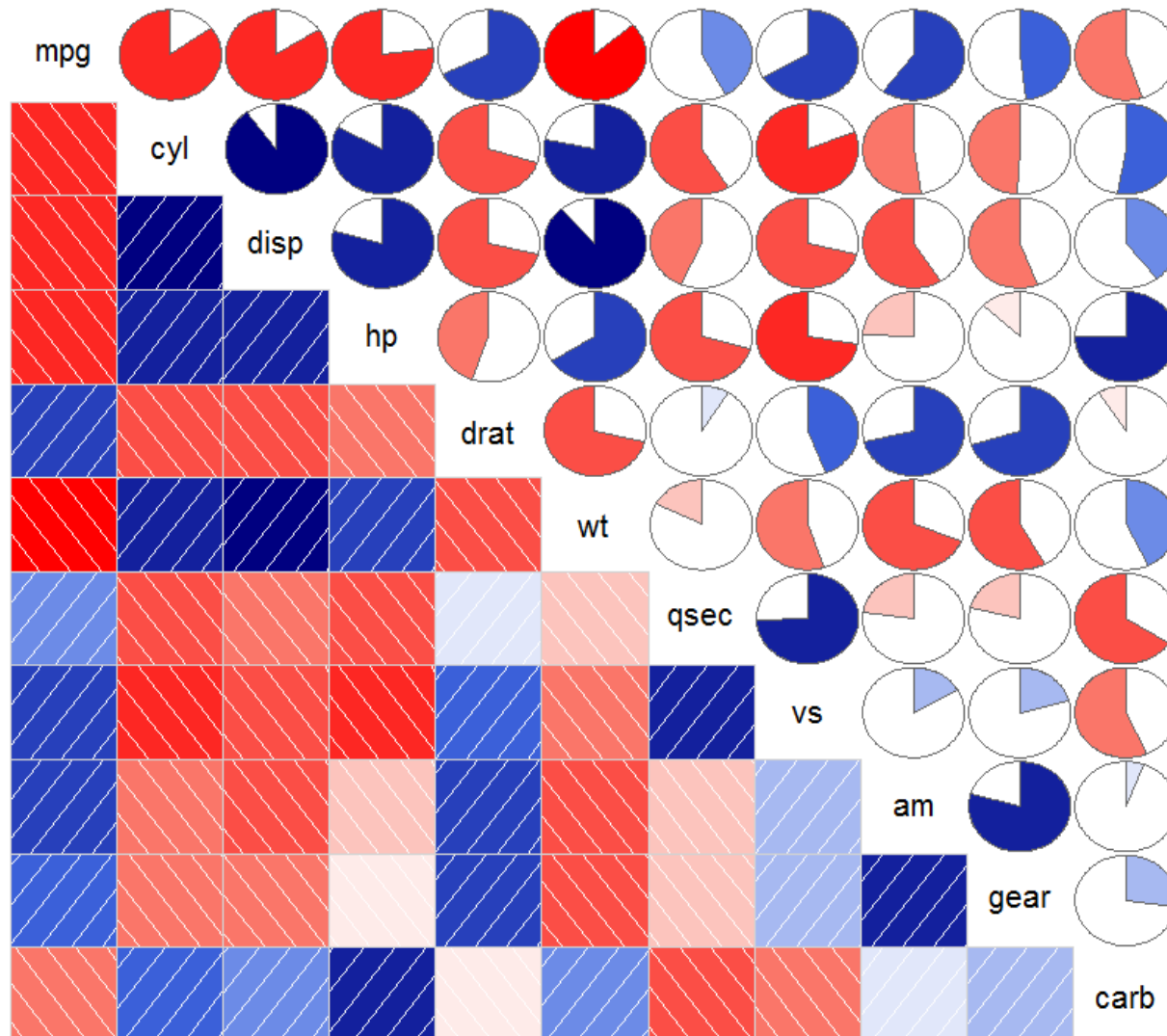


## corrgram(). пакет corrgram



## corrgram(). пакет corrgram

corrgram(mtcars, lower.panel=panel.shade, upper.panel=panel.pie)



## Аннотация к corrgram()

- На верхнем треугольнике диаграммы та же информация представлена в виде круговых диаграмм.
- Цвета имеют такое же значение, а сила корреляции выражена в размере закрашенного сегмента круговой диаграммы.
- Сегменты, соответствующие положительным корреляциям, начинаются от положения «12 часов» и заполняют круг по часовой стрелке.
- Сегменты, соответствующие отрицательным корреляциям, заполняют круг против часовой стрелки.

# Параметры

- `corrgram(x, order=, panel=, text.panel=, diag.panel=)`,
- `x` – это таблица данных с одним наблюдением на строку.
- Если `order=TRUE`, то порядок переменных изменяется согласно результатам анализа главных компонент корреляционной матрицы
- Параметр `panel` определяет вид диаграммы (кроме главной диагонали – ее свойства задаются отдельно). Вместо него можно использовать параметры `lower.panel` и `upper.panel`, чтобы отдельно определять вид нижней и верхней (по отношению к главной диагонали) половин диаграммы.
- Параметры `text.panel` и `diag.panel` относятся к главной диагонали.

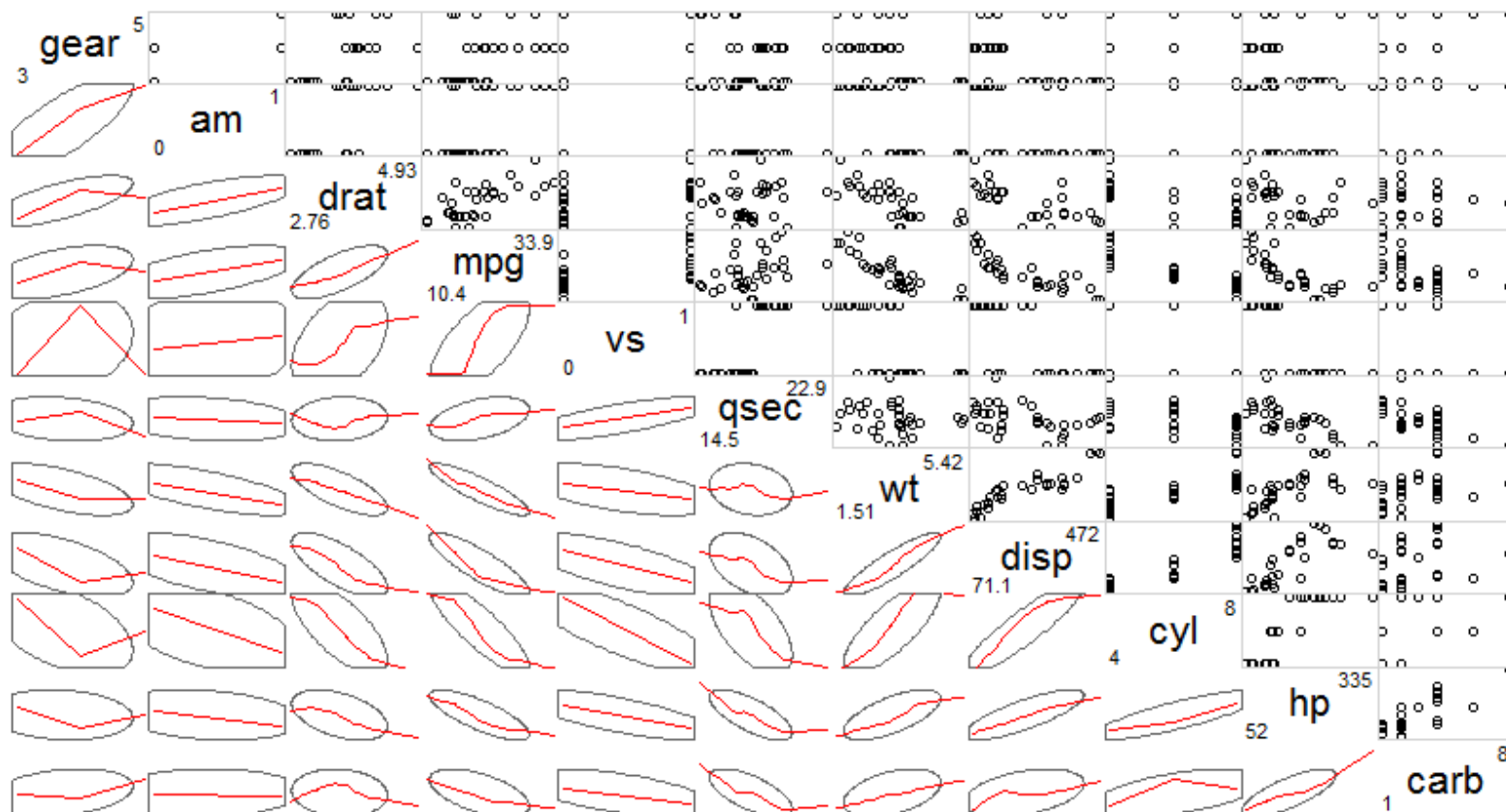
## Допустимые значения параметра panel

Положение	Значение параметра	Описание
Не на главной диагонали  lower.panel=  upper.panel=	panel.pie	Закрашенный сегмент круговой диаграммы соответствует силе корреляции
	panel.shade	Интенсивность цвета соответствует силе корреляции
	panel.ellipse	Изображаются доверительный эллипс и сглаженная линия
	panel.pts	Изображается диаграмма рассеяния
diag.panel=	panel.minmax	Приводятся минимальное и максимальное значения переменной
text.panel=	panel.txt	Отображается название переменной

# Параметры

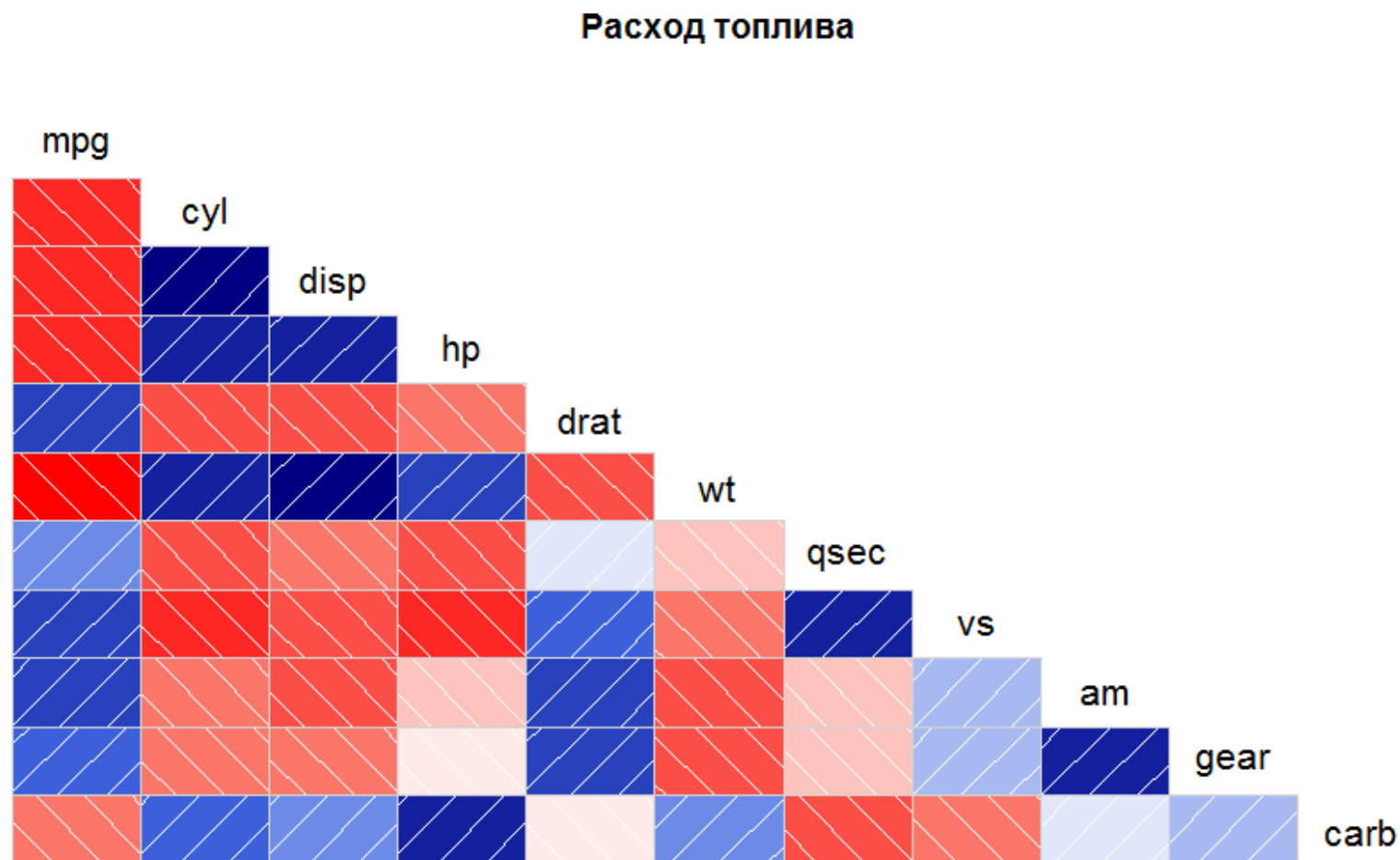
```
corrgram(mtcars, order=TRUE,  
lower.panel=panel.ellipse,upper.panel=panel.pts,  
text.panel=panel.txt,diag.panel=panel.minmax,main="Кореллограмма")
```

Кореллограмма



## Параметры

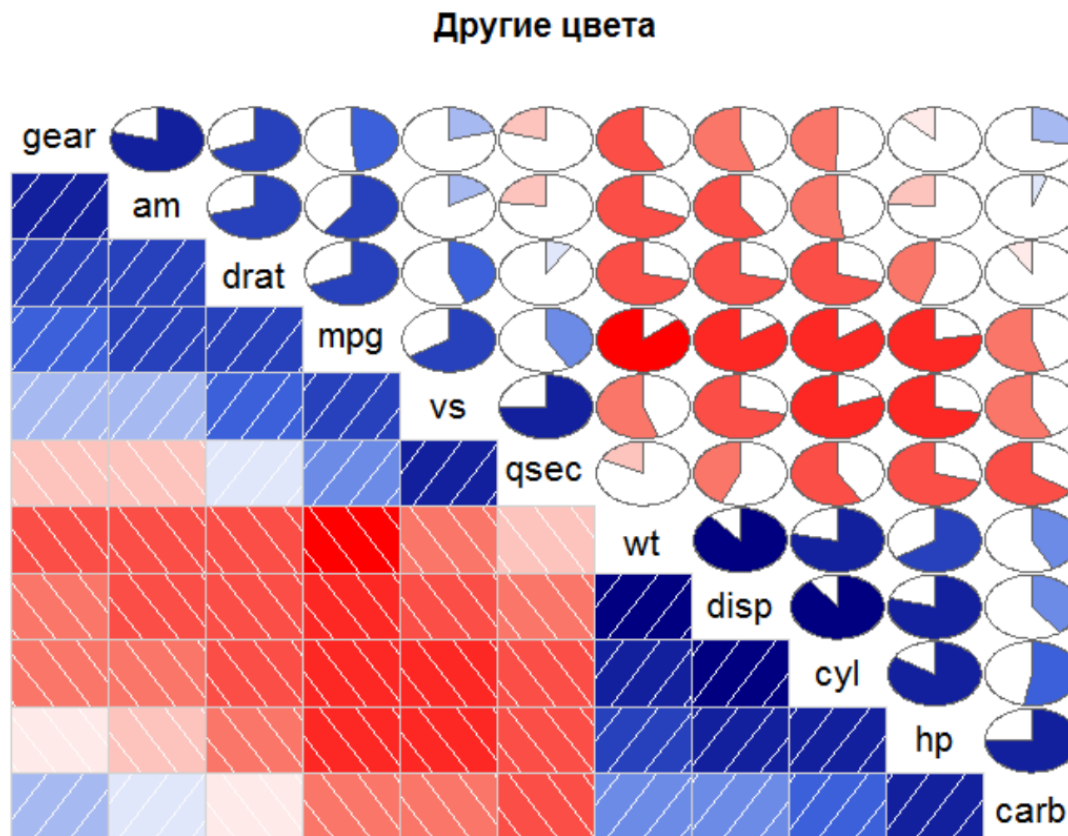
```
corrgram(mtcars, lower.panel=panel.shade, upper.panel=NULL,  
text.panel=panel.txt, main="Расход топлива")
```



## Управление цветом. Определяются 4 цвета

```
col.corrgram <- function(ncol){colorRampPalette(c("darkgoldenrod4",  
"burlywood1", "darkkhaki", "darkgreen"))(ncol)}
```

```
corrgram(mtcars, order=TRUE, lower.panel=panel.shade,  
upper.panel=panel.pie, text.panel=panel.txt, main="Другие цвета")
```





# Спасибо за внимание!



Шевцов Василий Викторович

shevtsov\_vv@rudn.university  
+7(903)144-53-57