Лабораторная работа № 2

Иванова Ксения

28 12 2020

##Импорт данных Импортируем объекты, сохраненные в рабочем пространстве по итогу ЛР№1

## [1] "coef.vars" "coef.vars1" "DF" "DF1" "file.path"   
## [6] "i" "matrix.cor" "matrix.p" "mns" "mns1"   
## [11] "p" "pic.num" "r.corr" "reg.df" "sds"   
## [16] "sds1" "smm" "smm1" "table" "table.num"   
## [21] "table1" "W" "x"

## [1] 83 6

## FO PMI.2015 GRPpc.2015 RTT.2015 ECB.2014 NSB.2015  
## 3 ЦФО 28331 443086.2 178097 7104.2 21222  
## 4 ЦФО 25362 219575.8 177048 7682.5 12435  
## 5 ЦФО 23729 255398.6 139408 8238.9 20022  
## 6 ЦФО 29922 352926.0 198814 11588.4 32932  
## 7 ЦФО 22556 165496.3 143349 6416.3 18280  
## 8 ЦФО 27703 331468.3 167204 6470.6 13501

## 'data.frame': 83 obs. of 6 variables:  
## $ FO : Factor w/ 8 levels "ДФО","ПФО","СЗФО",..: 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 ...  
## $ PMI.2015 : int 28331 25362 23729 29922 22556 27703 22442 25801 27665 37702 ...  
## $ GRPpc.2015: num 443086 219576 255399 352926 165496 ...  
## $ RTT.2015 : int 178097 177048 139408 198814 143349 167204 131002 160712 186603 237152 ...  
## $ ECB.2014 : num 7104 7682 8239 11588 6416 ...  
## $ NSB.2015 : int 21222 12435 20022 32932 18280 13501 9344 11198 13484 85465 ...

# Раздел I.

## Изначальная регрессионная модель, основанная на ЛР№1

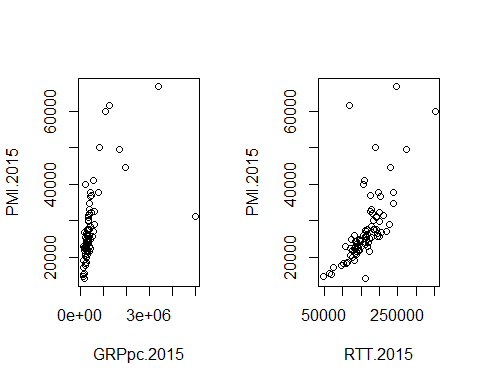
Модель 0: , где

* Y *PMI.2015* – Среднедушевые денежные доходы населения
* X1 *GRPpc.2015* – ВРП на душу населения
* X2 *RTT.2015* – Оборот розничной торговли на душу населения
* X3 *ECB.2014* – Расходы консолидированных бюджетов субъектов Российской Федерации: на социальную политику
* X4 *NSB.2015* – Число малых предприятий на 10000 человек населения

## Оценка параметров этой моделей

#### Таблица 1 - описательные статистики модели 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(>|t|) |
| (Intercept) | 6624.4537 | 2697.6249 | 2.4557 | 0.0162 |
| GRPpc.2015 | 0.0050 | 0.0012 | 4.2522 | 0.0001 |
| RTT.2015 | 0.1149 | 0.0171 | 6.7274 | 0.0000 |



#### Рис. 2. график разброса начальной модели

**Проверка значимости для коэффициента при GRPpc.2015.**

H0: (параметр) коэфф. при GRPpc.2015 равен 0 в генеральной совокупности (не значим);

H1: (параметр) коэфф. при GRPpc.2015 не равен 0 в генеральной совокупности (значим).

Проверим значимость при помощи p-значения.

**Напоминание:** *Сравниваем p-значение и (Уровень значимости = 0,05);* *Если p-значение > , то принимается гипотеза H0, в ином случае принимается противоположная гипотеза H1.*

P-значение при GRPpc.2015 = => принимается гипотеза H1. **Параметр значим.**

**Проверка значимости для коэффициента при RTT.2015.**

H0: (параметр) коэфф. при RTT.2015 равен 0 в генеральной совокупности (не значим);

H1: (параметр) коэфф. при RTT.2015 не равен 0 в генеральной совокупности (значим).

Проверим значимость при помощи p-значения.

P-значение при RTT.2015 = => принимается гипотеза H1. **Параметр значим.**

## Пошаговое исключение регрессоров

Исключаем ECB.2014 p-значение > 0.05 (0.1467)

Явный вид модели 1:

#### Рис. 2. график разброса исправленной модели

## модель с переменной структурой по федеральным округам

Построим модель с переменной структурой, используя принадлежность каждого региона к одному из восьми федеральных округов. Включим фиктивные переменные как в константу, так и в коэффициенты. Общий вид модели с переменной структурой.

#### Таблица 2 - описательные статистики модели по федеральным округам

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(>|t|) |
| (Intercept) | 41756.2650 | 5057.7960 | 8.2558 | 0.0000 |
| GRPpc.2015 | 0.0237 | 0.0028 | 8.5287 | 0.0000 |
| RTT.2015 | -0.1022 | 0.0303 | -3.3680 | 0.0013 |
| FOПФО | -38502.3998 | 6545.0076 | -5.8827 | 0.0000 |
| FOСЗФО | -9216.8060 | 9123.0210 | -1.0103 | 0.3165 |
| FOСКФО | -26391.1858 | 8077.9620 | -3.2671 | 0.0018 |
| FOСФО | -33875.5422 | 7044.9913 | -4.8085 | 0.0000 |
| FOУФО | -32054.0941 | 8191.2005 | -3.9132 | 0.0002 |
| FOЦФО | -38746.5885 | 7177.7319 | -5.3982 | 0.0000 |
| FOЮФО | -41650.4676 | 7608.6960 | -5.4741 | 0.0000 |
| GRPpc.2015:FOПФО | -0.0111 | 0.0182 | -0.6077 | 0.5457 |
| GRPpc.2015:FOСЗФО | -0.0231 | 0.0029 | -7.9740 | 0.0000 |
| GRPpc.2015:FOСКФО | -0.0580 | 0.0602 | -0.9643 | 0.3389 |
| GRPpc.2015:FOСФО | -0.0148 | 0.0099 | -1.5050 | 0.1377 |
| GRPpc.2015:FOУФО | -0.0124 | 0.0032 | -3.9315 | 0.0002 |
| GRPpc.2015:FOЦФО | -0.0070 | 0.0127 | -0.5528 | 0.5825 |
| GRPpc.2015:FOЮФО | 0.0501 | 0.0301 | 1.6630 | 0.1016 |
| RTT.2015:FOПФО | 0.2176 | 0.0532 | 4.0934 | 0.0001 |
| RTT.2015:FOСЗФО | 0.0779 | 0.0532 | 1.4630 | 0.1488 |
| RTT.2015:FOСКФО | 0.1891 | 0.0521 | 3.6324 | 0.0006 |
| RTT.2015:FOСФО | 0.1914 | 0.0506 | 3.7834 | 0.0004 |
| RTT.2015:FOУФО | 0.1717 | 0.0467 | 3.6762 | 0.0005 |
| RTT.2015:FOЦФО | 0.2103 | 0.0587 | 3.5833 | 0.0007 |
| RTT.2015:FOЮФО | 0.1190 | 0.0519 | 2.2911 | 0.0255 |

Модель в целом незначима, но скорректированный коэффициент детерминации у неё намного выше, чем у модели по всем регионам (91.4%). У неё несколько незначимых параметров. Исключать их последовательно вручную трудоёмко, поэтому мы воспользуемся пользовательской функцией, которая проводит процедуру последовательного исключения регрессоров.

Сначала сгенерируем матрицу независимых переменных функцией *model.matrix()*. После загружаем функцию для исключения незначимых регрессоров из файла «removeFactorsByPValue.R» в рабочей директории и применяем её к модели с переменной структурой.

### Модель без поправки:

#### Таблица 3 - описательные статистики модели по федеральным округам без поправки

## PMI.2015 FOПФО FOСЗФО FOСКФО FOСФО FOУФО FOЦФО FOЮФО GRPpc.2015 RTT.2015  
## 3 28331 0 0 0 0 0 1 0 443086.2 178097  
## 4 25362 0 0 0 0 0 1 0 219575.8 177048  
## 5 23729 0 0 0 0 0 1 0 255398.6 139408  
## 6 29922 0 0 0 0 0 1 0 352926.0 198814  
## 7 22556 0 0 0 0 0 1 0 165496.3 143349  
## 8 27703 0 0 0 0 0 1 0 331468.3 167204  
## FOПФО.GRPpc.2015 FOСЗФО.GRPpc.2015 FOСКФО.GRPpc.2015 FOСФО.GRPpc.2015  
## 3 0 0 0 0  
## 4 0 0 0 0  
## 5 0 0 0 0  
## 6 0 0 0 0  
## 7 0 0 0 0  
## 8 0 0 0 0  
## FOУФО.GRPpc.2015 FOЦФО.GRPpc.2015 FOЮФО.GRPpc.2015 FOПФО.RTT.2015  
## 3 0 443086.2 0 0  
## 4 0 219575.8 0 0  
## 5 0 255398.6 0 0  
## 6 0 352926.0 0 0  
## 7 0 165496.3 0 0  
## 8 0 331468.3 0 0  
## FOСЗФО.RTT.2015 FOСКФО.RTT.2015 FOСФО.RTT.2015 FOУФО.RTT.2015 FOЦФО.RTT.2015  
## 3 0 0 0 0 178097  
## 4 0 0 0 0 177048  
## 5 0 0 0 0 139408  
## 6 0 0 0 0 198814  
## 7 0 0 0 0 143349  
## 8 0 0 0 0 167204  
## FOЮФО.RTT.2015  
## 3 0  
## 4 0  
## 5 0  
## 6 0  
## 7 0  
## 8 0

## PMI.2015 FOПФО FOСЗФО FOСКФО FOСФО FOУФО FOЦФО FOЮФО GRPpc.2015 RTT.2015  
## 87 36621 0 0 0 0 0 0 0 427651.0 203200  
## 88 30197 0 0 0 0 0 0 0 342762.6 182491  
## 89 50173 0 0 0 0 0 0 0 846400.3 187765  
## 90 49585 0 0 0 0 0 0 0 1699932.7 272527  
## 91 24427 0 0 0 0 0 0 0 268310.6 133748  
## 92 61640 0 0 0 0 0 0 0 1269343.9 119335  
## FOПФО.GRPpc.2015 FOСЗФО.GRPpc.2015 FOСКФО.GRPpc.2015 FOСФО.GRPpc.2015  
## 87 0 0 0 0  
## 88 0 0 0 0  
## 89 0 0 0 0  
## 90 0 0 0 0  
## 91 0 0 0 0  
## 92 0 0 0 0  
## FOУФО.GRPpc.2015 FOЦФО.GRPpc.2015 FOЮФО.GRPpc.2015 FOПФО.RTT.2015  
## 87 0 0 0 0  
## 88 0 0 0 0  
## 89 0 0 0 0  
## 90 0 0 0 0  
## 91 0 0 0 0  
## 92 0 0 0 0  
## FOСЗФО.RTT.2015 FOСКФО.RTT.2015 FOСФО.RTT.2015 FOУФО.RTT.2015 FOЦФО.RTT.2015  
## 87 0 0 0 0 0  
## 88 0 0 0 0 0  
## 89 0 0 0 0 0  
## 90 0 0 0 0 0  
## 91 0 0 0 0 0  
## 92 0 0 0 0 0  
## FOЮФО.RTT.2015  
## 87 0  
## 88 0  
## 89 0  
## 90 0  
## 91 0  
## 92 0

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(>|t|) |
| (Intercept) | 35711.4297 | 3737.3624 | 9.5552 | 0.0000 |
| FOПФО | -32589.7279 | 5634.3118 | -5.7842 | 0.0000 |
| FOСКФО | -25003.3371 | 5136.4021 | -4.8679 | 0.0000 |
| FOСФО | -28303.3340 | 6227.9901 | -4.5445 | 0.0000 |
| FOУФО | -26009.2588 | 7551.7629 | -3.4441 | 0.0010 |
| FOЦФО | -32036.3410 | 4835.1108 | -6.6258 | 0.0000 |
| FOЮФО | -34357.8113 | 6624.8255 | -5.1862 | 0.0000 |
| GRPpc.2015 | 0.0187 | 0.0017 | 10.7421 | 0.0000 |
| RTT.2015 | -0.0461 | 0.0215 | -2.1476 | 0.0354 |
| FOСЗФО.GRPpc.2015 | -0.0178 | 0.0017 | -10.7188 | 0.0000 |
| FOУФО.GRPpc.2015 | -0.0074 | 0.0023 | -3.2047 | 0.0021 |
| FOЮФО.GRPpc.2015 | 0.0877 | 0.0236 | 3.7211 | 0.0004 |
| FOПФО.RTT.2015 | 0.1499 | 0.0345 | 4.3424 | 0.0000 |
| FOСКФО.RTT.2015 | 0.1032 | 0.0335 | 3.0815 | 0.0030 |
| FOСФО.RTT.2015 | 0.1160 | 0.0421 | 2.7574 | 0.0075 |
| FOУФО.RTT.2015 | 0.1156 | 0.0420 | 2.7490 | 0.0077 |
| FOЦФО.RTT.2015 | 0.1464 | 0.0265 | 5.5282 | 0.0000 |

Все коэффициенты модели значимы, но уровень коэффициента детерминации немого погизился. ( 0.9)

Значима константа для Приволжского, Северо-Кавказского, Северного, Уральскго, Центрального и Южного федеральных округов, а также коэффициент при независимых переменных для некоторых округов.

*(GRPpc.2015 с константой Северно-западного, Уральского и Южного федеральных округов; RTT.2015 с константой Приволжского, Северо-Кавказского, Северного, Уральского и У=Центрального федеральных округов )*

Явный вид модели 2:

### Модель с поправкой Бонферрони:

#### Таблица 4 - описательные статистики модели по федеральным округам с поправкой Бонферрони

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(>|t|) |
| (Intercept) | 35711.4297 | 3737.3624 | 9.5552 | 0.0000 |
| FOПФО | -32589.7279 | 5634.3118 | -5.7842 | 0.0000 |
| FOСКФО | -25003.3371 | 5136.4021 | -4.8679 | 0.0000 |
| FOСФО | -28303.3340 | 6227.9901 | -4.5445 | 0.0000 |
| FOУФО | -26009.2588 | 7551.7629 | -3.4441 | 0.0010 |
| FOЦФО | -32036.3410 | 4835.1108 | -6.6258 | 0.0000 |
| FOЮФО | -34357.8113 | 6624.8255 | -5.1862 | 0.0000 |
| GRPpc.2015 | 0.0187 | 0.0017 | 10.7421 | 0.0000 |
| RTT.2015 | -0.0461 | 0.0215 | -2.1476 | 0.0354 |
| FOСЗФО.GRPpc.2015 | -0.0178 | 0.0017 | -10.7188 | 0.0000 |
| FOУФО.GRPpc.2015 | -0.0074 | 0.0023 | -3.2047 | 0.0021 |
| FOЮФО.GRPpc.2015 | 0.0877 | 0.0236 | 3.7211 | 0.0004 |
| FOПФО.RTT.2015 | 0.1499 | 0.0345 | 4.3424 | 0.0000 |
| FOСКФО.RTT.2015 | 0.1032 | 0.0335 | 3.0815 | 0.0030 |
| FOСФО.RTT.2015 | 0.1160 | 0.0421 | 2.7574 | 0.0075 |
| FOУФО.RTT.2015 | 0.1156 | 0.0420 | 2.7490 | 0.0077 |
| FOЦФО.RTT.2015 | 0.1464 | 0.0265 | 5.5282 | 0.0000 |

Коэффициенты модели при *PIM.2013* значимы, однако коэффициент детерминации не изменился ( 0.9).

# строим ПЛР на второй по силе корреляции фактор

Построим модель с переменной структурой, используя принадлежность каждого региона к одному из восьми федеральных округов. Включим фиктивные переменные как в константу, так и в коэффициенты. Общий вид модели с переменной структурой.

Модель со 2 фактором по силе корреляции не значима, и имеет очень слабый коэффицент детерминации ( 0.194)

#### Таблица 5 - описательные статистики модели по федеральным округам

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(>|t|) |
| (Intercept) | 47095.4620 | 3834.8255 | 12.2810 | 0.0000 |
| FOПФО | -29899.9186 | 5318.7224 | -5.6216 | 0.0000 |
| FOСЗФО | -21965.9100 | 4696.3831 | -4.6772 | 0.0000 |
| FOСКФО | -29889.2644 | 5715.9033 | -5.2291 | 0.0000 |
| FOСФО | -27527.9880 | 5036.2177 | -5.4660 | 0.0000 |
| FOУФО | -18904.3916 | 7805.2311 | -2.4220 | 0.0181 |
| FOЦФО | -22639.8867 | 4180.6237 | -5.4154 | 0.0000 |
| FOЮФО | -31064.8028 | 5680.9837 | -5.4682 | 0.0000 |
| ECB.2014 | -0.8248 | 0.3964 | -2.0809 | 0.0413 |
| FOПФО:ECB.2014 | 1.3396 | 0.4622 | 2.8981 | 0.0051 |
| FOСЗФО:ECB.2014 | 1.1530 | 0.4306 | 2.6778 | 0.0093 |
| FOСКФО:ECB.2014 | 1.3262 | 0.6232 | 2.1278 | 0.0370 |
| FOСФО:ECB.2014 | 1.0679 | 0.4544 | 2.3501 | 0.0217 |
| FOУФО:ECB.2014 | 1.2752 | 0.5168 | 2.4677 | 0.0162 |
| FOЦФО:ECB.2014 | 0.9803 | 0.3974 | 2.4665 | 0.0162 |
| FOЮФО:ECB.2014 | 1.2993 | 0.4674 | 2.7798 | 0.0071 |

Модель в целом незначима, но скорректированный коэффициент детерминации у неё ниже, чем у модели по всем регионам (90%). У неё нет незначимых параметров.

Явый вид модели 3:

## Сравнение моделей по качеству.

Сравним три полученные модели: изначальную, с поправкой по ФО и без поправки по ФО.

#### Таблица 6 - сравнение трёх моделей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модель | R.2.скорр | F.расч | Станд.Ошибка |
| fit.1 | 0.549 | 50.88 | 6572.8 |
| fit.1.foBonferroni | 0.828 | 40.55 | 4055.1 |
| fit.2.fo | 0.563 | 8.05 | 6466.9 |

Результат:

Среднее по Y = 27653.7;

По столбцу больше всего подходит третья модель; По столбцу F.расч - первая; По минимальной Стандартной ошибке третья.

Таким образом, модель по федеральным округам без поправки (fit.2.fo) наиболее предпочтительна.

Явный вид модели 4:

# Раздел II

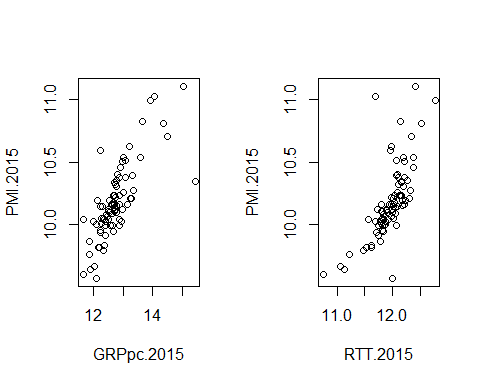
## Изначаьная регрессионная модель для логарифмированных данных, основанная на ЛР№1

Модель 0: , где

* Y *PMI.2015* – Индексы промышленного производства.
* X1 *PIM.2013* – Индесы цен производителей промышленных товаров по видам экономической деятельности: обрабатывающие производства.
* X2 *DDFA.2013* – Степень износа основных фондов.
* X3 *FCI.2012* – Инвестиции в основвной капитал на душу населения.
* X4 *DLR.2013* – Задолжность по кредитам в рублях, предоставленым кредитными организациями юридическим лицам.

По количеству 83-x наблюдений.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(>|t|) |
| (Intercept) | 2.4719 | 0.7249 | 3.4099 | 0.001 |
| GRPpc.2015 | 0.2466 | 0.0356 | 6.9214 | 0.000 |
| RTT.2015 | 0.3816 | 0.0754 | 5.0591 | 0.000 |

 #### Рис. 3. график разброса начальной логарифмированной модели

## Проверка значимости для логарифмированных значений:

**Проверка значимости для коэффициента при GRPpc.2015.**

H0: (параметр) коэфф. при GRPpc.2015 равен 0 в генеральной совокупности (не значим);

H1: (параметр) коэфф. при GRPpc.2015 не равен 0 в генеральной совокупности (значим).

Проверим значимость при помощи p-значения. ( )

P-значение при GRPpc.2015 = => принимается гипотеза H1. **Параметр значим.**

**Проверка значимости для коэффициента при RTT.2015.**

H0: (параметр) коэфф. при RTT.2015 равен 0 в генеральной совокупности (не значим);

H1: (параметр) коэфф. при RTT.2015 не равен 0 в генеральной совокупности (значим).

Проверим значимость при помощи p-значения. ( )

P-значение при RTT.2015 = => принимается гипотеза H1. **Параметр значим.**

Явный вид модели 1:

# Модель с переменной структурой по федеральным округам (логарифмированные данные).

Построим модель с переменной структурой, используя принадлежность каждого региона к одному из восьми федеральных округов. Включим фиктивные переменные как в константу, так и в коэффициенты. Общий вид модели с переменной структурой.

#### Таблица 8 - описательные статистики логарифмированной модели по федеральным округам

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(>|t|) |
| (Intercept) | 7.8499 | 1.9336 | 4.0598 | 0.0001 |
| FOПФО | -8.1014 | 2.4833 | -3.2623 | 0.0018 |
| FOСЗФО | 3.0390 | 3.4610 | 0.8781 | 0.3835 |
| FOСКФО | -0.4082 | 3.1315 | -0.1304 | 0.8967 |
| FOСФО | -5.1507 | 2.4866 | -2.0714 | 0.0427 |
| FOУФО | -5.4064 | 3.0400 | -1.7784 | 0.0805 |
| FOЦФО | -8.6485 | 2.5594 | -3.3792 | 0.0013 |
| FOЮФО | -9.8490 | 2.7936 | -3.5255 | 0.0008 |
| GRPpc.2015 | 0.4396 | 0.0642 | 6.8428 | 0.0000 |
| RTT.2015 | -0.2592 | 0.1671 | -1.5516 | 0.1261 |
| FOПФО:GRPpc.2015 | -0.2814 | 0.1916 | -1.4689 | 0.1472 |
| FOСЗФО:GRPpc.2015 | -0.4142 | 0.0788 | -5.2565 | 0.0000 |
| FOСКФО:GRPpc.2015 | -0.6728 | 0.3017 | -2.2303 | 0.0295 |
| FOСФО:GRPpc.2015 | -0.3195 | 0.1191 | -2.6834 | 0.0094 |
| FOУФО:GRPpc.2015 | -0.1263 | 0.0922 | -1.3706 | 0.1757 |
| FOЦФО:GRPpc.2015 | -0.2575 | 0.1586 | -1.6233 | 0.1098 |
| FOЮФО:GRPpc.2015 | 0.5614 | 0.2429 | 2.3112 | 0.0243 |
| FOПФО:RTT.2015 | 0.9607 | 0.2661 | 3.6107 | 0.0006 |
| FOСЗФО:RTT.2015 | 0.1787 | 0.3033 | 0.5892 | 0.5580 |
| FOСКФО:RTT.2015 | 0.7120 | 0.2180 | 3.2666 | 0.0018 |
| FOСФО:RTT.2015 | 0.7519 | 0.2297 | 3.2726 | 0.0018 |
| FOУФО:RTT.2015 | 0.5688 | 0.2921 | 1.9472 | 0.0563 |
| FOЦФО:RTT.2015 | 0.9807 | 0.3051 | 3.2144 | 0.0021 |
| FOЮФО:RTT.2015 | 0.2179 | 0.2330 | 0.9354 | 0.3534 |

Модель в целом незначима, но скорректированный коэффициент детерминации у неё выше, чем у модели по всем регионам (90.7%). У неё несколько незначимых параметров. Исключать их последовательно вручную трудоёмко, поэтому мы воспользуемся пользовательской функцией, которая проводит процедуру последовательного исключения регрессоров.

Сначала сгенерируем матрицу независимых переменных функцией *model.matrix()*. После загружаем функцию для исключения незначимых регрессоров из файла «removeFactorsByPValue.R» в рабочей директории и применяем её к модели с переменной структурой.

### Модель без поправки:

#### Таблица 9 - описательные статистики логарифмированной модели по федеральным округам без поправки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(>|t|) |
| (Intercept) | 5.5031 | 0.4432 | 12.4166 | 0.0000 |
| FOПФО | -6.1709 | 1.5972 | -3.8637 | 0.0003 |
| FOСЗФО | 4.4903 | 0.7154 | 6.2770 | 0.0000 |
| FOУФО | -0.1943 | 0.0585 | -3.3224 | 0.0014 |
| FOЦФО | -5.0777 | 1.5844 | -3.2048 | 0.0021 |
| FOЮФО | -7.4554 | 2.0947 | -3.5591 | 0.0007 |
| GRPpc.2015 | 0.3806 | 0.0332 | 11.4681 | 0.0000 |
| FOСЗФО.GRPpc.2015 | -0.3609 | 0.0541 | -6.6747 | 0.0000 |
| FOСКФО.GRPpc.2015 | -0.4024 | 0.1247 | -3.2271 | 0.0019 |
| FOСФО.GRPpc.2015 | -0.2871 | 0.1051 | -2.7306 | 0.0080 |
| FOЮФО.GRPpc.2015 | 0.5773 | 0.1677 | 3.4417 | 0.0010 |
| FOПФО.RTT.2015 | 0.5009 | 0.1339 | 3.7413 | 0.0004 |
| FOСКФО.RTT.2015 | 0.4023 | 0.1274 | 3.1575 | 0.0024 |
| FOСФО.RTT.2015 | 0.2830 | 0.1129 | 2.5064 | 0.0146 |
| FOЦФО.RTT.2015 | 0.4114 | 0.1306 | 3.1494 | 0.0024 |

##   
## Call:  
## lm(formula = as.formula(paste(y.var.name, " ~ .", sep = "")),   
## data = data)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -0.26154 -0.08558 -0.00361 0.06754 0.36061   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) 5.50306 0.44320 12.417 < 2e-16 \*\*\*  
## FOПФО -6.17093 1.59716 -3.864 0.000252 \*\*\*  
## FOСЗФО 4.49031 0.71536 6.277 2.77e-08 \*\*\*  
## FOУФО -0.19428 0.05847 -3.322 0.001439 \*\*   
## FOЦФО -5.07768 1.58441 -3.205 0.002059 \*\*   
## FOЮФО -7.45536 2.09473 -3.559 0.000684 \*\*\*  
## GRPpc.2015 0.38061 0.03319 11.468 < 2e-16 \*\*\*  
## FOСЗФО.GRPpc.2015 -0.36090 0.05407 -6.675 5.44e-09 \*\*\*  
## FOСКФО.GRPpc.2015 -0.40236 0.12468 -3.227 0.001925 \*\*   
## FOСФО.GRPpc.2015 -0.28711 0.10514 -2.731 0.008043 \*\*   
## FOЮФО.GRPpc.2015 0.57726 0.16773 3.442 0.000993 \*\*\*  
## FOПФО.RTT.2015 0.50088 0.13388 3.741 0.000378 \*\*\*  
## FOСКФО.RTT.2015 0.40233 0.12742 3.158 0.002373 \*\*   
## FOСФО.RTT.2015 0.28304 0.11293 2.506 0.014594 \*   
## FOЦФО.RTT.2015 0.41139 0.13062 3.149 0.002431 \*\*   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 0.1106 on 68 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.8882, Adjusted R-squared: 0.8652   
## F-statistic: 38.6 on 14 and 68 DF, p-value: < 2.2e-16

Все коэффициенты модели значимы и она имеет сильный уровень коэффициента детерминации. 0.888.

Значимы константы для Приволжского, Северо-Западного, Уральского, Центрального и Южного федеральных округов

*(GRPpc.2015 с Северо-Западным, Северо-Кавказским, Северным и Южным федеральных округов; RTT.2015 с приволжским, Северо-Кавказским, Северным и Центральным)*

Явный вид модели 2:

### Модель с поправкой Бонферрони:

Явный вид модели 3: .

#### Таблица 10 - описательные статистики логарифмированной модели по федеральным округам с поправкой Бонферрони

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(>|t|) |
| (Intercept) | 5.9135 | 0.4443 | 13.3109 | 0.0000 |
| FOПФО | -6.5239 | 1.6862 | -3.8691 | 0.0002 |
| FOЦФО | -5.6774 | 1.6632 | -3.4136 | 0.0011 |
| FOЮФО | -7.8658 | 2.2129 | -3.5545 | 0.0007 |
| GRPpc.2015 | 0.3499 | 0.0333 | 10.5054 | 0.0000 |
| FOСЗФО.GRPpc.2015 | -0.3414 | 0.0594 | -5.7486 | 0.0000 |
| FOСКФО.GRPpc.2015 | -0.4164 | 0.1319 | -3.1567 | 0.0024 |
| FOСФО.GRPpc.2015 | -0.0241 | 0.0045 | -5.3626 | 0.0000 |
| FOЮФО.GRPpc.2015 | 0.6080 | 0.1772 | 3.4300 | 0.0010 |
| FOПФО.RTT.2015 | 0.5286 | 0.1414 | 3.7380 | 0.0004 |
| FOСЗФО.RTT.2015 | 0.3502 | 0.0650 | 5.3850 | 0.0000 |
| FOСКФО.RTT.2015 | 0.4130 | 0.1349 | 3.0624 | 0.0031 |
| FOУФО.RTT.2015 | -0.0156 | 0.0051 | -3.0717 | 0.0030 |
| FOЦФО.RTT.2015 | 0.4593 | 0.1372 | 3.3479 | 0.0013 |

Коэффициент модели при *PMI.2015* значим, однако коэффициент детерминации немного понизился ( 0.873).

Сравним три полученные модели: изначальную, с поправкой по ФО и без поправки по ФО.

#### Таблица 11 - сравнение трёх моделей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модель | R.2.скорр | F.расч | Станд.Ошибка |
| fit.11 | 0.687 | 90.99 | 0.2 |
| fit.11.foBonferroni | 0.849 | 36.43 | 0.1 |
| fit.11.fo | 0.865 | 38.60 | 0.1 |

Результат:

Среднее по Y = 10.17856;

По столбцу больше всего подходит третья; По столбцу F.расч - первая; По минимальной Стандартной ошибке - вторая и третья

Выберем третью модель.

Явный вид модели: