Тесты единичного корня. Расширенный тест Дики-Фуллера

Достовалов М.Ю.

07.03.2024

Установим необходимые пакеты и подгрузим библиотеки

# install.packages('urca')  
# install.packages('aTSA')  
  
library(aTSA)  
library(urca)  
library(haven)  
library(stats)  
library(tseries)

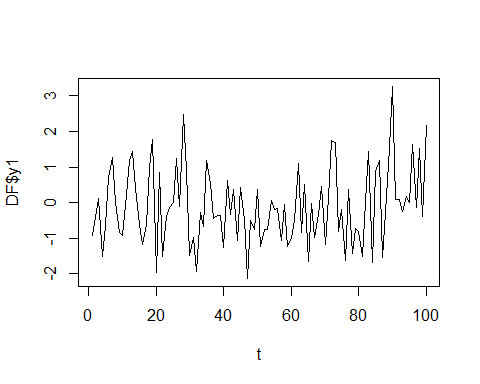
Задание 1. Даны случайные процессы у1, у2, у3, y4, у21. Файл: DF.dta. Cформулируйте и проверьте гипотезу о наличие единичного корня. Запишите тестируемую регрессию в критерии Дики-Фуллера для y1 .

Загрузим данные из файла

#file.choose()  
DF=read\_dta("DF.dta") # укажите свой путь, где лежит файл

1. Построим графики исходного временного ряда для процесса y1

plot.ts(DF$y1, xlab="t")



Проведем тест Дики-Фуллера (с константой) для у1

summary(ur.df(DF$y1, type = c("drift"), lags = 0))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression drift   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.0004 -0.7543 -0.1044 0.5796 3.2531   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -0.09254 0.10837 -0.854 0.395   
## z.lag.1 -0.93032 0.10348 -8.990 2.03e-14 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 1.07 on 97 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.4545, Adjusted R-squared: 0.4489   
## F-statistic: 80.83 on 1 and 97 DF, p-value: 2.027e-14  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -8.9905 40.4569   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau2 -3.51 -2.89 -2.58  
## phi1 6.70 4.71 3.86

Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и с трендом) для у1

summary(ur.df(DF$y1, type = c("trend"), lags = 0))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression trend   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -1.9884 -0.6923 -0.1177 0.6070 3.1228   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -0.278886 0.218630 -1.276 0.205   
## z.lag.1 -0.938652 0.103846 -9.039 1.73e-14 \*\*\*  
## tt 0.003705 0.003775 0.981 0.329   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 1.07 on 96 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.4599, Adjusted R-squared: 0.4487   
## F-statistic: 40.88 on 2 and 96 DF, p-value: 1.435e-13  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -9.0389 27.2821 40.8806   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau3 -4.04 -3.45 -3.15  
## phi2 6.50 4.88 4.16  
## phi3 8.73 6.49 5.47

Проведем расширенный тест Дики-Фуллера (с 1 дополнительным лагом) для у1

summary(ur.df(DF$y1, type = c("drift"), lags = 1))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression drift   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.0503 -0.7865 -0.1247 0.5915 3.2679   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -0.08384 0.11051 -0.759 0.450   
## z.lag.1 -0.88443 0.14258 -6.203 1.44e-08 \*\*\*  
## z.diff.lag -0.05180 0.10473 -0.495 0.622   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 1.079 on 95 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.4557, Adjusted R-squared: 0.4442   
## F-statistic: 39.76 on 2 and 95 DF, p-value: 2.841e-13  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -6.2028 19.2736   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau2 -3.51 -2.89 -2.58  
## phi1 6.70 4.71 3.86

Проведем расширенный тест Дики-Фуллера (с 2 дополнительными лагами) для у1

summary(ur.df(DF$y1, type = c("drift"), lags = 2))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression drift   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.1837 -0.7007 -0.1126 0.5773 3.0469   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -0.10777 0.11171 -0.965 0.337   
## z.lag.1 -1.02493 0.17205 -5.957 4.54e-08 \*\*\*  
## z.diff.lag1 0.09168 0.14328 0.640 0.524   
## z.diff.lag2 0.15794 0.10602 1.490 0.140   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 1.077 on 93 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.468, Adjusted R-squared: 0.4509   
## F-statistic: 27.27 on 3 and 93 DF, p-value: 9.623e-13  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -5.9573 17.7741   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau2 -3.51 -2.89 -2.58  
## phi1 6.70 4.71 3.86

Проведем тест Дики-Фуллера (с оптимальным количеством лагов) для у1

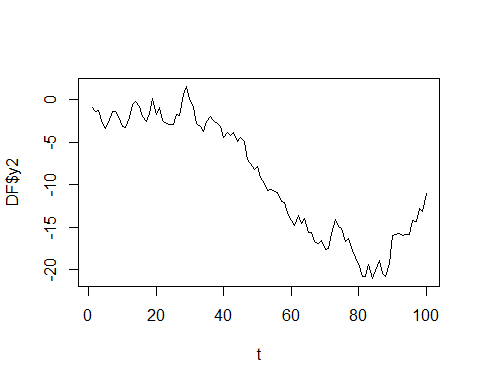
summary(ur.df(DF$y1, type = c("drift")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression drift   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.0503 -0.7865 -0.1247 0.5915 3.2679   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -0.08384 0.11051 -0.759 0.450   
## z.lag.1 -0.88443 0.14258 -6.203 1.44e-08 \*\*\*  
## z.diff.lag -0.05180 0.10473 -0.495 0.622   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 1.079 on 95 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.4557, Adjusted R-squared: 0.4442   
## F-statistic: 39.76 on 2 and 95 DF, p-value: 2.841e-13  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -6.2028 19.2736   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau2 -3.51 -2.89 -2.58  
## phi1 6.70 4.71 3.86

Задание 2. Разностно-стационарные ряды. Исследуйте y2 и y21. Используйте тест Дики-Фуллера для первой разности изучаемых процессов (в случае необходимости). Сделайте вывод о порядке интегрируемости процессов (после какой разности процесс стал стационарным).

Построим графики исходного временного ряда для процесса y2

plot.ts(DF$y2, xlab="t")



Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и с трендом) для у2

summary(ur.df(DF$y2, type = c("trend")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression trend   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -1.91983 -0.69289 -0.09198 0.66596 3.05289   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
## (Intercept) -0.208187 0.241721 -0.861 0.391  
## z.lag.1 -0.028729 0.038461 -0.747 0.457  
## tt -0.002847 0.009517 -0.299 0.765  
## z.diff.lag 0.080654 0.108164 0.746 0.458  
##   
## Residual standard error: 1.078 on 94 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.01953, Adjusted R-squared: -0.01176   
## F-statistic: 0.6242 on 3 and 94 DF, p-value: 0.6011  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -0.7469 0.7096 0.7267   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau3 -4.04 -3.45 -3.15  
## phi2 6.50 4.88 4.16  
## phi3 8.73 6.49 5.47

Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и без тренда) для у2

summary(ur.df(DF$y2, type = c("drift")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression drift   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -1.9243 -0.6817 -0.1260 0.6465 3.0627   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
## (Intercept) -0.25652 0.17893 -1.434 0.155  
## z.lag.1 -0.01821 0.01552 -1.174 0.244  
## z.diff.lag 0.07250 0.10417 0.696 0.488  
##   
## Residual standard error: 1.073 on 95 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.0186, Adjusted R-squared: -0.002063   
## F-statistic: 0.9002 on 2 and 95 DF, p-value: 0.4099  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -1.1735 1.0295   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau2 -3.51 -2.89 -2.58  
## phi1 6.70 4.71 3.86

Проведем тест Дики-Фуллера (без константы и тренда) для у2

summary(ur.df(DF$y2, type = c("none")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression none   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.1087 -0.8478 -0.1844 0.5008 3.1353   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
## z.lag.1 -0.0005812 0.0095163 -0.061 0.951  
## z.diff.lag 0.0787237 0.1046476 0.752 0.454  
##   
## Residual standard error: 1.079 on 96 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.005869, Adjusted R-squared: -0.01484   
## F-statistic: 0.2834 on 2 and 96 DF, p-value: 0.7539  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -0.0611   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau1 -2.6 -1.95 -1.61

Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и трендом) для первой разности у2

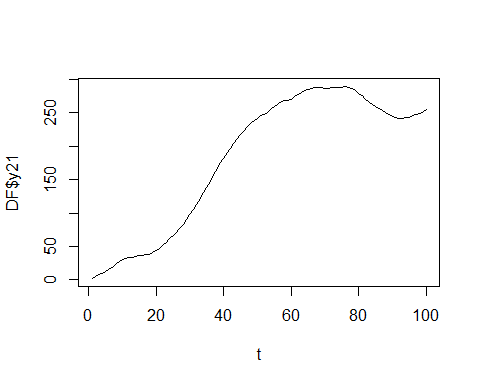
d\_y2 = diff(DF$y2)  
summary(ur.df(d\_y2, type = c("trend")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression trend   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.0114 -0.7226 -0.1792 0.5872 3.1354   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -0.277115 0.228409 -1.213 0.228   
## z.lag.1 -0.895190 0.144404 -6.199 1.54e-08 \*\*\*  
## tt 0.003784 0.003952 0.957 0.341   
## z.diff.lag -0.046562 0.105865 -0.440 0.661   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 1.085 on 93 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.4607, Adjusted R-squared: 0.4433   
## F-statistic: 26.48 on 3 and 93 DF, p-value: 1.812e-12  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -6.1992 12.8663 19.2804   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau3 -4.04 -3.45 -3.15  
## phi2 6.50 4.88 4.16  
## phi3 8.73 6.49 5.47

Вывод: После взятия первой разности процес у2 стал стационарным. Значит это разностно-стационарный процесс с порядком интегрируемости I(1)

Построим графики исходного временного ряда для процесса y21

plot.ts(DF$y21, xlab="t")



Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и с трендом) для у21

summary(ur.df(DF$y21, type = c("trend")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression trend   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.43502 -0.51917 0.04679 0.62525 2.27102   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) 0.207570 0.258902 0.802 0.42473   
## z.lag.1 -0.005736 0.002043 -2.807 0.00608 \*\*   
## tt 0.017583 0.008077 2.177 0.03199 \*   
## z.diff.lag 0.982751 0.031869 30.837 < 2e-16 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 0.8853 on 94 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.9396, Adjusted R-squared: 0.9377   
## F-statistic: 487.6 on 3 and 94 DF, p-value: < 2.2e-16  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -2.8072 2.965 4.147   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau3 -4.04 -3.45 -3.15  
## phi2 6.50 4.88 4.16  
## phi3 8.73 6.49 5.47

Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и без тренда) для у21

summary(ur.df(DF$y21, type = c("drift")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression drift   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.45757 -0.54107 0.07336 0.64461 2.05510   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) 0.4661693 0.2345236 1.988 0.0497 \*   
## z.lag.1 -0.0018082 0.0009777 -1.849 0.0675 .   
## z.diff.lag 0.9471763 0.0278938 33.957 <2e-16 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 0.9025 on 95 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.9366, Adjusted R-squared: 0.9352   
## F-statistic: 701.4 on 2 and 95 DF, p-value: < 2.2e-16  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -1.8495 1.9994   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau2 -3.51 -2.89 -2.58  
## phi1 6.70 4.71 3.86

Проведем тест Дики-Фуллера (без константы и тренда) для у21

summary(ur.df(DF$y21, type = c("none")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression none   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.52097 -0.50711 0.07007 0.73891 2.01159   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## z.lag.1 -0.0001024 0.0004756 -0.215 0.83   
## z.diff.lag 0.9798935 0.0228634 42.859 <2e-16 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 0.9163 on 96 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.9565, Adjusted R-squared: 0.9556   
## F-statistic: 1056 on 2 and 96 DF, p-value: < 2.2e-16  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -0.2153   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau1 -2.6 -1.95 -1.61

Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и трендом) для первой разности у21

d\_y21 = diff(DF$y21)  
summary(ur.df(d\_y21, type = c("trend")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression trend   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.57348 -0.54990 0.05764 0.73923 1.84196   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
## (Intercept) 0.295471 0.273926 1.079 0.284  
## z.lag.1 -0.050028 0.032212 -1.553 0.124  
## tt -0.003246 0.004046 -0.802 0.424  
## z.diff.lag 0.075795 0.103728 0.731 0.467  
##   
## Residual standard error: 0.9218 on 93 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.02782, Adjusted R-squared: -0.003537   
## F-statistic: 0.8872 on 3 and 93 DF, p-value: 0.4508  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -1.5531 0.808 1.2099   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau3 -4.04 -3.45 -3.15  
## phi2 6.50 4.88 4.16  
## phi3 8.73 6.49 5.47

Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и трендом) для второй разности у21

d2\_y21 = diff(d\_y21)  
summary(ur.df(d2\_y21, type = c("trend")))

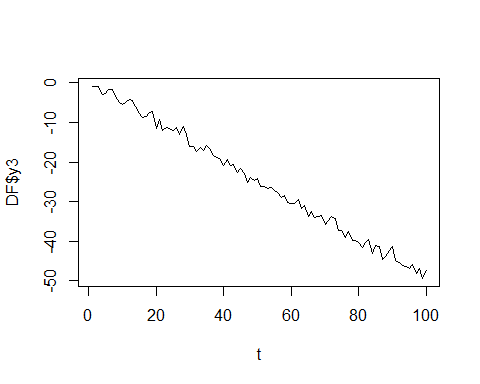
##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression trend   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.61954 -0.48001 -0.01269 0.67643 1.96672   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) 0.0297342 0.1950024 0.152 0.879   
## z.lag.1 -0.9200948 0.1438528 -6.396 6.54e-09 \*\*\*  
## tt -0.0002792 0.0034376 -0.081 0.935   
## z.diff.lag -0.0367042 0.1041295 -0.352 0.725   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 0.9333 on 92 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.4794, Adjusted R-squared: 0.4624   
## F-statistic: 28.24 on 3 and 92 DF, p-value: 4.936e-13  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -6.3961 13.6567 20.4551   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau3 -4.04 -3.45 -3.15  
## phi2 6.50 4.88 4.16  
## phi3 8.73 6.49 5.47

Вывод: После взятия второй разности процес у2 стал стационарным. Значит это разностно-стационарный процесс с порядком интегрируемости I(2)

Задание 3. Тренд-стационарный ряд. Исследуйте y3. Предположив наличие в процессах детерминированного тренда, проведите тест Дики-Фуллера. Сделайте вывод.

Построим графики исходного временного ряда для процесса y3

plot.ts(DF$y3, xlab="t")



Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и без тренда) для у3

summary(ur.df(DF$y3, type = c("drift")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression drift   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -3.3178 -0.8977 0.1058 0.9004 2.4986   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -0.826496 0.263321 -3.139 0.00226 \*\*   
## z.lag.1 -0.004451 0.009163 -0.486 0.62828   
## z.diff.lag -0.489941 0.091231 -5.370 5.57e-07 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 1.277 on 95 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.2371, Adjusted R-squared: 0.221   
## F-statistic: 14.76 on 2 and 95 DF, p-value: 2.612e-06  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -0.4857 13.8863   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau2 -3.51 -2.89 -2.58  
## phi1 6.70 4.71 3.86

Проведем тест Дики-Фуллера (c константой и трендом) для у3

summary(ur.df(DF$y3, type = c("trend")))

##   
## ###############################################   
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #   
## ###############################################   
##   
## Test regression trend   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -2.0159 -0.7115 -0.1722 0.5739 3.1416   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -0.33601 0.23612 -1.423 0.158   
## z.lag.1 -0.89838 0.14355 -6.259 1.15e-08 \*\*\*  
## tt -0.44567 0.07146 -6.237 1.27e-08 \*\*\*  
## z.diff.lag -0.04391 0.10519 -0.417 0.677   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 1.08 on 94 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.4604, Adjusted R-squared: 0.4432   
## F-statistic: 26.73 on 3 and 94 DF, p-value: 1.37e-12  
##   
##   
## Value of test-statistic is: -6.2585 25.9154 19.6126   
##   
## Critical values for test statistics:   
## 1pct 5pct 10pct  
## tau3 -4.04 -3.45 -3.15  
## phi2 6.50 4.88 4.16  
## phi3 8.73 6.49 5.47

Вывод: Так как после добавления в модель тренда процесс стал стационарным, то это тренд-стационарный процесс.

Задание 4. Альтернативные тесты единичного корня. Проведите PP- и KPSS-тесты для y1, сравните результаты.

Проведем тест Дики-Фуллера для у1

adf.test(DF$y1)

## Warning in adf.test(DF$y1): p-value smaller than printed p-value

##   
## Augmented Dickey-Fuller Test  
##   
## data: DF$y1  
## Dickey-Fuller = -4.3072, Lag order = 4, p-value = 0.01  
## alternative hypothesis: stationary

#stationary.test(DF$y1, method = "adf")

Проведем PP-тест Филлипса-Перрона для у1

pp.test(DF$y1)

## Warning in pp.test(DF$y1): p-value smaller than printed p-value

##   
## Phillips-Perron Unit Root Test  
##   
## data: DF$y1  
## Dickey-Fuller Z(alpha) = -91.416, Truncation lag parameter = 3, p-value  
## = 0.01  
## alternative hypothesis: stationary

stationary.test(DF$y1, method = "pp")

## Phillips-Perron Unit Root Test   
## alternative: stationary   
##   
## Type 1: no drift no trend   
## lag Z\_rho p.value  
## 3 -90.3 0.01  
## -----   
## Type 2: with drift no trend   
## lag Z\_rho p.value  
## 3 -90.9 0.01  
## -----   
## Type 3: with drift and trend   
## lag Z\_rho p.value  
## 3 -91.4 0.01  
## ---------------   
## Note: p-value = 0.01 means p.value <= 0.01

Проведем тест KPSS (Квятковского-Филлипса-Шмидта-Шина) для у1

kpss.test(DF$y1)

## Warning in kpss.test(DF$y1): p-value greater than printed p-value

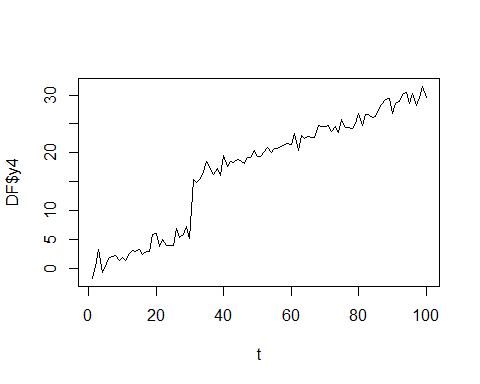
##   
## KPSS Test for Level Stationarity  
##   
## data: DF$y1  
## KPSS Level = 0.26643, Truncation lag parameter = 4, p-value = 0.1

#stationary.test(DF$y1, method = "kpss")

Задание 5. Тесты единичного корня с учетом структурного сдвига. Проведите тесты единичного корня для у4, в предположении наличия структурного сдвига. Сделайте выводы.

Построим графики исходного временного ряда для процесса y4

plot.ts(DF$y4, xlab="t")



Проведем тест Эндрюса-Зивота для у4 с учетом структурного сдвига 1-го типа (на константу)

summary(ur.za(DF$y4, model = c("intercept")))

##   
## ################################   
## # Zivot-Andrews Unit Root Test #   
## ################################   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = testmat)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -1.77807 -0.71987 -0.03273 0.54846 2.68554   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -0.04168 0.19747 -0.211 0.833   
## y.l1 -0.01270 0.06879 -0.185 0.854   
## trend 0.21409 0.01640 13.054 <2e-16 \*\*\*  
## du 9.30655 0.66847 13.922 <2e-16 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 0.9396 on 95 degrees of freedom  
## (1 пропущенное наблюдение удалено)  
## Multiple R-squared: 0.9911, Adjusted R-squared: 0.9908   
## F-statistic: 3507 on 3 and 95 DF, p-value: < 2.2e-16  
##   
##   
## Teststatistic: -14.7224   
## Critical values: 0.01= -5.34 0.05= -4.8 0.1= -4.58   
##   
## Potential break point at position: 30

Проведем тест Эндрюса-Зивота для у4 с учетом структурного сдвига 2-го типа (на наклон)

summary(ur.za(DF$y4, model = c("trend")))

##   
## ################################   
## # Zivot-Andrews Unit Root Test #   
## ################################   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = testmat)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -3.9976 -0.7741 0.0401 0.7352 7.3375   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) -1.13600 0.57375 -1.980 0.050600 .   
## y.l1 0.62055 0.07965 7.791 8.29e-12 \*\*\*  
## trend 0.19202 0.04334 4.430 2.52e-05 \*\*\*  
## dt -0.11098 0.03190 -3.479 0.000762 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 1.543 on 95 degrees of freedom  
## (1 пропущенное наблюдение удалено)  
## Multiple R-squared: 0.9759, Adjusted R-squared: 0.9751   
## F-statistic: 1280 on 3 and 95 DF, p-value: < 2.2e-16  
##   
##   
## Teststatistic: -4.7637   
## Critical values: 0.01= -4.93 0.05= -4.42 0.1= -4.11   
##   
## Potential break point at position: 42

Проведем тест Эндрюса-Зивота для у4 с учетом структурного сдвига 3-го типа (на константу и наклон)

summary(ur.za(DF$y4, model = c("both")))

##   
## ################################   
## # Zivot-Andrews Unit Root Test #   
## ################################   
##   
##   
## Call:  
## lm(formula = testmat)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -1.77535 -0.73794 -0.06437 0.50821 2.55813   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) 0.11509 0.37947 0.303 0.762   
## y.l1 -0.01288 0.06907 -0.187 0.852   
## trend 0.20433 0.02602 7.852 6.52e-12 \*\*\*  
## du 9.42061 0.71126 13.245 < 2e-16 \*\*\*  
## dt 0.01050 0.02167 0.485 0.629   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 0.9434 on 94 degrees of freedom  
## (1 пропущенное наблюдение удалено)  
## Multiple R-squared: 0.9911, Adjusted R-squared: 0.9907   
## F-statistic: 2609 on 4 and 94 DF, p-value: < 2.2e-16  
##   
##   
## Teststatistic: -14.6654   
## Critical values: 0.01= -5.57 0.05= -5.08 0.1= -4.82   
##   
## Potential break point at position: 30