

# 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)
```

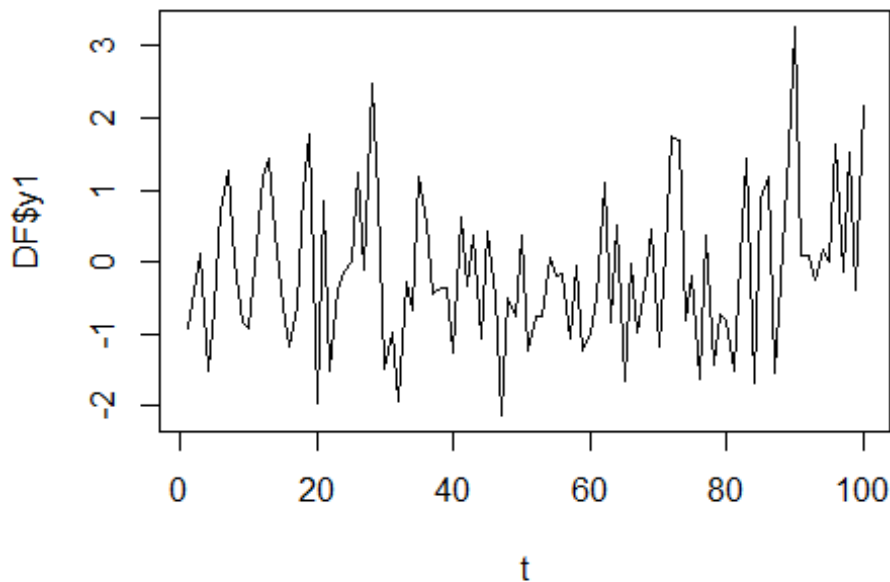
Задание 1. Даны случайные процессы  $y_1, y_2, y_3, y_4, y_{21}$ . Файл: DF.dta. Сформулируйте и проверьте гипотезу о наличие единичного корня. Запишите тестируемую регрессию в критерии Дики-Фуллера для  $y_1$ .

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  $y_1$

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



Проведем тест Дики-Фуллера (с константой) для  $y_1$

```
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  $y_1$

```
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  $y_1$

```
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  $y_1$

```
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  $y_1$

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

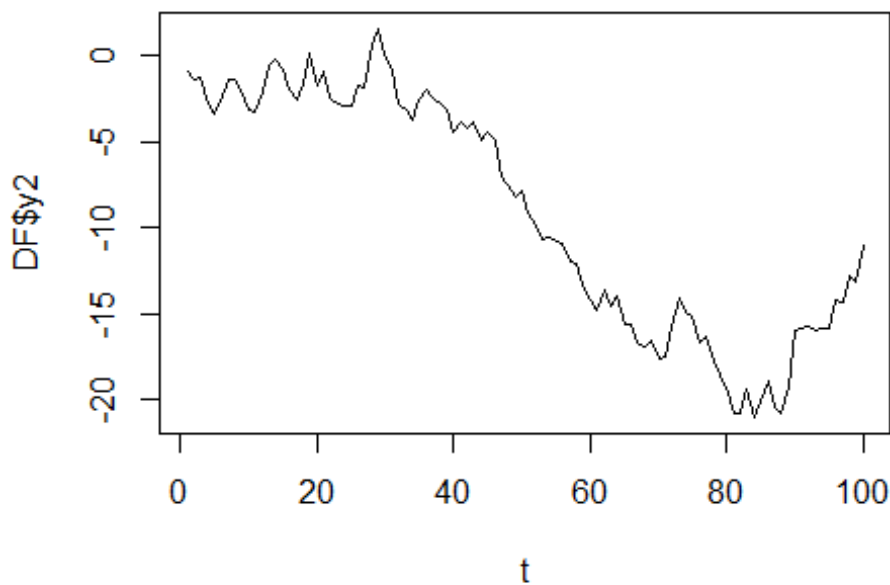
```
##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
## #####
##
## Test regression drift
##
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.0503 -0.7865 -0.1247  0.5915  3.2679
##
## Coefficients:
##           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  $y_2$  и  $y_{21}$ . 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  $y_2$

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



Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и с трендом) для  $y_2$

```
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  $y_2$

```
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  $y_2$

```
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  $y_2$

```
d_y2 = diff(DF$y2)
summary(ur.df(d_y2, type = c("trend")))

##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
```

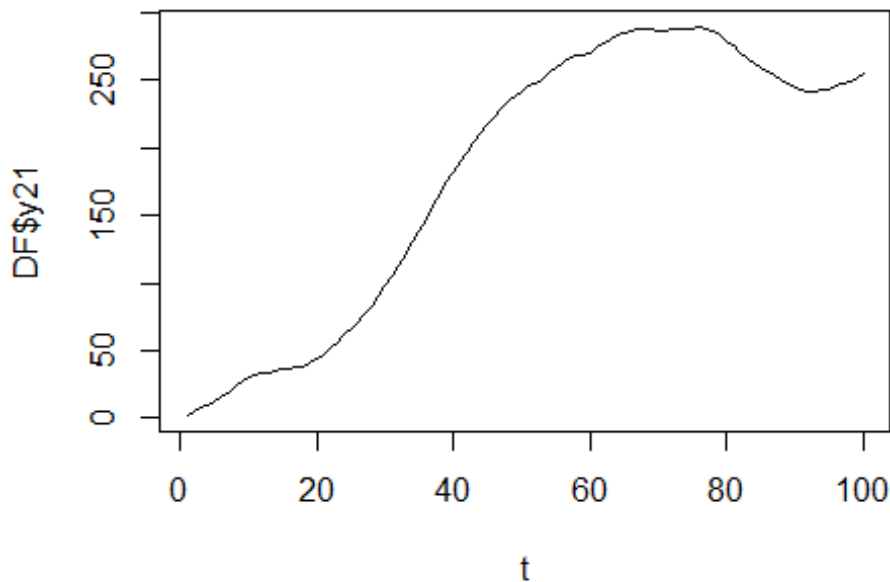


```
## #####
##
## Test regression trend
##
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.0114 -0.7226 -0.1792  0.5872  3.1354
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) -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 y2 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 y21

```
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 y21

```
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 y21

```
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 y21

```
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 y21

```
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
```

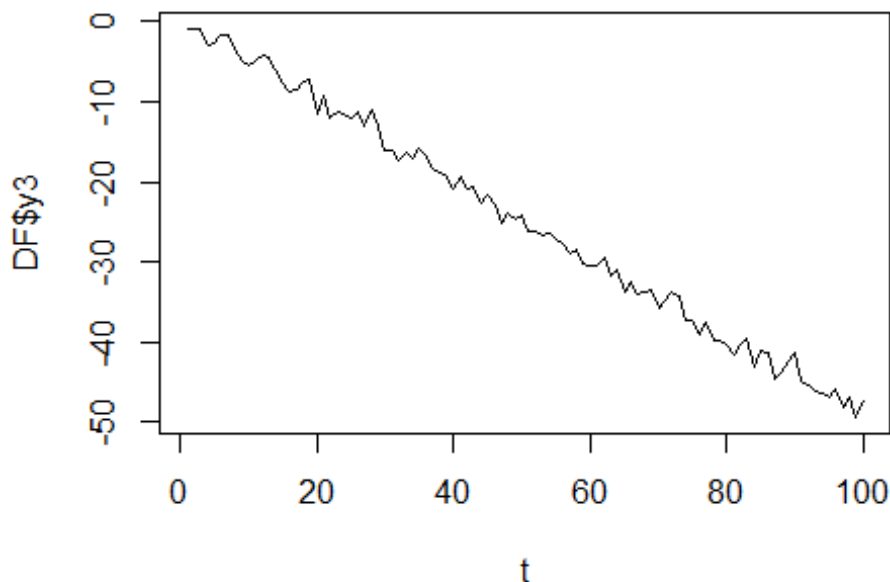
```
## F-statistic: 28.24 on 3 and 92 DF,  p-value: 4.936e-13
##
##
## Value of test-statistic is: -6.3961 13.6567 20.4551
##
## Critical values for test statistics:
##      1pct  5pct 10pct
## tau3 -4.04 -3.45 -3.15
## phi2  6.50  4.88  4.16
## phi3  8.73  6.49  5.47
```

Вывод: После взятия второй разности процес  $y_2$  стал стационарным. Значит это разностно-стационарный процесс с порядком интегрируемости  $I(2)$

Задание 3. Тренд-стационарный ряд. Исследуйте  $y_3$ . Предположив наличие в процессах детерминированного тренда, проведите тест Дики-Фуллера. Сделайте вывод.

Построим графики исходного временного ряда для процесса  $y_3$

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



Проведем тест Дики-Фуллера (с константой и без тренда) для  $y_3$

```
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 (с константой и трендом) для  $y_3$

```
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  $y_1$ , сравните результаты.

Проведем тест Дики-Фуллера для  $y_1$

```
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  $y_1$

```
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  $y_1$

```
kpss.test(DF$y1)

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

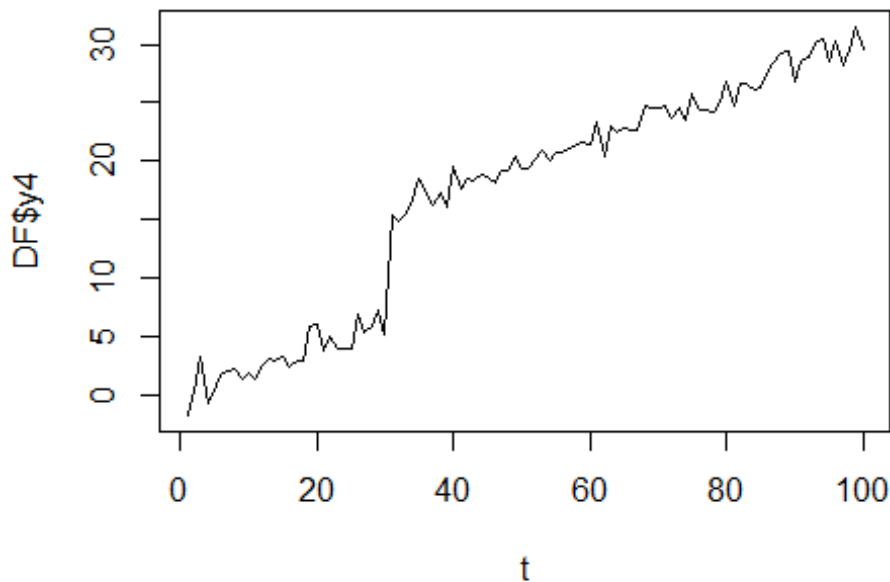
##
## KPSS Test for Level Stationarity
##
## data: DF$y1
## KPSS Level = 0.26643, Truncation lag parameter = 4, p-value = 0.1

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

Задание 5. Тесты единичного корня с учетом структурного сдвига. Проведите тесты единичного корня для  $y_4$ , в предположении наличия структурного сдвига. Сделайте выводы.

Построим графики исходного временного ряда для процесса  $y_4$

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



Проведем тест Эндрюса-Зивота для  $y_4$  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  $y_4$  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  $y_4$  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
```