

# Задачи по Анализу панельных данных: Тестирование гипотез, t-тест

Н.В. Артамонов (МГИМО МИД России)

## Содержание

|   |          |
|---|----------|
| <b>1 Спецификация</b>                         | <b>1</b> |
| <b>2 Return to education</b>                  | <b>1</b> |
| 2.1 Модель 1. Результаты оценивания . . . . . | 1        |
| <b>3 Модель 2. Результаты оценивания</b>      | <b>3</b> |
| <b>4 More Guns, Less Crime?</b>               | <b>4</b> |
| 4.1 Модель. Результаты оценивания . . . . .   | 4        |
| <b>5 Cigarette Consumption</b>                | <b>7</b> |
| 5.1 Модель. Результаты оценивания . . . . .   | 7        |

## 1 Спецификация

Три базовых модели:

- пула  $y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + u_{it}$
- RE  $y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + \mu_i + u_{it}$  ( $\mu_i$  - ненаблюдаемые индивидуальные эффекты)
- FE  $y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + u_{it}$  ( $\alpha_i$  - наблюдаемые индивидуальные эффекты)

Для каждой модели для t-тест можно использовать разные s.e. коэффициентов:

- по умолчанию (OLS)
- с корректировкой на серийную корреляцию и гетероскедастичность (Arellano-Bond)
- с корректировкой на кросс-корреляции и гетероскедастичность (Arellano-Bond)
- с корректировкой на на серийную кросс-корреляцию и гетероскедастичность (Driscoll-Kraay или с двойной кластеризацией)

## 2 Return to education

### 2.1 Модель 1. Результаты оценивания

Рассмотрим панель `Wages` и регрессию `lwage` на `ed`, `exp`, `exp^2`, `wks` с индивидуальными эффектами

$$lwage_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 ed_{i,t} + \dots + \mu_i + u_{i,t}$$

- модель пула:  $\mu_i = 0$
- модель RE
- модель FE.

Рассмотри каждую модель с тремя видами стандартных ошибок коэффициентов. Какие можно сделать выводы?

### 2.1.1 Модель 1 (Пул)

| Dependent variable:               |                        |                        |                         |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| lwage                             |                        |                        |                         |
|                                   | Default s.e            | Robust AB s.e.         | Robust DK s.e.          |
|                                   | (1)                    | (2)                    | (3)                     |
| ed                                | 0.0760***<br>(0.0022)  | 0.0760***<br>(0.0052)  | 0.0760***<br>(0.0024)   |
| exp                               | 0.0447***<br>(0.0024)  | 0.0447***<br>(0.0054)  | 0.0447***<br>(0.0017)   |
| I (exp2)                          | -0.0007***<br>(0.0001) | -0.0007***<br>(0.0001) | -0.0007***<br>(0.00002) |
| wks                               | 0.0058***<br>(0.0012)  | 0.0058***<br>(0.0019)  | 0.0058***<br>(0.0016)   |
| Constant                          | 4.9080***<br>(0.0673)  | 4.9080***<br>(0.1398)  | 4.9080***<br>(0.0812)   |
| Observations                      | 4165                   | 4165                   | 4165                    |
| R2                                | 0.2836                 | 0.2836                 | 0.2836                  |
| Adjusted R2                       | 0.2829                 | 0.2829                 | 0.2829                  |
| F Statistic                       | 411.6235***            | 411.6235***            | 411.6235***             |
| Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |                        |                        |                         |

### 2.1.2 Модель 2 (RE)

| Dependent variable: |                        |                        |                       |
|---------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| lwage               |                        |                        |                       |
|                     | Default s.e            | Robust AB s.e.         | Robust DK s.e.        |
|                     | (1)                    | (2)                    | (3)                   |
| ed                  | 0.1117***<br>(0.0061)  | 0.1117***<br>(0.0084)  | 0.1117***<br>(0.0087) |
| exp                 | 0.0889***<br>(0.0028)  | 0.0889***<br>(0.0040)  | 0.0889***<br>(0.0278) |
| I (exp2)            | -0.0008***<br>(0.0001) | -0.0008***<br>(0.0001) | -0.0008<br>(0.0006)   |
| wks                 | 0.0010<br>(0.0007)     | 0.0010<br>(0.0009)     | 0.0010<br>(0.0010)    |

|              |                             |                       |                       |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Constant     | 3.8294***<br>(0.0936)       | 3.8294***<br>(0.1332) | 3.8294***<br>(0.2007) |
| -----        |                             |                       |                       |
| Observations | 4165                        | 4165                  | 4165                  |
| R2           | 0.4200                      | 0.4200                | 0.4200                |
| Adjusted R2  | 0.4194                      | 0.4194                | 0.4194                |
| F Statistic  | 3012.4540***                | 3012.4540***          | 3012.4540***          |
| =====        |                             |                       |                       |
| Note:        | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |                       |                       |

### 3 Модель 2. Результаты оценивания

Рассмотрим панель Wages и регрессию **lwage** на **ed**, **exp**, **exp^2**, **wks**, **south**, **smsa** с индивидуальными эффектами

$$lwage_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 ed_{i,t} + \dots + \mu_i + u_{i,t}$$

- модель пула:  $\mu_i = 0$
- модель RE
- модель FE.

Рассмотри каждую модель с тремя видами стандартных ошибок коэффициентов. Какие можно сделать выводы?

#### 3.0.1 Модель 1 (Пул)

|          |                        |                        |                         |
|----------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| =====    |                        |                        |                         |
|          | Dependent variable:    |                        |                         |
|          | -----                  |                        |                         |
|          | lwage                  |                        |                         |
|          | Default s.e            | Robust AB s.e.         | Robust DK s.e.          |
|          | (1)                    | (2)                    | (3)                     |
| -----    |                        |                        |                         |
| ed       | 0.0696***<br>(0.0022)  | 0.0696***<br>(0.0052)  | 0.0696***<br>(0.0025)   |
| exp      | 0.0447***<br>(0.0023)  | 0.0447***<br>(0.0052)  | 0.0447***<br>(0.0017)   |
| I (exp2) | -0.0007***<br>(0.0001) | -0.0007***<br>(0.0001) | -0.0007***<br>(0.00002) |
| wks      | 0.0058***<br>(0.0012)  | 0.0058***<br>(0.0018)  | 0.0058***<br>(0.0016)   |
| southyes | -0.1017***<br>(0.0133) | -0.1017***<br>(0.0309) | -0.1017***<br>(0.0024)  |
| smsayes  | 0.1185***<br>(0.0129)  | 0.1185***<br>(0.0274)  | 0.1185***<br>(0.0037)   |
| Constant | 4.9551***<br>(0.0665)  | 4.9551***<br>(0.1333)  | 4.9551***<br>(0.0848)   |

```

-----
Observations      4165          4165          4165
R2                0.3102          0.3102          0.3102
Adjusted R2       0.3092          0.3092          0.3092
F Statistic      311.5953***    311.5953***    311.5953***
=====
Note:                *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

```

### 3.0.2 Модель 2 (RE)

```

=====
Dependent variable:
-----
                        lwage
Default s.e  Robust AB s.e.  Robust DK s.e.
      (1)           (2)           (3)
-----
ed           0.1113***       0.1113***       0.1113***
            (0.0060)       (0.0084)       (0.0078)

exp          0.0878***       0.0878***       0.0878***
            (0.0028)       (0.0040)       (0.0276)

I (exp2)     -0.0008***       -0.0008***       -0.0008
            (0.0001)       (0.0001)       (0.0006)

wks          0.0010          0.0010          0.0010
            (0.0007)       (0.0009)       (0.0010)

southyes     -0.0224         -0.0224         -0.0224**
            (0.0279)       (0.0508)       (0.0091)

smsyes       -0.0375*         -0.0375         -0.0375**
            (0.0202)       (0.0306)       (0.0172)

Constant     3.8901***       3.8901***       3.8901***
            (0.0938)       (0.1376)       (0.2025)

-----
Observations      4165          4165          4165
R2                0.4129          0.4129          0.4129
Adjusted R2       0.4121          0.4121          0.4121
F Statistic      2924.6450***    2924.6450***    2924.6450***
=====
Note:                *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

```

## 4 More Guns, Less Crime?

### 4.1 Модель. Результаты оценивания

Рассмотрим панель Guns и регрессию  $\log(\text{violent})$  на  $\text{law} + \text{density} + \text{income}/1000 + \text{population} + \text{afam} + \text{cauc} + \text{male}$  с индивидуальными эффектами

$$\log(violent)_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 law_{i,t} + \dots + \mu_i + u_{i,t}$$

- модель пула:  $\mu_i = 0$
- модель RE
- модель FE.

Рассмотри каждую модель с тремя видами стандартных ошибок коэффициентов. Какие можно сделать выводы?

#### 4.1.1 Модель 1 (Пул)

| Dependent variable: |                             |                        |                        |
|---------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|
|                     | log(violent)                |                        |                        |
|                     | Default s.e                 | Robust AB s.e.         | Robust DK s.e.         |
|                     | (1)                         | (2)                    | (3)                    |
| lawyes              | -0.3684***<br>(0.0326)      | -0.3684***<br>(0.1124) | -0.3684***<br>(0.0393) |
| prisoners           | 0.0016***<br>(0.0001)       | 0.0016***<br>(0.0006)  | 0.0016***<br>(0.0002)  |
| density             | 0.0267**<br>(0.0132)        | 0.0267<br>(0.0409)     | 0.0267<br>(0.0276)     |
| I (income/1000)     | 0.0012<br>(0.0078)          | 0.0012<br>(0.0238)     | 0.0012<br>(0.0090)     |
| population          | 0.0427***<br>(0.0026)       | 0.0427***<br>(0.0116)  | 0.0427***<br>(0.0036)  |
| afam                | 0.0809***<br>(0.0167)       | 0.0809<br>(0.0704)     | 0.0809**<br>(0.0323)   |
| cauc                | 0.0312***<br>(0.0084)       | 0.0312<br>(0.0336)     | 0.0312*<br>(0.0175)    |
| male                | 0.0089<br>(0.0108)          | 0.0089<br>(0.0336)     | 0.0089<br>(0.0095)     |
| Constant            | 2.9817***<br>(0.5434)       | 2.9817<br>(2.1378)     | 2.9817**<br>(1.1930)   |
| Observations        | 1173                        | 1173                   | 1173                   |
| R2                  | 0.5643                      | 0.5643                 | 0.5643                 |
| Adjusted R2         | 0.5613                      | 0.5613                 | 0.5613                 |
| F Statistic         | 188.4112***                 | 188.4112***            | 188.4112***            |
| Note:               | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |                        |                        |

#### 4.1.2 Модель 2 (RE)

| Dependent variable:               |                        |                       |                        |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
|                                   | log(violent)           |                       |                        |
|                                   | Default s.e            | Robust AB s.e.        | Robust DK s.e.         |
|                                   | (1)                    | (2)                   | (3)                    |
| lawyes                            | -0.0696***<br>(0.0191) | -0.0696*<br>(0.0383)  | -0.0696*<br>(0.0378)   |
| prisoners                         | 0.0002***<br>(0.0001)  | 0.0002<br>(0.0002)    | 0.0002<br>(0.0002)     |
| density                           | 0.0662*<br>(0.0374)    | 0.0662<br>(0.0432)    | 0.0662<br>(0.0541)     |
| I (income/1000)                   | -0.0105*<br>(0.0059)   | -0.0105<br>(0.0116)   | -0.0105<br>(0.0215)    |
| population                        | 0.0226***<br>(0.0063)  | 0.0226**<br>(0.0115)  | 0.0226<br>(0.0172)     |
| afam                              | 0.1067***<br>(0.0133)  | 0.1067***<br>(0.0267) | 0.1067***<br>(0.0200)  |
| cauc                              | 0.0401***<br>(0.0051)  | 0.0401***<br>(0.0126) | 0.0401***<br>(0.0134)  |
| male                              | -0.0375***<br>(0.0060) | -0.0375**<br>(0.0178) | -0.0375***<br>(0.0130) |
| Constant                          | 3.5255***<br>(0.3874)  | 3.5255***<br>(0.7684) | 3.5255***<br>(1.1781)  |
| Observations                      | 1173                   | 1173                  | 1173                   |
| R2                                | 0.2246                 | 0.2246                | 0.2246                 |
| Adjusted R2                       | 0.2193                 | 0.2193                | 0.2193                 |
| F Statistic                       | 337.1893***            | 337.1893***           | 337.1893***            |
| Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |                        |                       |                        |

#### 4.1.3 Модель 3 (FE)

| Dependent variable: |              |                |                |
|---------------------|--------------|----------------|----------------|
|                     | log(violent) |                |                |
|                     | Default s.e  | Robust AB s.e. | Robust DK s.e. |
|                     | (1)          | (2)            | (3)            |

|                 |                        |                       |                        |
|-----------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| lawyes          | -0.0461**<br>(0.0189)  | -0.0461<br>(0.0412)   | -0.0461<br>(0.0389)    |
| prisoners       | -0.0001<br>(0.0001)    | -0.0001<br>(0.0002)   | -0.0001<br>(0.0001)    |
| density         | -0.1723**<br>(0.0850)  | -0.1723<br>(0.1358)   | -0.1723**<br>(0.0706)  |
| I (income/1000) | -0.0092<br>(0.0059)    | -0.0092<br>(0.0128)   | -0.0092<br>(0.0193)    |
| population      | 0.0115<br>(0.0087)     | 0.0115<br>(0.0140)    | 0.0115<br>(0.0120)     |
| afam            | 0.1043***<br>(0.0178)  | 0.1043***<br>(0.0323) | 0.1043***<br>(0.0310)  |
| cauc            | 0.0409***<br>(0.0051)  | 0.0409***<br>(0.0133) | 0.0409***<br>(0.0087)  |
| male            | -0.0503***<br>(0.0064) | -0.0503**<br>(0.0204) | -0.0503***<br>(0.0163) |

|              |            |            |            |
|--------------|------------|------------|------------|
| Observations | 1173       | 1173       | 1173       |
| R2           | 0.2178     | 0.2178     | 0.2178     |
| Adjusted R2  | 0.1771     | 0.1771     | 0.1771     |
| F Statistic  | 38.7715*** | 38.7715*** | 38.7715*** |

Note: \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

## 5 Cigarette Consumption

### 5.1 Модель. Результаты оценивания

Рассмотрим панель Guns и регрессию **sales** на **price**, **pop**, **pop16**, **cpi**, **ndi**, **pimin** с индивидуальными эффектами

$$sales_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 price_{i,t} + \dots + \mu_i + u_{i,t}$$

- модель пула:  $\mu_i = 0$
- модель RE
- модель FE.

Рассмотри каждую модель с тремя видами стандартных ошибок коэффициентов. Какие можно сделать выводы?

#### 5.1.1 Модель 1 (Пул)

| Dependent variable: |                |                |
|---------------------|----------------|----------------|
| sales               |                |                |
| Default s.e         | Robust AB s.e. | Robust DK s.e. |
| (1)                 | (2)            | (3)            |





|          |                         |                         |                          |
|----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| pimin    | 0.2227**<br>(0.0866)    | 0.2227<br>(0.3588)      | 0.2227<br>(0.2328)       |
| Constant | 126.2211***<br>(3.7752) | 126.2211***<br>(5.8045) | 126.2211***<br>(13.1200) |

Note: \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

| Dependent variable:               |                        |                        |                        |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                                   | sales                  |                        |                        |
|                                   | Default (1)            | s.e Robust AB (2)      | s.e. Robust DK (3)     |
| price                             | -0.6469***<br>(0.0753) | -0.6469***<br>(0.2390) | -0.6469***<br>(0.2330) |
| pop                               | -0.0064***<br>(0.0019) | -0.0064<br>(0.0052)    | -0.0064<br>(0.0040)    |
| pop16                             | 0.0086***<br>(0.0023)  | 0.0086<br>(0.0082)     | 0.0086*<br>(0.0048)    |
| cpi                               | 0.9395***<br>(0.0515)  | 0.9395***<br>(0.1617)  | 0.9395***<br>(0.1582)  |
| ndi                               | -0.0053***<br>(0.0005) | -0.0053*<br>(0.0028)   | -0.0053***<br>(0.0015) |
| pimin                             | 0.2184**<br>(0.0861)   | 0.2184<br>(0.3701)     | 0.2184<br>(0.2387)     |
| Observations                      | 1380                   | 1380                   | 1380                   |
| R2                                | 0.4426                 | 0.4426                 | 0.4426                 |
| Adjusted R2                       | 0.4212                 | 0.4212                 | 0.4212                 |
| F Statistic                       | 175.7476***            | 175.7476***            | 175.7476***            |
| Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |                        |                        |                        |