

Задачи по Эконометрике-2: logit/probit-модель

Н.В. Артамонов (МГИМО МИД России)

Содержание

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Нормальное и логистическое распределение | 1 |
| 2 | Оценивание и интерпретация коэффициентов | 3 |
| 2.1 | approve equation #1 (probit) | 3 |
| 2.2 | approve equation #2 (logit) | 3 |
| 2.3 | labour force equation #1 (probit) | 4 |
| 2.4 | labour force equation #2 (logit) | 4 |
| 3 | z-test | 5 |
| 3.1 | approve equation #1 (probit) | 5 |
| 3.2 | approve equation #2 (logit) | 5 |
| 3.3 | labour force equation #1 (probit) | 6 |
| 3.4 | labour force equation #2 (logit) | 6 |
| 4 | LR-тест: значимость регрессии | 7 |
| 4.1 | approve equation #1 (probit) | 7 |
| 4.2 | approve equation #2 (logit) | 8 |
| 4.3 | labour force equation #1 (probit) | 8 |
| 4.4 | labour force equation #2 (logit) | 10 |
| 5 | LR-тест: совместная значимость | 11 |
| 5.1 | labour force equation #1 (probit) | 11 |
| 5.2 | approve equation #1 (logit) | 12 |
| 6 | Тест Вальда: совместная значимость | 13 |
| 6.1 | swiss labour force equation #1 | 13 |

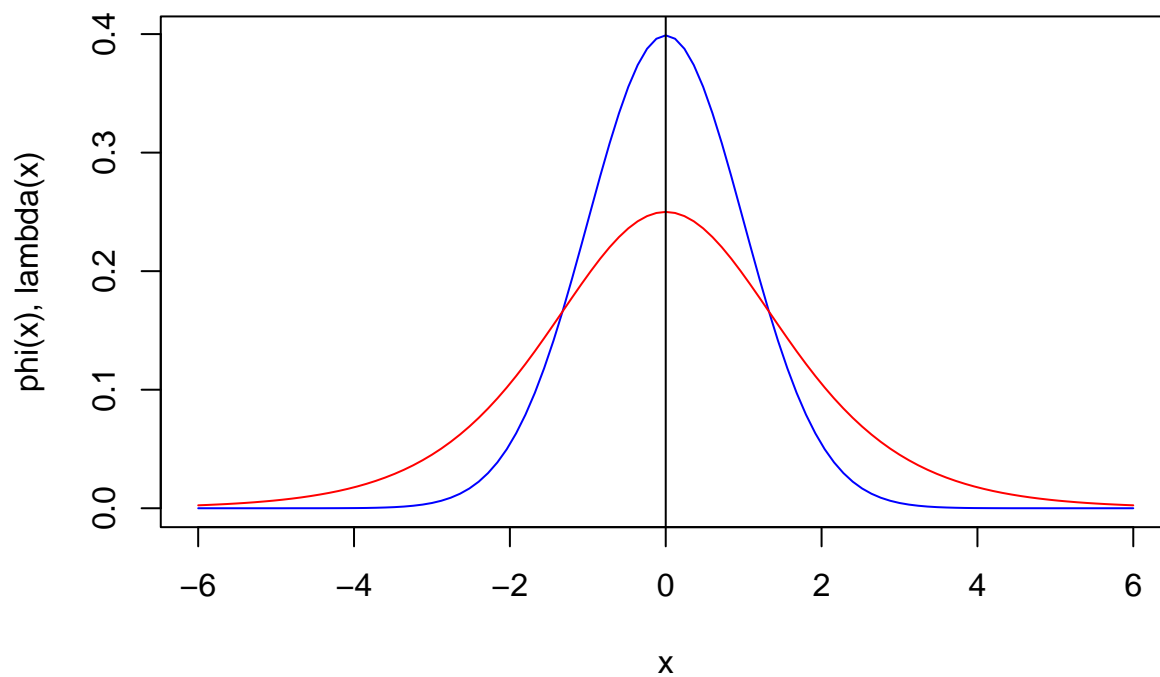
1 Нормальное и логистическое распределение

Плотность стандартного $N(0,1)$ гауссова распределения $\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-t^2/2)$ ($t \in \mathbb{R}$). Функция стандартного нормального распределения $\Phi(x) = \int_{-\infty}^x \phi(t)dt$ ($x \in \mathbb{R}$).

Функция логистического распределения $\Lambda(x) = \frac{\exp(x)}{1+\exp(x)}$ ($x \in \mathbb{R}$). Плотность логистического распределения $\lambda(x) = \Lambda'(x) = \frac{\exp(x)}{(1+\exp(x))^2}$

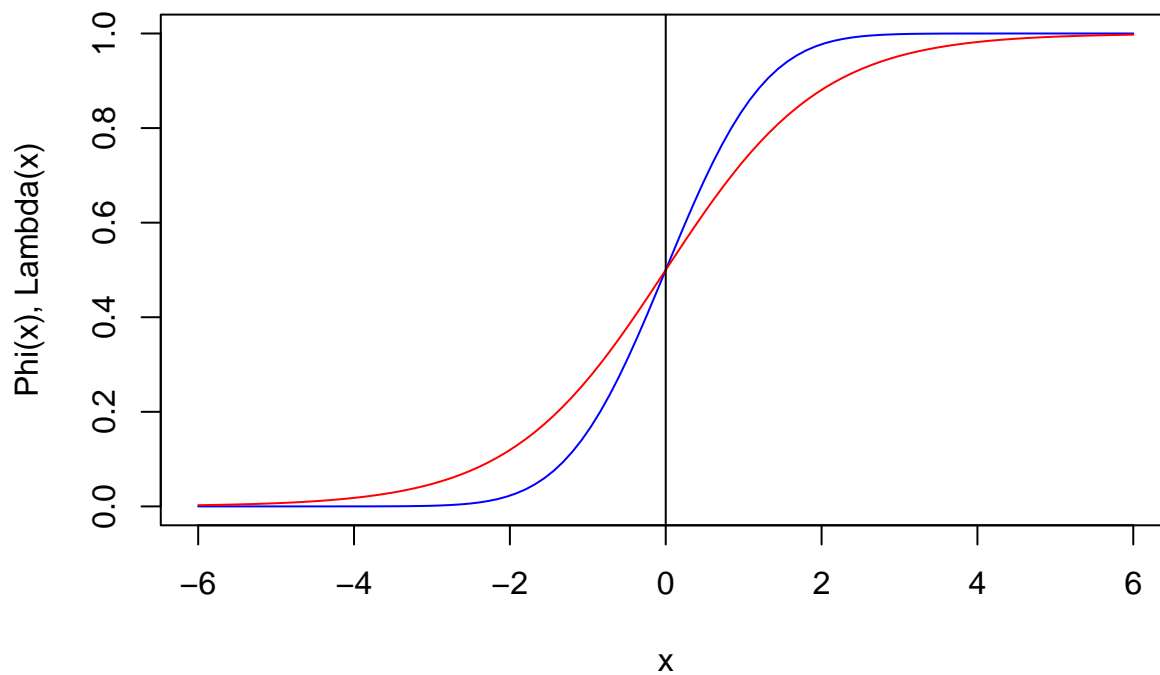
Плотности на одном графике

phi (.....), lambda (.....)



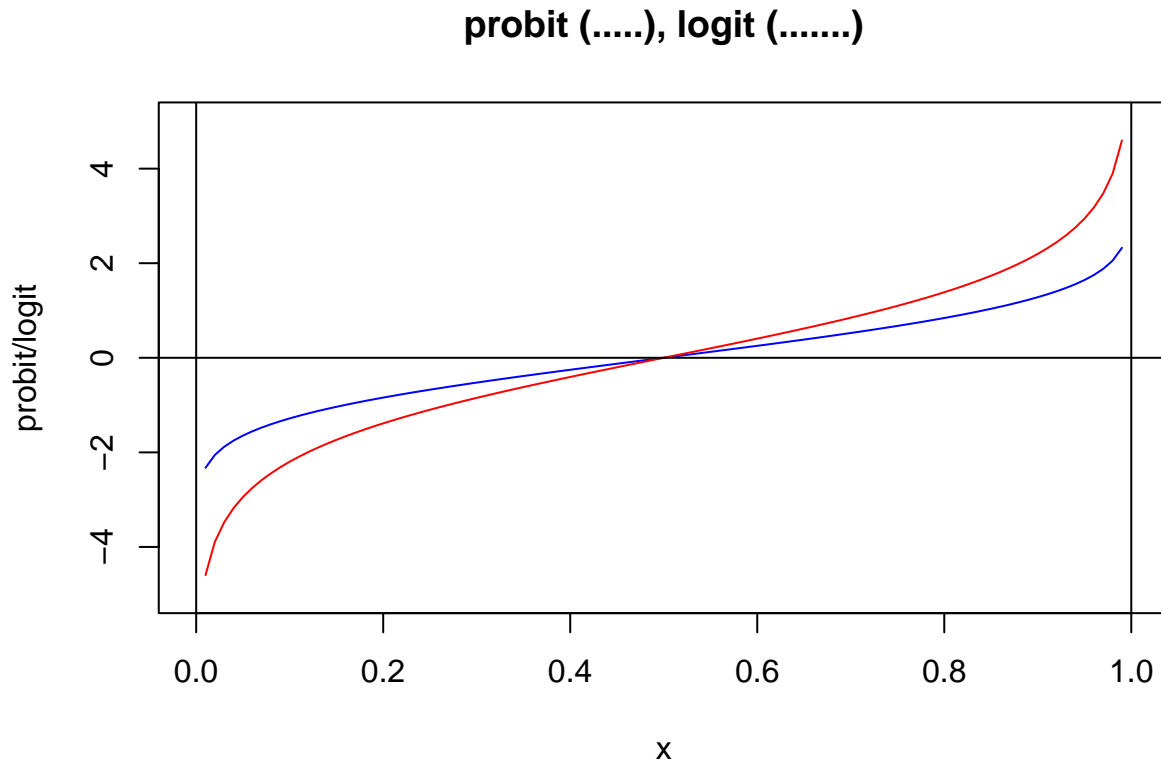
Функции распределения на одном графике

Phi (.....), Lambda (.....)



Обратные функции распределение $\text{logit}(p) = \Lambda^{-1}(p) = \log \frac{p}{1-p}$ и $\text{probit}(p) = \Phi^{-1}(p)$, $0 < p < 1$

Их графики



2 Оценивание и интерпретация коэффициентов

2.1 approve equation #1 (probit)

Для датасета `loanapp` рассмотрим probit-регрессию `approve` на `appinc`, `mortno`, `unem`, `dep`, `male`, `married`, `yjob`, `self`

Спецификация: $P(\text{approve} = 1) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 \text{appinc} + \beta_2 \text{mortno} + \beta_3 \text{unem} + \beta_4 \text{dep} + \beta_5 \text{male} + \beta_6 \text{married} + \beta_7 \text{yjob} + \beta_8 \text{self})$

Альтернативная спецификация: $\text{probit}(P(\text{approve} = 1)) = \beta_0 + \beta_1 \text{appinc} + \beta_2 \text{mortno} + \beta_3 \text{unem} + \beta_4 \text{dep} + \beta_5 \text{male} + \beta_6 \text{married} + \beta_7 \text{yjob} + \beta_8 \text{self}$

Оцените модель на данных и укажите коэффициенты подогнанной модели. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

Ответ:

| | | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| (Intercept) | appinc | mortno | unem | dep | male |
| 1.142 | -0.001 | 0.407 | -0.031 | -0.083 | 0.020 |
| married | yjob | self | | | |
| 0.221 | -0.001 | -0.158 | | | |

Дайте интерпретацию коэффициентам модели.

2.2 approve equation #2 (logit)

Для датасета `loanapp` рассмотрим logit-регрессию `approve` на `appinc`, `mortno`, `unem`, `dep`, `male`, `married`, `yjob`, `self`

Спецификация: $P(\text{approve} = 1) = \Lambda(\beta_0 + \beta_1 \text{appinc} + \beta_2 \text{mortno} + \beta_3 \text{unem} + \beta_4 \text{dep} + \beta_5 \text{male} + \beta_6 \text{married} + \beta_7 \text{yjob} + \beta_8 \text{self})$

Альтернативная спецификация: $\text{logit}(P(\text{approve} = 1)) = \beta_0 + \beta_1 \text{appinc} + \beta_2 \text{mortno} + \beta_3 \text{unem} + \beta_4 \text{dep} + \beta_5 \text{male} + \beta_6 \text{married} + \beta_7 \text{yjob} + \beta_8 \text{self}$

Здесь $\text{logit}(P(\text{approve} = 1)) = \log \frac{P(\text{approve}=1)}{1-P(\text{approve}=1)} = \log \frac{P(\text{approve}=1)}{P(\text{approve}=0)}$

Оцените модель на данных и укажите коэффициенты подогнанной модели. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

Ответ:

| | | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| (Intercept) | appinc | mortno | unem | dep | male |
| 1.931 | -0.001 | 0.787 | -0.055 | -0.161 | 0.030 |
| married | yjob | self | | | |
| 0.425 | -0.006 | -0.280 | | | |

Дайте интерпретацию коэффициентам модели.

2.3 labour force equation #1 (probit)

Для датасета mroz_Greene рассмотрим probit-регрессию **LFP** на **WA**, **WA^2**, **WE**, **KL6**, **K618**, **CIT**, **UN**, **log(FAMINC)**

Спецификация: $P(LFP = 1) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 WA + \beta_2 WA^2 + \beta_3 WE + \beta_4 KL6 + \beta_5 K618 + \beta_6 CIT + \beta_7 UN + \beta_8 \log(FAMINC))$

Альтернативная спецификация: $\text{probit}(P(LFP = 1)) = \beta_0 + \beta_1 WA + \beta_2 WA^2 + \beta_3 WE + \beta_4 KL6 + \beta_5 K618 + \beta_6 CIT + \beta_7 UN + \beta_8 \log(FAMINC)$

Оцените модель на данных и укажите коэффициенты подогнанной модели. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

Ответ:

| | | | | | |
|-------------|--------|--------------|-------|--------|--------|
| (Intercept) | WA | I (WA^2) | WE | KL6 | K618 |
| -2.005 | 0.008 | -0.001 | 0.109 | -0.851 | -0.063 |
| CIT | UN | log (FAMINC) | | | |
| -0.128 | -0.011 | 0.200 | | | |

Дайте интерпретацию коэффициентам модели.

2.4 labour force equation #2 (logit)

Для датасета mroz_Greene рассмотрим logit-регрессию **LFP** на **WA**, **WA^2**, **WE**, **KL6**, **K618**, **CIT**, **UN**, **log(FAMINC)**

Спецификация: $P(LFP = 1) = \Lambda(\beta_0 + \beta_1 WA + \beta_2 WA^2 + \beta_3 WE + \beta_4 KL6 + \beta_5 K618 + \beta_6 CIT + \beta_7 UN + \beta_8 \log(FAMINC))$

Альтернативная спецификация: $\text{logit}(P(LFP = 1)) = \beta_0 + \beta_1 WA + \beta_2 WA^2 + \beta_3 WE + \beta_4 KL6 + \beta_5 K618 + \beta_6 CIT + \beta_7 UN + \beta_8 \log(FAMINC)$

Здесь $\text{logit}(P(LFP = 1)) = \log \frac{P(LFP=1)}{1-P(LFP=1)} = \log \frac{P(LFP=1)}{P(LFP=0)}$

Оцените модель на данных и укажите коэффициенты подогнанной модели. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

Ответ:

| | | | | | |
|-------------|--------|--------------|-------|--------|--------|
| (Intercept) | WA | I (WA^2) | WE | KL6 | K618 |
| -3.241 | 0.007 | -0.001 | 0.180 | -1.414 | -0.104 |
| CIT | UN | log (FAMINC) | | | |
| -0.217 | -0.018 | 0.333 | | | |

Дайте интерпретацию коэффициентам модели.

3 z-test

3.1 approve equation #1 (probit)

Для датасета `loanapp` рассмотрим probit-регрессию `approve` на `appinc`, `mortno`, `unem`, `dep`, `male`, `married`, `yjob`, `self`

Подгоните модель на данных и приведите результаты z-теста

Ответ:

z test of coefficients:

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|-------------|----------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | 1.1418 | 0.1085 | 10.5241 | <2e-16 *** |
| appinc | -0.0005 | 0.0004 | -1.3564 | 0.1750 |
| mortno | 0.4071 | 0.0869 | 4.6840 | <2e-16 *** |
| unem | -0.0308 | 0.0162 | -1.8961 | 0.0579 . |
| dep | -0.0828 | 0.0352 | -2.3558 | 0.0185 * |
| male | 0.0200 | 0.0998 | 0.2002 | 0.8413 |
| married | 0.2208 | 0.0869 | 2.5394 | 0.0111 * |
| yjob | -0.0007 | 0.0345 | -0.0202 | 0.9839 |
| self | -0.1583 | 0.1073 | -1.4751 | 0.1402 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Модель была подогнана по 1971 наблюдениям. Уровень значимости 10%

Вычислите необходимое критическое значение z-теста. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 1.645

Какие коэффициенты значимы? Ответ

[1] "(Intercept)" "mortno" "unem" "dep" "married"

3.2 approve equation #2 (logit)

Для датасета `loanapp` рассмотрим logit-регрессию `approve` на `appinc`, `mortno`, `unem`, `dep`, `male`, `married`, `yjob`, `self`

Подгоните модель на данных и приведите результаты z-теста

Ответ:

z test of coefficients:

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|-------------|----------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | 1.9315 | 0.1993 | 9.6891 | <2e-16 *** |
| appinc | -0.0010 | 0.0007 | -1.4717 | 0.1411 |
| mortno | 0.7868 | 0.1721 | 4.5714 | <2e-16 *** |
| unem | -0.0549 | 0.0294 | -1.8661 | 0.0620 . |
| dep | -0.1608 | 0.0647 | -2.4861 | 0.0129 * |
| male | 0.0300 | 0.1859 | 0.1612 | 0.8719 |
| married | 0.4246 | 0.1624 | 2.6145 | 0.0089 ** |

```
yjob      -0.0065      0.0651 -0.0993      0.9209
self      -0.2804      0.1967 -1.4257      0.1539
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Модель была подогнана по 1971 наблюдениям. Уровень значимости 5%

Вычислите необходимое критическое значение z-теста. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

```
[1] 1.96
```

Какие коэффициенты значимы? Ответ

```
[1] "(Intercept)" "mortno"      "dep"      "married"
```

3.3 labour force equation #1 (probit)

Для датасета mroz_Greene рассмотрим probit-регрессию **LFP** на **WA, WA^2, WE, KL6, K618, CIT, UN, log(FAMINC)**

Подгоните модель на данных и приведите результаты z-теста

Ответ:

```
z test of coefficients:
```

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|-------------|----------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | -2.0046 | 1.7039 | -1.1765 | 0.2394 |
| WA | 0.0076 | 0.0701 | 0.1087 | 0.9135 |
| I(WA^2) | -0.0005 | 0.0008 | -0.6554 | 0.5122 |
| WE | 0.1088 | 0.0241 | 4.5144 | <2e-16 *** |
| KL6 | -0.8513 | 0.1154 | -7.3778 | <2e-16 *** |
| K618 | -0.0632 | 0.0417 | -1.5157 | 0.1296 |
| CIT | -0.1277 | 0.1070 | -1.1932 | 0.2328 |
| UN | -0.0106 | 0.0157 | -0.6771 | 0.4983 |
| log(FAMINC) | 0.1996 | 0.1049 | 1.9021 | 0.0572 . |

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Модель была подогнана по 753 наблюдениям. Уровень значимости 10%

Вычислите необходимое критическое значение z-теста. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

```
[1] 1.645
```

Какие коэффициенты значимы? Ответ

```
[1] "WE"      "KL6"      "log(FAMINC)"
```

3.4 labour force equation #2 (logit)

Для датасета mroz_Greene рассмотрим logit-регрессию **LFP** на **WA, WA^2, WE, KL6, K618, CIT, UN, log(FAMINC)**

Подгоните модель на данных и приведите результаты z-теста

Ответ:

```
z test of coefficients:
```

```

              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  -3.2407      2.8337  -1.1436  0.2528
WA            0.0070      0.1159   0.0602  0.9520
I (WA^2)     -0.0008      0.0013  -0.6061  0.5444
WE           0.1800      0.0404   4.4535 <2e-16 ***
KL6          -1.4138      0.1987  -7.1152 <2e-16 ***
K618         -0.1042      0.0687  -1.5166  0.1294
CIT          -0.2165      0.1765  -1.2267  0.2199
UN           -0.0176      0.0258  -0.6812  0.4957
log (FAMINC)  0.3331      0.1729   1.9272  0.0540 .
---

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Модель была подогнана по 753 наблюдениям. Уровень значимости 5%

Вычислите необходимое критическое значение z-теста. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

```
[1] 1.96
```

Какие коэффициенты значимы? Ответ

```
[1] "WE" "KL6"
```

4 LR-тест: значимость регрессии

4.1 approve equation #1 (probit)

Для датасета `loanapp` рассмотрим probit-регрессию `approve` на `appinc`, `unem`, `male`, `yjob`, `self`

Подгоните модель на данных и укажите:

- число наблюдений, на которых была подогнана модель
- логарфим функции правдоподобия для модели $\log L = -734.0891$,
- логарфим функции правдоподобия для регрессии без объясняющих переменных (только на константу)

Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.

Ответ:

```
[1] "1974 -734.0891 -738.3755"
```

Тестируется значимость регрессии, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{appinc} = \beta_{unem} = \beta_{male} = \beta_{yjob} = \beta_{self} = 0$. Уровень значимости 10%.

Вычислите тестовую статистику. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

Ответ:

```
[1] 8.573
```

Вычислите критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

```
[1] 9.236
```

Значима ли регрессия? Ответ

```
[1] "Незначима"
```

Какие коэффициенты значимы?

```
[1] "(Intercept)" "unem"
```

4.2 approve equation #2 (logit)

Для датасета `loanapp` рассмотрим logit-регрессию `approve` на `appinc`, `appinc^2`, `mortno`, `unem`, `dep`, `male`, `married`, `yjob`, `self`

Подгоните модель на данных и укажите:

- число наблюдений, на которых была подогнана модель
- логарфим функции правдоподобия для модели $\log L = -713.7313$,
- логарфим функции правдоподобия для регрессии без объясняющих переменных (только на константу)

Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.

Ответ:

```
[1] "1971 -713.7313 -737.9793"
```

Тестируется значимость регрессии, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{appinc} = \beta_{unem} = \beta_{male} = \beta_{yjob} = \beta_{self} = 0$. Уровень значимости 5%.

Вычислите тестовую статистику. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

Ответ:

```
[1] 48.496
```

Вычислите критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

```
[1] 16.919
```

Значима ли регрессия? Ответ

```
[1] "Значима"
```

Какие коэффициенты значимы?

```
[1] "(Intercept)" "I(appinc^2)" "mortno" "dep" "married"
```

4.3 labour force equation #1 (probit)

Для датасета `mroz_Greene` рассмотрим несколько probit-регрессий. Результаты оценивания

| ===== | | | | |
|---------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----|
| | Зависимая переменная | | | |
| | ----- | | | |
| | LFP | | | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| ----- | | | | |
| WA | 0.0076 (0.0701) | 0.1084* (0.0635) | 0.1297** (0.0630) | |
| I (WA2) | -0.0005 (0.0008) | -0.0014* (0.0007) | -0.0016** (0.0007) | |
| WE | 0.1088*** (0.0241) | | | |
| KL6 | -0.8513*** (0.1154) | | | |
| K618 | -0.0632 | | | |

| | | | | |
|--------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| | (0.0417) | | | |
| CIT | -0.1277 (0.1070) | -0.1026 (0.1029) | 0.0053 (0.0983) | -0.0024 (0.0975) |
| UN | -0.0106 (0.0157) | -0.0101 (0.0152) | -0.0102 (0.0151) | -0.0115 (0.0150) |
| log (FAMINC) | 0.1996* (0.1049) | 0.3621*** (0.0957) | | |
| Constant | -2.0046 (1.7039) | -5.2365*** (1.5600) | -2.1745 (1.3281) | 0.2733* (0.1410) |

```
-----
Observations      753      753      753      753
Log Likelihood    -462.3402 -502.2236 -509.6532 -514.5631
Akaike Inf. Crit.  942.6804 1016.4470 1029.3060 1035.1260
=====
```

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

Для каждой регрессии вычислите LR-статистику для тестирования её значимости. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

Ответ

```
=====
Регрессия LR.stat
-----
1      105.066
2      25.299
3      10.440
4       0.620
-----
```

Для каждой регрессии вычислите необходимое критическое значение Уровень значимости 10%. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

Ответ

```
=====
Регрессия Критическое
-----
1      13.362
2       9.236
3       7.779
4       4.605
-----
```

Какая из регрессий значима?

```
=====
Регрессия Значимость
-----
1      Значима
```

Для датасета mroz Greene рассмотрим несколько logit-регрессий. Результаты оценивания

=====

Для каждой регрессии вычислите LR-статистику для тестирования её значимости. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

| ===== | |
|-----------|---------|
| Регрессия | LR.stat |
| ----- | |
| 1 | 105.274 |
| 2 | 78.399 |
| 3 | 50.165 |
| 4 | 0.625 |
| ----- | |

Для каждой регрессии вычислите необходимое критическое значение Уровень значимости 5%. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

Ответ

| ===== | |
|-----------|-------------|
| Регрессия | Критическое |
| ----- | |
| 1 | 15.507 |
| 2 | 12.592 |
| 3 | 11.070 |
| 4 | 7.815 |
| ----- | |

Какая из регрессий значима?

| ===== | |
|-----------|------------|
| Регрессия | Значимость |
| ----- | |
| 1 | Значима |
| 2 | Значима |
| 3 | Значима |
| 4 | Незначима |
| ----- | |

5 LR-тест: совместная значимость

5.1 labour force equation #1 (probit)

Для датасета mroz_Greene рассмотрим probit-регрессию LFP на WA6 WA^2, WE, KL6, K618, CIT, UN, log(FAMINC).

Оцените регрессию на данных и тестируйте следующие гипотезы, используя LR-статистику. Уровень значимости 10%.

5.1.1 Гипотеза 1

Тестируется значимость влияния возраста, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{WA} = \beta_{WA^2} = 0$ по LR-тесту.

Вычислите соответствующую тестовую статистику. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 26.718

Вычислите необходимое критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 4.605

Значимо ли влияние возраста? Ответ

[1] "Значимо"

5.1.2 Гипотеза 2

Тестируется совместная значимость влияния **K618, CIT, UN**, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{K618} = \beta_{CIT} = \beta_{UN} = 0$ по LR-тесту.

Вычислите соответствующую тестовую статистику. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 4.712

Вычислите необходимое критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 6.251

Значимо ли влияние переменных? Ответ

[1] "Незначимо"

5.1.3 Гипотеза 3

Тестируется совместная значимость влияния **K618, CIT, UN, FAMINC**, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{K618} = \beta_{CIT} = \beta_{UN} = \beta_{\log(FAMINC)} = 0$ по LR-тесту.

Вычислите соответствующую тестовую статистику. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 7.301

Вычислите необходимое критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 7.779

Значимо ли влияние переменных? Ответ

[1] "Незначимо"

5.2 approve equation #1 (logit)

Для датасета `loanapp` рассмотрим probit-регрессию **approve** на **appinc, appinc^2, mortno, unem, dep, male, married, yjob, self**

Оцените регрессию на данных и тестируйте следующие гипотезы, используя LR-статистику. Уровень значимости 1%.

5.2.1 Гипотеза 1

Тестируется значимость влияния дохода, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{appinc} = \beta_{appinc^2} = 0$ по LR-тесту.

Вычислите соответствующую тестовую статистику. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 7.213

Вычислите необходимое критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 9.21

Значимо ли влияние возраста? Ответ

[1] "Незначимо"

5.2.2 Гипотеза 2

Тестируется совместная значимость влияния **male, yjob, self**, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{male} = \beta_{yjob} = \beta_{self} = 0$ по LR-тесту.

Вычислите соответствующую тестовую статистику. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 3.229

Вычислите необходимое критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 11.345

Значимо ли влияние переменных? Ответ

[1] "Незначимо"

5.2.3 Гипотеза 3

Тестируется совместная значимость влияния **male, yjob, self, unem, married**, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{male} = \beta_{yjob} = \beta_{self} = \beta_{unem} = \beta_{married} = 0$ по LR-тесту

Вычислите соответствующую тестовую статистику. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 13.711

Вычислите необходимое критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 15.086

Значимо ли влияние переменных? Ответ

[1] "Незначимо"

6 Тест Вальда: совместная значимость

6.1 swiss labour force equation #1

Для датасета SwissLabour рассмотрим логит-регрессию **participation** на **income, income^2, age, age^2, youngkids, oldkids, foreign**

Результаты оценивания

MODEL INFO:

Observations: 872

Dependent Variable: as.numeric(participation) - 1

Type: Generalized linear model

Family: binomial

Link function: logit

MODEL FIT:

$\chi^2(7) = 185.1659$, $p = 0.0000$

Pseudo- R^2 (Cragg-Uhler) = 0.2556

Pseudo- R^2 (McFadden) = 0.1539

AIC = 1034.0575, BIC = 1072.2238

Standard errors: MLE

| | Est. | S.E. | z val. | p | VIF |
|-------------|---------|---------|---------|--------|-----|
| (Intercept) | -9.4763 | 17.2451 | -0.5495 | 0.5827 | |

| | | | | | |
|--------------|---------|--------|---------|--------|----------|
| income | 1.8753 | 3.2660 | 0.5742 | 0.5658 | 276.5677 |
| I (income^2) | -0.1377 | 0.1552 | -0.8875 | 0.3748 | 276.4963 |
| age | 3.4025 | 0.6866 | 4.9553 | 0.0000 | 83.0214 |
| I (age^2) | -0.4846 | 0.0851 | -5.6916 | 0.0000 | 83.3744 |
| youngkids | -1.1813 | 0.1723 | -6.8578 | 0.0000 | 1.5869 |
| oldkids | -0.2471 | 0.0843 | -2.9321 | 0.0034 | 1.4726 |
| foreignyes | 1.0728 | 0.1870 | 5.7371 | 0.0000 | 1.0847 |

Оцените регрессию на данных и тестируйте следующие гипотезы, используя χ^2 -статистику Вальда. Уровень значимости 5%.

6.1.1 Гипотеза 1

Тестируется значимость влияния дохода, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{income} = \beta_{income^2} = 0$.

Вычислите статистику теста Вальда и Р-значение.

```
=====
Chisq  Pr(> Chisq)
-----
24.441  0.00000
-----
```

Вычислите критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

```
[1] 5.991
```

Значимо ли влияние дохода? Ответ

```
[1] "Значимо"
```

6.1.2 Гипотеза 2

Тестируется значимость влияния числа детей, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{youngkids} = \beta_{oldkids} = 0$. Вычислите статистику теста Вальда и Р-значение.

```
=====
Chisq  Pr(> Chisq)
-----
48.420  0
-----
```

Вычислите критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

```
[1] 5.991
```

Значимо ли влияние числе детей? Ответ

```
[1] "Значимо"
```

6.1.3 Гипотеза 3

Тестируется значимость влияния возраста, т.е. гипотеза $H_0 : \beta_{age} = \beta_{age^2} = 0$. Вычислите статистику теста Вальда и Р-значение.

```
=====
Chisq  Pr(> Chisq)
```

58.911 0

Вычислите критическое значение. **Ответ округлите до 3-х десятичных знаков.**

[1] 5.991

Значимо ли влияние возраста? Ответ

[1] "Значимо"