

## 1. Общая часть

В работе мы анализировали Изменение уровня безработицы (переменная  $Y$ ) и прирост валового регионального продукта (ВРП) (переменная  $X$ ) в сравнении с 2017 годом для 85 регионов Российской Федерации.

Для поиска дескриптивных статистик была использована программа Stata, в конце работы приложены подробные расчеты и скриншоты из программы. Минимальное значение для переменной  $X$  составило - 5.8 % (5.8 по модулю), в то время как для переменной  $Y$  -3.2 % (3.2 по модулю). Максимальные значения равны 12.3 и 1.9 соответственно. Среднеквадратичное отклонение для переменной  $X$  составило 2.5, а выборочное среднее 1.676, в то время как аналогичные статистики для переменной  $Y$  равны 0.68896 и -0.3282.

С помощью Python мы построили гистограммы для обеих переменных, на график которых была наложена эмпирическая функция плотности. На графиках видно, что наиболее частые значения для переменной  $X$  находятся в интервале от 1.8 до 3, а для  $Y$  от -1 до 0.2. Более репрезентативные данные представлены на графиках в приложении.

Теперь перейдем к проверке статистических гипотез о мат. ожидании. Прежде всего мы проверили двустороннюю гипотезу о равенстве математического ожидания  $Y$  изменению уровня безработицы в 2017 году (значение взято из Сборника):  $M(Y) = -0.3$ . Поскольку дисперсия неизвестна, используется  $t$ -распределение с 84 степенями свободы. Предполагаем, что  $\alpha = 5\%$ , и строим 95 % доверительный интервал. В таблицах приведены расчеты в программе Stata, откуда видно, что  $t_{\text{набл}} = -0.378$ , в то время как  $t_{\text{критич}} = \pm 1.98$ . Мы также рассчитали  $p$ -value, который оказался равен 0.7. Таким образом, поскольку  $p$ -value  $> \alpha$  и  $t_{\text{набл}} < |t_{\text{критич}}|$ , нулевая гипотеза не отвергается (Рис.6)

Далее была проверена односторонняя гипотеза о равенстве мат. ожидания  $X$  Приросту ВРП в 2017 году -  $M(X) = 1.8$  (значение также было взято из Сборника). Мы вновь пользуемся  $t$ -распределением из-за отсутствия информации о настоящей дисперсии, и рассчитываем  $t$ -критическое с уровнем  $\alpha = 0.05$  и  $n - 1$  степенями свободы (84). Нами было рассмотрено два варианта альтернативной гипотезы: когда математическое ожидание больше или меньше 1.8 ( $M(X) > 1.8$ ;  $M(X) < 1.8$ ). Для начала отметим, что наблюдаемая статистика будет одинакова в обоих случаях. Она равна  $t_{\text{набл}} = 0.455$ . Далее, рассмотрим первый случай (больше): нами было получено  $p$ -value = 0.675 и  $t_{\text{критич}} = 1.66$ . Как видно из значения  $p$ -value, нулевая гипотеза не отвергается, что также видно на графике ниже (Рис. 7). Во втором случае (меньше) были получены следующие результаты:  $p$ -value = 0.32;  $t_{\text{критич}} = -1.66$ . В данном варианте нулевая гипотеза также не отвергается (Рис.8).

2. Дескриптивные статистики переменных X и Y.

sum X					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
X	85	1.676471	2.500555	-5.8	12.3
sum Y					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Y	85	-.3282353	.6889626	-3.2	1.9

Рис 1. Дескриптивные статистики

3. Гистограммы

Гистограмма с наложенной функцией плотности для переменной X:



Рис 2. Гистограмма распределения переменной X

Гистограмма с наложенной функцией плотности для переменной Y:

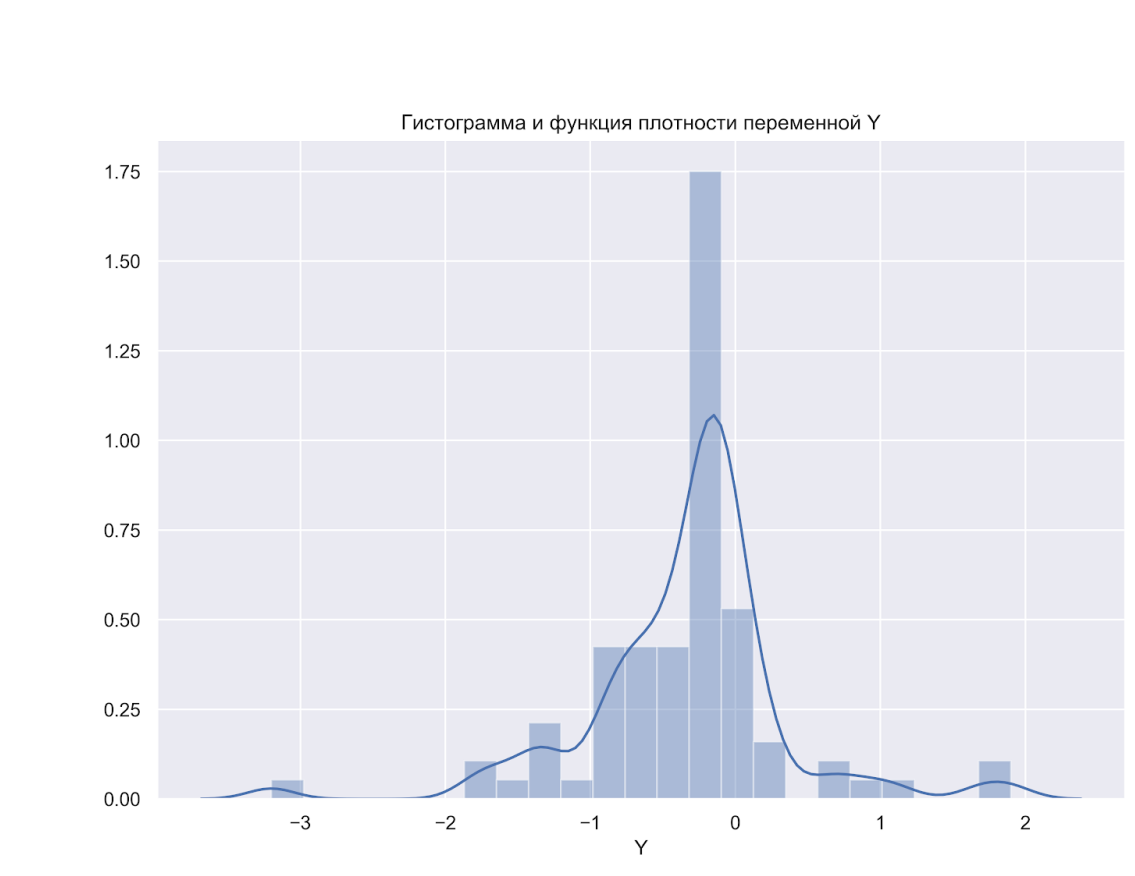


Рис 3. Гистограмма распределения переменной X

4. Проверка двусторонней гипотезы для Y

```
. ttest Y = -.3
```

One-sample t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
Y	85	-.3282353	.0747285	.6889626	-.4768411	-.1796295

mean = mean(Y)	t =	-0.3778
Ho: mean = -.3	degrees of freedom =	84
Ha: mean < -.3	Ha: mean != -.3	Ha: mean > -.3
Pr(T < t) = 0.3533	Pr( T  >  t ) = 0.7065	Pr(T > t) = 0.6467

Рис 4. Двусторонняя гипотеза для Y:  $\alpha = 0.05, n = 85$

## 5. Проверка односторонней гипотезы для X

```
. ttest X = 1.8
```

One-sample t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
X	85	1.676471	.2712232	2.500555	1.137113	2.215828

mean = mean(X) t = -0.4555  
Ho: mean = 1.8 degrees of freedom = 84

Ha: mean < 1.8	Ha: mean != 1.8	Ha: mean > 1.8
Pr(T < t) = 0.3250	Pr( T  >  t ) = 0.6500	Pr(T > t) = 0.6750

Рис 5. Односторонняя гипотеза для X:  $\alpha = 0.05, n = 85$

## 6. Графические иллюстрации проверки гипотез для X и Y.

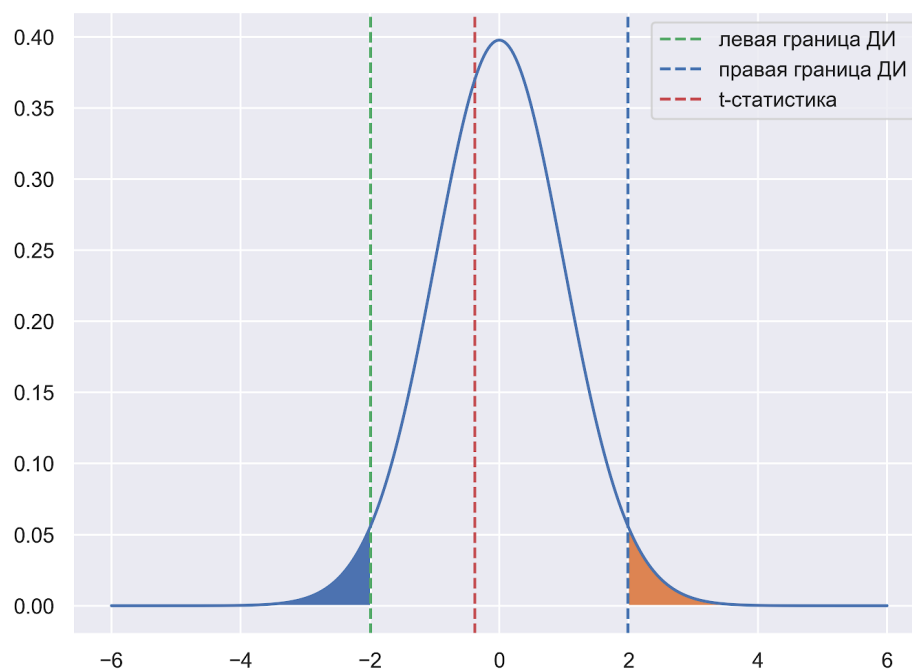


Рис 6. Закрашенная область - область отвержения  $H_0$

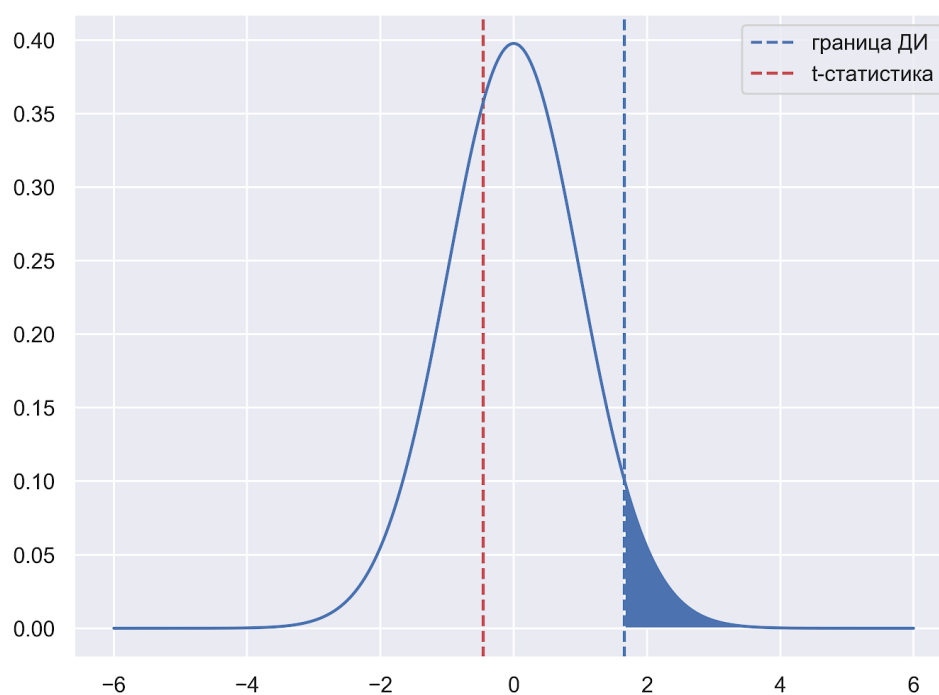


Рис 7. Проверка односторонней гипотезы (больше). Закрашенная область - область отвержения  $H_0$

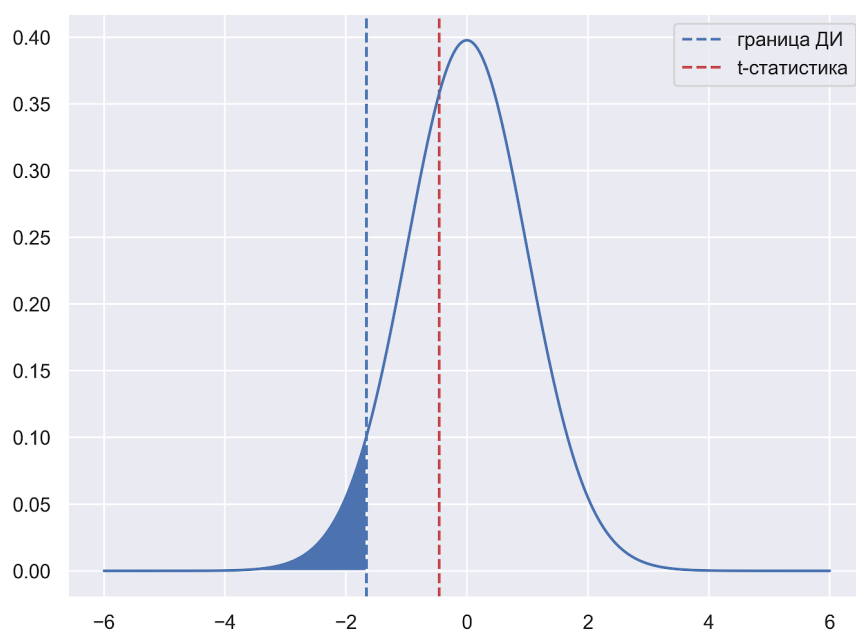


Рис 8. Проверка односторонней гипотезы (меньше). Закрашенная область - область отвержения  $H_0$