

**АНО ВО «Международный банковский институт»**

**Методические рекомендации по самостоятельной работе студента  
по дисциплине «Эконометрика»**

Направление подготовки: 38.03.01 Экономика

Квалификация выпускника: бакалавр

Санкт-Петербург

2017

**Цель самостоятельной работы** по дисциплине «Эконометрика» – закрепить теоретические знания и практические навыки в области управления.

Самостоятельная работа требует от обучающегося предварительного изучения литературы и прочих информационных источников, в том числе периодических изданий и Интернет – ресурсов.

Основные направления самостоятельной учебной работы студента:

- самостоятельная проработка лекционного материала по электронному учебному пособию;
- самоконтроль усвоения теоретического материала с использованием вопросов для самопроверки (имеются в конце каждой главы), а также компьютерного теста для самостоятельного тестирования (имеется в электронном учебном курсе к каждой теме);
- самостоятельная проработка решений типовых задач к каждой теме (типовые задачи (ТЗ) приведены в начале практикума к каждой главе);
- решение рекомендованных заданий практикумов по темам.

При изучении конкретных тем дисциплины «Эконометрика» студенту рекомендуется обратить особое внимание на следующие наиболее важные учебные вопросы.

Тема 1. Построение, оценка качества и интерпретация модели парной линейной регрессии

- Параграф 1.3 — модель парной линейной регрессии 1.3.9;
- Параграф 1.4 — метод наименьших квадратов, система нормальных уравнений 1.4.2, уравнение выборочной регрессии 1.4.4;
- Параграф 1.7 — коэффициент детерминации 1.7.3, связь коэффициента детерминации и коэффициента корреляции 1.7.9;
- Параграф 1.8 — правила проверки статистической значимости коэффициентов регрессии 1.8.1, 1.8.2, коэффициента корреляции 1.8.3 и уравнения регрессии в целом 1.8.4;
- Параграф 1.9 — доверительные интервалы коэффициентов и прогноза.
- Изучение типовых задач ТЗ 1.1 практикума по теме 2 и лабораторной работы 1.1 «Парная линейная регрессия»;

Тема 2. Построение, оценка качества и интерпретация модели множественной линейной регрессии.

Параграф 2.1 — модель множественной регрессии 2.1.4, 2.1.5;

- Параграф 2.2 — оценка коэффициентов множественной линейной регрессии, формула 2.2.4, 2.2.5;
- Параграф 2.3 — способы оценки качества множественной регрессии, скорректированный коэффициент детерминации 2.4.5, частные коэффициенты корреляции 2.4.9;
- Параграф 2.5 — правила проверки статистической значимости коэффициентов множественной регрессии 2.5.1 и всего уравнения в целом 2.5.3;
- Параграф 2.6 — правила построения доверительных интервалов для коэффициентов регрессии 2.6.2 и прогноза 2.6.4 и 2.6.6.
- Параграф 2.8 — пример использования фиктивных переменных 2.8.1 и 2.8.2;
- Параграф 2.8 — правило введения фиктивных переменных;
- Параграф 2.8 — модель 2.8.5.
- Изучение типовых задач ТЗ 2.1 практикума по теме 2 и лабораторной работы 2.1 «Множественная линейная регрессия» и 2.2.;

Тема 3. Построение обобщенной линейной регрессионной модели. Гетероскедастичность и автокорреляция остатков.

- Параграф 1.5, 2.3, — основные предположения регрессионного анализа;
- Параграф 3.2 — понятие гомо- и гетероскедастичности, последствия гетероскедастичности;
- Параграф 3.2 — тесты на обнаружение гетероскедастичности: тест Спирмена и Голдфелда-Квандта;
- Параграф 3.3 — понятие автокорреляции, тест Дарбина-Уотсона.
- Изучение типовых задач ТЗ 3.1 практикума по теме 3 и лабораторной работы 3.1 и 3.2;

Тема 4. Построение и интерпретация модели нелинейной регрессии.

- Параграф 4.1 — модели, линеаризуемые с помощью замены переменных 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4;
- Параграф 4.1. — модели, линеаризуемые с помощью логарифмирования 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7, 4.1.8, 4.1.12;
- Параграф 4.2 — способы выбора «наилучшей» модели.
- Изучение типовых задач ТЗ 4.1 практикума по теме 4 и лабораторной работы 4.1.

Самостоятельная работа предполагает выполнение лабораторных работ; разработку и решение задачи; поиск информации по теме; творческое задание; подготовку к тестированию.

Перечень тем для самостоятельной работы представлен в нижеприведенной таблице.

Название темы учебной дисциплины	Содержание темы дисциплины в компетенциях	Перечень самостоятельной работы
1. Построение, оценка качества и интерпретация модели парной линейной регрессии	ДК-1	Тест, лабораторная работа
2. Построение, оценка качества и интерпретация модели множественной линейной регрессии	ДК-1	Тест, лабораторная работа
3. Построение обобщенной линейной регрессионной модели. Гетероскедастичность и автокорреляция остатков	ДК-1	Тест, лабораторная работа
4. Построение и интерпретация модели нелинейной регрессии	ДК-1	Тест, лабораторная работа

### **Лабораторная работа 1. Построение моделей парной линейной регрессии и оценка качества построенной модели**

1. Для заданных исходных данных постройте поле корреляции — диаграмму зависимости показателя  $y$  от фактора  $x$ :
2. Вычислите коэффициенты выборочной линейной регрессии. Запишите уравнение выборочной регрессии, дайте ему экономическую интерпретацию.
3. Вычислите по уравнению выборочной регрессии значения  $\hat{y}_i = a + bx_i, i = \overline{1, n}$  и постройте на корреляционном поле прямую выборочной линейной регрессии.
4. Вычислите остатки  $e_i = y_i - \hat{y}_i$  и постройте график остатков.
5. Найдите величину средней ошибки аппроксимации  $\bar{A}$ .
6. Проверьте статистическую значимость полученных значений коэффициентов регрессии и коэффициента корреляции для доверительных вероятностей 0,05 и 0,01.
7. Проверьте значимость в целом полученного уравнения регрессии по критерию Фишера.
8. Вычислите доверительные интервалы параметров линейной регрессии. Дайте им экономическую интерпретацию.

9. Постройте точечный прогноз значения  $y$  при значении  $x$  в 2 раза больше, чем среднее значение  $\bar{x}$ .
10. Вычислите стандартные ошибки прогноза функции регрессии и индивидуального значения и доверительные интервалы полученных прогнозов. Дайте им экономическую интерпретацию.
11. Оцените полученные результаты — сделайте выводы о качестве построенной модели, оцените влияние фактора на показатель, дайте интерпретацию коэффициентам выборочной регрессии, коэффициенту детерминации, коэффициенту корреляции, доверительным интервалам, прогнозам. Следует ли использовать полученное уравнение для прогнозирования?

## **Лабораторная работа 2. Построение модели множественной линейной регрессии и оценка качества построенной модели**

1. Постройте множественную линейную регрессию на все факторы.
2. Запишите полученное уравнение в развернутом виде, дайте экономическую интерпретацию коэффициентам при факторах.
3. Проверьте статистическую значимость коэффициентов и всего уравнения в целом. Сделайте выводы о качестве модели и спецификации (составе объясняющих переменных).
4. Для статистически значимых коэффициентов постройте доверительные интервалы. Дайте им интерпретацию.
5. Вычислите скорректированный коэффициент детерминации. Вычислите среднюю абсолютную ошибку аппроксимации. Сделайте выводы о качестве построенной регрессии.
6. Постройте матрицу выборочных парных коэффициентов корреляции. Вычислите  $|X^T X|$ . Сделайте вывод о наличии или отсутствии проблемы мультиколлинеарности.
7. Вычислите частные коэффициенты корреляции между факторами и зависимой переменной, сравните их с парными. Вычислите частные средние коэффициенты эластичности и стандартизованные коэффициенты регрессии. Сделайте выводы о силе влияния факторов на показатель.

8. Если среди коэффициентов есть статистически незначимый — проверьте целесообразность его исключения из регрессии с помощью частного  $F$ -теста (если незначимых факторов несколько или все коэффициенты статистически значимые то выберите фактор для проверки произвольно).
9. Постройте точечный прогноз значения показателя при значениях факторов, на 30% превышающих их средние значения.
10. Вычислите стандартные ошибки прогноза функции регрессии и индивидуального значения и постройте доверительные интервалы полученных прогнозов.
11. Дайте интерпретацию построенным прогнозам и их доверительным интервалам.

**Лабораторная работа 3. Проверка гипотезы гомоскедастичности (Критерий Голдфелда-Квандта). Проверка гипотезы о наличии автокорреляции (Критерий Дарбина Уотсона).**

**Критерий Голдфелда-Квандта**

1. Постройте диаграмму корреляционного поля. Постройте парную линейную регрессию и диаграмму остатков (квадратов остатков) для исходной выборки — сделайте предположения о наличии гетероскедастичности.
2. Прежде всего, нужно упорядочить выборку по возрастанию значений объясняющей переменной  $x$ .
3. Полученная упорядоченная выборка разбивается на три части: первая и последняя содержат по  $l$  наблюдений, средняя —  $m = n - 2l$  наблюдений. Далее рассматриваются только две части:  $l$  первых (с небольшими значениями объясняющей переменной  $i = 1, 2, \dots, l$ ) и  $l$  последних (с большими значениями объясняющей переменной,  $l = n - l + 1, \dots, n$ ) наблюдений, а  $m$  центральных наблюдений исключаются из рассмотрения. При этом должно быть выполнено условие  $(n - m) / 2 > 2$ , например, если  $m = 8$ , то в этом случае  $l = 11$  и исключаются наблюдения  $(x_{12}, y_{12}), \dots, (x_{19}, y_{19})$ , таким образом значения  $(x_1, y_1), \dots, (x_{11}, y_{11})$  — первая выборка, а  $(x_{20}, y_{20}), \dots, (x_{30}, y_{30})$  — вторая выборка)

4. По каждой выборке постройте свое уравнение выборочной парной регрессии. Для построения парных регрессий можно использовать функцию **LINEST**/ЛИНЕЙН.

5. Вычислите остаточные суммы квадратов для каждой выборки:

$$S_{ост1}^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \text{ — для первой выборки,}$$

$$S_{ост2}^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \text{ — для второй выборки.}$$

6. Вычислите отношение  $F = \frac{\sum_{i=n-l+1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^l (y_i - \hat{y}_i)^2} = \frac{S_{ост2}^2}{S_{ост1}^2}$  и сравните с табличным

значением  $F_{табл.}$ . Значение  $F_{табл.}$  определяется по таблице распределения Фишера со степенями свободы  $\nu_1 = \frac{n-m}{2} - 2$ ,  $\nu_2 = \frac{n-m}{2} - 2$  на 5% уровне значимости ( $\nu_1 = \nu_2 = l - 2$ ). Значение  $F_{табл.}$  можно получить с помощью функции **ФРАСПОБР**. Аргументы этой функции:

*Вероятность* — уровень значимости  $\alpha$ , можно принять равным 0,05 (т.е. 5%);

*Степени\_свободы1* — число степеней свободы числителя  $\nu_2$ ;

*Степени\_свободы2* — число степеней свободы знаменателя  $\nu_1$ .

7. Сделайте вывод о принятии или отклонении гипотезы гомоскедастичности наблюдений.

### **Критерий Дарбина Уотсона**

Постройте поле корреляции.

2. Используя функцию **ЛИНЕЙН**, найдите коэффициенты выборочной парной линейной регрессии

$$\hat{y}(x) = a + bx,$$

3. Проверьте значимость построенной регрессии.
4. Вычислите остатки и постройте график остатков в зависимости от фактора (тип диаграммы — Точечная, для наглядности можно выбрать вид с отрезками, соединяющими точки).
5. Вычислите статистику Дарбина–Уотсона по формуле

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{40} (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{40} e_i^2}.$$

6. Используя таблицу критических значений критерия Дарбина–Уотсона, сделайте вывод о наличии или отсутствии значимой автокорреляции в остатках. Наличие автокорреляции означает неадекватность построенной парной регрессии истинной зависимости и недостаточность построенной парной регрессии для прогнозирования.
7. Вычислите коэффициент автокорреляции первого порядка  $r_1$  между рядами значений  $e_2, e_3, \dots, e_n$  и  $e_1, e_2, \dots, e_{n-1}$  с помощью функции КОРЕЛЛ и сравните его со значением критерия Дарбина–Уотсона: должно быть выполнено соотношение

$d \approx 2(1 - r_1)$ . Убедитесь, что вычисление  $r_1$  по формуле  $r_1 = \frac{\sum_{i=2}^{40} e_i e_{i-1}}{\sum_{i=1}^{40} e_i^2}$  дает только

приближенный результат.

#### **Лабораторная работа 4. Построение моделей нелинейной регрессии**

В этой работе для одних и тех же исходных данных необходимо построить различные регрессии. В каждом случае необходимо вычислить коэффициенты регрессии, построить линию регрессии на корреляционном поле (на одном и том же!), проверить статистическую значимость линеаризованной формы, вычислить  $S_{ост}$ , среднюю ошибку аппроксимации  $\bar{A}$ , среднее абсолютное отклонение  $MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$ , коэффициент (индекс) детерминации — эти результаты удобно свести в таблицу.