

## Программа учебной дисциплины Эконометрика (продвинутый уровень)

Утверждена  
Академическим советом ОП «Прикладная  
экономика»  
Протокол №01 от 01 февраля 2018 года  
Академическим советом ОП «Финансовые рынки и  
финансовые институты»  
Протокол № 8 от «24» мая 2018 г.

Автор	Ратникова Т.А., к.ф-м.н, доцент, taratnikova@hse.ru
Число кредитов	11
Контактная работа (час.)	144
Самостоятельная работа (час.)	274
Курс	1
Формат изучения дисциплины	<u>без использования онлайн курса</u>

### I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Курс «Эконометрика (продвинутый уровень)» рассчитан на студентов 1-го курса, обучающихся по магистерским программам «Прикладная экономика» и «Финансовые рынки и финансовые институты». Цель курса – дать студентам представление о многообразии современных подходов эконометрического исследования, научить пониманию и использованию математического языка, на котором принято описывать современные эконометрические методы, привить критический подход при отборе инструментов анализа и осознание необходимости тщательного тестирования статистической адекватности получаемых моделей, а также развить навыки содержательной интерпретации результатов. Материал курса предназначен для использования в дисциплинах, связанных с эмпирическим анализом реальных экономических явлений, в курсах макро- и микро- экономики, при выполнении исследований в ходе подготовки магистерской диссертации.

Настоящая дисциплина относится к профессиональному циклу (М-1) и рассчитана на студентов, прослушавших курс математического анализа, включающий дифференциальное и интегральное исчисление, а также курсы линейной алгебры, методов оптимальных решений, экономической статистики, теории вероятностей и математической статистики. Желательно иметь представление об эконометрике в рамках бакалаврского курса, но обязательным это требование не может являться, поскольку не может быть предъявлено магистрантам, не обладающим экономическим базовым образованием.

Сведения, полученные в курсе, необходимы при изучении дисциплины Макроэкономика-3 и могут быть использованы в курсах «Экономика здоровья», «Макроэкономическая политика в переходных и развивающихся экономиках», «Макроэкономика финансовых рынков», «Экономика образования», «Корпоративное управление», «Государственные расходы», «Эмпирические корпоративные финансы»,

«Стохастический анализ в финансах», «Моделирование рисков», «Анализ финансовых временных рядов», «Корпоративные финансы: оценка стоимости компаний», «Финансовое моделирование в фирме», «Финансовое поведение населения», «Экономический рост», «Эконометрические приложения теории игр».

В результате изучения курса «Эконометрика (продвинутый уровень)» магистрант должен:

**Знать**

современные методы эконометрического анализа и основанные на них современные программные продукты, необходимые для исследований;

**Уметь**

применять современный эконометрический инструментарий для исследований экономических и финансовых решений на уровне индивидов, домохозяйств, фирм, финансовых рынков, финансовых институтов, отраслей, регионов и стран;

обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков;

моделировать результаты и эффективность субъектов экономической деятельности.

**Владеть**

методикой и методологией проведения эконометрических исследований; навыками самостоятельной исследовательской работы.

## II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

*Тема 1.* Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования

*Тема 2.* Методы подгонки зависимости

*Тема 3.* Классическая линейная регрессионная модель и метод наименьших квадратов

*Тема 4.* Регрессионный анализ при нарушении условий теоремы Гаусса-Маркова или предположения о нормальности

*Тема 5.* Оценивание регрессионных моделей в условиях эндогенности, обобщенный метод моментов

*Тема 6.* Оценивание моделей по временным рядам

*Тема 7.* Модели волатильности

*Тема 8.* Системы регрессионных уравнений

*Тема 9.* Модели анализа панельных данных

*Тема 10.* Модели дискретного выбора и моделях с ограниченной зависимой переменной, метод максимального правдоподобия

*Тема 11.* Модели пространственной эконометрики

*Тема 12.* Непараметрическое и полупараметрическое оценивание

*Тема 13.* Методы симуляционного моделирования

*Тема 14.* Модели оценки эффекта воздействия

*Тема 15.* Модели анализа длительности состояний

*Тема 16.* Байесовская эконометрика

## III. ОЦЕНИВАНИЕ

Накопленная оценка по дисциплине рассчитывается по формуле:

$$O_{\text{накопленная}} = k1 * O_{\text{кр}1} + k2 * O_{\text{эк}1} + k3 * O_{\text{дз}1} + k4 * O_{\text{кр}2} + k5 * O_{\text{дз}2}$$
$$k1 = 10/70 \quad k2 = 15/70 \quad k3 = 10/70 \quad k4 = 20/70 \quad k5 = 15/70$$

Способ округления – арифметический.

Альтернативная формула расчета накопленной оценки:

$$O_{\text{накопленная}} = c1 * O_{\text{семестр}1} + c2 * O_{\text{дз}1} + c3 * O_{\text{кр}2} + c4 * O_{\text{дз}2}$$
$$c1 = 25/70 \quad c2 = 10/70 \quad c3 = 20/70 \quad c4 = 15/70$$

Способ округления – арифметический.

Итоговая оценка по дисциплине рассчитывается по формуле:

$$O_{\text{итоговая}} = n1 * O_{\text{накопленная}} + n2 * O_{\text{экз2}}$$
$$n1 = 0.7 \qquad n2 = 0.3$$

Способ округления – арифметический.

## IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Примерный вариант домашнего задания

Работа с данными SNAP6.DAT, файл KOPCKE, прилагаемыми к учебнику *Берндт, Э. Р. Практика эконометрики: классика и современность: учебник для вузов / Э. Р. Берндт; Науч. ред., предисл. С. А. Айвазяна; Пер. с англ. Е. Н. Лукаша. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 847 с.*

Вам предлагаются ежеквартальные данные по США, которые содержат следующие переменные:

- переменная даты (**DATE**);
- имплицитный дефлятор цены для сооружений (**JS**), индексированный к единице по состоянию на 1982 г.;
- денежный поток нефинансового корпоративного бизнеса (**F**);
- валовые частные внутренние инвестиции в нежилые сооружения (**IS**);
- однократно лагированные основные фонды в форме сооружений (**KSLAG**);
- ВВП частного сектора (**Y**).

### **Изучение данных**

Изучите описательные статистики данных и матрицу корреляций. Какие можно сделать выводы?

### **Уравнение инвестиций (1)**

Оцените регрессию: **IS=C1+C2\*Y+C3\*KSLAG**.

1. Что можно сказать об адекватности регрессии в целом и о значимости отдельных коэффициентов?
2. Проведите следующие тесты и сделайте выводы: тест на нормальность, тест на гетероскедастичность и тесты на автокорреляцию
3. Проведите коррекцию гетероскедастичности и автокорреляции.
4. Как теперь выглядит окончательная модель? Удалось ли в ней избавиться от гетероскедастичности и автокорреляции?

### **Значения структурных коэффициентов.**

По аналогии с работой Р. Копке, для вычисления структурных коэффициентов можно использовать значение темпа годового износа активов  $\delta = 0,0500$  (для зданий). Чему равны в итоге оценки структурных коэффициентов  $\lambda$  и  $\mu$ ?

Дайте содержательную интерпретацию полученной модели.

Для того, чтобы определить структурные коэффициенты без постулирования  $\delta$  перейдем к уравнению инвестиций (2).

### **Уравнение инвестиций (2)**

Спецификация уравнения регрессии: **IS=C1+C2\*Y+C3\*Y(-1)+C4\*IS(-1)**.

Как теоретически должны вести себя случайные ошибки в этой модели?

Исследуйте и откорректируйте эту модель по аналогии с предыдущим случаем.

Рассчитайте значения структурных коэффициентов. Сравните со значениями, полученными для модели (1).

Дайте содержательную интерпретацию результатам.

### Прогнозирование инвестиций по моделям (1) и (2).

Постройте по итоговым уравнениям моделей (1) и (2) прогнозы инвестиций на один квартал вперед, используя в качестве значений регрессоров их наивные прогнозные значения, и сопоставьте эти прогнозы.

### Вопросы для оценки качества усвоения дисциплины

1. Пусть  $x_t$  - инвестиции,  $y_t$  - выпуск фирмы в год  $t$ . В году  $t_0$  сменилась администрация фирмы. Предложите способ проверки гипотезы о наличии структурных изменений в момент  $t_0$ .
2. Может ли быть в парной регрессии  $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t$  МНК-оценка  $\hat{\beta}_1$  положительной, а оценка коэффициента при  $y$  в регрессии  $x$  на  $y$  и константу отрицательной?
3. Оценивание зарплаты в зависимости от возраста ( $age$ ), пола ( $sex$ ) и уровня образования ( $edu$ ) дало следующий результат:  
$$\hat{z} = \underset{(4.5)}{20} + \underset{(2.1)}{5.1} age - \underset{(8.1)}{0.7} sex + \underset{(5.2)}{3.2} edu$$
(в скобках даны значения  $t$ -статистик). Можно ли на основании этой регрессии говорить о дискриминации женщин по зарплате ( $sex=1$  для женщин и  $=0$  для мужчин)?
4. Уравнение  $y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$  оценивается МНК. Может ли коэффициент детерминации быть малым ( $<0.05$ ), а статистика  $t_\beta = \beta / \sigma_\beta$  большой ( $>10$ )?
5. Верно ли, что  $R_{adj}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k}$  распределен по  $F(n-k, n-1)$ ? Если да, то объясните, почему, если нет, то тоже объясните, почему.
6. Пусть  $Y = X\beta + \varepsilon$ ,  $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2 I)$ ,  $\beta \in \check{Y}^{k \times 1}$ ,  $h \in \check{Y}^{k \times 1}$ .  
Как распределена случайная величина  $\frac{h' \beta - h' \hat{\beta}}{\sqrt{\sigma_\varepsilon^2 h' (X' X)^{-1} h}}$ ?  
(Требуется четкое обоснование).
7. Уравнение  $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_{t-1} + \varepsilon_t$  оценивают методом наименьших квадратов и получают значение статистики Дарбина-Уотсона  $DW=3.53$ . Что можно сказать об автокорреляции ошибок?
8. Перечислите свойства МНК-оценок в модели множественной регрессии при гетероскедастичности ошибок.
9. Уравнение  $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t$  оценивают методом наименьших квадратов и получают значение статистики Дарбина-Уотсона  $DW=1.03$ . Что можно сказать об автокорреляции ошибок?
10. Пусть  $Y = X\beta + \varepsilon$ ,  $E(\varepsilon) = 0$ ,  $V(\varepsilon) = \sigma^2 I$ . Пусть  $k$ -мерная квадратная матрица  $A$  является невырожденным линейным преобразованием регрессоров:  $Z = XA$ . В преобразованных регрессорах уравнение выглядит так:  $Y = Z\gamma + \varepsilon$ ,  $E(\varepsilon) = 0$ ,  $V(\varepsilon) = \sigma^2 I$ .

- а) Как связаны между собой МНК-оценки  $\beta$  и  $\gamma$  ?  
 б) Как связаны между собой векторы остатков регрессий?  
 в) Как связаны между собой прогнозные значения, полученные по двум регрессиям?

11. Рассмотрим оценку вида  $\tilde{\beta} = \left( (X'X)^{-1} + \gamma I \right) X' y$  для вектора коэффициентов регрессионного уравнения  $Y = X\beta + \varepsilon$ , удовлетворяющего условиям классической регрессионной модели. Найдите  $E(\tilde{\beta})$  и  $V(\tilde{\beta})$ . Можно ли найти такое  $\gamma$ , что оценка  $\tilde{\beta}$  более эффективна, чем оценка МНК  $\hat{\beta}$  ?

12. Пусть есть набор данных  $(x_i, y_i)$ ,  $i=1, \dots, n$  ( $x_i > 0, y_i > 0$ ), порожденных уравнением  $y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$ , удовлетворяющим условиям стандартной модели парной регрессии.

Рассматриваются следующие оценки параметра  $\beta$  :

$$\tilde{\beta}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i}, \quad \tilde{\beta}_2 = \frac{\bar{y}}{\bar{x}}.$$

- 1) Найти дисперсию и смещение каждой из оценок.
- 2) Сравните смещения и дисперсии оценок. Какая из оценок более эффективна?

13. По данным для 15 фирм ( $n=15$ ) была оценена производственная функция Кобба-Дугласа  $\hat{\ln Q} = 0.5 + 0.76 \ln L + 0.19 \ln K$ , где Q- выпуск, L-трудозатраты, K- капиталовложения.

Матрица обратная к матрице регрессоров имеет вид:

$$(X^T X)^{-1} = \begin{pmatrix} 121537 & -19186 & 3718 \\ & 3030 & -589 \\ & & 116 \end{pmatrix}.$$

Требуется:

- 1) написать формулу для несмещенной оценки ковариации  $\text{cov}(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$  и вычислить её по имеющимся данным (если это возможно);
- 2) проверить  $H_0: \alpha + \beta = 1$  при помощи t-статистики (обязательно требуется указать формулу для статистики, а также указать число степеней свободы);
- 3) построить 95% доверительный интервал для величины  $\alpha + \beta$ .

### Образец контрольной работы

#### Тесты

1. Рассмотрим модель  $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_{t-1} + \beta_3 y_{t-1} + \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2)$ . Какие из способов оценивания этой модели допустимы, если известно, что число наблюдений “достаточно велико”:  
 1) МНК, 2) ММП; 3) метод инструментальных переменных, 4) ОМНК.
2. Статистика Дарбина-Уотсона, используемая для диагностики автокорреляции, в отсутствии автокорреляции  
 1) подчиняется F- распределению; 2) подчиняется нормальному распределению;  
 3) подчиняется  $\chi^2$  - распределению; 4) подчиняется стандартному нормальному распределению;  
 5) подчиняется t – распределению; 6) не подчиняется ни одному из перечисленных распределений.
3. Тест Дарбина-Уотсона для диагностики автокорреляции неприменим  
 1) вообще; 2) если в модели есть свободный член; 3) если среди регрессоров есть  $Y_{t-1}$  ;  
 4) если  $\varepsilon \sim AR(1)$ ; 5) если среди регрессоров нет  $Y_{t-1}$ .

4. При оценивании модели  $Y_t = X_t' \beta + \varepsilon_t$  обнаружена автокорреляция и оцененная регрессия остатков показала, что  $e_t = -0.6e_{t-1}$ . Чтобы провести корректное оценивание, необходимо применить метод наименьших квадратов к преобразованным данным, причем для первого наблюдения будет использовано преобразование:

$$1) \begin{matrix} Y_1 = 0.8Y_1 \\ X_1 = 0.8X_1 \end{matrix}; \quad 2) \begin{matrix} Y_1 = 0.6Y_1 \\ X_1 = 0.6X_1 \end{matrix}; \quad 3) \begin{matrix} Y_1 = 0.4Y_1 \\ X_1 = 0.4X_1 \end{matrix}; \quad 4) \begin{matrix} Y_1 = -0.6Y_1 \\ X_1 = -0.6X_1 \end{matrix}; \quad 5) \begin{matrix} Y_1 = Y_1 \sqrt{0.84} \\ X_1 = X_1 \sqrt{0.84} \end{matrix}.$$

5. h- статистика Дарбина, используемая для диагностики автокорреляции:

- 1) подчиняется стандартному нормальному распределению;
- 2) подчиняется асимптотическому стандартному нормальному распределению;
- 3) подчиняется асимптотическому  $\chi^2$  - распределению при условии истинности основной гипотезы об отсутствии автокорреляции;
- 4) подчиняется асимптотическому стандартному нормальному распределению при условии истинности основной гипотезы об отсутствии автокорреляции;
- 5) подчиняется асимптотическому стандартному нормальному распределению независимо от истинности основной гипотезы об отсутствии автокорреляции;
- 6) не подчиняется ни одному из перечисленных распределений.

6. Какой вывод можно сделать, если статистика Дарбина-Уотсона оказалась левее “левой” зоны неопределенности:

- 1)  $\rho < 0$ , 2)  $\rho > 0$ , 3) ответ зависит от того, включен ли в модель свободный член;
- 4) ответ  $\rho > 0$  и не зависит от того, включен ли в модель свободный член.

7. Оценена следующая модель:  $\hat{y}_t = 3.5 + 0.5x_t + 0.9y_{t-1}$ ,  $R^2 = 0.976$ ,  $DW = 2.15$   
s.e. (0.003) (0.5) (0.067)

Несмотря на то, что коэффициент  $R^2$  очень высок, а статистика  $DW \approx 2$ , о качестве регрессии ничего сказать нельзя. Почему?

### Задачи

1. Снимает ли проблему автокорреляции переход к первым разностям? Рассмотрите модель  $Y_t = X_t' \beta + \varepsilon_t$ , где  $\varepsilon_t = u_t + \rho \varepsilon_{t-1}$ ,  $u \sim N(0, \sigma_u^2 I)$ . Сравните автокорреляцию в исходной модели и в модели первых разностей  $Y_t - Y_{t-1} = (X_t - X_{t-1})' \beta + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}$ .

2. Рассмотрите модель  $y_t = \alpha x_t + \varepsilon_t$ ,  $\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + u_t$ , где  $E(\varepsilon_t) = 0$ ,  $V(\varepsilon_t) = V(\varepsilon_s) (\forall 0 \leq t, s \leq T)$ . Найдите отношение истинной дисперсии оценки коэффициента  $\alpha$  и дисперсии этого же коэффициента, рассчитанной без учета автокоррелированности ошибок.

3. Модель CAPM (Capital Asset Pricing Model) соотносит среднюю доходность ценной бумаги ( $R_i$ ) с ее ценовой волатильностью ( $\beta_i$ ):  $R_i = \alpha_1 + \alpha_2 \beta_i + u_i$ .

Но переменная  $\beta_i$  не поддается непосредственному наблюдению, а оценивается из регрессий  $r_{it} = \alpha + \beta_i r_{mt} + \varepsilon_{it}$ , где  $r_{it}$  – ставка % по i-ой ценной бумаге, а  $r_{mt}$  – рыночная ставка %. То есть, на практике, чтобы оценить CAPM вместо  $\beta_i$  используют оценку  $\hat{\beta}_i$ .

- а) (1) Какие проблемы порождает использование  $\hat{\beta}_i$  вместо  $\beta_i$ ?
- б) (1) Как последствия этой проблемы отражаются на оценке коэффициента  $\alpha_2$ ?
- в) (1) Какие корректирующие меры вы можете предложить?

4. Для выявления факторов, влияющих на вероятность дефолта банка, исследователь оценивает бинарную логит-модель  $\Pr(PD_i = 1) = F(X_i' \beta + \gamma_1 age_i + \gamma_2 size_i)$ , где зависимая переменная  $PD = 1$  при не возврате долга в срок,  $X$  представляет собой набор показателей, характеризующих финансовую устойчивость заемщика,  $age$  - число лет, в течение которых существует заемщик,  $size$  - размер активов заемщика (млн. рублей).

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AGE	0.119149	0.043825	2.718747	0.0066
CASHDEBT	-0.094563	0.112189	-0.842890	0.1293
FINCOVERAGE	-0.014890	0.030379	-0.490145	0.2240
LIQUID	-0.589998	0.196848	2.997224	0.0027
SIZE	0.106437	0.042503	2.504211	0.0123

Descriptive statistics for explanatory variables

Variable	Mean		
	Dep=0	Dep=1	All
AGE	5.045775	4.927711	5.002222
CASHDEBT	3.030033	1.977361	2.641714
FINCOVERAGE	9.841498	6.890839	8.753033
LIQUID	2.163962	1.727167	2.002833
SIZE	5.105634	4.921687	5.037778

а) (1) Выпишите уравнение правдоподобия для logit-модели

б) (2) Вычислите предельный эффект переменной  $age$ . Дайте ему содержательную интерпретацию.

в) (1) Объясните, почему ошибки в модели линейной вероятности (linear probability model) гетероскедастичны. Приведите формулу для дисперсии ошибок.

5. Методом максимального правдоподобия найдите оценки параметров  $\mu$ ,  $\rho$  и дисперсии ошибки регрессионной модели  $Y_t = \mu + \varepsilon_t$  при условии  $\varepsilon_t = u_t + \rho \varepsilon_{t-1}$ ,  $u \sim N(0, \sigma_u^2 I)$ , если  $Y' = (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 2)$ .

6. Исследователь предположил, что средняя склонность к потреблению  $APC_t$  линейно зависит от ожидаемого персонального дохода  $G_{t+1}^e$  в следующем году:

$$APC_t = b_1 + b_2 G_{t+1}^e + u_t \quad (1),$$

и что  $G_{t+1}^e$  удовлетворяет модели адаптивных ожиданий:  $G_{t+1}^e - G_t^e = \lambda(G_t - G_t^e)$  (2) где  $G_t$  – реальный персональный доход.

а) (2) Каким образом модель (1) с учетом предположения (2) может быть сведена к виду (3):

$$APC_t = a_1 + a_2 G_t + a_3 APC_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3) ?$$

б) (2) Можно ли оценивать уравнение (3) с помощью МНК? Если нет, то как следует проводить оценивание?

в) (2) Используя данные за 1960 – 1995 г.г., исследователь оценил регрессию (3) с помощью МНК:

$$APC_t = 0.32 + 0.01 G_t + 0.6 APC_{t-1} \quad DW=1.78$$

(0.12) (0.003) (0.1)

Вычислите краткосрочный и долгосрочный эффект влияния  $G_t$  на  $APC_t$ .

г) (2) Проверьте наличие автокорреляции в оцененной модели.

7. По панели для 18 стран OECD за 1960-1978 гг. оценивалась функция спроса на бензин:

$$\ln(\text{Gas} / \text{Car})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(P_{MG} / P_{GDP})_{it}$$

где  $\text{Gas} / \text{Car}$  - потребление бензина в расчете на 1 автомобиль,  $P_{MG}/P_{GDP}$  - реальная цена на бензин. Результаты оценивания приведены в таблице:

	$\beta_1$	$\theta$
МНК	-0.8913 (0.0303)	-
Between	-0.9633 (0.1329)	-
Within	-0.3213 (0.0440)	-
FGLS	-0.3639 (0.0415)	0.1369

- а) (2) Объясните, как находится оценка коэффициентов в модели RE.
- б) (2) Какие предположения лежат в ее основе?
- в) (2) Есть ли статистические основания полагать, что в модели существует индивидуальный эффект?
- г) (2) Проверьте, коррелирует ли этот эффект с регрессорами.

## V. РЕСУРСЫ

### 1. Основная литература

1. Вербик, М. Путеводитель по современной эконометрике: учеб. пособие для вузов / М. Вербик; Пер. с англ. В. А. Банникова; Науч. ред., предисл. С. А. Айвазяна. – М.: Научная книга, 2008. – 615 с.
2. Магнус, Я. Р. Эконометрика: Начальный курс / Я. Р. Магнус, П. К. Катыхшев, А.А.Пересецкий. – М.: Дело, 1997 (и более поздние издания). – 247 с.
3. Greene, W. H. *Econometric analysis* / W. H. Greene. – 4th ed. – London: Prentice-Hall International, Inc., 2000. (и более поздние издания). – 1004 с.

### 2. Дополнительная литература

1. Айвазян, С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики: Учебник для вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ, 1998. (и более поздние издания). – 1023 с.
2. Берндт, Э. Р. Практика эконометрики: классика и современность: учебник для вузов / Э. Р. Берндт; Науч. ред., предисл. С. А. Айвазяна; Пер. с англ. Е. Н. Лукаша. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 847 с.
3. Кэмерон, Э. К. Микроэконометрика: методы и их применения: учебник для вузов : в 2 т. / Э. К. Кэмерон, П. К. Триведи; Пер. с англ. и науч. ред. Б. Демешева. – М.: Дело, 2015. – (Сер. "Академический учебник")
4. Ратникова, Т. А. Анализ панельных данных и данных о длительности состояний: учеб. пособие / Т. А. Ратникова, К. К. Фурманов. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. – 373 с.
5. Ширяев, А. Н. Основы стохастической финансовой математики: в 2 т. / А. Н. Ширяев. – новое изд. – М.: МЦНМО, 2016.
6. Cameron, A. Colin, Pravin K. Trivedi. *Microeconometrics : Methods and Applications* / A. Colin Cameron, Pravin K. Trivedi, – Cambridge University Press, 2005 (или более поздние издания). – URL: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hselibrary-ebooks/detail.action?docID=237598> – ЭБС ProQuest Ebook Central - Academic Complete
7. Hamilton, J. D. *Time series analysis* / J. D. Hamilton. – Princeton : Princeton University Press, 1994. – 799 с.
8. LeSage, J. *Introduction to spatial econometrics* / J. LeSage, R. K. Pace. – Boca Raton; London; New York: CRC Press, 2009. – 354 с.
9. Tsay, R. S. *Analysis of financial time series* / R. S. Tsay. – 2nd ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2005. – 605 с.
10. Wooldridge, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data* / J. M. Wooldridge. – Cambridge: The MIT Press, 2002. – 752 с.

### 3. Программное обеспечение

№	Наименование	Условия доступа
---	--------------	-----------------



<b>п/п</b>		
1.	Microsoft Windows 7 Professional RUS Microsoft Windows 10 Microsoft Windows 8.1 Professional RUS	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
3.	STATA	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
4.	Mathlab	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
5.	R	<a href="https://www.r-project.org/">https://www.r-project.org/</a>

#### 4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование</b>	<b>Условия доступа</b>
<i><b>Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы</b></i>		
1.	Консультант Плюс	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Электронно-библиотечная система Юрайт	URL: <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
<i><b>Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)</b></i>		
1.	Открытое образование	URL: <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a>
2.	Российская национальная библиотека	URL: <a href="http://www.nlr.ru">http://www.nlr.ru</a>

#### 5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);
- мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены ПЭВМ, с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.