

## Программа учебной дисциплины Эконометрика

Утверждена  
Экспертно-методический совет  
ИППС НИУ ВШЭ

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

Цель освоения дисциплины - дать студентам научное представление о методах и моделях современной эконометрики, которые позволяют давать количественную оценку основным закономерностям экономической теории.

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать*

- основные понятия эконометрики,
- основные методы оценивания неизвестных параметров эконометрических моделей,
- методы проверки статистических гипотез о параметрах построенных моделей,
- основные методы диагностики (проверки качества) эконометрических моделей.

*уметь:*

- применять стандартные методы построения эконометрических моделей,
- обрабатывать статистическую информацию и получать статистически обоснованные выводы,
- давать содержательную интерпретацию результатов эконометрического моделирования.

*иметь навыки (приобрести опыт):*

- обработки реальных статистических данных;
- применения эконометрических пакетов для построения и диагностики эконометрических моделей (например, ППП MS Excel, Eviews, STATA, Gretl, R).

Настоящая дисциплина относится к профессиональному циклу базовой части профильных дисциплин объединенного учебного плана подготовки бакалавра.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- основы экономической теории;
- математика (разделы: математический анализ, линейная алгебра, теория вероятностей и математическая статистика);
- микроэкономика;
- макроэкономика.

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- владеть основными понятиями теории вероятностей и математической статистики;
- знать основные законы распределения случайных величин;
- уметь проверять статистические гипотезы относительно параметров известных распределений;
- иметь первичные навыки обработки статистических данных на компьютере.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении дисциплин Финансовые рынки, Производные финансовые инструменты.

### 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Тема 1: Организация и структура фондового рынка.**

Понятие финансового и фондового рынков. Роль и значение фондового рынка. Секьюритизация и глобализация финансовых рынков. Финансовые потоки в экономике.

Классификация финансовых рынков. Состав и структура фондового рынка. Состояние и перспективы развития фондового рынка в России.

### **Тема 2. Риск и доходность на фондовом рынке.**

Понятие риска на фондовом рынке. Показатели измерения риска. Соотношение риска и доходности, понятие безрисковых инструментов. Премия за риск. Влияние временного горизонта на риск инвестирования. Кейс на примере фондового рынка США и России. Оценка эффективности инвестирования. Коэффициент Шарпа. Методы диверсификации инвестиций. Формирование инвестиционного портфеля. Систематический и несистематический риск, коэффициент бета. Линия рынка ценных бумаг.

### **Тема 3: Виды и классификация ценных бумаг.**

Понятие и фундаментальные свойства ценных бумаг. Классификация ценных бумаг по видам, эмитентам, форме выпуска, способу получения дохода, сроку обращения и т.д. Долговые и долевыe ценные бумаги. Ценные бумаги, допущенные к обращению в Российской Федерации.

### **Тема 4: Облигации.**

Понятие облигации и ее основные характеристики. Классификация облигаций: обеспеченные и необеспеченные, купонные и дисконтные, обычные и конвертируемые. Индексируемые облигации. Рынок еврооблигаций. Модель ценообразования облигаций. Факторы, влияющие на цену облигации. Досрочное погашение облигаций. Отзывные и возвратные облигации. Дюрация. Риск процентных ставок. Рейтинг облигаций.

### **Тема 5: Акции.**

Акция как долеваa ценная бумага, ее свойства. Виды и классификация акций. Объявленные и размещенные акции. Акционерный капитал. Дробление и консолидация акций. Порядок выпуска и обращения акций в закрытом и открытом АО. Привилегированные акции, их виды и разновидности. Кумулятивные привилегированные акции. Права владельцев привилегированных акций, условия их участия в собрании акционеров. Конвертация и выкуп привилегированных акций. Обыкновенные акции, их свойства. Права владельцев обыкновенных акций. Приобретение и выкуп акций. Оценка акций. Доходность акций. Преимущественные права акционеров при дополнительной эмиссии акций.

### **Тема 6: Гибридные ценные бумаги.**

Сущность конвертируемых облигаций, их преимущества и достоинства. Модель конвертации облигаций. Особенности ценообразования конвертируемых облигаций. Цена конвертации и конвертационная стоимость. Методы стимулирования более ранней конвертации. Последствия конвертации для инвесторов и эмитентов. Структурированные финансовые продукты.

### **Тема 7. Депозитарные расписки.**

Депозитарные расписки ADR и GDR. Виды ADR. Организация выпуска депозитарных расписок. Обращение депозитарных расписок на фондовых рынках.

### **Тема 8: Государственные ценные бумаги.**

Цели и задачи эмиссии государственных ценных бумаг (ГЦБ). Российские ГЦБ. Государственные бескупонные облигации (ГКО): порядок выпуска и обращения. Проведение аукционов по размещению ГКО, конкурентное и неконкурентное предложение. Цена отсечения и средневзвешенная цена. Определение доходности по

ГКО. Облигации федерального и сберегательного займов (ОФЗ и ОСЗ). Цели их выпуска. Порядок расчета купонного дохода. Облигации внутреннего государственного валютного займа, порядок выпуска и обращения. Реструктуризация ГКО и ОФЗ в процессе кризиса 1998 г. Состояние и развитие рынка государственных ценных бумаг в послекризисный период.

### 3. ОЦЕНИВАНИЕ

Тип контроля	Параметры
Итоговый	Письменная зачетная работа продолжительностью 80 минут

Письменная зачетная работа состоит из двух частей: тестовая и практическая. В тестовой части студентам предлагается 8 – 10 теоретических вопросов, в том числе, с мультिवариантным выбором. Практическая часть состоит из 5 – 6 задач, нацеленных на проверку усвоения основных компетенций. За каждое задание работы выставляется определенное количество баллов, указанное в задании. Баллы суммируются, максимально возможное количество баллов составляет 100.

Баллы	90 - 100	80-89	70-79	60-69	50-59	40-49	30-39	20-29	11-19	1-10
Оценка (из 10)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Максимальное количество баллов за конкретное задание выставляется: а) для тестовой части – в случае, если указан верный или верные, если их несколько, варианты ответа; б) в практической части – если приведено полное решение задачи: указана расчетная формула, обоснование выбранного метода решения, приведены расчеты и получен верный ответ. За арифметическую ошибку снимается 20% от количества баллов за данное задание. Если решение задачи в практической части отсутствует и записан лишь ответ – выставляется 0 баллов. Если ход решения в целом верный, студент правильно использует статистические таблицы, но есть недочеты и арифметические ошибки, то от указанного количества баллов снимается от 20 до 80%.

Оценки итогового контроля выставляются по 10-ти балльной шкале:

- Зачтено - 4-10 баллов (по 10-балльной шкале);
- Не зачтено - 0-3 балла (по 10-балльной шкале).

### 4. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**Примерный вариант зачетной контрольной работы:**

#### *Часть I*

В этой части необходимо подчеркнуть или обвести те варианты ответов, которые вы считаете правильными. Стоимость каждого задания этой части 5 баллов.

1. При наличии в модели совершенной мультиколлинеарности ...

- 1) нельзя найти МНК-оценки параметров, т.к. матрица  $(X'X)^{-1}$  вырождена
- 2) дисперсии МНК-оценок параметров увеличиваются
- 3) определитель матрицы  $(X'X)^{-1}$  равен 1
- 4) ранг матрицы  $(X'X)^{-1}$  будет меньше числа оцениваемых параметров

2. Исследователь оценил модель (1)  $Y = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon$ . Однако, истинной является модель (2)  $Y = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$ . Укажите для такой ситуации верные утверждения относительно МНК-оценок модели (1):
- 1) МНК-оценка параметров в общем случае смещена
  - 2) МНК-оценка параметров является несмещенной
  - 3) МНК-оценка параметров в короткой регрессии обладает меньшей дисперсией, по сравнению с оценкой, полученной по длинной регрессии
  - 4) МНК-оценки параметров, полученные по короткой и длинной регрессиям, имеют одинаковые дисперсии
  - 5) МНК-оценка параметров в длинной регрессии обладает меньшей дисперсией, по сравнению с оценкой, полученной по короткой регрессии

3. Если в теореме Гаусса-Маркова нарушается условие  $Var(u) = E(u'u) = \sigma^2 I_n$ , то это приведет к появлению ...
- 1) мультиколлинеарности;
  - 2) гетероскедастичности случайных возмущений;
  - 3) автокорреляции случайных возмущений.

4. Для модели  $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \varepsilon_t$ ,  $t = 1, \dots, 33$  статистика Дарбина-Уотсона оказалась равной 0,58. Имеет ли место автокорреляция возмущений первого порядка? Уровень значимости 5%.

Для обоснования своего ответа запишите нижнюю и верхнюю границы интервала статистики DW: \_\_\_\_\_

5. Для обнаружения в модели гетероскедастичности могут быть использованы тесты ...
- 1) тест Рамсея
  - 2) тест Бройша-Пагана
  - 3) тест Чоу
  - 4) тест Голдфельда-Квандта
6. При наличии в модели автокорреляции случайных возмущений ...
- 1) оценка дисперсии возмущений смещена;
  - 2) оценки параметров регрессии будут смещенными;
  - 3) нарушается предпосылка о нормальности возмущений;
  - 4) оценки параметров регрессии будут несмещенными, но уже не будут эффективными.

7. Исследователь по 30 наблюдениям пытается оценить модель

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + u_i, i = 1, \dots, n.$$

Тогда тестовая статистика для проверки значимости модели в целом будет иметь распределение ...

- |                |             |
|----------------|-------------|
| 1) $F_{4; 26}$ | 2) $t_{29}$ |
| 3) $F_{3; 26}$ | 4) $t_{26}$ |

8. Оценивается спецификация вида  $\ln Y = \beta_1 + \beta_2 X_2 + u$ . Укажите, в чем заключается экономический смысл параметра  $\beta_2$ :
- 1) изменение  $Y$  вследствие единичного изменения переменной  $X$ ;
  - 2) темп прироста переменной  $Y$  по переменной  $X$ ;
  - 3) эластичность  $Y$  по переменной  $X$ .

9. Пусть регрессионная модель имеет вид:  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + u_i, i = 1, \dots, n$ .  
Тестируется гипотеза  $H_0: \beta_3 + \beta_4 = 0$ . Какая из приведенных ниже моделей может выступать в качестве модели «с ограничением» для тестирования указанной гипотезы?

1)  $Y_i - (X_{3i} - X_{4i}) = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + u_i$       2)  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 (X_{3i} - X_{4i}) + u_i$   
3)  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + u_i$       4)  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} - \beta_4 X_{4i} + u_i$

10. Преобразование Зарембки используется для...

- 1) устранения гетероскедастичности;
- 2) проведения теста Бокса-Кокса;
- 3) определения правильной функциональной формы модели;
- 4) борьбы с мультиколлинеарностью.

### Часть II

В этой части требуется привести развернутое решение задачи, указав предварительно используемые формулы. Если решение будет отсутствовать, то, даже при верно записанном ответе, задание не будет засчитано. Стоимость задач указана в скобках.

11. (15 баллов) Имеются данные об уровне бедности в 58 округах штата Калифорния:  $Y$  – процент семей с доходом ниже уровня бедности,  $X_1$  – доля городского населения,  $X_2$  – доля лиц старше 25 лет, имеющих только среднее образование,  $X_3$  – доля лиц, получивших не менее 4 лет университетского образования,  $X_4$  – медианный доход (тыс. долл.). По этим данным оценена модель линейной регрессии:

	Коэффициент	Ст.	t-	P-
	<i>t</i>	ошибка	статистика	значение
const	41,8934	2,84794	14,7101	<0,001
X1	-0,0056	0,0149	-0,3757	0,7086
X2	-0,2897	0,0419	-6,9108	<0,001
X3	-0,0336	0,07148 69	-0,4702	0,6402
X4	-0,4099	0,0616	-6,6518	<0,001

Среднее зав. переменной	9,903448		Ст. откл. зав. переменной	3,955452
Сумма кв. остатков	177,3547		Ст. ошибка модели	1,829294
R-квадрат	0,801127			
F-стат.	53,37547			

- а) (3 балла) дайте содержательную интерпретацию построенной модели. Все ли знаки в модели вы можете объяснить?
- б) (2 балла) рассчитайте скорректированный коэффициент детерминации  $R_{adj}^2$ ;
- в) (3 балла) постройте 99%-ный доверительный интервал для параметра  $\beta_4$ . Является ли этот параметр статистически значимым?
- г) (4 балла) для того, чтобы понять, присутствует ли в модели мультиколлинеарность, были построены вспомогательные регрессии и рассчитаны следующие коэффициенты детерминации:

Регрессия	$R^2$
X1 на X2, X3 и X4	0,304
X2 на X1, X3 и X4	0,136
X3 на X1, X2 и X4	0,806
X4 на X1, X2 и X3	0,774

С помощью этих данных сделайте выводы о наличии мультиколлинеарности.

д) (3 балла) если вы считаете, что исходная модель должна быть скорректирована, предложите каким образом (используя процедуру пошагового исключения факторов).

12. (10 баллов) Исследователь пытается понять, происходит ли «вытеснение» инвестиций государственными расходами. С этой целью он по выборке из 30 стран оценивает следующее уравнение:

$$\hat{I} = 18,10 - 1,07G + 0,36Y, R^2 = 0,99,$$

где  $I$  – инвестиции;  $G$  – государственные расходы;  $Y$  – ВВП. Все переменные в млрд. долл. США.

Затем исследователь упорядочивает наблюдения по величине  $Y$  и оценивает регрессии для 11 стран с наименьшими и для 11 стран с наибольшими значениями ВВП.

В результате по этим регрессиям были рассчитаны соответствующие значения сумм квадратов остатков  $RSS_1=320$  и  $RSS_2=28100$ .

Запишите, нарушение какой из предпосылок теоремы Гаусса-Маркова хотел проверить исследователь? Сформулируйте нужный тест (выпишите нулевую и альтернативную гипотезы), выполните проверку и сделайте вывод, дайте рекомендации по корректировке модели. Уровень значимости примите равным 5%.

13. (10 баллов) Имеются результаты оценивания модели  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \varepsilon_i$ , где  $Y$  – среднегодовой прирост числа работающих,  $X$  – прирост ВВП, оба показателя измеряются в процентах.

По общей выборке из 50 стран мира была получена сумма квадратов остатков  $RSS=121,61$ . Для двух подвыборок, состоящих из 27 развитых и 23 развивающихся стран, получены соответственно суммы квадратов остатков  $RSS_1=18,63$  и  $RSS_2=25,23$ .

Можно ли считать зависимость прироста числа работающих от прироста ВВП единой для развитых и развивающихся стран? Сформулируйте нужный тест, проведите его и сделайте вывод. Уровень значимости 5%.

14. (15 баллов) Исследователь пытается оценить ожидаемую продолжительность жизни населения  $Y$  (в годах) по выборке из 51 страны в зависимости от уровня младенческой смертности ( $X_2$ , промилле), выбросов  $CO_2$  ( $X_3$ , метрических тонн) и расходов на здравоохранение ( $X_4$ , долл. на душу населения). В результате были получены следующие суммы квадратов:  $ESS=1254,14$ ,  $TSS=1637,86$ .

- Рассчитайте коэффициент детерминации. Какой смысл он имеет?
- Проверьте на 1%-ном уровне значимости гипотезу о значимости модели в целом.

### Вопросы для самоконтроля:

1. Этапы построения эконометрической модели. Примеры простейших эконометрических моделей.
2. Типы эконометрических данных: временные ряды, перекрестные данные, панельные данные.
3. Методы оценивания.
4. Верификация оцененной модели.
5. Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Система нормальных уравнений и ее решение.
6. Свойства оценок параметров, полученных методом наименьших квадратов (с доказательством).
7. Дисперсионный анализ: разложение суммы квадратов отклонений наблюдаемых значений зависимой переменной от ее выборочного среднего.
8. Коэффициент детерминации и его свойства.
9. Теорема Гаусса – Маркова для случая одной объясняющей переменной.
10. МНК для случая множественной линейной регрессии. Матричная форма записи модели множественной линейной регрессии.
11. Теорема Гаусса – Маркова для случая множественной линейной регрессии.

12. Коэффициент множественной детерминации и его свойства. Неприменимость коэффициента детерминации для оценки качества подгонки регрессии, проходящей через начало координат.
13. Коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы.
14. Проверка гипотез о конкретном значении коэффициентов регрессии.
15. Проверка гипотез о значимости коэффициентов регрессии.
16. Доверительные интервалы для оценок параметров.
17. Проверка адекватности регрессии на основе F-статистики Фишера.
18. Проверка гипотезы о наличии нескольких линейных соотношений между коэффициентами регрессии.
19. Фиктивные переменные для дифференциации свободного члена и коэффициентов наклона.
20. Сравнение двух регрессий с помощью фиктивных переменных и теста Чоу (Chow).
21. Анализ сезонности с помощью фиктивных переменных.
22. Линейная в логарифмах регрессия как модель с постоянной эластичностью.
23. Полулинейная модель как модель с постоянными темпами роста.
24. Выбор между линейной и логарифмической моделью: тест Бокса-Кокса, преобразование Зарембки.
25. Типы ошибок спецификации модели. Пропущенные и излишние переменные. Неправильная функциональная форма модели.
26. Смещение в оценках коэффициентов, вызываемое невключением существенных переменных.
27. Ухудшение точности оценок (увеличение оценок дисперсий) при включении в модель излишних переменных.
28. RESET тест Рамсея для проверки гипотезы о существовании упущенных переменных.
29. Совершенная и практическая мультиколлинеарность данных. Признаки наличия мультиколлинеарности.
30. Теоретические последствия мультиколлинеарности для оценок параметров регрессионной модели.
31. Показатели степени мультиколлинеарности. Показатель "вздутия" дисперсии (VIF).
32. Методы борьбы с мультиколлинеарностью. Метод последовательного включения/исключения факторов.
33. Нарушение гипотезы о гомоскедастичности. Последствия гетероскедастичности для оценок коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов.
34. Применение тестов Уайта, Годфельда – Квандта, и др. для диагностирования гетероскедастичности.
35. Оценивание коэффициентов множественной линейной регрессии при гетероскедастичности.
36. Понятие о взвешенном МНК.
37. Понятие о стандартных ошибках, скорректированных с учетом гетероскедастичности, в форме Уайта.
38. Понятие об автокорреляции случайных возмущений. Последствия автокорреляции для оценок коэффициентов регрессии, полученных МНК.
39. Диагностирование автокорреляции с помощью статистики Дарбина – Уотсона. Условия применимости статистики Дарбина-Уотсона.
40. Методы оценки параметра автокорреляции.
41. Преобразование исходных данных, позволяющее применить метод наименьших квадратов.
42. Тестирование модели на наличие автокорреляции более высокого порядка: тест Бройша-Годфри.
43. Точечное и интервальное прогнозирование; безусловное и условное прогнозирование.

44. Безусловное прогнозирование в модели парной линейной регрессии. Ошибка прогноза. Доверительный интервал для прогнозируемого значения зависимой переменной.

## 5. РЕСУРСЫ

### 5.1. Основная литература

1. Фондовый рынок. Под ред. Н.И. Берзона - М.: Вита-Пресс, 2009, гл.8.

### 5.2. Дополнительная литература

2. Рынок ценных бумаг. Под ред. Н.И. Берзона - М.: Юрайт, 2013, гл. 6.

### 5.3. Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows 7 Professional RUS Microsoft Windows 10 Microsoft Windows XP	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>

### 5.4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы

№ п/п	Наименование	Условия доступа
	<b><i>Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы</i></b>	
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>
	<b><i>Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)</i></b>	
1.	Открытое образование	URL: <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a>

### 5.5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

- мультимедийный проектор с дистанционным управлением.