

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный гуманитарный университет»  
(ФГАОУ ВО «РГГУ»)

ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра моделирования в экономике и управлении

**ЭКОНОМЕТРИКА. ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

38.04.08 – Финансы и кредит

---

*Код и наименование направления подготовки/специальности*

Прикладные финансы в цифровой экономике

---

*Наименование направленности (профиля)/ специализации*

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очно-заочная, заочная

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2026

**Эконометрика. Продвинутый уровень**

Рабочая программа дисциплины

Составители:

доктор физико-математических наук, профессор В.В. Ульянов

кандидат физико-математических наук С.А. Махов

Ответственный редактор:

кандидат технических наук С.В. Никифоров

**УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания кафедры моделирования в экономике и управлении

№ 8 от 25.12.2025 г.

## Оглавление

<b>Оглавление</b> .....	<b>3</b>
1.1 Цель и задачи дисциплины .....	4
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с индикаторами достижения компетенций .....	4
1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы .....	5
<b>2. Структура дисциплины</b> .....	<b>6</b>
<b>3.Содержание дисциплины</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Образовательные и информационные технологии</b> .....	<b>8</b>
<b>5. Оценка планируемых результатов обучения</b> .....	<b>8</b>
5.1. Система оценивания .....	8
5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине.....	9
5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	10
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины</b> .....	<b>21</b>
6.1. Список источников и литературы .....	21
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b> .....	<b>22</b>
<b>7. Материально-техническое обеспечение дисциплины</b> .....	<b>22</b>
<b>9. Методические материалы</b> .....	<b>24</b>
9.1. Планы практических занятий .....	24
<b>Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины</b> .....	<b>30</b>

## 1. Пояснительная записка

### 1.1 Цель и задачи дисциплины

**Цель** – подготовить специалиста, способного на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.

**Задачи :**

- ~ овладеть основными математико-статистическими методами построения эконометрических моделей;
- ~ научиться строить эконометрические модели на основе реальных статистических данных;
- ~ развить навыки содержательно интерпретировать построенные модели.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-2 Способен применять продвинутое инструментальные методы экономического и финансового анализа в прикладных и (или) фундаментальных исследованиях в области финансовых отношений, в том числе с использованием интеллектуальных информационно-аналитических систем	ОПК-2.1 Знает продвинутое инструментальные методы экономического анализа	Знать: основные и продвинутое математико-статистические методы построения эконометрических моделей и оценки качества моделей Уметь: обрабатывать статистическую информацию и получать статистически обоснованные выводы на основе современных методов экономического анализа Владеть: современными методами экономического анализа, математической статистики и эконометрики для решения теоретических и прикладных задач, в том числе с использованием интеллектуальных информационно-аналитических систем
	ОПК-2.2 Применяет инструментальные методы экономического анализа в прикладных и (или) фундаментальных исследованиях	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности Владеть: навыками применения

		современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
--	--	---

### **1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина «Эконометрика. Продвинутый уровень» относится к обязательной части блока дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин: «Информационно-аналитическое обеспечение финансовых исследований».

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для сдачи государственного экзамена и выполнения выпускной квалификационной работы.

## 2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 академических часа.

### Структура дисциплины для очно-заочной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
1	Лекции	8
1	Практические занятия	16
Всего:		24

Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 66 академических часа, промежуточная аттестация 18 ч.

### Структура дисциплины для заочной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
1	Лекции	4
1	Практические занятия	8
Всего:		12

Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 87 академических часа, промежуточная аттестация 9 ч.

## 3. Содержание дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Модели линейной множественной регрессии. Сравнительные качества моделей.	Спецификация модели. Отбор факторов при построении множественной регрессии. Оценки параметров уравнения линейной множественной регрессии и их свойства. Условия Гаусса – Маркова. Теорема Гаусса – Маркова. Доверительные интервалы для параметров. Проверка статистической значимости параметров. Множественные корреляции. Частные корреляции. Качество модели. Фиктивные переменные.
2	Модели нелинейной множественной регрессии	Спецификация модели. Отбор факторов при построении множественной регрессии. Выбор

		<p>формы уравнения регрессии: полиномиальная, степенная, показательная, логарифмическая. Модели, нелинейные по фактор-переменным. Модели, нелинейные по параметрам и по фактор-переменным. Методы сведения нелинейных моделей к линейным. Оценки параметров исходного уравнения множественной регрессии..</p>
3	Гетероскедастичность, автокорреляция, мультиколлинеарность	<p>Условия Гаусса – Маркова. Обнаружение и последствия мультиколлинеарности, автокорреляция и гетероскедастичности. Критерий Дарбина-Уотсона. Методы устранения мультиколлинеарности и автокорреляция. Методы смягчения проблемы гетероскедастичности. Обобщенный метод наименьших квадратов</p>
4	Системы эконометрических уравнений	<p>Общее понятие о системах уравнений, используемых в эконометрике. Составляющие систем уравнений. Инструментальные переменные. Структурная и приведенная форма модели. Проблема идентификации. Оценивание параметров структурной модели. Анализ методов оценивания. Косвенный метод наименьших квадратов. Применение систем эконометрических уравнений. Путевой анализ.</p>
5	Временные ряды. Динамические модели	<p>Временные ряды: основные элементы. Моделирование тенденции временного ряда. Моделирование сезонных и циклических колебаний. Методы исключения тенденции. Лаги в экономических моделях. Общая характеристика моделей с распределенным лагом и моделей авторегрессии. Интерпретация параметров моделей с распределенным лагом. Изучение структуры лага и выбор модели с распределенным лагом. Метод Койка. Оценка параметров моделей авторегрессии. Новые направления в анализе многомерных временных рядов. Коинтеграция временных рядов.</p>

#### 4. Образовательные и информационные технологии

При реализации программы дисциплины «Эконометрика» используются различные образовательные технологии. Во время аудиторных занятий занятия проводятся с использованием ПК и проектора. Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и индивидуальную работу студента дома или библиотеке).

Для навыков и для приобретения новых теоретических и фактических знаний, выполняется в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, подкрепляется учебно-

методическим и информационным обеспечением (учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций).

Для активизации образовательной деятельности целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, используются формы проблемного, контекстного, индивидуального и междисциплинарного обучения, case-study анализ, информационные технологии, анализ реальных проблемных ситуаций. Практикуется опережающая самостоятельная работа для изучения прикладных задач. По итогам каждой лабораторной работы студенты выполняют задания, которые являются отчетной формой по лабораторным работам.

В традиционных формах обучения 50 % занятий, в активных формах обучения 50 %.

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;
- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

## 5. Оценка планируемых результатов обучения

### 5.1. Система оценивания

Форма контроля	Макс. количество баллов	Всего
	За одну работу	
Текущий контроль:		
- опрос	5 баллов	30 баллов
- участие в дискуссии на семинаре	5 баллов	10 баллов
- тест	10 баллов	20 баллов
Промежуточная аттестация (экзамен)		40 баллов
<b>Итого за семестр</b>		<b>100 баллов</b>

Полученный совокупный результат (максимум 100 баллов) конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67			D
50 – 55	удовлетворительно	E	
20 – 49		неудовлетворительно	FX
0 – 19			F

## 5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ А, В	«отлично»	<p>Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения.</p> <p>Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>
82-68/ С	«хорошо»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D, E	«удовлетворительно»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p>

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».
49-0/ F, FX	«неудовлетворительно»	Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

### 5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

#### *Контрольные вопросы по курсу*

1. Назовите основные этапы регрессионного анализа.
2. Что такое регрессионная модель?
3. Назовите основные причины наличия в регрессионной модели случайного отклонения
4. Что понимается под спецификацией модели, как она осуществляется?
5. В чем различие между теоретическим и эмпирическим уравнениями регрессии?
6. Дайте определение теоретической линейной регрессионной модели.
7. В чем суть метода наименьших квадратов (МНК)?
8. Приведите формулы для коэффициентов эмпирического парного линейного уравнения регрессии по МНК.
9. Как связаны эмпирические коэффициенты линейной регрессии с выборочным коэффициентом корреляции между переменными уравнения регрессии?
10. Проинтерпретируйте коэффициенты эмпирического парного линейного уравнения регрессии.
11. В чем состоят условия Гаусса-Маркова? Что происходит, если они не выполнены?
12. Какие статистические гипотезы о коэффициентах регрессии проверяются?
13. В чем суть статистической значимости коэффициентов регрессии?

14. Опишите «грубое» правило анализа статистической значимости коэффициентов регрессии.
15. Приведите формулы для интервальных оценок коэффициентов регрессии.
16. Как строится и что позволяет определить доверительный интервал для условного математического ожидания зависимой переменной?
17. С какой целью используется коэффициент детерминации?
18. В каких пределах изменяется коэффициент детерминации?
19. Как определяется модель множественной линейной регрессии?
20. Что характеризуют коэффициенты регрессии?
21. В чем суть МНК для построения множественного линейного уравнения регрессии?
22. Как определяется статистическая значимость коэффициентов регрессии?
23. Как определяется статистическая значимость коэффициента детерминации?
24. Чем скорректированный коэффициент детерминации отличается от обычного?
25. Как используется F-статистика в регрессионном анализе?
26. Как используется t-статистика в регрессионном анализе?
27. Что такое автокорреляция остатков и каковы ее виды?
28. Назовите основные причины автокорреляции.
29. Каковы последствия автокорреляции?
30. Перечислите основные методы обнаружения автокорреляции.
31. В чем суть статистики Дарбина-Уотсона и как она связана с коэффициентом корреляции между соседними отклонениями?
32. Приведите примеры использования логарифмических и степенных моделей регрессии.
33. Изменяются ли свойства случайного отклонения при преобразованиях уравнения регрессии?
34. Каковы признаки качественной регрессионной модели?
35. В чем суть гетероскедастичности?
36. Каковы последствия гетероскедастичности?
37. Как можно обнаружить гетероскедастичность?
38. В чем состоит метод взвешенных наименьших квадратов?
39. Перечислите основные методы обнаружения гетероскедастичности.
40. Опишите авторегрессионную схему первого порядка.
41. Что означают понятия «коллинеарность» и «мультиколлинеарность».
42. В чем различие между совершенной и несовершенной мультиколлинеарностью?
43. Каковы основные последствия мультиколлинеарности?
44. Как можно обнаружить мультиколлинеарность?
45. Перечислите основные методы устранения мультиколлинеарности.
46. Что представляет собой фиктивная переменная?
47. Каковы основные причины использования фиктивных переменных в регрессионных моделях?
48. В чем суть «ловушки фиктивной переменной»?
49. Как используются фиктивные переменные в аддитивных и мультипликативных моделях?
50. В чем суть теста Чоу?
51. Приведите примеры использования фиктивных переменных в сезонном анализе.
52. Что называется временным рядом?
53. В чем различие между моделями с распределенными лагами и авторегрессионными моделями?
54. Каковы основные причины включения лагов в регрессионные модели?
55. В чем состоит преобразование Койка?
56. Опишите методы построения скользящих средних.
57. С какой целью строятся скользящие средние?

### Примерные тестовые задания

1. Перепись населения не является
  - а) выборочным исследованием;
  - б) сбором данных о генеральной совокупности;
  - в) выборкой.
  
2. По некоторой выборке можно судить о генеральной совокупности. В таком случае говорят, что выборка
  - а) нормализована;
  - б) структурирована;
  - в) репрезентативна;
  - г) показательна.
  
3. Чему равен размах выборки {1, 30, 1000, 24, 99 }?
  - а) 98
  - б) 999
  - в) 1000
  - г) 230,8
  
4. По формуле  $n(A_k) = \frac{N_k(A_k)}{N}$ , где  $N_k$  - число опытов, в которых произошло событие  $A_k$  при общем числе испытаний  $N$ , определяется:
  - а) относительная частота появления события  $A_k$
  - б) интегральная частота появления события  $A_k$
  - в) размах выборки появления события  $A_k$
  - г) репрезентативность появления события  $A_k$
  
5. Чему равен размах выборки {1, 5, 12, 1, 5, 12, 1, 5}
  - а) 3
  - б) 11
  - в) 4
  - г) 8.
  
6. Плотность вероятности  $f(x)$  можно интерпретировать как
  - а) как предел отношения вероятности попадания случайной величины  $X$  в интервал, содержащий число  $x$ , к длине этого интервала при его стремлении к 0;
  - б) вероятность того, что случайная величина  $X$  принимает значение больше данного числа  $x$ ;
  - в) вероятность того, что случайная величина  $X$  принимает значение меньше данного числа  $x$ .
  
7. Функция распределения  $F_X(x)$  случайной величины  $X$  можно интерпретировать как
  - а) вероятность того, что случайная величина  $X$  попадает в интервал, содержащий точку  $x$ ;
  - б) вероятность того, что случайная величина  $X$  принимает значение больше данного числа  $x$ ;
  - в) вероятность того, что случайная величина  $X$  принимает значение меньше данного числа  $x$ ;
  
8. Чему равно математическое ожидание числа, которое выпадает при подбрасывании игральной кости?
  - а) 3
  - б) 3,5
  - в) 1,2,3,4,5,6
  - г) 21

9. Известно, что математическое ожидание  $M[X]$  некоторой случайной величины  $X$  равно 40, а  $M[X^2] = 1990$ . Чему равна дисперсия?

- а) 1170
- б) 1462500
- в) 390
- г) 1600

10. По таблице функции распределения стандартного нормального распределения определите, какова вероятность попадания реализации случайной величины, имеющей нормальное распределение со средним 1 и дисперсией 100, в интервал  $(-\infty; 2]$ ?

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,5	0,50398	0,50797	0,51196	0,51595	0,51993	0,52392	0,52790	0,53188	0,53585
		9	8	7	3	9	2	3	1	6
0,1	0,53982	0,54379	0,54775	0,55171	0,55567	0,55961	0,56355	0,56749	0,57142	0,57534
	8	5	8	7	8	9	9	5	4	5
0,2	0,57926	0,58316	0,58706	0,59095	0,59483	0,59870	0,60256	0,60642	0,61026	0,61409
		6	4	4	5	6	8		1	2
0,3	0,61791	0,62171	0,62551	0,6293	0,63307	0,63683	0,64057	0,64430	0,64802	0,65173
	1	9	6		2	1	6	9	7	2
0,4	0,65542	0,65909	0,66275	0,66640	0,67003	0,67364	0,67724	0,68082	0,68438	0,68793
	2	7	7	2	1	5	2	2	6	3

- а) 0,5
- б) 0,503989
- в) 0,539828
- г) 0,57926

11. По таблице функции распределения стандартного нормального распределения определите, какова вероятность попадания реализации случайной величины, имеющей нормальное распределение со средним 1 и дисперсией 100, в интервал  $(1; 3]$ ?

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,5	0,50398	0,50797	0,51196	0,51595	0,51993	0,52392	0,52790	0,53188	0,53585
		9	8	7	3	9	2	3	1	6
0,1	0,53982	0,54379	0,54775	0,55171	0,55567	0,55961	0,56355	0,56749	0,57142	0,57534
	8	5	8	7	8	9	9	5	4	5
0,2	0,57926	0,58316	0,58706	0,59095	0,59483	0,59870	0,60256	0,60642	0,61026	0,61409
		6	4	4	5	6	8		1	2
0,3	0,61791	0,62171	0,62551	0,6293	0,63307	0,63683	0,64057	0,64430	0,64802	0,65173
	1	9	6		2	1	6	9	7	2
0,4	0,65542	0,65909	0,66275	0,66640	0,67003	0,67364	0,67724	0,68082	0,68438	0,68793
	2	7	7	2	1	5	2	2	6	3

- а) 0,57926
- б) 0,617911
- в) 0,078083
- г) 0,07926

12. По таблице функции распределения Стьюдента для двусторонней критической области определите значение  $t_{кр.}$  при степени свободы  $n=10$  и вероятности  $P(t < t_{кр.}) = 97,5\%$

●/✓	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1	127,3211	63,6559	25,45188	12,70615	6,313749
10	3,581372	3,169262	2,633769	2,228139	1,812462
30	3,029782	2,749985	2,359566	2,04227	1,69726

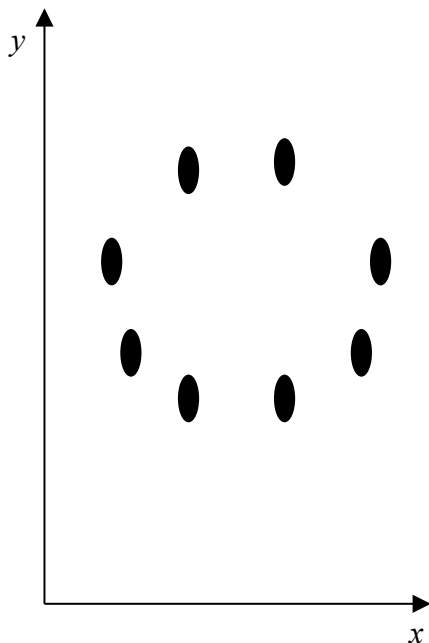
- a) 2,228139
- б) 2,633769
- в) 1,1140685
- г) 1,316885

13. По таблице функции распределения Стьюдента для двусторонней критической области определите, какова вероятность попадания реализации случайной величины в интервал  $(2,633769; +\infty)$  при степени свободы ●=10?

●/✓	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1	127,3211	63,6559	25,45188	12,70615	6,313749
10	3,581372	3,169262	2,633769	2,228139	1,812462
30	3,029782	2,749985	2,359566	2,04227	1,69726

- a) 97,5%
- б) 99,75%
- в) 5%
- г) 1,25%

14. Чему равен парный коэффициент корреляции для переменных, зависимость между которыми отображена на графике?



- a)  $r_{xy}=1$
- б)  $r_{xy}=0$
- в)  $r_{xy}=-1$
- г)  $r_{xy}=0,5$

15. Коэффициент корреляции  $r_{xy}$  может принимать значения только в пределах:

- а)  $-1 < r_{xy} < 1$
- б)  $0 < r_{xy} < 1$
- в)  $-1 < r_{xy} < 0$
- г)  $-1/2 < r_{xy} < 1/2$

16. Для оценки значимости парного коэффициента корреляции используется

- а) t-статистика, рассчитываемая по формуле  $t = r \times \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$  и  $df = n-2$ .
- б) F-статистика  $F = r \times \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$  с параметрами  $\bullet_1 = n$  и  $\bullet_2 = r$ .

17. При оценке линейной зависимости переменных методом наименьших квадратов в качестве критерия близости используется

- а) минимум суммы модулей разностей наблюдений зависимой переменной  $y_i$  и теоретических, рассчитанных по уравнению регрессии значений  $(a+bx)$
- б) минимум квадратов разностей наблюдений зависимой переменной  $y_i$  и теоретических, рассчитанных по уравнению регрессии значений  $(a+bx)$
- в) минимум суммы квадратов разностей наблюдений зависимой переменной  $y_i$  и теоретических, рассчитанных по уравнению регрессии значений  $(a+bx)$
- г) минимум суммы разностей наблюдений зависимой переменной  $y_i$  и теоретических, рассчитанных по уравнению регрессии значений  $(a+bx)$

18. Какие требования в модели регрессионного анализа предъявляются к математическому ожиданию  $M[\epsilon_i]$  и дисперсии  $D[\epsilon_i]$  ошибок наблюдения  $\epsilon_i$ :

- а)  $M[\epsilon_i] = 1$ ;  $D[\epsilon_i] = ?^2$
- б)  $M[\epsilon_i] = 0$ ;  $D[\epsilon_i] = 1$
- в)  $M[\epsilon_i] = 0$ ;  $D[\epsilon_i] = ?^2$
- г)  $M[\epsilon_i] = 1$ ;  $D[\epsilon_i] = 0$

19. По результатам бюджетного обследования случайно выбранных семей построено уравнение регрессии зависимости накоплений  $S$  от дохода  $Y$ :

$$S_i = -33,5 + 1,05Y_i + e_i$$

Спрогнозируйте накопления семьи, имеющей доход 40 тыс. руб.

- а) 42
- б) 8,5
- в) 4,2
- г) 1,05

20. По результатам бюджетного обследования случайно выбранных семей построено уравнение регрессии зависимости накоплений  $S$  от дохода  $Y$ :

$$S_i = -33,5 + 1,05Y_i + e_i$$

Как изменятся накопления, если доходы увеличатся на 10 тыс. руб.?

- а) возрастут на 1,05 тыс.руб.
- б) уменьшатся на 33,5 тыс. руб.
- в) возрастут на 10,5 тыс. руб.
- г) данных недостаточно

21. По выборке из 20 наблюдений была оценена парная регрессия  $y = a_0 + a_1x$ . Для коэффициента регрессии  $a_1$  получена  $t$ -статистика:  $t_1 = -2,09$ . По таблице функции распределения Стьюдента для двусторонней критической области определите, на каком максимальном уровне значим полученный коэффициент.

● / ✓	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
15	3,286041	2,946726	2,489878	2,131451	1,753051
16	3,251989	2,920788	2,47288	2,119905	1,745884
17	3,222449	2,898232	2,458055	2,109819	1,739606
18	3,196583	2,878442	2,445004	2,100924	1,734063
19	3,1737	2,860943	2,433444	2,093025	1,729131
20	3,1534	2,845336	2,423112	2,085962	1,724718

- а) ✓ = 0,05
- б) ✓ = 0,01
- в) ✓ = 0,1
- г) ✓ = 0,005

22. Нулевая гипотеза для коэффициента регрессии  $b$  в уравнении парной линейной регрессии  $Y = a + bX + e$  проверяется с помощью

- а) статистики Стьюдента;
- б) стандартного нормального распределения;
- в) статистики Фишера.

23. По выборке из 20 наблюдений была оценена регрессия  $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$ . Для коэффициентов регрессии  $a_1, a_2, a_3$  получены  $t$ -статистики:  $t_1 = -2,2$ ;  $t_2 = 2,1$ ;  $t_3 = 2,5$ . По таблице функции распределения Стьюдента для двусторонней критической области определите, какие из оценок коэффициентов регрессии значимы с доверительной вероятностью 95%.

● / ✓	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
15	3,286041	2,946726	2,489878	2,131451	1,753051
16	3,251989	2,920788	2,47288	2,119905	1,745884
17	3,222449	2,898232	2,458055	2,109819	1,739606
18	3,196583	2,878442	2,445004	2,100924	1,734063
19	3,1737	2,860943	2,433444	2,093025	1,729131
20	3,1534	2,845336	2,423112	2,085962	1,724718

- а)  $a_3$
- б)  $a_1, a_2, a_3$
- в)  $a_2, a_3$
- г)  $a_1, a_3$

24. По выборке из 20 наблюдений была оценена регрессия  $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$ . Для коэффициентов регрессии  $a_1, a_2, a_3$  получены  $t$ -статистики:  $t_1 = -2,44$ ;  $t_2 = 2,1$ ;  $t_3 = 3,1$ . По таблице функции распределения Стьюдента для двусторонней критической области определите, с какой максимальной доверительной вероятностью значимы эти коэффициенты.

● / ✓	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
15	3,286041	2,946726	2,489878	2,131451	1,753051
16	3,251989	2,920788	2,47288	2,119905	1,745884
17	3,222449	2,898232	2,458055	2,109819	1,739606
18	3,196583	2,878442	2,445004	2,100924	1,734063

<b>19</b>	3,1737	2,860943	2,433444	2,093025	1,729131
<b>20</b>	3,1534	2,845336	2,423112	2,085962	1,724718

- а) 99%
- б) 90%
- в) 95%
- г) 97,5%

25. По выборке из 20 наблюдений была оценена регрессия  $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$ . Для коэффициентов регрессии  $a_1 = 100$ ,  $a_2 = 150$  получены значения стандартных отклонений  $\sigma_1 = 33$ ;  $\sigma_2 = 51$ . По таблице функции распределения Стьюдента для двусторонней критической области определите, с какой максимальной доверительной вероятностью коэффициенты регрессии значимы.

<b>● / ✓</b>	<b>0,005</b>	<b>0,01</b>	<b>0,025</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>
<b>15</b>	3,286041	2,946726	2,489878	2,131451	1,753051
<b>16</b>	3,251989	2,920788	2,47288	2,119905	1,745884
<b>17</b>	3,222449	2,898232	2,458055	2,109819	1,739606
<b>18</b>	3,196583	2,878442	2,445004	2,100924	1,734063
<b>19</b>	3,1737	2,860943	2,433444	2,093025	1,729131
<b>20</b>	3,1534	2,845336	2,423112	2,085962	1,724718

- а) 99%
- б) 99,5%
- в) 97,5%
- г) 95%

26. При исследовании зависимости себестоимости продукции  $y$  от объема выпуска  $x_1$  и производительности труда  $x_2$  по данным  $n=20$  предприятий получено уравнение регрессии  $\hat{y} = 2,88 - 0,72x_1 - 1,51x_2$  и среднеквадратические отклонения коэффициентов регрессии:  $s_{b1} = 0,052$  и  $s_{b2} = 0,5$ . По таблице функции распределения Стьюдента для двусторонней критической области определите можно ли при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  утверждать, что значимы коэффициенты регрессии

<b>n / ✓</b>	<b>0,005</b>	<b>0,01</b>	<b>0,025</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>
<b>16</b>	3,251989	2,920788	2,47288	2,119905	1,745884
<b>17</b>	3,222449	2,898232	2,458055	2,109819	1,739606
<b>18</b>	3,196583	2,878442	2,445004	2,100924	1,734063
<b>19</b>	3,1737	2,860943	2,433444	2,093025	1,729131
<b>20</b>	3,1534	2,845336	2,423112	2,085962	1,724718

- а)  $b_1$
- б)  $b_2$
- в) оба значимы
- г) оба незначимы

27. Какой показатель характеризует долю объясненной с помощью регрессии дисперсии в общей дисперсии зависимой переменной?

- а) коэффициент корреляции;
- б)  $t$ -статистика;
- в)  $F$ -статистика;

г) коэффициент детерминации.

28. В результате регрессионного анализа получена модель  $y = 7,1 + 0,6 x_1 + 0,4 x_2 + 0,1 x_3$ ,  $t$ -статистики коэффициентов регрессии равны соответственно 24,5; 9,7; 0,7; 1,3. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,9$ . Чем можно объяснить низкое качество коэффициентов регрессии при второй и третьей переменной?

- а) тем, что количество наблюдений мало;
- б) тем, что  $x_2$  и  $x_3$  фиктивные переменные;
- в) тем, что  $x_2$  и  $x_3$  не влияют на  $y$ ;
- г) тем, что  $x_2$  и  $x_3$  линейно зависимы.

29. Признаком мультиколлинерности не является то, что

- а) невысокое значение коэффициента детерминации;
- б) оценки коэффициентов регрессии имеют малую значимость при высоком значении коэффициента детерминации  $R^2$  и соответствующей  $F$ -статистики.

30. Переменные, принимающие только два значения 0 и 1 не называются

- а) фиктивными;
- б) двойственными;
- в) бинарными.

31. Фиктивные переменные позволяют исследовать

- а) влияние качественных признаков;
- б) влияние нескольких переменных, взаимосвязанных между собой;
- в) сезонные различия.

32. Для описания влияния образования (высшее, среднее, среднее специальное, неполное среднее) на уровень заработной платы следует ввести фиктивные переменные в количестве:

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

33. Объем продажи зонтиков от дождя зависит от сезона (зима, весна, лето, осень). Для учета сезонной составляющей следует ввести фиктивные переменные в количестве

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 1.

34. Модель  $y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3$ , где  $x_1$  и  $x_2$  принимают значения 0 и 1, а  $x_3$  - положительное подходит для описания следующей ситуации

- а) зависимость объема продаж тортов от цены в праздничные дни и в будни;
- б) зависимость объема продаж тортов от цены в выходные, праздничные дни и в будни;
- в) зависимость объема продаж от цены зонтиков от дождя в различные времена года;
- г) зависимость объема продаж велосипедов от цены в периоды с октября по март и с апреля по сентябрь включительно.

35. В чем состоит условие гомоскедастичности в регрессионной модели :

- а)  $M[\hat{\epsilon}_{i1} \hat{\epsilon}_{i2}] = 0$ ;
- б)  $M[\hat{\epsilon}_{i1}] < M[\hat{\epsilon}_{i2}]$
- в)  $M[\hat{\epsilon}_{i1}^2] = M[\hat{\epsilon}_{i2}^2]$

г)  $M[\hat{\mu}_{t1} \hat{\mu}_{t2}] > 0$

36. Выберите уравнения, которые могут быть преобразованы в уравнения, линейные по параметрам:

- 1)  $Y_i = \alpha \cdot \exp(\beta x_i) \cdot \hat{\mu}_i$
- 2)  $Y_i = \alpha \cdot \exp(-\beta x_i) + \hat{\mu}_i$
- 3)  $Y_i = \exp(\alpha + \beta x_i + \hat{\mu}_i)$
- 4)  $Y_i = \alpha / \exp(\beta - x_i) + \hat{\mu}_i$

- а) 1 и 3
- б) 2 и 4
- в) 1 и 4
- г) 2 и 3

37. При каких условиях на параметры  $\alpha$  и  $\beta$  производственная функция в модели Кобба-Дугласа  $Y = A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta$  может быть преобразована в парную линейную регрессию по этим параметрам?

- а) при  $\alpha < 1$  и  $\beta < 1$
- б) при  $\alpha = 1$
- в) при  $\alpha + \beta = 1$
- г) при любых

38. В чем состоит условие гетероскедастичности в регрессионной модели:

- а)  $M[\hat{\mu}_{t1}] = M[\hat{\mu}_{t2}]$
- б)  $M[\hat{\mu}_{t1}^2] = M[\hat{\mu}_{t2}^2]$
- в)  $M[\hat{\mu}_{t1} \hat{\mu}_{t2}] > 0$ ;
- г)  $M[\hat{\mu}_{t1}^2] < M[\hat{\mu}_{t2}^2]$

39. Отсутствие автокорреляции в модели может быть выражено следующей записью:

- а)  $M[\hat{\mu}_t] > M[\hat{\mu}_{t-1}]$ ;
- б)  $D[\hat{\mu}_t] < D[\hat{\mu}_{t-1}]$ ;
- в)  $M[\hat{\mu}_t \hat{\mu}_{t-1}] = 0$ ;
- г)  $r_{t,t-1} > 0$ .

40. Цена на двухкомнатные квартиры  $price$  зависит от общей площади  $totsq$ , площади кухни  $kitsq$  и расстояния от центра  $dist$  следующим образом:

$$price = 235,6 + 1,8 \cdot totsq + 1,6 \cdot kitsq - 1,7 \cdot dist$$

При этом дисперсия ошибок составляет  $s^2 = 35,24$ . В каких пределах может находиться цена на квартиру с параметрами  $totsq = 32$ ;  $kitsq = 6$ ;  $dist = 15$  с вероятностью 95% ( $t = 1,96$ ).

- а) [208,23; 346,37];
- б) [265,67; 288,94];
- в) [275,34; 279,26];
- г) [242,06; 312,54].

41. Цена на двухкомнатные квартиры  $price$  зависит от общей площади  $totsq$ , площади кухни  $kitsq$  и расстояния от центра  $dist$  следующим образом:

$$price = 235,6 + 1,8 \cdot totsq + 1,6 \cdot kitsq - 1,7 \cdot dist$$

При этом дисперсия ошибок составляет  $s^2 = 35,24$ . В каких пределах может находиться цена на квартиру с параметрами  $totsq = 40$ ;  $kitsq = 8$ ;  $dist = 5$  с вероятностью 95% ( $t = 1,96$ ).

- а) [300,27; 323,54];
- б) [309,94; 313,86];
- в) [276,66; 347,14];
- г) [242,83; 380,97].

42. Цена на однокомнатные квартиры  $price$  зависит от общей площади  $totsq$ , площади кухни  $kitsq$  и расстояния от автобусной остановки  $dist$  следующим образом:

$$price = 184,8 + 2,8 \cdot totsq + 1,3 \cdot kitsq - 3,7 \cdot dist$$

При этом дисперсия ошибок составляет  $s^2 = 51,7$ . В каких пределах может находиться цена на квартиру с параметрами  $totsq = 40$ ;  $kitsq = 8$ ;  $dist = 5$  с вероятностью 95% ( $t = 1,96$ ).

- а) [237; 340,4];
- б) [274,61; 302,79];
- в) [187,37; 390,03];
- г) [286,74; 290,66].

43. Цена на однокомнатные квартиры  $price$  зависит от общей площади  $totsq$ , площади кухни  $kitsq$  и расстояния от автобусной остановки  $dist$  следующим образом:

$$price = 184,8 + 2,8 \cdot totsq + 1,3 \cdot kitsq - 3,7 \cdot dist$$

При этом дисперсия ошибок составляет  $s^2 = 51,7$ . В каких пределах может находиться цена на квартиру с параметрами  $totsq = 40$ ;  $kitsq = 8$ ;  $dist = 5$  с вероятностью 99% ( $t = 2,58$ ).

- а) [155,53; 421,87];
- б) [286,12; 291,28];
- в) [270,18; 307,22];
- г) [237; 340,4].

44. Цена на однокомнатные квартиры  $price$  зависит от общей площади  $totsq$ , площади кухни  $kitsq$  и расстояния от автобусной остановки  $dist$  следующим образом:

$$price = 184,8 + 2,8 \cdot totsq + 1,3 \cdot kitsq - 3,7 \cdot dist$$

При этом дисперсия ошибок составляет  $s^2 = 31,7$ . В каких пределах может находиться цена на квартиру с параметрами  $totsq = 30$ ;  $kitsq = 4$ ;  $dist = 4$  с вероятностью 99% ( $t = 2,58$ ).

- а) [244,7; 273,7];
- б) [177,55; 340,85];
- в) [256,62; 261,78];
- г) [227,5; 290,9].

45. Интервальная оценка при прогнозировании значения случайной величины зависит от

- а) числа значений случайной величины;
- б) дисперсии случайной величины;
- в) среднего значения случайной величины.

46. Какой метод не используется для сглаживания стационарного временного ряда?

- а) метод скользящего среднего;
- б) метод наименьших квадратов;
- в) трехшаговый метод.

47. При нахождении оценок параметров системы одновременных эконометрических уравнений не используется:

- а) трехшаговый метод;
- б) косвенный метод;

- в) метод скользящих средних;
- г) двухшаговый метод.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Список источников и литературы

#### Источники

##### Основные

1. Бабешко Л.О., Орлова И.В. Эконометрика и эконометрическое моделирование в Excel и R - Москва : Учебник: Инфра-М, 2026. - 300 с. : ISBN 978-5-16-016059-7.  
<https://znanium.com/catalog/document?id=417524>
2. Соколов Г.А. Эконометрика: теоретические основы - Москва : Бакалавриат: НИЦ ИНФРА-М, 2022. - 216 с. ISBN 978-5-16-010851-3.  
<https://znanium.com/catalog/document?id=414305>
3. Бородич С.А. Эконометрика. Практикум - Москва : Инфра-М, 2021. – 329 с. - ISBN 978-5-16-009429-8.  
<https://znanium.com/catalog/document?id=398574>

##### Дополнительные

1. Бабешко, Л. О. Эконометрика и эконометрическое моделирование : учебник / Л.О. Бабешко, М.Г. Бич, И.В. Орлова. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. - 385 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-105542-7.
2. Новиков, А. И. Эконометрика / Новиков А.И. - Москва : Учебное пособие : ИНФРА-М, 2020. - 272 с.: ISBN 978-5-16-004634-1.  
<https://znanium.com/catalog/document?id=356022>
3. Саркисян Р.С. Эконометрика. - Москва : Знание-М (НИЦ Логос), 2021. - 328 с.: ISBN 978-5-00187-114-9.  
<https://znanium.com/catalog/document?id=397992>

### 6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

ELibrary.ru Научная электронная библиотека <https://www.elibrary.ru/>  
Электронная библиотека Grebennikon.ru <https://grebennikon.ru/>  
Cambridge University Press <http://www.cambridge.org/core>  
ProQuest Dissertation & Theses Global <https://about.proquest.com/en/products-services/pqdtglobal/>  
SAGE Journals <https://journals.sagepub.com/>  
Taylor and Francis <https://taylorandfrancis.com/>  
JSTOR <https://www.jstor.org/>

Доступ к профессиональным базам данных: <https://liber.rsuh.ru/ru/bases>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс

## 2. Гарант

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для обеспечения дисциплины используется материально-техническая база образовательного учреждения: учебные аудитории, оснащённые компьютером и проектором для демонстрации учебных материалов.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office
3. Kaspersky Endpoint Security

### **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.
- для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями

обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
  - устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE;
  - дисплеем Брайля PAC Mate 20;
  - принтером Брайля EmBrailleViewPlus;
- для глухих и слабослышащих:
  - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
  - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## 9. Методические материалы

### 9.1. Планы практических занятий

**Цель семинарских занятий:** научить ориентироваться в системе показателей результатов хозяйственной деятельности на макро- и микроуровнях, обучить методам экономического анализа социальных явлений.

Схема семинарского занятия (учебная пара длительностью 80 мин.): блиц-опрос на предмет усвоения теоретического материала (10 мин.), опрос по выполненному домашнему заданию (20 мин.), дискуссия по экономическим проблемам (10 мин.), тестирование (15 мин.), доклад-презентация (15 мин.), ответы на вопросы студентов (10 мин.).

№ темы	№ п/п	Содержание
Тема 1	1	Занятие №1. Модели линейной множественной регрессии, построенные для разных групп данных. Сравнение качества моделей
Тема 2	2	Занятие №2. Модели нелинейной множественной регрессии
Тема 3	3	Занятие №3. Проверка условий Гаусса-Маркова.

		Гетероскедастичность, автокорреляция, мультиколлинеарность
Тема 4	4	Занятие №4. Системы эконометрических уравнений
Тема 5	5	Занятие №4. Временные ряды. Динамические модели. Метод скользящего среднего

### Занятие №1. Множественная линейная регрессия.

1. Построить модель множественной линейной регрессии, взяв в качестве независимых переменных цены открытия и объем торгов (столбцы OPEN и VOL) и зависимой переменной – цены закрытия (столбец CLOSE). См. Пример ниже.
2. Проверить статистическую значимость коэффициентов регрессии.
3. Сравнить качество построенной модели и модели парной линейной регрессии, построенной попеременно OPEN и CLOSE. Можно ли удалить какую-либо переменную из модели множественной регрессии без заметного ухудшения качества модели ?

#### П Р И М Е Р

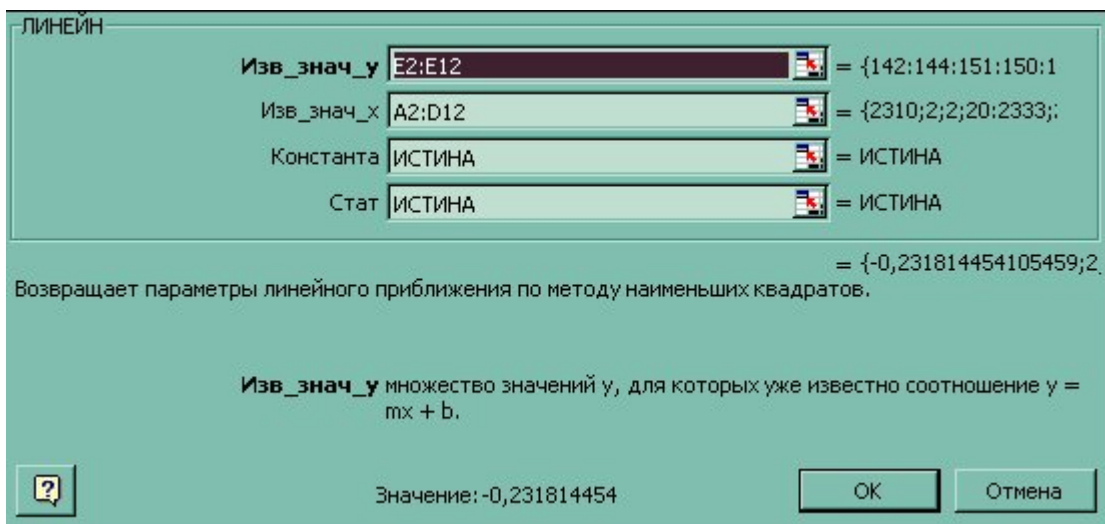
Используя множественный регрессионный анализ, оценить цену офисного здания в заданном районе на основе описанных переменных (см. лаб. раб. 2).

Выполнение.

Для нахождения уравнения регрессии с помощью функции ЛИНЕЙН() необходимо выполнить следующие шаги.

1. Озаглавьте область будущего отчета, введя в клетку G1: Регрессионный анализ. Выделите диапазон G2:K9. Размер диапазона выбирается следующим образом. Число строк – одна, если требуется получить только коэффициенты регрессии, пять, если необходимо получить дополнительную статистику. Число столбцов соответствует числу переменных.
2. Выберите функцию ЛИНЕЙН() из раздела статистические и заполните окно диалога согласно рис.4.1.

Рис. 4.1.



**Известные\_значения\_y**- это множество значений y, которые уже известны (E2:E12).

**Известные\_значения\_x**- это множество значений x, которые уже известны для соотношения (A2:D12). Массив известные\_значения\_x может содержать одно или несколько множеств переменных при условии, что они имеют одинаковую размерность с массивом известные\_значения\_y.

**Конст**— это логическое значение, которое указывает, требуется ли, чтобы константа  $\checkmark_0$  была равна 0. Если конст имеет значение ИСТИНА или опущено, то  $\checkmark_0$  вычисляется обычным образом. Если конст имеет значение ЛОЖЬ, то  $\checkmark_0$  полагается равным 0 и значения  $\checkmark_1$  подбираются так, чтобы выполнялось соотношение  $y = \checkmark_1 x$ .

**Статистика**— это логическое значение, которое указывает, требуется ли вернуть дополнительную статистику по регрессии. Если статистика имеет значение ИСТИНА, то функция ЛИНЕЙН возвращает дополнительную регрессионную статистику. Если статистика имеет значение ЛОЖЬ или опущена, то функция ЛИНЕЙН возвращает только коэффициенты  $\checkmark_i$ .

3. Функция ЛИНЕЙН() является формулой массива. Поэтому после заполнения окна диалога необходимо комбинацией Shift-Ctrl-Enter завершить заполнение выделенного диапазона.

=ЛИНЕЙН(E2:E12;A2:D12;ИСТИНА;ИСТИНА)

возвращает следующие результаты.

-0,23181	2,7092	12,61839	0,025561	56,58702
0,013728	0,54907	0,413939	0,005618	12,66169
0,996544	1,004233	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
432,4997	6	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
1744,676	6,050904	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д

Теперь может быть получено уравнение множественной регрессии

$$y = \checkmark_1 x_1 + \checkmark_2 x_2 + \checkmark_3 x_3 + \checkmark_4 x_4 + \checkmark_0$$

$$y = 0,03x_1 + 12,62x_2 + 2,71x_3 - 0,02x_4 + 56,59$$

По этому уравнению застройщик может определить оценочную стоимость здания под офис в том же районе, которое имеет площадь 2500 квадратных метров, три офиса, два входа, зданию 25 лет, используя следующее уравнение:

$$y = 0,03 \cdot 2500 + 12,62 \cdot 3 + 2,71 \cdot 2 - 0,02 \cdot 25 + 56,59 = 175,37 \text{ тыс. \$}$$

## Занятие №2. Нелинейная регрессия. (6 часов)

1. Построить 2 модели парной нелинейной регрессии, взяв в 1-й модели в качестве независимой переменной цены открытия (столбец OPEN) и зависимой переменной – цены закрытия через 1 час (столбец CLOSE); во 2-й модели рассмотреть пару OPEN – CLOSE через 45 часов. Считаем, что зависимость степенная (см. Пример ниже).
2. Проверить статистическую значимость коэффициентов регрессии.
3. Сравнить качество построенных моделей и соответствующих моделей парной линейной регрессии, построенных по тем же переменным

### П Р И М Е Р

На практике часто встречается ситуация, когда априорно известен нелинейный характер зависимости между объясняемыми и объясняющими переменными. В этом случае функция  $f$  в уравнении  $y=f(a,x)$  нелинейна ( $a$  – вектор параметров функции, которые нам нужно оценить). Например, вид зависимости между ценой и количеством товара в той же модели спроса и предложения: она не всегда предполагается линейной, как в нашем примере. *Нелинейную функцию можно преобразовать в линейную* (например, логарифмированием). Если нелинейная зависимость может быть записана в виде суммы функций от неизвестных  $x_i$  (например,  $y = a + bx_1 + cx_1^2 + hx_2$ ), то можно построить новые ряды данных (для примера в скобках - ряд данных  $x_1^2$ ) и оценить с ними линейную регрессию. Наиболее распространенные виды функций и преобразований данных, необходимые для построения нужного набора новых переменных, обычно заложены в прикладные регрессионные пакеты. Продемонстрируем преобразование нелинейной функции в линейную на примере функции Кобба-Дугласа.

Пусть требуется оценить параметры производственной функции Кобба-Дугласа  $Y = AX^a Z^b$ . Для линеаризации прологарифмируем обе части:

$$\ln Y = \ln A + \checkmark \ln X + \checkmark \ln Z$$

Полученная формула линейна относительно логарифмов выпуска  $Y$ , капитала  $X$  и труда  $Z$ , и она может быть оценена как множественная линейная регрессия.

### **Занятие №5. Временные ряды. Автокорреляция остатков. Метод скользящего среднего. (12 часов)**

#### **Занятие №5.1. Автокорреляция остатков.**

Построить модель парной линейной регрессии, взяв в качестве зависимой переменной  $Y$  – цены закрытия (столбец CLOSE), а в качестве независимой переменной  $X$  – порядковые номера. Установить, существует ли автокорреляция остатков, с помощью:

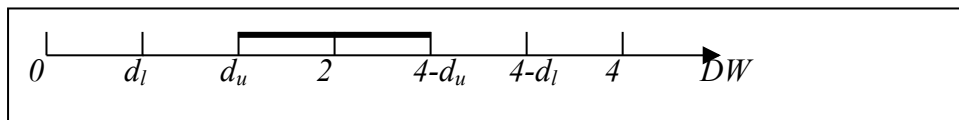
- визуального отображения данных, построив 2 графика. Один график в координатах (порядковый номер  $i$ , остаток  $e_i$ ). Второй график – в координатах (остаток  $e_{i-1}$ , остаток  $e_i$ );
- статистики Дарбина-Уотсона (см. текст ниже).

#### **Автокорреляция остатков**

Близкое к единице значение коэффициента детерминации  $R^2$  еще не свидетельство высокого качества уравнения регрессии. Поэтому следующий этап проверки качества уравнения регрессии – проверка некоторых важных свойств, выполнение которых предполагалось при оценивании уравнения регрессии. Одним из основных предполагаемых свойств отклонений  $e_i$  значений  $y_i$  от регрессионной формулы  $y = \hat{a} + \hat{b}x$  является их статистическая независимость между собой. Проверяется обычно их некоррелированность (являющаяся необходимым, но недостаточным атрибутом независимости), причем некоррелированность соседних величин  $e_i$ . Соседними можно считать соседние во времени (в случае временных рядов) или по возрастанию переменной  $x$  (в случае перекрестных выборок) значения  $e_i$ . Практически используют статистику Дарбина-Уотсона  $DW$ , рассчитываемую по формуле:

$$DW = \frac{\sum_i (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_i e_i^2}$$

По таблицам находятся (при данном уровне значимости, числе наблюдений и независимых переменных) доверительные интервалы, в пределах которых нулевая гипотеза (отсутствие автокорреляции остатков  $e_i$ ) принимается, отвергается или не может быть принята или отвергнута. Важно, что для статистики Дарбина-Уотсона существуют два критических значения, меньшие двух: нижнее  $d_l$ , как граница для признания положительной автокорреляции остатков и верхнее  $d_u$  как граница признания ее отсутствия. Для проверки гипотезы об отрицательной автокорреляции остатков эти критические значения отражаются симметрично относительно числа 2 (рис.6.4.).



**Рис. 5.1.**

#### **Пример 6.2.**

Пусть оценена парная линейная регрессия по 15 наблюдениям, и  $DW = 1,1$ . Зададим уровень значимости 5% и найдем по таблицам  $d_l = 0,95$ ;  $d_u = 1,23$ . Нулевая гипотеза была бы принята при  $d_u = 1,23 < DW < 2,77 = 4 - d_u$  и отвергнута при  $DW < 0,95 = d_l$ , или  $DW > 3,05 = 4 - d_l$ . Поскольку в данном случае  $DW$  лежит между  $d_u$  и  $d_l$ , нулевая гипотеза не может быть ни принята, ни отвергнута. Если альтернативной гипотезой является гипотеза о положительной автокорреляции остатков (отрицательная из содержательных соображений отбрасывается), то критические значения  $d_u = 1,23$  и  $d_l = 0,95$  соответствуют 2,5%-ному уровню значимости.

*Конец примера*

Как в общем случае выглядят примерно критические величины статистики  $DW$ ? В первом приближении можно сказать, что при достаточном числе наблюдений (не меньше 12-15), при 1-3 объясняющих переменных  $DW$  должна быть не менее 1 (и не больше 3). В противном случае мы признаем существование автокорреляции остатков и попытаемся улучшить формулу. Если статистика  $DW$  находится приблизительно между 1,2-1,3 и 2,7-2,8, мы можем считать, что статистически значимая автокорреляция остатков отсутствует. В промежуточном случае достаточно надежный вывод сделан быть не может. Если число наблюдений растет, то критические значения статистики Дарбина-Уотсона  $d_l$  и  $d_u$  приближаются к двум: для 60-70 наблюдений ее нижнее критическое значение  $d_l$  составляет примерно 1,4-1,5. Это верно для прежнего относительно малого числа объясняющих переменных; если это число растет, то критическое значение  $DW$  становится меньше.

Итак, обобщая, *если статистика Дарбина-Уотсона составляет 1,5-2,0-2,5, мы хотя и не можем быть абсолютно уверены, что отклонения от линии регрессии взаимно независимы, но обычно удовлетворяемся этим в проверке их независимости.*

В случае наличия автокорреляции остатков полученная формула регрессии считается обычно неудовлетворительной. Взглянув на график поведения отклонений  $e_t$ , можно поискать другую (нелинейную) формулу, включить неучтенные до этого факторы, уточнить период проведения расчетов или разбить его на части, либо применить к данным уменьшающее автокорреляцию остатков преобразование (например, автокорреляционное преобразование или метод скользящих средних).

Статистика  $DW$  позволяет проверить некоррелированность отклонений от линии регрессии. Некоторые другие свойства этих отклонений (например, постоянство их дисперсии) могут быть также проверены с помощью специальных статистик. Мы не будем останавливаться на этом подробно, упомянув лишь о существовании самой проблемы. Рассуждения при этом могут быть подобными прежним: если значения тестовых статистик "плохие", то можно попытаться уточнить формулу связи, набор объясняющих переменных или процедуру оценивания.

### **Занятие №5.2. Метод скользящего среднего.**

Для временного ряда  $Y(t)$ , где  $Y(t)$  - значение цены в момент времени (порядковый номер)  $t$ , построить 3 кривые методом скользящего среднего (см. текст ниже), используя Сервис→Анализ данных→Скользящее среднее со значениями интервалов 3, 21, 35. Сравнить полученные кривые.

#### **Методы сглаживания временного ряда**

Под методами сглаживания временного ряда понимается выделение неслучайной составляющей. Предположим, что известен общий вид неслучайной составляющей  $F(t)$  для ряда  $Y(t)=F(t, \psi) + \epsilon(t)$ . Это может быть полином, ряд Фурье и т.д. Тогда возникает задача оценки параметров  $\psi$ . В такой постановке задачи используются аналитические методы.

Если вид неслучайной составляющей неизвестен  $F(t)$ , то используются алгоритмические методы. К таким методам относится метод скользящего среднего, лежащий в основе более сложных процедур сглаживания.

#### **Метод скользящего среднего**

В основе методов исключения случайных отклонений лежит следующая идея: если разброс значений ряда  $Y(t)$  около своего среднего значения характеризуется дисперсией  $\sigma^2$ , то разброс среднего из  $N$  членов временного ряда  $(Y_1 + \dots + Y_N)/N$  около того же значения будет характеризоваться гораздо меньшей величиной дисперсии, а именно  $\sigma^2/N$ . Уменьшение дисперсии и означает сглаживание траектории.

Предположим, что ошибки  $\epsilon(t)$  некоррелированы по времени, иначе применение МНК даст смещенные оценки. Процедура сглаживания временного ряда состоит в следующем. Пусть  $n$  – число уровней ряда,  $m$  - произвольное число, не превосходящее  $n/3$ , обычно не больше 3, и  $N=2m+1$ . Тогда оценки вычисляются следующим образом:

$$\hat{F}(t) = \sum_{k=-m}^{k=m} w_k Y(t+k), \quad t = m+1, m+2, \dots, n-m \quad \text{и} \quad \sum_{k=-m}^{k=m} w_k = 1$$

приближением  $\hat{F}(t)$  при заданном  $m$  и  $p$  – порядке полинома. В частности, при  $p=1$

$$w_k = \frac{1}{2m+1}.$$

## 9.2. Методические рекомендации по подготовке письменных работ

### 9.3. Иные материалы

Для успешного освоения материала дисциплины «Эконометрика» рекомендуется регулярно посещать и конспектировать лекции, полностью выполнять задания, активно использовать возможности предоставляемых консультаций, проводимых еженедельно преподавателями дисциплины.

При выполнении работ требуется использовать компьютерную программу, которая позволяет проводить анализ чувствительности. В частности, рекомендуется использовать надстройку MS Excel «Анализ данных».

Перед выполнением работы студент должен проработать относящийся к ней теоретический материал. Выполнение каждой работы протекает в несколько этапов. Сначала студент ознакомится с основными положениями и общей постановкой задачи. Затем под руководством преподавателя решает общую конкретную задачу, на примере которой осваивает методы эконометрики и проводит анализ полученных результатов.

По каждой работе студент получает индивидуальное задание, которое выполняется и оформляется в виде отчета. Защита индивидуального задания должно завершаться четким и кратким ответом на поставленный в задаче вопрос. Рекомендуется проведение проверки полученного решения, поскольку большое количество ошибок приводит к снижению общей оценки работы. Положительно оценивается (но меньшим количеством баллов) не полностью выполненное задание: засчитываются все правильно выполненные действия.

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель курса** – подготовить специалиста, способного на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.

**Задачи курса:**

- овладеть основными математико-статистическими методами построения эконометрических моделей;

- научиться строить эконометрические модели на основе реальных статистических данных;

- развить навыки содержательно интерпретировать построенные модели.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные и продвинутые математико-статистические методы построения эконометрических моделей и оценки качества моделей;

- современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.

**Уметь:**

- обрабатывать статистическую информацию и получать статистически обоснованные выводы на основе современных методов экономического анализа;

- выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.

**Владеть:**

- современными методами экономического анализа, математической статистики и эконометрики для решения теоретических и прикладных задач, в том числе с использованием интеллектуальных информационно-аналитических систем;

- навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

По дисциплине предусмотрена промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 3 зачетные единицы.