

Приложение 2 к рабочей программе дисциплины  
**«Эконометрика»**

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, ПЕДАГОГИКИ И ПРАВА»

Факультет экономики и управления

**Фонд оценочных средств**  
по дисциплине  
**«Эконометрика»**

Направление подготовки:  
**38.03.01 Экономика**

Направленность (профиль) образовательной программы:  
**Бухгалтерский учет, анализ и аудит**

Уровень высшего образования:  
**бакалавриат**

Квалификация выпускника:  
**«бакалавр»**

**Содержание**

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, описание показателей, критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	3
2	Методические материалы и типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....	7
2.1	Типовые контрольные задания, используемые для проведения входного контроля .....	7
2.2	Типовые контрольные задания, используемые для промежуточной аттестации по дисциплине .....	9
2.2.1	Примерный перечень вопросов к зачету .....	9
2.2.2	Примерное задание на зачет .....	10
2.3	Методические материалы и типовые контрольные задания, используемые для текущего контроля по дисциплине .....	11
2.3.1	Методические материалы, используемые для текущего контроля знаний по дисциплине .....	11
2.3.2	Лабораторные работы .....	11
2.3.3	Методика проведения компьютерных симуляций .....	20
3	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине .....	20

**1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, описание показателей, критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Перечень компетенций	Показатели оценивания компетенций	Критерии оценивания компетенций	Этапы формирования компетенций	Шкала оценивания
Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1)	<p>- <b>знает</b> методику эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>умеет</b> осуществлять эконометрическое моделирование в соответствии с поставленной задачей;</p> <p>- <b>владеет</b> опытом эконометрического моделирования в соответствии с поставленной задачей.</p>	<p>- <b>имеет базовые знания</b> методики эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>умеет</b> на основе типовых примеров осуществлять эконометрическое моделирование в соответствии с поставленной задачей;</p> <p>- <b>владеет навыками</b> эконометрического моделирования в соответствии с поставленной задачей по инструкции преподавателя.</p>	Начальный	зачтено (60 – 74 баллов)
		<p>- <b>знает</b> методику эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>умеет</b> осуществлять эконометрическое моделирование в соответствии с поставленной задачей;</p> <p>- <b>владеет навыками</b> самостоятельного осуществления эконометрического моделирования в соответствии с поставленной задачей.</p>	Основной	зачтено (75 – 89 баллов)
		<p>- <b>знает</b> методику эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>умеет</b> осуществлять эконометрическое моделирование в соответствии с поставленной задачей;</p> <p>- <b>владеет опытом</b> эконометрического моделирования в соответствии с поставленной задачей.</p>	Завершающий	зачтено (90 – 100 баллов)
Способность применять знания (на	- <b>знает</b> приемы и способы эконометрического	- <b>имеет базовые знания</b> приемов и способов эконометрического моделирования;	Начальный	зачтено (60 – 74 баллов)

Перечень компетенций	Показатели оценивания компетенций	Критерии оценивания компетенций	Этапы формирования компетенций	Шкала оценивания
промежуточном уровне) экономической теории при решении прикладных задач (ОПК-1)	<p>моделирования;</p> <p>- <b>умеет</b> применять знания (на промежуточном уровне) экономической теории при проведении эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>владеет</b> способностью применять знания (на промежуточном уровне) экономической теории при проведении эконометрического моделирования.</p>	<p>- <b>умеет</b> на основе типовых примеров применять знания (на промежуточном уровне) экономической теории при проведении эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>владеет навыками</b> применения знаний (на промежуточном уровне) экономической теории при проведении эконометрического моделирования по инструкции преподавателя.</p>		
		<p>- <b>знает</b> приемы и способы эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>умеет</b> применять знания (на промежуточном уровне) экономической теории при проведении эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>владеет навыками</b> самостоятельного применения знаний (на промежуточном уровне) экономической теории при проведении эконометрического моделирования.</p>	Основной	зачтено (75 – 89 баллов)
		<p>- <b>знает</b> приемы и способы эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>умеет</b> осуществлять обработку данных, необходимых для эконометрического моделирования;</p> <p>- <b>владеет способностью</b> применять знания (на промежуточном уровне) экономической теории при проведении эконометрического моделирования.</p>	Завершающий	зачтено (90 – 100 баллов)
Способность осуществлять сбор,	- <b>знает</b> приемы и способы обработки данных,	- <b>имеет базовые знания</b> приемов и способов обработки данных, необходимых для	Начальный	зачтено (60 – 74 баллов)

Перечень компетенций	Показатели оценивания компетенций	Критерии оценивания компетенций	Этапы формирования компетенций	Шкала оценивания
обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных экономических задач (ОПК-2)	необходимых для эконометрического моделирования; - <b>умеет</b> осуществлять обработку данных, необходимых для эконометрического моделирования; - <b>владеет</b> опытом осуществления обработки данных, необходимых для эконометрического моделирования.	эконометрического моделирования; - <b>умеет</b> на основе типовых примеров осуществлять обработку данных, необходимых для эконометрического моделирования; - <b>владеет навыками</b> осуществления обработки данных, необходимых для эконометрического моделирования по инструкции преподавателя.		
		- <b>знает</b> приемы и способы обработки данных, необходимых для эконометрического моделирования; - <b>умеет</b> осуществлять обработку данных, необходимых для эконометрического моделирования; - <b>владеет навыками</b> самостоятельного осуществления обработки данных, необходимых для эконометрического моделирования.	Основной	зачтено (75 – 89 баллов)
		- <b>знает</b> приемы и способы обработки данных, необходимых для эконометрического моделирования; - <b>умеет</b> осуществлять обработку данных, необходимых для эконометрического моделирования; - <b>владеет опытом</b> осуществления обработки данных, необходимых для эконометрического моделирования.	Завершающий	зачтено (90 – 100 баллов)
Способность использовать современные информационные	- <b>знает</b> принципы и технологии использования современных программных средств при	- <b>имеет базовые знания</b> принципов и технологий использования современных программных средств при проведении эконометрического моделирования;	Начальный	зачтено (60 – 74 баллов)



Перечень компетенций	Показатели оценивания компетенций	Критерии оценивания компетенций	Этапы формирования компетенций	Шкала оценивания
технологии и программные средства при решении профессиональных задач (ОПК-5)	проведении эконометрического моделирования; - <b>умеет</b> использовать современные технические средства и информационные технологии для	- <b>умеет</b> на основе типовых приёмов использовать современные технические средства и информационные технологии для эконометрического моделирования; - <b>владеет</b> навыками применения технических средств и информационных технологий при построении эконометрических моделей по инструкции преподавателя.		
	эконометрического моделирования; - <b>владеет</b> опытом применения технических средств и информационных технологий при эконометрическом моделировании.	- <b>знает</b> принципы и технологии использования современных программных средств при проведении эконометрического моделирования; - <b>умеет</b> использовать современные технические средства и информационные технологии для эконометрического моделирования; - <b>владеет навыками</b> самостоятельного применения технических средств и информационных технологий при построении эконометрических моделей.	Основной	зачтено (75 – 89 баллов)
		- <b>знает</b> основные принципы использования современных технических средств и информационных технологий при построении эконометрических моделей; - <b>умеет</b> использовать современные технические средства и информационные технологии при построении эконометрических моделей; - <b>владеет опытом</b> применения технических средств и информационных технологий при эконометрическом моделировании.	Завершающий	зачтено (90 – 100 баллов)

**2 Методические материалы и типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**2.1 Типовые контрольные задания, используемые для проведения входного контроля**

1. Определитель  $\begin{vmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 0 & 5 & -6 \\ -2 & 2 & 1 \end{vmatrix}$  равен ...

- A. -76
- B. 83
- C. 29
- D. -37

2. Дан определитель  $\begin{vmatrix} 1 & 1 & -2 \\ 3 & 6 & -2 \\ 1 & 0 & 6 \end{vmatrix}$ , тогда алгебраическое дополнение элемента  $a_{13}$  равно ...

- A. 0
- B. -6
- C. 5
- D. -3

3. Мода вариационного ряда 5, 8, 8, 9, 10, 11, 13 равна...

- A. 9
- B. 8
- C. 5
- D. 13

4. Размах вариационного ряда 1, 2, 4, 4, 6, 6, 6 равен...

- A. 5
- B. 3
- C. 1
- D. 6

5. Медиана вариационного ряда -3, -1, 0, 2, 5 равна...

- A. 5
- B. -3
- C. 0
- D. 8

6. Система линейных уравнений  $\begin{cases} 2x - 5y = 4 \\ 3x - 3y = 7 \end{cases}$ , решается по формулам Крамера.

Установите соответствие между определителями системы и их значениями.

- |               |       |
|---------------|-------|
| 1) $\Delta$   | A) 9  |
| 2) $\Delta_1$ | B) 23 |
| 3) $\Delta_2$ | C) 2  |
|               | D) -2 |

- A. 1-A, 2-B, 3-C
- B. 1-D, 2-C, 3-B
- C. 1-A, 2-D, 3-B
- D. 1-D, 2-A, 3-C

7. Какие из перечисленных факторов можно отнести к факторам производства:

A. естественные ресурсы (земля, полезные ископаемые, водные ресурсы)

B. физические и умственные способности человека, затрачиваемые при производстве

товаров и услуг

- С. оборудование, станки, машины, сырье  
 D. способность людей принимать рациональные решения, уметь рисковать  
 E. способы производства товаров и услуг (технология)  
 F. информационный фактор  
 G. экологический фактор
8. Условия максимизации прибыли для фирмы – это равенство:  
 A. валового дохода и валовых издержек  
 B. среднего дохода, средних издержек и цены  
 C. предельного дохода и предельных издержек  
 D. предельного дохода, предельных издержек и цены
9. Что такое валовой внутренний продукт (ВВП)?  
 A. сумма всех произведенных товаров и услуг  
 B. сумма всех реализованных товаров и услуг  
 C. сумма всех готовых товаров и услуг  
 D. сумма всех конечных товаров и услуг
10. Производство эффективно, если:  
 A. в нем обеспечено полное использование трудовых ресурсов  
 B. полное использование всех имеющихся ресурсов  
 C. полное использование производственных ресурсов  
 D. затраты на производство превышают получаемые результаты
11. Что позволяет выполнять электронная таблица?  
 A. решать задачи на прогнозирование и моделирование ситуаций  
 B. представлять данные в виде диаграмм, графиков  
 C. при изменении данных автоматически пересчитывать результат  
 D. выполнять чертежные работы
12. Табличный процессор – это:  
 A. группа прикладных программ, которые предназначены для проведения расчетов в табличной форме  
 B. команда приложения Excel, вызов которой приводит к выполнению расчетов по введенным в таблицу данным  
 C. специальная компьютерная программа, помогающая преобразовывать массивы данных из текстового вида в табличный
13. Что не является типовой диаграммой в таблице?  
 A. круговая  
 B. сетка  
 C. гистограмма  
 D. график
14. К какой категории относится функция ЕСЛИ?  
 A. математической  
 B. статистической  
 C. логической  
 D. календарной
15. Какие основные типы данных в Excel?  
 A. числа, формулы  
 B. текст, числа, формулы  
 C. цифры, даты, числа  
 D. последовательность действий
16. Средняя арифметическая простая рассчитывается по формуле  
 A.  $\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{\sum f_i}$   
 B.  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$



$$C. \bar{x} = \frac{\sum w_i}{\sum x_i}$$

$$D. \bar{x} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_i}}$$

$$E. \bar{x} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n}$$

$$F. \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} \cdot f_i}$$

17. Анализ тесноты и направления связей двух признаков осуществляется на основе:

- A. парного коэффициента корреляции;
- B. частного коэффициента корреляции;
- C. множественного коэффициента корреляции.

18. Множественный коэффициент корреляции может принимать значения ...

- A. от 0 до 1
- B. от -1 до 0
- C. от -1 до 1
- D. любые положительные
- E. любые меньше нуля

19. Если величина коэффициента корреляции до  $|\pm 0,3|$ , то связь...

- A. практически отсутствует
- B. слабая
- C. умеренная
- D. сильная

20. Разность уровней ряда динамики называется ...

- A. абсолютным приростом
- B. темпом роста
- C. темпом прироста
- D. коэффициентом роста

## 2.2 Типовые контрольные задания, используемые для промежуточной аттестации по дисциплине

### 2.2.1 Примерный перечень вопросов к зачету

1. Парный регрессионный анализ.
2. Линейная парная регрессия.
3. Коэффициент корреляции.
4. Оценка параметров парной регрессионной модели.
5. Интервальная оценка функции регрессии и ее параметров.
6. Оценка значимости уравнения регрессии.
7. Коэффициент детерминации.
8. Геометрическая интерпретация регрессии и коэффициента детерминации.
9. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.
10. Множественный регрессионный анализ.
11. Линейная модель множественной регрессии.
12. Оценка параметров регрессионной модели методом наименьших квадратов.
13. Ковариационная матрица и ее выборочная оценка.
14. Теорема Гаусса-Маркова.
15. Оценка дисперсии возмущений.
16. Определение доверительных интервалов для коэффициентов и функции регрессии.

17. Оценка значимости множественной регрессии.
18. Временные ряды и прогнозирование на основе моделей временных рядов.
19. Стационарные временные ряды.
20. Автокорреляционная функция.
21. Аналитическое выравнивание временного ряда.
22. Авторегрессионные модели и модели скользящей средней.
23. Прогнозирование на основе моделей временных рядов.
24. Обобщенная линейная модель.
25. Гетероскедастичность и автокорреляция остатков.
26. Обобщенная линейная модель множественной регрессии.
27. Гетероскедастичность пространственной выборки.
28. Тесты на гетероскедастичность.
29. Устранение гетероскедастичности.
30. Тесты на наличие автокорреляции.
31. Авторегрессионная модель первого порядка.
32. Регрессионные динамические модели.
33. Метод инструментальных переменных.
34. Оценивание моделей с распределенными лагами.
35. Оценивание моделей с лаговыми переменными.
36. Метод максимального правдоподобия.
37. Автокорреляция ошибок в моделях со стохастическими регрессорами.
38. Нестационарные временные ряды.
39. Системы одновременных уравнений.
40. Модель спроса и предложения.
41. Косвенный метод наименьших квадратов.
42. Метод инструментальных переменных.
43. Трехшаговый метод наименьших квадратов.
44. Экономически значимые системы одновременных уравнений.

### 2.2.2 Примерное задание на зачет

При анализе зависимости удельного объема валовой продукции хозяйств области ( $y$ ) от средней мощности тракторов ( $x$ ), приходящихся на одного работника, получены следующие результаты:

Средняя мощность тракторов (л.с.), $x_i$	Число хозяйств, $n_i$	Валовая продукция на одного работника (млн.руб.), $y_i$
4,1	10	1,4
6,1	27	2,0
7,8	34	2,5
9,9	22	2,6
12,4	7	3,2

Требуется:

а) определить ОМНК-оценки  $b_0$  и  $b_1$  параметров линейной регрессии

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \tilde{\varepsilon}_i,$$

где  $\tilde{\varepsilon}_i (i = 1, 2, \dots, I)$  взаимно некоррелированы,  $\tilde{\varepsilon}_i = \varepsilon_i / \sqrt{n_i}$  и  $\varepsilon_i \in N(0; \sigma^2)$ ;

б) проверить при  $\alpha = 0,05$  значимость коэффициента регрессии, т.е. гипотезу  $H_0: \beta_1 = 0$ ;

в) с надежностью  $\gamma = 0,9$  найти интервальную оценку параметров  $\beta_0, \beta_1$  и условного математического ожидания  $\tilde{y}$  при  $x = 10$ .

### 2.3 Методические материалы и типовые контрольные задания, используемые для текущего контроля по дисциплине

#### 2.3.1 Методические материалы, используемые для текущего контроля знаний по дисциплине

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Защита лабораторной работы	Лабораторные практикумы один из видов самостоятельной практической работы студентов. Целью лабораторных практикумов является углубление и закрепление теоретических знаний и развитие профессиональных умений и навыков	Лабораторные работы
Компьютерные симуляции	Виртуальные учебные имитации различных ситуаций, связанных с целями обучения	Методика проведения компьютерных симуляций

#### 2.3.2 Лабораторные работы

**Лабораторная работа № 1.** Приводятся данные за 2015 год по территориям Северо-Западного федерального округа:

Территории Северо-Западного федерального округа	Оборот розничной торговли за год, млрд. руб.	Общая сумма доходов населения за год, млрд. руб.
	Y	X
1.Респ. Карелия	9,4	19,1
2.Респ. Коми	16,7	37,3
3.Архангельская обл.	16,3	30,0
4.Вологодская обл.	12,1	27,5
5.Калининградская обл.	14,0	19,0
6.Ленинградская обл.	15,6	26,2
7.Мурманская обл.	20,5	39,5
8.Новгородская обл.	9,3	14,8
9.Псковская обл.	7,3	11,6
10.г.Санкт-Петербург1)	83,1	133,6
Итого	121,2	225
Средняя	13,47	25,0
$\sigma$	4,036	9,120
Дисперсия, D	16,289	83,182

Предварительный анализ исходных данных выявил наличие одной территории (г.Санкт-Петербург) с аномальными значениями признаков. Эта территория исключена из дальнейшего анализа. Значения показателей в итоговых строках приведены без учёта указанной аномальной единицы.

Задание:

1. Расположите территории по возрастанию фактора X. Сформулируйте рабочую гипотезу о возможной связи Y и X.
2. Постройте поле корреляции и сформулируйте гипотезу о возможной форме и направлении связи.
3. Рассчитайте параметры  $a_1$  и  $a_0$  парной линейной функции  $y_x = a_0 + a_1x$
4. Оцените тесноту связи с помощью показателей корреляции ( $r$ ) и детерминации ( $r^2$ ), проанализируйте их значения.
5. Надёжность уравнений в целом оцените через F-критерий Фишера для уровня значимости  $\alpha=0,05$ .

6. По уравнению регрессии рассчитайте теоретические значения результата ( $\hat{Y}$ ), по ним постройте теоретическую линию регрессии и определите скорректированную среднюю ошибку аппроксимации -  $\epsilon'_{\text{ср.}}$ , оцените её величину.

7. Рассчитайте прогнозное значение результата  $\tilde{Y}$ , если прогнозное значение фактора ( $\tilde{x}$ ) составит 1,062 от среднего уровня ( $\bar{x}$ ).

8. Рассчитайте интегральную и предельную ошибки прогноза (для  $\alpha=0,05$ ), определите доверительный интервал прогноза ( $\gamma_{\text{max}}$ ;  $\gamma_{\text{min}}$ ), а также диапазон верхней и нижней границ доверительного интервала ( $D_{\gamma}$ ), оценивая точность выполненного прогноза.

**Лабораторная работа № 2.** Выполняется изучение социально-экономических процессов в регионах Южного федерального округа РФ по статистическим показателям за 2015 год.

$Y$  – Оборот розничной торговли, млрд. руб.;

$x_1$  – Инвестиции 2015 года в основной капитал, млрд. руб.;

$x_2$  – Средний возраст занятых в экономике, лет;

$x_3$  – Среднегодовая численность населения, млн. чел.

Требуется изучить влияние указанных факторов на оборот розничной торговли.

Предварительный анализ исходных данных по 12 территориям выявил наличие двух территории (Краснодарский край и Ростовская обл.) с аномальными значениями признаков. Эти территории должны быть исключены из дальнейшего анализа. Значения приводимых показателей рассчитаны без учёта указанных аномальных единиц.

При обработке исходных данных получены следующие значения:

а) - линейных коэффициентов парной корреляции, средних и средних квадратических отклонений - $\sigma$ :

$N=10$ .

	$Y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$Y$	1	0,7938	0,2916	0,8891
$x_1$	0,7938	1	0,2994	0,6693
$x_2$	0,2916	0,2994	1	0,0113
$x_3$	0,8891	0,6693	0,0113	1
Средняя	8,878	5,549	38,79	1,160
$\sigma$	8,7838	5,1612	1,0483	0,90107

б) - коэффициентов частной корреляции

	$Y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$Y$	1	0,4726	0,5169	0,8511
$x_1$	0,4726	1	0,0521	-0,0793
$x_2$	0,5169	0,0521	1	-0,5598
$x_3$	0,8511	-0,0793	-0,5598	1

Задание:

1. По значениям линейных коэффициентов парной и частной корреляции выберите неколлинеарные факторы и рассчитайте для них коэффициенты частной корреляции. Произведите окончательный отбор информативных факторов во множественную регрессионную модель.

2. Выполните расчёт бета коэффициентов ( $\beta$ ) и постройте с их помощью уравнение множественной регрессии в стандартизованном масштабе. Проанализируйте с помощью бета коэффициентов ( $\beta$ ) силу связи каждого фактора с результатом и выявите сильно и слабо влияющие факторы.



3. По значениям  $\beta$ -коэффициентов рассчитайте параметры уравнения в естественной форме (то есть  $a_1$ ,  $a_2$ , и  $a_0$ ). Проанализируйте их значения. Сравнительную оценку силы связи факторов дайте с помощью общих (средних) коэффициентов эластичности  $\bar{\epsilon}_{yx}$ .

4. Оцените тесноту множественной связи с помощью  $R$  и  $R_2$ , а статистическую значимость уравнения и тесноту выявленной связи - через F-критерий Фишера (для уровня значимости  $\alpha=0,05$ ).

5. Рассчитайте прогнозное значение результата  $\tilde{Y}_{\tilde{x}_j}$ , предполагая, что прогнозные значения факторов ( $\tilde{x}_j$ ) составят 101,3 процента от их среднего уровня.

6. Основные выводы оформите аналитической запиской.

**Лабораторная работа № 3.** Для проверки рабочих гипотез (№1 и №2) о связи социально-экономических показателей в регионе используется статистическая информация за 2015 год по территориям Центрального федерального округа.

$Y_1$  – Стоимость валового регионального продукта, млрд. руб.;

$Y_2$  – Среднемесячная начисленная заработная плата 1-го занятого в экономике, тыс. руб.;

$x_1$  – Инвестиции текущего, 2015, года в основной капитал, млрд. руб.;

$x_2$  – Среднегодовая стоимость основных фондов в экономике, млрд. руб.;

$x_3$  – Доля занятых в экономике в общей численности населения, %.

Рабочие гипотезы:

$$\begin{cases} Y_1 = f(x_1; x_2) \Rightarrow \text{№1} \\ Y_2 = f(Y_1; x_3) \Rightarrow \text{№2} \end{cases}$$

Предварительный анализ исходных данных по 18 территориям выявил наличие трёх территорий (г. Москва, Московская обл., Воронежская обл.) с аномальными значениями признаков. Эти единицы должны быть исключены из дальнейшего анализа. Значения приводимых показателей рассчитаны без учёта указанных аномальных единиц.

При обработке исходных данных получены следующие значения линейных коэффициентов парной корреляции, средних и средних квадратических отклонений  $\sigma$ :

$N=15$ .

Для проверки рабочей гипотезы №1.

Для проверки рабочей гипотезы №2.

	$Y_1$	$x_1$	$x_2$		$Y_2$	$\hat{Y}_1$	$x_3$
$Y_1$	1	0,8171	0,8498	$Y_2$	1	0,6043	0,6712
$x_1$	0,8171	1	0,7823	$\hat{Y}_1$	0,6043	1	0,2519
$x_2$	0,8498	0,7823	1	$x_3$	0,6712	0,2519	1
Средняя	23,77	5,600	115,833	Средняя	1,5533	23,77	44,23
$\sigma$	7,2743	2,4666	30,0303	$\sigma$	0,2201	7,2743	2,1146

Задание:

1. Составьте систему уравнений в соответствии с выдвинутыми рабочими гипотезами.

2. Определите вид уравнений и системы.

3. На основе приведённых в условии значений матриц коэффициентов парной корреляции, средних и средних квадратических отклонений:

- определите бета коэффициенты ( $\beta$ ) и постройте уравнения множественной регрессии в стандартизованном масштабе;

- дайте сравнительную оценку силы влияния факторов на результат;

- рассчитайте параметры  $a_1$ ,  $a_2$  и  $a_0$  уравнений множественной регрессии в естественной форме;

- с помощью коэффициентов парной корреляции и  $\beta$  - коэффициентов рассчитайте для



каждого уравнения линейный коэффициент множественной корреляции ( $R$ ) и детерминации ( $R_2$ );  
- цените с помощью F-критерия Фишера статистическую надёжность выявленных связей.

4. Выводы оформите краткой аналитической запиской.

**Лабораторная работа № 4.** По данным  $n = 10$  машиностроительных предприятий методами корреляционного анализа исследуется взаимосвязь между следующими показателями:  $x_1$  – рентабельность (%);  $x_2$  – премии и вознаграждения на одного работника (млн.руб.);  $x_3$  – фондоотдача:

№ п/п	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	13,26	1,23	1,45
2	10,16	1,04	1,30
3	13,72	1,80	1,37
4	12,82	0,43	1,65
5	10,63	0,88	1,91
6	9,12	0,57	1,68
7	25,83	1,72	1,94
8	23,39	1,70	1,89
9	14,68	0,84	1,94
10	10,05	0,6	2,06

Требуется:

а) рассчитать вектора средних и среднеквадратических отклонений, матрицу парных коэффициентов корреляции ( $\bar{x}, S, R$ );

б) проверить при  $\alpha = 0,05$  значимость парного коэффициента корреляции  $\rho_{12}$  и найти его интервальную оценку с доверительной вероятностью  $\gamma = 0,95$ ;

в) по корреляционной матрице  $R$  рассчитать частный коэффициент корреляции  $r_{12/3}$ ;

г) проверить при  $\alpha = 0,05$  значимость частного коэффициента корреляции  $\rho_{12/3}$  и определить его интервальную оценку с доверительной вероятностью  $\gamma = 0,95$ ;

д) по корреляционной матрице  $R$  вычислить оценку множественного коэффициента корреляции  $r_{1(2,3)}$  и при  $\alpha = 0,05$  проверить гипотезу  $H_0: \rho_{r_{1(2,3)}} = 0$ .

**Лабораторная работа № 5.** По приведенным в таблице данным  $n = 14$  машиностроительных предприятий провести регрессионный анализ зависимости индекса снижения себестоимости продукции ( $y$ ) от трудоемкости ( $x_1$ ) и удельного веса покупных изделий ( $x_2$ ):

№ п/п	$y$	$x_1$	$x_2$	№ п/п	$y$	$x_1$	$x_2$
1	204	0,23	0,40	8	56	0,26	0,44
2	209	0,24	0,26	9	52	0,49	0,17
3	222	0,19	0,40	10	46	0,36	0,39
4	236	0,17	0,50	11	53	0,37	0,33
5	62	0,23	0,40	12	31	0,43	0,25
6	53	0,43	0,19	13	146	0,35	0,32
7	172	0,31	0,25	14	18	0,38	0,02

**Лабораторная работа № 6.** По данным  $n = 12$  угольных шахт провести регрессионный анализ зависимости полной себестоимости добычи 1 т угля  $y$  (тыс.руб.) от средней суточной добычи угля на шахте  $x_1$  ( $t$ ) и удельного веса комбайновой проходки выработки  $x_2$  (%):

№ п/п	$y$	$x_1$	$x_2$	№ п/п	$y$	$x_1$	$x_2$
1	12,2	4795	69	7	12,7	4888	55
2	7,6	6962	82	8	10,5	6237	81
3	10,0	6571	87	9	15,1	2997	65
4	49,9	4249	92	10	10,6	2990	98

№ п/п	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	№ п/п	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>
5	15,7	9540	23	11	15,2	1748	100
6	14,0	3488	31	12	17,2	2128	69

**Лабораторная работа № 7.** На основании данных  $n = 16$  цементных заводов провести регрессионный анализ зависимости выработки натурального цемента на одного работающего  $y$  (т./чел.) от средней часовой производительности вращающихся печей  $x_1$  (т./ч.) и среднечасовой производительности цементных мельниц  $x_2$  (т./ч.):

№ п/п	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	№ п/п	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>
1	996	37	46	9	1620	44	38
2	1362	23	44	10	3018	34	32
3	759	15	26	11	1831	63	50
4	1216	36	34	12	1167	8	23
5	1350	26	26	13	1424	44	38
6	1026	24	31	14	2387	43	35
7	1099	15	20	15	1438	30	29
8	1726	33	32	16	1199	19	38

**Лабораторная работа № 8.** При анализе зависимости удельного объема валовой продукции хозяйств области ( $y$ ) от средней мощности тракторов ( $x$ ), приходящихся на одного работника, получены следующие результаты:

Средняя мощность тракторов (л.с.), $x_i$	Число хозяйств, $n_i$	Валовая продукция на одного работника (млн.руб.), $y_i$
4,1	10	1,4
6,1	27	2,0
7,8	34	2,5
9,9	22	2,6
12,4	7	3,2

Требуется:

а) определить ОМНК-оценки  $b_0$  и  $b_1$  параметров линейной регрессии

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \tilde{\varepsilon}_i,$$

где  $\tilde{\varepsilon}_i (i = 1, 2, \dots, l)$  взаимно некоррелированы,  $\tilde{\varepsilon}_i = \varepsilon_i / \sqrt{n_i}$  и  $\varepsilon_i \in N(0; \sigma^2)$ ;

б) проверить при  $\alpha = 0,05$  значимость коэффициента регрессии, т.е. гипотезу  $H_0: \beta_1 = 0$ ;

в) с надежностью  $\gamma = 0,9$  найти интервальную оценку параметров  $\beta_0, \beta_1$  и условного математического ожидания  $\tilde{y}$  при  $x = 10$ .

**Лабораторная работа № 9.** При проведении актуарных расчетов компания, специализирующаяся на автотранспортном страховании, проанализировала  $n = 20$  произвольно отобранных страховых случаев, по каждому из которых фиксировались стоимость застрахованного автомобиля ( $x$ ) и объем страховых возмещений ( $y$ ).

Размер страховой суммы и страховых возмещений

Номер наблюдения, $i$	$x_i$ (тыс.долл.)	$y_i$ (тыс.долл.)
1	8,8	0,1
2	9,4	1,3
3	10,0	0,1
4	10,6	2,6
5	11,0	0,1
6	11,9	0,3
7	12,7	4,6
8	13,5	0,6
9	15,5	0,4

Номер наблюдения, $i$	$x_i$ (тыс.долл.)	$y_i$ (тыс.долл.)
10	16,7	7,3
11	17,7	0,8
12	18,6	8,4
13	19,7	1,1
14	21,1	16,5
15	22,8	1,6
16	23,9	19,4
17	25,2	2,2
18	26,8	0,5
19	27,3	18,7
20	29,7	1,6

Требуется определить и сравнить по точности МНК- и ОМНК-оценки параметров линейной модели регрессии  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \tilde{\varepsilon}_i$ .

При ОМНК-оценивании предполагается наличие гетероскедастичности, когда погрешности модели  $\tilde{\varepsilon}_i$  попарно независимы и  $\tilde{\varepsilon}_i = \varepsilon_i x_i$ , где  $\varepsilon_i \in N(0; \sigma^2)$ .

**Лабораторная работа № 10.** Пусть имеется  $l$  серий наблюдений, причем каждая  $i$ -я серия состоит из  $n_i$  наблюдений  $(x_{ij}, y_{ij})$ , где  $i = 1, 2, \dots, l$ ;  $j = 1, 2, \dots, n_i$ , связанных соотношением

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{ij} + \tilde{\varepsilon}_{ij}, \text{ где}$$

$$\tilde{\varepsilon}_{ij} - \text{взаимно некоррелированы и } M \varepsilon_{ij} = 0; D \varepsilon_{ij} = \sigma^2.$$

Доказать, что если  $x_i = x_{i1} = x_{i2} = \dots = x_{in_i}$ , а  $y_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$ , т.е. имеет место неравномерное

дублирование наблюдений, то оценку параметров регрессионной модели

$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$  следует производить по обобщенному (взвешенному) МНК с матрицей весовых коэффициентов вида:

$$\Sigma_0 = \begin{pmatrix} \frac{1}{n_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{n_2} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \frac{1}{n_l} \end{pmatrix}$$

**Лабораторная работа № 11.** По данным  $n = 30$  семей, принадлежащих по величине среднедушевого дохода  $x$  к  $l = 8$  типологическим группам, исследовать зависимость среднедушевых сбережений  $y$  от дохода  $x$ .

Данные для выполнения задания:

Номер типологической группы ( $l$ )	$n_i$	$x_i$ (руб.)	$y_i$ (руб.)
1	8	300	610
2	7	500	1360
3	5	700	2450
4	4	900	4110
5	2	1100	5780
6	2	1400	6200

7	1	1800	7700
8	1	2000	9030

В таблице  $n_i$  - число семей со среднедушевым доходом  $x_i$  и сбережением  $y_i$ .

Требуется найти и сравнить ОМНК и МНК оценки  $\beta_0, \beta_1$  параметров линейной регрессионной модели  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \tilde{\varepsilon}_i$ , где  $\tilde{\varepsilon}_i = \varepsilon_i / \sqrt{n_i}$ ,  $\varepsilon_i \in N(0; \sigma^2)$  и  $i = 1, 2, \dots, l$ .

**Лабораторная работа № 12.** На основании квартальных данных с 2010 по 2015 год получено следующее уравнение регрессии:  $y_i = 120 + 0,71x_i$

Сумма квадратов остатков равна 120,5, общая сумма квадратов 568,6.

Проверить гипотезу о наличии сезонности, если при добавлении трех фиктивных переменных, соответствующих трем первым кварталам, сумма квадратов остатков уменьшилась до 62,4.

Проверить гипотезу о наличии структурного изменения в начале 2013 года, если при раздельном проведении регрессий по данным с первого квартала 2010 по второй квартал 2013 и 4-го квартала 2013 по 4 квартал 2015 получены суммы квадратов остатков соответственно 12,3 и 13,7

**Лабораторная работа № 13.** Менеджер по маркетингу крупной сети магазинов предлагает оценить влияние расстояния между полками, их местоположения на объем продаж шампуней. Для анализа взята случайная выборка, состоящая из 12 магазинов:

Магазин	Расстояние между полками, X (м)	Местоположение полок в торговом зале	Еженедельный объем продаж Y (тыс. руб.)
1	1,5	В глубине зала	16
2	1,5	Впереди	22
3	3	В глубине зала	14
4	3	В глубине зала	19
5	3	В глубине зала	24
6	4,5	Впереди	26
7	4,5	В глубине зала	23
8	4,5	В глубине зала	27
9	6	Впереди	28
10	6	В глубине зала	26
11	6	В глубине зала	29
12	6	Впереди	31

Сформулируйте уравнение множественной регрессии.

Объясните смысл коэффициентов регрессии.

Предскажите среднее значение еженедельной продажи шампуней в магазине, внутри которого стеллажи расположены на расстоянии 5 метров друг от друга в глубине торгового зала. Постройте 95% доверительные интервалы для математического ожидания и предсказанного значения отклика.

Оцените адекватность модели.

**Лабораторная работа № 14.** Таксомоторную компанию интересует зависимость между средним пробегом машины в расчете па один литр топлива и возрастом машины. Были взяты 12 автомашин одной марки. Поскольку водителями в компании работают и мужчины, и женщины, предполагалось, что какая-то часть изменчивости пробега автомобиля может объясняться разной техникой вождения у мужчин и женщин. При прочих равных условиях у водителя - женщины средний пробег машины на литр топлива будет больше, чем у мужчины. Данные были получены посредством случайного выбора 12 машин, на которых водителями работают пять женщин и семь мужчин. Значения среднего пробега на один литр топлива были рассчитаны на основе сведений о расходе горючего после прохождения машинами расстояния 100 км. Собранные данные представлены в таблице.



Y	$x_1$ (возраст машины)	$x_2$ (пол: 0 - мужчина, 1 - женщина)
8,92	3	0
8,8	4	1
9,48	3	1
9,68	2	0
10,2	1	1
8,44	5	0
8,24	4	0
9,6	1	0
10,4	1	1
9,24	2	0
9,92	2	1
8,08	3	0

Постройте диаграмму рассеивания, откладывая значения  $Y$  по вертикальной оси, а значения  $X$  - по горизонтальной. Отметьте точки, соответствующие водителям-мужчинам и водителям-женщинам.

Рассмотрите регрессионную модель. Найдите оценки коэффициентов. Интерпретируйте найденное значение коэффициентов.

Предположим, что пол водителя в исследовании не учитывается. Вычислите прямую регрессии для такой модели и изобразите регрессионную прямую на координатной плоскости. Важно ли учитывать пол в данной ситуации? Поясните свой ответ. (-0,7).

**Лабораторная работа № 15.** Данные по Великобритании за  $n = 20$  лет о потреблении цыплят ( $y$ ), среднедушевом доходе ( $x_1$ ), стоимости 1 фунта цыплят ( $x_2$ ), стоимости 1 фунта свинины ( $x_3$ ) и стоимости 1 фунта говядины ( $x_4$ ), представлены в таблице:

$t$	$y$	$x^{(1)}$	$x^{(2)}$	$x^{(3)}$	$x^{(4)}$
1	30,8	459,7	39,5	55,3	79,2
2	31,2	192,9	37,3	54,7	77,4
3	33,3	528,6	38,1	63,7	80,2
4	35,6	560,3	39,3	69,8	80,4
5	36,4	624,6	37,8	65,9	83,9
6	36,7	666,4	38,4	64,5	85,5
7	38,4	717,8	40,1	70,0	93,7
8	40,4	768,2	38,6	73,2	106,1
9	40,3	843,3	39,8	67,8	104,8
10	41,8	911,6	39,7	79,1	114,0
11	40,4	931,1	52,1	95,4	124,1
12	10,7	1021,5	48,9	94,2	127,6
13	40,1	1165,9	58,3	123,5	142,9
14	42,7	1349,6	57,9	129,9	143,6
15	44,1	1419,4	56,5	117,6	139,2
16	46,7	1575,5	63,7	130,9	165,5
17	50,6	1759,1	61,6	129,8	203,3
18	50,1	1994,2	58,9	128,0	219,6
19	51,7	2258,1	66,4	141,0	221,6
20	52,9	2478,7	70,4	168,2	232,6

Требуется построить и сравнить уравнения регрессии вида:

а)  $\hat{y} = \beta_0 \cdot (x_2)^{\beta_2}$  - функция спроса;

б)  $\hat{y} = \beta_0 \cdot (x_1)^{\beta_1}$  - функция потребления;



в)  $\hat{y} = \beta_0 \cdot (x_1)^{\beta_1}$   $\hat{y} = \beta_0 \cdot (x_2)^{\beta_2}$  - функция спроса и потребления;

г)  $\hat{y} = \beta_0 \cdot (x_2)^{\beta_2} \cdot (x_3)^{\beta_3} \cdot (x_4)^{\beta_4}$  - функция спроса с учетом цены на товарозаменители.

Сделать выводы о возможности использования полученных уравнений в практической деятельности.

**Лабораторная работа № 16.** Провести классификацию  $n = 6$  объектов, каждый из которых характеризуется двумя признаками:

Номер объекта ( $i$ )	1	2	3	4	5	6
$x_{i1}$	5	6	5	10	11	10
$x_{i2}$	10	12	13	9	9	7

При классификации использовать обычное Евклидово расстояние и принцип «ближайшего соседа».

**Лабораторная работа № 17.** Провести классификацию  $n = 6$  объектов, каждый из которых характеризуется двумя признаками:

Номер объекта ( $i$ )	1	2	3	4	5	6
$x_{i1}$	5	6	5	10	11	10
$x_{i2}$	10	12	13	9	9	7

При классификации использовать обычное Евклидово расстояние и принцип «дальнего соседа».

**Лабораторная работа № 18.**

Провести классификацию  $n = 6$  объектов, каждый из которых характеризуется двумя признаками:

Номер объекта ( $i$ )	1	2	3	4	5	6
$x_{i1}$	5	6	5	10	11	10
$x_{i2}$	10	12	13	9	9	7

При классификации использовать обычное Евклидово расстояние и принцип «средней связи».

**Лабораторная работа № 19.** По иерархическому агломеративному алгоритму провести классификацию  $n = 4$  хозяйств, работа которых характеризуется показателями объема реализованной продукции:  $x_1$  – растениеводства и  $x_2$  - животноводства с одного гектара пашни (млн. руб./га). Построить дендрограмму.

Номер хозяйства	1	2	3	4
$x_{i1}$	1	7	1	9
$x_{i2}$	5	9	3	7

Для этого в качестве расстояния между объектами принять взвешенное евклидово расстояние с «весами»  $\varpi_1 = 0,1$ ,  $\varpi_2 = 0,9$  а расстояние между кластерами измерять по принципу «дальнего соседа».

**Лабораторная работа № 20.** Данные о деятельности четырех фирм по показателям  $x_1$  и  $x_2$  представлены в таблице:

Номер фирмы	1	2	3	4
$x_{i1}$	2	2	8	10
$x_{i2}$	3	5	9	7

Рассчитайте, чему равно расстояние между вторым и четвертым объектами, исходя из обычного евклидова расстояния ( $\rho_E(2,4)$ )?

**Лабораторная работа № 21.** Данные о деятельности четырех фирм по показателям  $x_1$  и  $x_2$  представлены в таблице:

Номер фирмы	1	2	3	4
$x_{i1}$	2	2	8	10
$x_{i2}$	3	5	9	7

Определите расстояние между первым и третьим объектами, исходя из «взвешенного»

евклидова расстояния ( $\rho_{BE}(1,3)$ ) и «весов»  $\varpi_1 = 0,8$  и  $\varpi_2 = 0,2$ .

**Лабораторная работа № 22.** Расстояние между тремя объектам и, соответственно, равно:  
 $\rho_{1,2} = 7,8$ ,  $\rho_{1,3} = 6,2$  и  $\rho_{2,3} = 2,4$ .

Постройте матрицу расстояний.

**Лабораторная работа № 23.** Дана информация о 6 регионах по двум показателям. При решении задачи классификации регионов использован метод  $K$ -средних. Координаты первого и второго регионов были взяты в качестве центров группирования. В результате проведения первой итерации алгоритма регионы были разделены на группы следующим образом:

I: 1,3,4,6 регионы

II: 2, 5 регионы.

Проведите вторую и (при необходимости) последующие итерации алгоритма для получения окончательного ответа данной задачи.

Показатели	Номер региона					
	1	2	3	4	5	6
$x_1$	35	31	32	36	30	34
$x_2$	126	112	123	128	115	123

### 2.3.3 Методика проведения компьютерных симуляций

**Цель:** проверка уровня освоения ранее изученного материала и формирование навыков выполнения профессиональных функций на компьютере.

**Задачи:**

- проверка навыков применения обучающимися ранее усвоенных знаний при решении профессиональных задач;
- формирование навыков выполнения профессиональных функций на компьютере.

**Методика проведения:**

Первый этап занятия – инструктаж по применению программных продуктов, определяются объект и цель.

Второй этап - процесс симуляционного обучения, когда обучающиеся непосредственно выполняют профессиональные функции на компьютере. Важное условие: все обучающиеся должны максимально приближены к реальности ситуации.

Третий этап - подведение итогов, анализ результатов.

В конце занятия преподаватель и обучающиеся обсуждают результаты выполнения профессиональных функций, оценивается уровень знаний и навыков обучающихся.

**Критерии оценки:** выполнение компьютерных симуляций – 1-6 баллов.

Компьютерные симуляции проводятся по лабораторным работам.

### 3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине

В целях оперативного контроля уровня усвоения материала учебной дисциплины и стимулирования активной учебной деятельности студентов (очной формы обучения) используется **балльно-рейтинговая система оценки успеваемости**.

Балльно-рейтинговая система по дисциплине за семестр:

Виды контроля	Максимальная сумма баллов на выполнение одного вида задания	Всего возможных за семестр работ	Итого максимальная сумма баллов
Присутствие на лабораторных практикумах	0,3	18	5
Работа на лабораторных практикумах	1,0	18	20

Виды контроля	Максимальная сумма баллов на выполнение одного вида задания	Всего возможных за семестр работ	Итого максимальная сумма баллов
Защита лабораторных работ	5,0	2	10
СРС,			25
в т.ч.: самостоятельное выполнение лабораторных работ	1,25	20	25
Итого за семестр	-	-	60
Зачет	40,0	1	40
Итого по дисциплине	-	-	100

Для получения допуска к зачету по дисциплине студент должен набрать в семестре не менее 30 баллов.

Балльно-рейтинговая система по дисциплине предусматривает поощрение студентов за работу в семестре проставлением «премиальных» баллов.

Нормы выставления дополнительных баллов:

Виды работ	Максимальная сумма баллов
Решение дополнительных задач	5
Участие в олимпиадах, конкурсах, конференциях в рамках предмета дисциплины	5
Итого	10

При подготовке к зачету студент внимательно просматривает примерный перечень вопросов к зачету.

Основой для сдачи зачета студентом является выполнение всех лабораторных работ. На зачете студент получает задание по выполнению лабораторной работы. Максимальное количество баллов, которое можно получить за выполненное задание, составляет 40 баллов.