

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ
Директор Таганрогского института
имени А.П. Чехова (филиала)
РГЭУ (РИНХ)
_____ Голобородько А.Ю.
« ____ » _____ 20__ г.

**Рабочая программа дисциплины
Прикладные модели эконометрики**

направление 09.03.03 Прикладная информатика
направленность (профиль) 09.03.03.01 Прикладная информатика в менеджменте

Для набора _____ года

Квалификация
Бакалавр

КАФЕДРА информатики**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	17 4/6			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Лабораторные	18	18	18	18
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	36	36	36	36
Итого	72	72	72	72

ОСНОВАНИЕ

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 29.08.2023 протокол № 1.

Программу составил(и): канд. физ.-мат.наук, Доц., Арапина-Арапова Е.С, _____

Зав. кафедрой: Тюшнякова И.А. _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	освоения дисциплины: формирование системы знаний, умений и навыков,
1.2	связанных с особенностями математических моделей и методов эконометрики как базы для
1.3	развития универсальных компетенций и основы для развития профессиональных компетенций.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПКР-1.1:	Применяет математические методы для решения практических задач
ПКР-1.2:	Применяет типовые подходы к разработке программного обеспечения
ПКР-1.3:	Использует методы системного анализа
УК-1.1:	Решает прикладные задачи с использованием современных информационно коммуникационных технологий
УК-1.2:	Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности
УК-1.3:	Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:	методов системного анализа и математического моделирования, математические методы в формализации решения прикладных задач
Уметь:	анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования, осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
Владеть:	применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
	Раздел 1. Парная корреляция и регрессия				
1.1	Ковариация. Выборочный коэффициент парной корреляции. ПК -23 Оценка значимости выборочного коэффициента парной корреляции. Модель парной регрессии. Основные понятия. Линейная парная регрессия. Определение параметров линейной парной модели методом МНК. Проверка значимости параметров парной линейной модели. Проверка выполнения предпосылок МНК. Оценка качества уравнения регрессии. Нелинейные модели парной регрессии /Лек/	6	9	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4
1.2	Модели парной регрессии /Лаб/	6	9	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3	
1.3	Проработка лекций, подготовка к контрольной работе /Ср/	6	36	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3	
	Раздел 2. Модель множественной регрессии				

2.1	Общий вид линейной модели множественной регрессии. Оценка параметров модели с помощью МНК. Отбор факторов. Анализ статистической значимости параметров модели. Оценка качества линейной модели множественной регрессии. Оценка влияния отдельных факторов на исследуемую переменную /Лек/	6	9	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3	
2.2	Модели множественной регрессии /Лаб/	6	9	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3	
Раздел 3. Контроль					
3.1	Зачет /Зачёт/	6	0	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3	

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1		Эконометрика: учебник	М.: Проспект, 2011	1
Л1.2	Хамидуллин Р. Я.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Москва: Университет Синергия, 2020	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571503 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.3	Балдин К. В., Башлыков В. Н., Рукоусев А. В.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебник	Москва: Дашков и К°, 2020	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573173 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.4	Яковлева, А. В.	Эконометрика: учебное пособие	Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2011	http://www.iprbookshop.ru/946.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.5	Мхитарян, В. С., Архипова, М. Ю., Сиротин, В. П.	Эконометрика: учебное пособие	Москва: Евразийский открытый институт, 2012	http://www.iprbookshop.ru/11125.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.6	Ивченко, Ю. С.	Эконометрика в MS EXCEL: лабораторный практикум	Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018	http://www.iprbookshop.ru/70785.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.7	Кремер, Н. Ш., Путько, Б. А., Кремер, Н. Ш.	Эконометрика: учебник для студентов вузов	Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017	http://www.iprbookshop.ru/71071.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.8	Орлов, А. И.	Эконометрика: учебное пособие	Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020	http://www.iprbookshop.ru/89481.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

5.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А.	Теория вероятностей и её инженерные приложения: учеб. пособие для студентов высш. техн. учеб. заведений	М.: Академия, 2003	3
Л2.2	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А.	Теория случайных процессов и её инженерные приложения: учеб. пособие для студентов высш. техн. учеб. заведений	М.: Академия, 2003	3
Л2.3	Завьялов О. Г., Подповетная Ю. В.	Теория вероятностей и математическая статистика с применением Excel и Maxima: учебное пособие	Москва: Прометей, 2018	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494942 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.4	Пучков, Н. П.	Математическая статистика. Применение в профессиональной деятельности: учебное пособие	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013	http://www.iprbookshop.ru/63860.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.5	Титов, А. Н., Бадертдинова, Е. Р., Климова, А. С.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008	http://www.iprbookshop.ru/64011.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.6	Хамидуллин, Р. Я.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Москва: Университет «Синергия», 2020	http://www.iprbookshop.ru/101341.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

5.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л.1	Гусева Е. Н.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Москва: ФЛИНТА, 2016	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83543 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л.2	Мацкевич И. Ю., Петрова Н. П., Тарусина Л. И.	Теория вероятностей и математическая статистика: практикум: учебное пособие	Минск: РИПО, 2017	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487930 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л.3	Проценко, В. Д., Лукьянова, Е. А., Ляпунова, Т. В., Шимкевич, Е. М., Токсонбаев, С. С., Гой, А. А.	Тестовые вопросы по теории вероятностей: учебно-методическое пособие	Москва: Российский университет дружбы народов, 2017	http://www.iprbookshop.ru/91081.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л.4	Александрова, О. В.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебно-методическое пособие	Макеевка: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019	http://www.iprbookshop.ru/92353.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- | |
|--|
| 1. Федеральный портал «Российское образование»/ http://www.edu.ru |
| 2. Национальная Электронная Библиотека (нэб.пф) http://xn--90ax2c.xn--p1ai/ |
| 3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – http://school-collection.edu.ru |
| 4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» https://cyberleninka.ru/ |

5.4. Перечень программного обеспечения

Microsoft Office

5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Помещения для проведения всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения. Для проведения лекционных занятий используется демонстрационное оборудование.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

1. 2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

1.1 Показатели и критерии оценивания компетенций:

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
ПКР-1: Способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач			
З: знает математические методы для решения практических задач	использование современных информационно-коммуникационных технологий и глобальных информационных ресурсов	соответствие представленной в ответах информации материалам лекции и учебной литературы, сведениям из информационных ресурсов Интернет;	ВЗ, ИДЗ, Т
У: умеет применять типовые подходы к разработке программного обеспечения	использование современных информационно-коммуникационных технологий и глобальных информационных ресурсов	соответствие представленной в ответах информации сведениям из информационных ресурсов Интернет.	ВЗ, ИДЗ, Т
В: владеет навыками Использования методов системного анализа	использование современных информационно-коммуникационных технологий и глобальных информационных ресурсов	достоверность решения задач с помощью программных средств	ВЗ, ИДЗ, Т
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач			
З: знает прикладные задачи с использованием современных информационно-коммуникационных	поиск и сбор необходимой литературы	умение пользоваться дополнительной литературой при подготовке к занятиям	ВЗ, ИДЗ, Т

технологий			
У: Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности	использование современных информационно-коммуникационных технологий и глобальных информационных ресурсов	достоверность решения задач с помощью программных средств	ВЗ, ИДЗ, Т
В: Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	использование современных информационно-коммуникационных технологий и глобальных информационных ресурсов	достоверность решения задач с помощью программных средств	ВЗ, ИДЗ, Т

ИДЗ – индивидуальное задание

ВЗ-вопросы к зачету

Т-тестовые задания

1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация в 6 семестре осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале:

50-100 баллов (зачет);

0-49 баллов (незачет).

1. работу - 3 баллов.
2. Степень успешности выполнения различных самостоятельных работ (письменных самостоятельных работ, творческих заданий, подготовки докладов и презентаций, тестирования по пройденным темам).

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

Вопросы к зачету

по дисциплине Прикладные модели эконометрики

1. Определение эконометрики. Эконометрический метод и этапы эконометрического исследования.
2. Парная регрессия. Способы задания уравнения парной регрессии.
3. Линейная модель парной регрессии. Смысл и оценка параметров.
4. Оценка существенности уравнения в целом и отдельных его параметров (F-критерий Фишера и t-критерий Стьюдента).
5. Прогноз по линейному уравнению регрессии. Средняя ошибка аппроксимации.
6. Нелинейная регрессия. Классы нелинейных регрессий.
7. Регрессии нелинейные относительно включенных в анализ объясняющих переменных.
8. Регрессии нелинейные по оцениваемым параметрам.
9. Коэффициенты эластичности для разных видов регрессионных моделей.
10. Корреляция и F -критерий Фишера для нелинейной регрессии.
11. Отбор факторов при построении уравнения множественной регрессии.
12. Оценка параметров уравнения множественной регрессии.
13. Множественная корреляция.
14. Частные коэффициенты корреляции.
15. F - критерий Фишера и частный F - критерий Фишера для уравнения множественной регрессии.
16. t -критерий Стьюдента для уравнения множественной регрессии.
17. Фиктивные переменные во множественной регрессии.
18. Предпосылки МНК: гомоскедастичность и гетероскедастичность.
19. Предпосылки МНК: автокорреляция остатков.
20. Обобщенный МНК.
- 21.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он показал наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целями обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике

- оценка «не зачтено» - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы

Лабораторные работы

по дисциплине Прикладные модели эконометрики

1. Тематика лабораторных работ по разделам и темам

Модуль 1 Парная корреляция и регрессия
Модели парной регрессии
Модуль 2 Модель множественной регрессии
Модели множественной регрессии

Тестовые задания к защите лабораторных работ

Парная корреляция и регрессия

- Наиболее наглядным видом выбора уравнения парной регрессии является:**
 - аналитический;
 - графический;
 - экспериментальный (табличный).
- Рассчитывать параметры парной линейной регрессии можно, если у нас есть:**
 - не менее 5 наблюдений;
 - не менее 7 наблюдений;
 - не менее 10 наблюдений.
- Суть метода наименьших квадратов состоит в:**
 - минимизации суммы остаточных величин;
 - минимизации дисперсии результативного признака;
 - минимизации суммы квадратов остаточных величин.
- Коэффициент линейного парного уравнения регрессии:**
 - показывает среднее изменение результата с изменением фактора на одну единицу;
 - оценивает статистическую значимость уравнения регрессии;
 - показывает, на сколько процентов изменится в среднем результат, если фактор изменится на 1%.
- На основании наблюдений за 50 семьями построено уравнение регрессии $\hat{y} = 284,56 + 0,672x$, где y - потребление, x - доход. Соответствуют ли знаки и значения коэффициентов регрессии теоретическим представлениям?**
 - да;
 - нет;
 - ничего определенного сказать нельзя.
- Суть коэффициента детерминации r_{xy}^2 состоит в следующем:**
 - оценивает качество модели из относительных отклонений по каждому наблюдению;
 - характеризует долю дисперсии результативного признака y , объясняемую регрессией, в общей дисперсии результативного признака;
 - характеризует долю дисперсии y , вызванную влиянием не учтенных в модели факторов.
- Качество модели из относительных отклонений по каждому наблюдению оценивает:**
 - коэффициент детерминации r_{xy}^2 ;
 - F -критерий Фишера;

- в) средняя ошибка аппроксимации \bar{A} .
8. **Значимость уравнения регрессии в целом оценивает:**
- а) F -критерий Фишера;
 б) t -критерий Стьюдента;
- в) коэффициент детерминации r_{xy}^2 .
9. **Классический метод к оцениванию параметров регрессии основан на:**
- а) методе наименьших квадратов;
 б) методе максимального правдоподобия;
 в) шаговом регрессионном анализе.
10. **Остаточная сумма квадратов равна нулю:**
- а) когда правильно подобрана регрессионная модель;
 б) когда между признаками существует точная функциональная связь;
 в) никогда.
11. **Объясненная (факторная) сумма квадратов отклонений в линейной парной модели имеет число степеней свободы, равное:**
- а) $n - 1$;
 б) 1;
 в) $n - 2$.
12. **Остаточная сумма квадратов отклонений в линейной парной модели имеет число степеней свободы, равное:**
- а) $n - 1$;
 б) 1;
 в) $n - 2$.
13. **Общая сумма квадратов отклонений в линейной парной модели имеет число степеней свободы, равное:**
- а) $n - 1$;
 б) 1;
 в) $n - 2$.
14. **Для оценки значимости коэффициентов регрессии рассчитывают:**
- а) F -критерий Фишера;
 б) t -критерий Стьюдента;
- в) коэффициент детерминации r_{xy}^2 .
15. **Какое уравнение регрессии нельзя свести к линейному виду:**
- а) $\hat{y}_x = a + b \cdot \ln x$;
 б) $\hat{y}_x = a \cdot x^b$;
 в) $\hat{y}_x = a + b \cdot x^c$.
16. **Какое из уравнений является степенным:**
- а) $\hat{y}_x = a + b \cdot \ln x$;
 б) $\hat{y}_x = a \cdot x^b$;
 в) $\hat{y}_x = a + b \cdot x^c$.
17. **Параметр b в степенной модели является:**
- а) коэффициентом детерминации;
 б) коэффициентом эластичности;
 в) коэффициентом корреляции.
18. **Коэффициент корреляции r_{xy} может принимать значения:**
- а) от -1 до 1;

- б) от 0 до 1;
- в) любые.

19. Для функции $y = a + \frac{b}{x} + \varepsilon$ средний коэффициент эластичности имеет вид:

а) $\bar{\varepsilon} = \frac{b \cdot \bar{x}}{a + b \cdot \bar{x}};$

б) $\bar{\varepsilon} = -\frac{b}{a \cdot \bar{x} + b};$

в) $\bar{\varepsilon} = -\frac{b \cdot \bar{x}}{a + b \cdot \bar{x}}.$

20. Какое из следующих уравнений нелинейно по оцениваемым параметрам:

а) $y = a + b \cdot x + \varepsilon;$

б) $y = a + b \cdot \ln x + \varepsilon;$

в) $y = a \cdot x^b \cdot \varepsilon.$

Модель множественной регрессии

1. Добавление в уравнение множественной регрессии новой объясняющей переменной:

- а) уменьшает значение коэффициента детерминации;
- б) увеличивает значение коэффициента детерминации;
- в) не оказывает никакого влияния на коэффициент детерминации.

2. Скорректированный коэффициент детерминации:

- а) меньше обычного коэффициента детерминации;
- б) больше обычного коэффициента детерминации;
- в) меньше или равен обычному коэффициенту детерминации;

3. С увеличением числа объясняющих переменных скорректированный коэффициент детерминации:

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется.

4. Число степеней свободы для остаточной суммы квадратов в линейной модели множественной регрессии равно:

- а) $n - 1;$
- б) $t;$
- в) $n - t - 1.$

5. Число степеней свободы для общей суммы квадратов в линейной модели множественной регрессии равно:

- а) $n - 1;$ б) $t;$ в) $n - t - 1.$

6. Число степеней свободы для факторной суммы квадратов в линейной модели множественной регрессии равно:

- а) $n - 1;$ б) $t;$ в) $n - t - 1.$

7. Множественный коэффициент корреляции $R_{y(x_1, x_2)} = 0,9.$ Определите, какой процент дисперсии зависимой переменной y объясняется влиянием факторов x_1 и x_2 :

- а) 90%;
- б) 81%;
- в) 19%.

8. Для построения модели линейной множественной регрессии вида $\hat{y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2$ необходимое количество наблюдений должно быть не менее:

- а) 2;
- б) 7;

в) 14.

9. Стандартизированные коэффициенты регрессии β_i :

- а) позволяют ранжировать факторы по силе их влияния на результат;
- б) оценивают статистическую значимость факторов;
- в) являются коэффициентами эластичности.

10. Частные коэффициенты корреляции:

- а) характеризуют тесноту связи рассматриваемого набора факторов с исследуемым признаком;
- б) содержат поправку на число степеней свободы и не допускают преувеличения тесноты связи;
- в) характеризуют тесноту связи между результатом и соответствующим фактором при элиминировании других факторов, включенных в уравнение регрессии.

11. Частный F-критерий:

- а) оценивает значимость уравнения регрессии в целом;
- б) служит мерой для оценки включения фактора в модель;
- в) ранжирует факторы по силе их влияния на результат.

12. Несмещенность оценки параметра регрессии, полученной по МНК, означает:

- а) что она характеризуется наименьшей дисперсией;
- б) что математическое ожидание остатков равно нулю;
- в) увеличение ее точности с увеличением объема выборки.

13. Эффективность оценки параметра регрессии, полученной по МНК, означает:

- а) что она характеризуется наименьшей дисперсией;
- б) что математическое ожидание остатков равно нулю;
- в) увеличение ее точности с увеличением объема выборки.

14. Состоятельность оценки параметра регрессии, полученной по МНК, означает:

- а) что она характеризуется наименьшей дисперсией;
- б) что математическое ожидание остатков равно нулю;
- в) увеличение ее точности с увеличением объема выборки.

15. Укажите истинное утверждение:

- а) скорректированный и обычный коэффициенты множественной детерминации совпадают только в тех случаях, когда обычный коэффициент множественной детерминации равен нулю;
- б) стандартные ошибки коэффициентов регрессии определяются значениями всех параметров регрессии;
- в) при наличии гетероскедастичности оценки параметров регрессии становятся смещенными.

16. При наличии гетероскедастичности следует применять:

- а) обычный МНК;
- б) обобщенный МНК;
- в) метод максимального правдоподобия.

17. Фиктивные переменные - это:

- а) атрибутивные признаки (например, как профессия, пол, образование), которым придали цифровые метки;
- б) экономические переменные, принимающие количественные значения в некотором интервале;
- в) значения зависимой переменной за предшествующий период времени.

18. Если качественный фактор имеет три градации, то необходимое число фиктивных переменных:

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2.

Индивидуальное задание

Теоретические сведения

1. Парная корреляция

1.1. Коэффициенты корреляции

Корреляционный анализ ставит своей целью проверку наличия и тесноты зависимости между переменными без разделения переменных на зависимые и объясняющие. Ответ на эти вопросы дается с помощью вычисления показателей или коэффициентов корреляции.

По аналитическому выражению зависимости подразделяются на линейные относительно фактора x , определяемые соотношением

$$y = a + b \cdot x \quad (1.1)$$

и нелинейные, к которым относятся все остальные виды зависимостей, например

$$y = a + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 + b_3 \cdot x^3, \quad y = a + \frac{b}{x}, \quad y = a \cdot b^x \quad \text{и т. д.}$$

Расчет коэффициентов корреляции основывается на использовании данных наблюдений за совместным изменением величин x и y , которые удобно представить в виде таблицы

Таблица 1.1

Данные наблюдений

	x	y
1	x_1	y_1
2	x_2	y_2
...
n	x_n	y_n

Каждая строка таблицы представляет собой результат одного наблюдения (x_i, y_i) за величинами x и y , проведенного в одних и тех условиях. Либо это значения двух показателей, характеризующие уровни одного и того же изучаемого объекта в различные моменты или периоды времени. Либо это значения двух показателей, характеризующие различные однородные объекты в один и тот же момент или период времени.

Тесноту связи в случае линейной зависимости характеризуют с помощью линейного коэффициента корреляции r_{xy}

$$r_{xy} = \frac{\frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (1.2)$$

или

$$r_{xy} = \frac{\overline{yx} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (1.3)$$

где n – количество наблюдений; x_i, y_i – данные наблюдений; \bar{x}, \bar{y} – средние значения переменных x и y ; σ_x, σ_y – средние квадратические отклонения переменных x и y

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\overline{x^2} - \bar{x}^2}; \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (y_i - \bar{y})^2} = \sqrt{\overline{y^2} - \bar{y}^2}. \quad (1.4)$$

Линейный коэффициент корреляции r_{xy} принимает значения в диапазоне $-1 \leq r_{xy} \leq 1$.

При $r_{xy} > 0$ связь является прямой, при $r_{xy} < 0$ – обратной.

Чем ближе величина $|r_{xy}|$ к единице, тем теснее линейная связь и тем лучше линейная зависимость согласуется с данными наблюдений. При $|r_{xy}| = 1$ связь становится функциональной, т. е. соотношение $y_i = a + b \cdot x_i$ выполняется для всех наблюдений.

На практике часто применяется градация степени тесноты связи, приведенная в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Количественные критерии оценки тесноты связи

Величина модуля коэффициента корреляции $ r_{xy} $	Характер связи
$ r_{xy} < 0,3$	Практически отсутствует
$0,3 \leq r_{xy} < 0,5$	Слабая
$0,5 \leq r_{xy} < 0,7$	Умеренная
$0,7 \leq r_{xy} $	Сильная

Тесноту нелинейной связи, задаваемой соотношением $\hat{y} = f(x)$, оценивают с помощью индекса корреляции R

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1.5)$$

где n – количество наблюдений; x_i, y_i – данные наблюдений; \bar{x}, \bar{y} – средние значения переменных x и y ; \hat{y}_i – расчетные значения переменной y , вычисленные по уравнению связи, т. е. $\hat{y}_i = f(x_i)$.

Индекс корреляции R принимает значения в диапазоне $0 \leq R \leq 1$.

Чем ближе величина R к единице, тем теснее данная связь, тем лучше зависимость $\hat{y} = f(x)$ согласуется с данными наблюдений. При $R = 1$ связь становится функциональной, т. е. соотношение $\hat{y}_i = f(x_i)$ выполняется для всех наблюдений.

1.2. Оценка значимости коэффициентов корреляции

Значения линейного коэффициента корреляции r_{xy} либо индекса корреляции R , близкие к нулевому, свидетельствуют о незначительности рассматриваемой зависимости между переменными x и y и случайности величины r_{xy} либо R .

Для оценки статистической значимости полученного значения линейного коэффициента корреляции r_{xy} используется t -критерий Стьюдента, согласно которому значение r_x считается статистически значимым, если выполняется условие

$$t_r = \frac{r_{xy}}{\sqrt{\frac{1-r_{xy}^2}{n-2}}} > t_{\text{крит}} \quad (1.6)$$

где n – количество наблюдений; $t_{\text{крит}} = t_{1-\alpha, n-2}$ представляет собой табличное значение t -критерия Стьюдента при уровне значимости α и числе степеней свободы $k = n-2$ (определяется по таблице П4.2).

Под *уровнем значимости* α понимается вероятность отвергнуть верную гипотезу. Обычно уровень значимости принимается равным $\alpha = 0,05$ или $\alpha = 0,01$.

Для оценки статистической значимости полученного значения индекса корреляции R используется F -критерий Фишера, согласно которому значение R считается статистически значимым, если выполняется условие

$$F_r = \frac{R^2}{1-R^2} (n-2) > F_{\text{крит}} \quad (1.7)$$

где n – количество наблюдений; $F_{\text{крит}}$ представляет собой табличное значение F -критерия Фишера при уровне значимости α и числе степеней свободы $k_1 = 1$, $k_2 = n-2$ (определяется по таблицам П4.3, П4.4).

1.3. Построение доверительного интервала

Проверка значимости полученного значения линейного коэффициента корреляции r_{xy} ничего не говорит о том, насколько это значение может отличаться от точного значения. Ответ на этот вопрос дает построение доверительного интервала.

Под *доверительным интервалом* понимаются пределы, в которых лежит точное значение определяемого показателя с заданной вероятностью ($P = 1-\alpha$).

Если в границы доверительного интервала попадает ноль, т. е. нижняя граница отрицательна, а верхняя положительна, то значение r_{xy} принимается равным нулю, так как он не может одновременно принимать и положительное, и отрицательное значения.

Для статистически значимого коэффициента корреляции r_{xy} доверительный интервал получают с использованием Z -преобразования Фишера:

$$z = Z(r_{xy}) = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{1+r_{xy}}{1-r_{xy}} \quad (1.8)$$

Первоначально определяется интервальная оценка для z

$$z \in \left[z' \pm t_{1-\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-3}} \right], \quad (1.9)$$

где $t_{1-\alpha/2}$ – квантиль стандартного нормального распределения порядка $1-\alpha/2$, $z' = Z(r_{xy})$ – значение Z -преобразования Фишера, соответствующее полученному значению коэффициента корреляции r_{xy} .

Граничные значения доверительного интервала (r^-, r^+) для r_{xy} получаются из граничных значений доверительного интервала (z^-, z^+) для z с помощью обратного Z -преобразования Фишера $r_{xy} = Z^{-1}(z)$

$$r^- = Z^{-1}(z^-); \quad r^+ = Z^{-1}(z^+). \quad (1.10)$$

Контрольные вопросы

1. Как вычисляется линейный коэффициент парной корреляции r_{xy} ?
2. Как вычисляется индекс корреляции R ?
3. Как осуществляется оценка статистической значимости линейного коэффициента парной корреляции r_{xy} ?
4. Как осуществляется оценка статистической значимости индекса корреляции R ?
5. Что называется уровнем значимости?
6. Как строится доверительный интервал для линейного коэффициента парной корреляции?

Задачи

1. По величине коэффициента линейной корреляции $r_{xy} = 0,46$ определить степень тесноты зависимости между признаками x и y . (Слабая).

2. На основе имеющихся исходных данных определить, какая из двух аналитических зависимостей определяет более тесную взаимосвязь:

1) $y = 54,1 + 12,5 \cdot x$, $r_{xy} = 0,56$;

2) $y = 61,2 \cdot 1,06^x$, $R = 0,74$.

(Вторая).

3. Можно ли говорить о наличии линейной зависимости между переменными x и y , если по 52 наблюдениям было получено значение $r_{xy} = 0,42$. Ответ дать с вероятностью ошибки 5%. (Можно).

ЗАДАНИЕ

Задание. На основании данных таблицы П1.1 для соответствующего варианта (табл. 1.3):

1. Вычислить линейный коэффициент парной корреляции r_{xy} и индекс корреляции R .

2. Проверить значимость коэффициента парной корреляции r_{xy} и индекса корреляции R при заданном уровне значимости α .

3. Построить доверительный интервал для значимого линейного коэффициента парной корреляции r_{xy} .

Варианты кривых выравнивания к лабораторной работе № 1

Вариант	Графы из табл. П1.1	Уровень значимости	Зависимость
1	1, 2	0,05	$-65+45 \cdot \ln x$
2	1, 3	0,025	$3,5 \cdot x^{0,9}$ ●
3	1, 4	0,01	$5+4 \cdot \ln x$
4	1, 5	0,05	$e^{0,35+0,08 \cdot x}$
5	1, 6	0,025	$5,9 \cdot x^{0,6}$ ●
6	1, 7	0,01	$15+85/x$
7	1, 8	0,05	$22 \cdot x^{0,4}$ ●
8	2,3	0,025	$-200+70 \cdot \ln x$
9	2, 4	0,01	$7 \cdot x^{0,24}$ ●
10	2, 5	0,05	$0,008 \cdot x^2$ ●
11	2, 6	0,025	$13 \cdot e^{0,013x}$
12	2, 7	0,01	$40-5 \cdot \ln x$
13	2, 8	0,05	$75-35 \cdot \ln x$
14	3,4	0,025	$1,5+4 \cdot \ln x$
15	3,5	0,01	$0,055 \cdot x^{1,6}$ ●
16	3, 6	0,05	$1,5 \cdot x^{0,8}$ ●
17	3, 7	0,025	$35-4 \cdot \ln x$
18	3, 8	0,01	$40-30 \cdot \ln x$
19	4,5	0,05	$12 \cdot e^{0,07x}$
20	4,6	0,025	$19 \cdot e^{0,04x}$
21	4,7	0,01	$35 \cdot x^{-0,2}$ ●
22	4,8	0,05	$25 \cdot x^{0,4}$ ●
23	5,6	0,025	$9 \cdot x^{0,4}$ ●
24	5,7	0,01	$25-1,7 \cdot \ln x$
25	5,8	0,05	$14+18 \cdot \ln x$

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ

Исходные данные:

- наблюдаемые значения переменных x и y заданы в таблице 1.4;
- для расчета индекса корреляции R использовать зависимость $\hat{y} = 0,09 \cdot x^{1,25}$;
- уровень значимости $\alpha = 0,05$.

Таблица 1. 4

Исходные данные

	Области	x	y		Области	x	y
1	Белгородская	113	39	12	Рязанская область	120	34
2	Брянская	124	37	13	Смоленская	125	39
3	Владимирская	124	36	14	Тамбовская	118	37

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Воронежская	122	36	15	Тверская	122	35
5	Ивановская	128	26	16	Тульская	133	54
6	Калужская	140	43	17	Ярославская	136	36
7	Костромская	117	31	18	Архангельская	136	35
8	Курская	113	40	19	Вологодская	138	34
9	Липецкая	122	48	20	Калининградская	124	48
10	Московская	139	64	21	Ленинградская	123	30
11	Орловская	126	39	22	Мурманская	149	59

1) Вычисление σ_x , σ_y и r_{xy} (1.3), (1.4). Используя данные таблицы 1.5 получим

Таблица 1.5

Промежуточные результаты расчетов

Номер наблюдения	x	y	x^2	y^2	xy	\hat{y}	$(\hat{y}-y)^2$	$(y-\bar{y})^2$
1	113	39	12769	1521	4407	33,16	34,13	1,00
2	124	37	15376	1369	4588	37,24	0,06	9,00
3	124	36	15376	1296	4464	37,24	1,54	16,00
4	122	36	14884	1296	4392	36,49	0,24	16,00
5	128	26	16384	676	3328	38,75	162,52	196,00
6	140	43	19600	1849	6020	43,34	0,12	9,00
7	117	31	13689	961	3627	34,63	13,19	81,00
8	113	40	12769	1600	4520	33,16	46,81	0,00
9	122	48	14884	2304	5856	36,49	132,44	64,00
10	139	64	19321	4096	8896	42,95	442,90	576,00
11	126	39	15876	1521	4914	37,99	1,01	1,00
12	120	34	14400	1156	4080	35,75	3,05	36,00
13	125	39	15625	1521	4875	37,62	1,91	1,00
14	118	37	13924	1369	4366	35,00	3,99	9,00
15	122	35	14884	1225	4270	36,49	2,22	25,00
16	133	54	17689	2916	7182	40,65	178,23	196,00
17	136	36	18496	1296	4896	41,80	33,63	16,00
18	136	35	18496	1225	4760	41,80	46,23	25,00

Номер наблюдения	x	y	x^2	y^2	xy	\hat{y}	$(\hat{y}-y)^2$	$(y-\bar{y})^2$
19	138	34	19044	1156	4692	42,57	73,42	36,00
20	124	48	15376	2304	5952	37,24	115,76	64,00
21	123	30	15129	900	3690	36,87	47,14	100,00
22	149	59	22201	3481	8791	46,85	147,58	361,00
Сумма	2792	880	356192	37038	112566	844,081	1488,136	1838
Среднее значение	126,91	40	16190,55	1683,545	5116,636	38,367	67,643	83,545

$$\sigma_x = \sqrt{x^2 - \bar{x}^2} = \sqrt{(16190,55 - (126,91)^2)} = 9,199,$$

$$\sigma_y = \sqrt{y^2 - \bar{y}^2} = \sqrt{(1683,545 - 40^2)} = 9,140,$$

$$r_{xy} = \frac{\overline{yx} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{5116,636 - 126,91 \cdot 40}{9,199 \cdot 9,140} = 0,479.$$

Вычисление R (1.5):

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{1486,136}{1838}} = 0,436.$$

2) Проверка значимости r_{xy} (1.6).

$$t_r = \frac{r_{xy}}{\sqrt{\frac{1-r_{xy}^2}{n-2}}} = \frac{0,479}{\sqrt{\frac{1-0,479^2}{22-2}}} = 2,44.$$

Для определения $t_{\text{крит}}$ может использоваться статистическая функция СТЬЮДРАСПОБР() из MS Excel (рис. 1.1), либо функция TINV() из OpenOffice.org Calc, либо таблица П4.2 из приложения.

При $\alpha = 0,05$ и степени свободы $k = n-2 = 20-2 = 20$

$$t_{\text{крит}} = t_{1-\alpha, n-2} = \text{СТЬЮДРАСПОБР}(0,05; 20) = 2,086.$$

СТЬЮДРАСПОБР	
Вероятность	0,05 = 0,05
Степени_свободы	20 = 20
= 2,085963441	
Возвращает обратное распределение Стьюдента.	

Рис. 1.1. Окно ввода параметров функции СТЬЮДРАСПОБР() MS Excel

Так как

$$t_r = 2,44 > t_{1-\alpha, n-2} = 2,086,$$

то делаем вывод о *статистической значимости* линейного коэффициента парной корреляции r_{xy} .

Проверка значимости индекса корреляции R (1.7). Значение F -критерия Фишера

$$F_r = \frac{R^2}{1-R^2}(n-2) = \frac{0,436^2}{1-0,436^2}(22-2) = 4,702$$

Для определения $F_{\text{крит}}$ может использоваться статистическая функция ФРАСПОБР() из MS Excel (рис. 1.2), либо функция FINV() из OpenOffice.org Calc, либо таблицы П4.3, П4.4 из приложения.

При $\alpha = 0,05$ и степенях свободы $k_1 = 1$, $k_2 = n - 2 = 20 - 2 = 20$.

$$F_{\text{крит}} = \text{ФРАСПОБР}(0,05;1;20) = 4,35$$

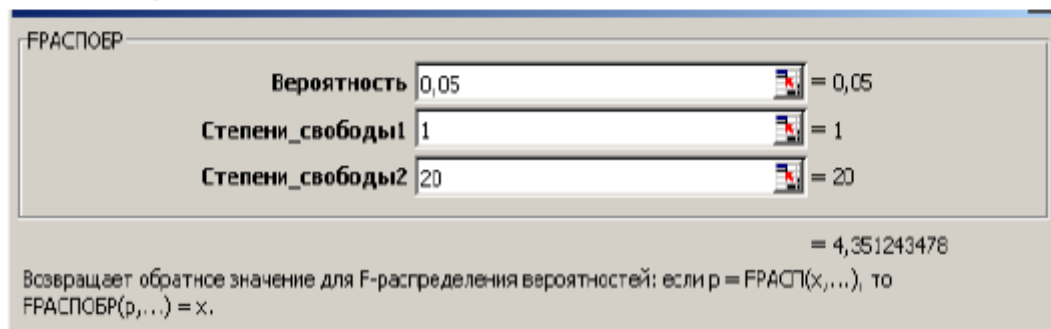


Рис. 1.2. Окно ввода параметров функции ФРАСПОБР() MS Excel

Так как

$$F_r = 4,702 > F_{\text{крит}} = 4,35,$$

то формально с погрешностью 5% индекс корреляции следует считать значимым и следовательно с вероятностью 95% нельзя отвергать наличие исследуемой зависимости, но учитывая близость значений $F_r = 4,702$ и $F_{\text{крит}} = 4,35$ зависимость следует считать практически отсутствующей, нельзя считать адекватной.

3) Построение доверительного интервала для линейного коэффициента корреляции r_{xy} (1.8) – (1.10).

Определим величину z (1.8) Z -преобразования Фишера

$$z = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{1+r_{xy}}{1-r_{xy}} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{1+0,479}{1-0,479} = 0,522.$$

Для определения $t_{1-\alpha/2}$ – квантиля стандартного нормального распределения порядка $1-\alpha/2 = 1 - 0,05/2 = 0,975$ может использоваться статистическая функция НОРМСТОБР(0,975) из MS Excel (рис. 1.3), либо функция NORMSINV(0,975) из OpenOffice.org Calc, либо таблицы П4.1 из приложения.

$$t_{1-\alpha/2} = \text{НОРМСТОБР}(0,975) = 1,96.$$

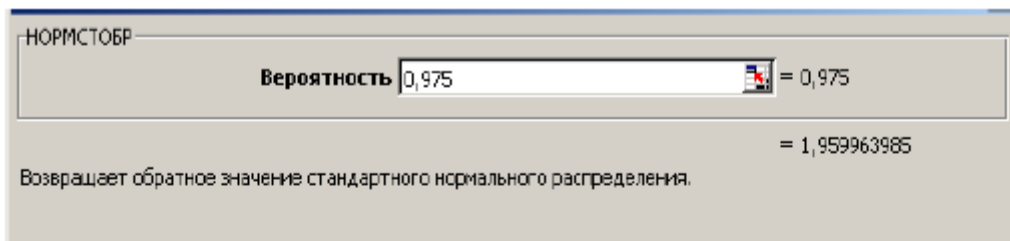


Рис. 1.3. Окно ввода параметров функции НОРМСТОБР() MS Excel

Для получения $t_{1-\alpha/2}$ из таблицы П4.1 нужно использовать соотношение

$$1-\alpha/2 - 0,5 = \Phi(t_{1-\alpha/2}),$$

т. е. нужно определить ячейку (клетку) таблицы, содержащую значение $1-\alpha/2 - 0,5$ и сложить значение t , соответствующее данной строке с номером столбца, умноженным на 0,01: $t_{1-\alpha/2} = t + \text{Nстолбца} \cdot 0,01$.

Так как $\alpha = 0,5$, $1-\alpha/2 - 0,5 = 1 - 0,05/2 - 0,5 = 0,475$. Ячейке, содержащей число 0,475, соответствуют $t = 1,9$ и $\text{Nстолбца} = 6$, поэтому

$$t_{1-\alpha/2} = t + \text{Nстолбца} \cdot 0,01 = 1,9 + 0,06 = 1,96.$$

$$\text{Вычислим } t_{1-\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-3}} = 1,96 \cdot \sqrt{\frac{1}{22-3}} = 1,96 \cdot 0,2294 = 0,450.$$

Вычислим границы доверительного интервала (z^- , z^+) для величины z

$$z^- = z' - t_{1-\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-3}} = 0,522 - 0,45 = 0,072,$$

$$z^+ = z' + t_{1-\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-3}} = 0,522 + 0,45 = 0,972.$$

Определим граничные значения доверительного интервала (r^- , r^+) для r_{xy} .

Для определения значения $r = Z^{-1}(z)$ может использоваться статистическая функция ФИШЕРОБР() из MS Excel (рис. 1.4), либо функция FISHERINV() из OpenOffice.org Calc.

$$r^- = Z^{-1}(z^-) = Z^{-1}(0,072) = 0,072; \quad r^+ = Z^{-1}(z^+) = Z^{-1}(0,972) = 0,75.$$

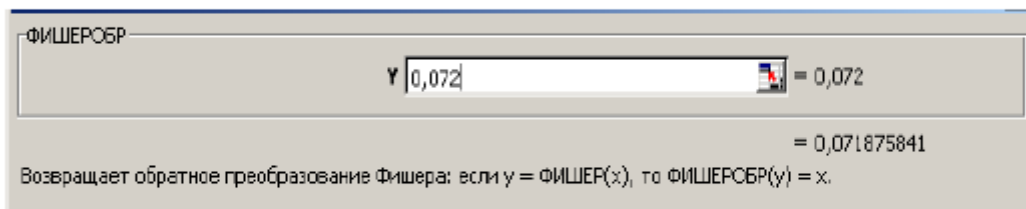


Рис. 1.4. Окно ввода параметров функции ФИШЕРОБР() MS Excel

Искомый доверительный интервал для r_{xy} имеет вид (0,072; 0,75).

Результаты:

- 1) Линейный коэффициент парной корреляции $r_{xy} = 0,479$, индекс корреляции $R = 0,436$.
- 2) Коэффициенты для r_{xy} и R статистически значимы.
- 3) Доверительный интервал для r_{xy} – (0,072; 0,75).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Таблицы исходных данных

Таблица П1.1

Исходные данные к лабораторной работе №1

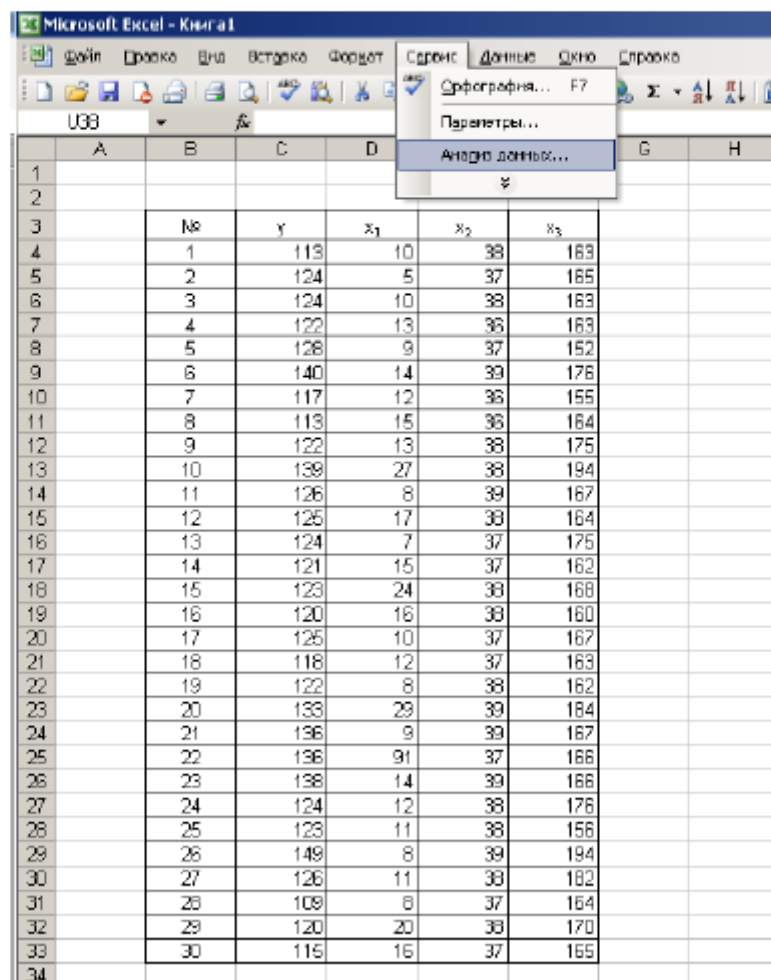
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	14	11	12	6	9	32	45
2	6	24	18	14	5	16	29	55
3	6	35	18	11	11	12	22	64
4	9	53	23	17	11	16	25	63
5	12	67	32	13	18	29	19	67
6	13	61	33	11	14	31	18	47
7	13	55	34	15	6	28	19	50
8	14	47	38	20	7	34	22	62
9	15	38	35	19	21	33	19	63
10	19	66	45	19	36	30	20	54
11	24	79	62	25	24	32	20	70
12	26	79	66	26	62	33	18	63
13	26	78	61	19	33	54	18	86
14	26	95	66	21	17	42	18	78
15	27	99	65	12	45	45	18	78
16	28	79	73	15	51	52	19	80
17	30	80	74	26	28	49	18	80
18	31	91	69	24	67	55	18	74
19	31	88	70	16	39	52	17	95
20	33	77	86	17	53	42	19	80
21	34	74	79	21	48	40	19	79
22	35	107	82	18	57	64	19	80
23	66	172	162	16	327	112	17	117
24	36	80	79	19	66	43	18	100
25	36	110	91	20	51	43	17	81
26	37	88	97	25	40	48	19	76
27	67	166	145	14	388	90	18	139
28	38	109	98	26	100	58	18	95
29	39	93	98	29	84	67	18	106
30	40	120	85	18	86	65	17	80
31	40	92	101	29	54	77	17	82
32	40	110	95	22	120	74	17	102
33	41	93	101	24	61	50	17	83
34	44	127	104	26	79	50	18	102
35	47	109	117	18	149	48	18	99
36	48	126	102	17	101	43	18	97
37	48	133	116	16	129	85	18	93
38	49	132	123	18	157	70	18	103
39	52	136	133	25	148	46	17	99
40	54	114	131	24	125	50	18	101

Приложение 2. Использование возможностей MS Excel для проведения корреляционного и регрессионного анализа

Корреляционный анализ

Рассмотрим построение корреляционной матрицы (матрицы парных корреляций) $\{r_{x_i x_j}\}$ по данным наблюдений за совместным изменением n переменных x_j (табл. 3.1).

Расположим исходные данные в ячейках с C4 по F33 (рис. П2.1) и вызовем функцию «Сервис.Анализ данных.Корреляция» табличного процессора MS Excel (рис. П2.1, П2.2).



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a data table and the 'Data Analysis' menu open. The data table is as follows:

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3		№	y	x ₁	x ₂	x ₃
4		1	113	10	38	163
5		2	124	5	37	165
6		3	124	10	38	163
7		4	122	13	36	163
8		5	128	9	37	152
9		6	140	14	39	176
10		7	117	12	36	155
11		8	113	15	36	164
12		9	122	13	38	175
13		10	139	27	38	194
14		11	126	8	39	167
15		12	125	17	38	164
16		13	124	7	37	175
17		14	121	15	37	162
18		15	123	24	38	168
19		16	120	16	38	160
20		17	125	10	37	167
21		18	118	12	37	163
22		19	122	8	38	162
23		20	133	29	39	184
24		21	136	9	39	167
25		22	136	9	37	166
26		23	138	14	39	166
27		24	124	12	38	176
28		25	123	11	38	156
29		26	149	8	39	194
30		27	126	11	38	182
31		28	109	8	37	164
32		29	120	20	38	170
33		30	115	16	37	165
34						

Рис. П2.1. Вызов функции «Сервис.Анализ данных»

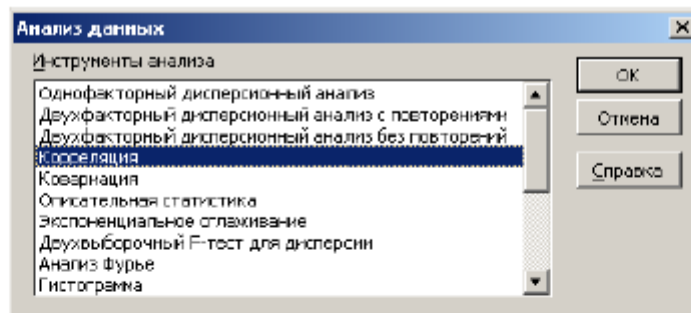


Рис. П2.2. Вызов функции «Сервис.Анализ данных.Корреляция»

В окне ввода параметров функции «Сервис.Анализ данных.Корреляция» (рис. П2.3) необходимо указать диапазон ячеек, содержащих исходные данные («Входной интервал»), и диапазон ячеек, в которых будет располагаться полученная корреляционная матрица («Выходной интервал»).

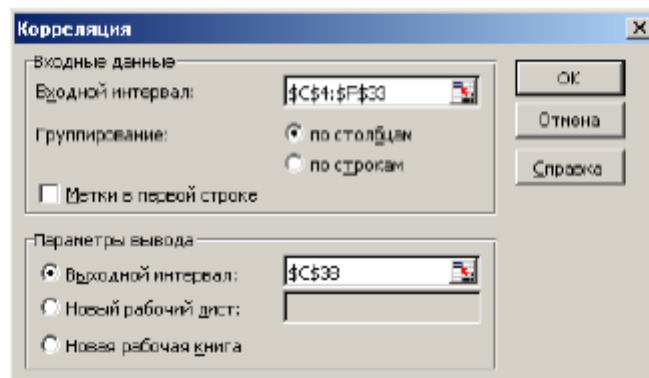


Рис. П2.3. Окно ввода параметров функции «Сервис.Анализ данных.Корреляция»

В области ячеек, начиная с указанной ячейки C38 получим искомую матрицу (рис. П2.4):

	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4
Столбец 1	1			
Столбец 2	0,263	1		
Столбец 3	0,605	-0,071	1	
Столбец 4	0,599	0,091	0,471	1

Рис. П2.4. Корреляционная матрица

Регрессионный анализ

Рассмотрим построение уравнения линейной множественной регрессии по данным наблюдений за совместным изменением $p+1$ переменной y и x_j и $((y_i, x_{j,i}); j=1, 2, \dots, p; i=1, 2, \dots, n)$ (табл. 3.1).

Будем считать, что имеется три факторные переменные ($p = 3$) и число наблюдений равно 30. Расположим исходные данные в ячейках с C4 по F33 и вызовем функцию «Сервис.Анализ данных.Регрессия» табличного процессора MS Excel

(рис.П2.1, П2.5), в результате чего на экране появится окно ввода параметров данной функции (рис. П2.6).

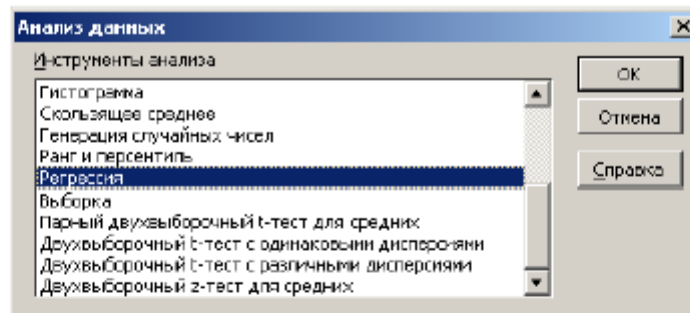


Рис. П2.5. Вызов функции «Сервис.Анализ данных. Регрессия»

В окне ввода параметров функции «Сервис.Анализ данных. Регрессия» (рис. П2.6) необходимо указать диапазон ячеек, содержащих исходные данные («Входной интервал по Y», «Входной интервал по X»), и место, где будут располагаться результаты: диапазон ячеек на данном рабочем листе, новый рабочий лист, новая рабочая книга («Выходной интервал»). Если требуется получить уравнение регрессии без свободного члена, то нужно установить флажок «Константа–ноль» (рис. П2.6);

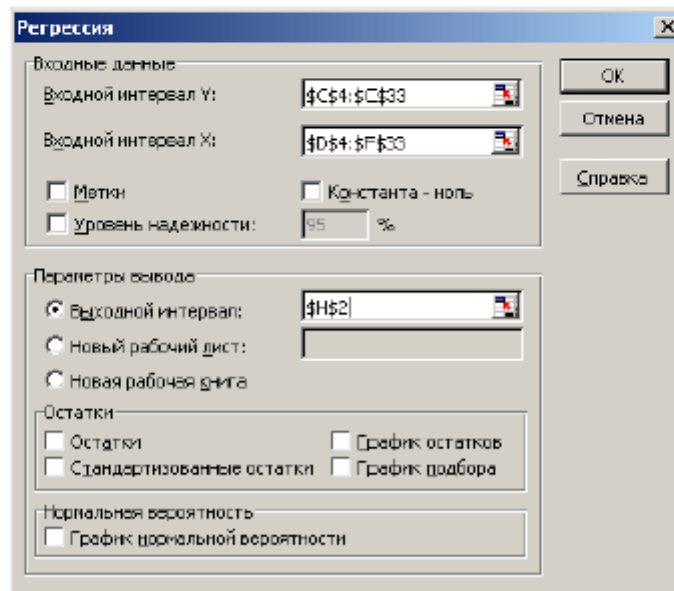


Рис. П2.6. Окно ввода параметров функции «Сервис.Анализ данных. Регрессия»

После выполнения функции «Сервис.Анализ данных. Регрессия» рабочий лист Excel примет вид (рис. П2.7).

№	y	x ₁	x ₂	x ₃
1	113	10	38	163
2	124	5	37	165
3	124	10	38	163
4	122	13	36	163
5	128	9	37	162
6	140	14	39	176
7	117	12	36	165
8	113	15	36	164
9	122	13	38	175
10	139	27	38	194
11	126	8	39	167
12	125	17	38	164
13	124	7	37	175
14	121	5	37	162
15	123	24	38	188
16	120	16	38	180
17	125	10	37	167
18	118	12	37	163
19	122	8	36	162
20	133	29	39	184
21	136	9	39	167
22	136	91	37	166
23	138	14	39	186
24	124	12	38	176
25	123	11	38	166
26	149	8	39	194
27	126	11	38	182
28	109	8	37	164
29	120	20	38	170
30	115	16	37	165

ВЫВОД ИТОГОВ							
Регрессионная статистика							
Множественный R	0,748046						
R-квадрат	0,560572						
Нормированный R-квадрат	0,508754						
Стандартная ошибка	6,301513						
Наблюдения	30						
Дисперсионный анализ							
	df	SS	MS	F	значимость F		
Регрессия	3	1311,731	437,2437	11,01118	7,55E-06		
Остаток	26	1032,436	39,70906				
Итого	29	2344,167					
Кoeffициенты, стандартные ошибки коэффициентов, статистика t-критерия, значения p, доверительные интервалы							
Y-пересеч	-99,8165	48,80931	-2,06342	0,050218	-199,733	0,102343	-199,733
Переменная 1	0,153849	0,07748	1,986649	0,057713	-0,00541	0,313111	-0,00541
Переменная 2	4,468819	1,461728	3,060375	0,005206	1,454184	7,463444	1,454184
Переменная 3	0,322617	0,13371	2,420292	0,022796	0,048772	0,598461	0,048772

Рис. П2.7. Результаты регрессионного анализа – вызова функции «Сервис.Анализ данных. Регрессия»

Результаты регрессионного анализа представлены в виде трех таблиц

Таблица П2.1

Результаты корреляционного анализа («Регрессионная статистика»)

Множественный R	0,748
R-квадрат	0,560
Нормированный R-квадрат	0,509
Стандартная ошибка	6,302
Наблюдения	30

Множественный коэффициент корреляции R
 Коэффициент детерминации R²
 Модифицированный коэффициент детерминации \bar{R}^2 (У3.28)
 Стандартная ошибка определения R
 Число наблюдений

Результаты дисперсионного анализа

Пояснения	Число степеней свободы <i>df</i>	Сумма квадратов отклонений <i>SS</i>	Дисперсия на 1 степень свободы <i>MS</i>	Статистика Фишера <i>F</i>	Уровень значимости <i>F</i>
Регрессия	3	1311,7	437,2	11,011	7,55E-05
Остаток	26	1032,4	39,7		
Итого	29	2344,2			

Столбец «Сумма квадратов отклонений» содержит следующие суммы:

$$\text{Регрессия} = \frac{1}{n} \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2; \quad \text{Остаток} = \frac{1}{n} \sum (\hat{y}_i - y_i)^2; \quad \text{Итого} = \frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2.$$

Столбцы «Статистика Фишера *F*» и «Уровень значимости» содержат фактическое значение критерия Фишера $F = 11,011$ и минимальный уровень значимости уравнения регрессии α_0 , т. е. уравнение регрессии значимо при всех $\alpha > \alpha_0$.

Таблица П2.3

Результаты регрессионного анализа

Пояснения	Коэффициенты уравнения регрессии	Стандартная ошибка определения коэффициентов	t-статистика	Вероятность ошибки α	Нижние 95%-пределы	Верхние 95%-пределы
Показатели	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	-99,816	48,6093	-2,0534	0,0502	-199,7334	0,1023
Переменная X 1	0,154	0,0775	1,9856	0,0577	-0,0054	0,3131
Переменная X 2	4,459	1,4617	3,0504	0,0052	1,4542	7,4634
Переменная X 3	0,324	0,1337	2,4203	0,0228	0,0488	0,5985

Искомые значения коэффициентов линейного уравнения регрессии (a , b_i) берутся из столбца «Коэффициенты» таблицы результатов регрессии (табл. 2.3), из которой следует, что уравнение регрессии имеет вид

$$\hat{y} = -99,816 + 0,154 \cdot x_1 + 4,459 \cdot x_2 + 0,324 \cdot x_3.$$

Столбец «Стандартная ошибка определения коэффициентов» содержит стандартные ошибки определения коэффициентов уравнения регрессии.

Столбец «t-статистика» содержит фактические значения критерия Стьюдента для соответствующего коэффициента.

Столбец «Вероятность ошибки» содержит минимальный уровень значимости коэффициента α_0 .

Столбцы «Нижние 95%-пределы» и «Верхние 95%-пределы» содержат границы доверительных интервалов для значений коэффициентов. Разные знаки нижней и верхней границы доверительного интервала говорят о ненадежности полученного значения соответствующего коэффициента (свободный член и первый коэффициент в нашем примере).

Приложение 4. Статистические таблицы

4.1. Нормированная функция Лапласа

$$\Phi(e) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^e e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^0 e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt$$

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	40	80	120	160	199	239	279	319	359
0.1	398	438	478	517	557	596	636	675	714	753
0.2	793	832	871	910	948	987	1026	1064	1103	1141
0.3	1179	1217	1255	1293	1331	1368	1406	1443	1480	1517
0.4	1554	1591	1628	1664	1700	1736	1772	1808	1844	1879
0.5	1915	1950	1985	2019	2054	2088	2123	2157	2190	2224
0.6	2257	2291	2324	2357	2389	2422	2454	2486	2517	2549
0.7	2580	2611	2642	2673	2704	2734	2764	2794	2823	2852
0.8	2881	2910	2939	2967	2995	3023	3051	3078	3106	3133
0.9	3159	3186	3212	3238	3264	3289	3315	3340	3365	3389
1	3413	3438	3461	3485	3508	3531	3554	3577	3599	3621
1.1	3643	3665	3686	3708	3729	3749	3770	3790	3810	3830
1.2	3849	3869	3888	3907	3925	3944	3962	3980	3997	4015
1.3	4032	4049	4066	4082	4099	4115	4131	4147	4162	4177
1.4	4192	4207	4222	4236	4251	4265	4279	4292	4306	4319
1.5	4332	4345	4357	4370	4382	4394	4406	4418	4429	4441
1.6	4452	4463	4474	4484	4495	4505	4515	4525	4535	4545
1.7	4554	4564	4573	4582	4591	4599	4608	4616	4625	4633
1.8	4641	4649	4656	4664	4671	4678	4686	4693	4699	4706
1.9	4713	4719	4726	4732	4738	4744	4750	4756	4761	4767
2	4772	4778	4783	4788	4793	4798	4803	4808	4812	4817
2.1	4821	4826	4830	4834	4838	4842	4846	4850	4854	4857
2.2	4861	4864	4868	4871	4875	4878	4881	4884	4887	4890
2.3	4893	4896	4898	4901	4904	4906	4909	4911	4913	4916
2.4	4918	4920	4922	4925	4927	4929	4931	4932	4934	4936
2.5	4938	4940	4941	4943	4945	4946	4948	4949	4951	4952
2.6	4953	4955	4956	4957	4959	4960	4961	4962	4963	4964
2.7	4965	4966	4967	4968	4969	4970	4971	4972	4973	4974
2.8	4974	4975	4976	4977	4977	4978	4979	4979	4980	4981
2.9	4981	4982	4982	4983	4984	4984	4985	4985	4986	4986
3	4987	4987	4987	4988	4988	4989	4989	4989	4990	4990
3.1	4990	4991	4991	4991	4992	4992	4992	4992	4993	4993
3.2	4993	4993	4994	4994	4994	4994	4994	4995	4995	4995
3.3	4995	4995	4995	4996	4996	4996	4996	4996	4996	4997
3.4	4997	4997	4997	4997	4997	4997	4997	4997	4997	4998
3.5	4998	4998	4998	4998	4998	4998	4998	4998	4998	4998
*Значения ординат увеличены в 10 000 раз										

4.2. Значения критических уровней $t_{\alpha,k}$ в зависимости от k степеней свободы и заданного уровня значимости α для распределения Стьюдента

$k \backslash \alpha$	0,1	0,05	0,025	0,02	0,01	0,005	0,001
1	6,31	12,71	25,45	31,82	63,66	127,32	636,62
2	2,92	4,30	6,21	6,96	9,92	14,09	31,60
3	2,35	3,18	4,18	4,54	5,84	7,45	12,92
4	2,13	2,78	3,50	3,75	4,60	5,60	8,61
5	2,02	2,57	3,16	3,36	4,03	4,77	6,87
6	1,94	2,45	2,97	3,14	3,71	4,32	5,96
7	1,89	2,36	2,84	3,00	3,50	4,03	5,41
8	1,86	2,31	2,75	2,90	3,36	3,83	5,04
9	1,83	2,26	2,69	2,82	3,25	3,69	4,78
10	1,81	2,23	2,63	2,76	3,17	3,58	4,59
11	1,80	2,20	2,59	2,72	3,11	3,50	4,44
12	1,78	2,18	2,56	2,68	3,05	3,43	4,32
13	1,77	2,16	2,53	2,65	3,01	3,37	4,22
14	1,76	2,14	2,51	2,62	2,98	3,33	4,14
15	1,75	2,13	2,49	2,60	2,95	3,29	4,07
16	1,75	2,12	2,47	2,58	2,92	3,25	4,01
17	1,74	2,11	2,46	2,57	2,90	3,22	3,97
18	1,73	2,10	2,45	2,55	2,88	3,20	3,92
19	1,73	2,09	2,43	2,54	2,86	3,17	3,88
20	1,72	2,09	2,42	2,53	2,85	3,15	3,85
21	1,72	2,08	2,41	2,52	2,83	3,14	3,82
22	1,72	2,07	2,41	2,51	2,82	3,12	3,79
23	1,71	2,07	2,40	2,50	2,81	3,10	3,77
24	1,71	2,06	2,39	2,49	2,80	3,09	3,75
25	1,71	2,06	2,38	2,49	2,79	3,08	3,73
26	1,71	2,06	2,38	2,48	2,78	3,07	3,71
27	1,70	2,05	2,37	2,47	2,77	3,06	3,69
28	1,70	2,05	2,37	2,47	2,76	3,05	3,67
29	1,70	2,05	2,36	2,46	2,76	3,04	3,66
30	1,70	2,04	2,36	2,46	2,75	3,03	3,65
35	1,69	2,03	2,34	2,44	2,72	3,00	3,59
40	1,68	2,02	2,33	2,42	2,70	2,97	3,55
45	1,68	2,01	2,32	2,41	2,69	2,95	3,52
50	1,68	2,01	2,31	2,40	2,68	2,94	3,50
60	1,67	2,00	2,30	2,39	2,66	2,91	3,46
70	1,67	1,99	2,29	2,38	2,65	2,90	3,44
80	1,66	1,99	2,28	2,37	2,64	2,89	3,42
100	1,66	1,98	2,28	2,36	2,63	2,87	3,39
∞	1,64	1,96	2,24	2,33	2,58	2,81	3,29

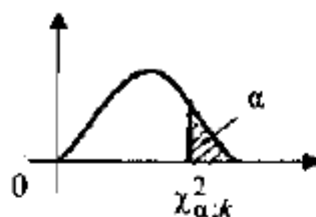
4.3. Значения F -критерия Фишера на уровне значимости $\alpha = 0,05$

$k_2 \backslash k_1$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
1	161,45	199,50	215,71	224,58	230,16	233,99	238,88	243,91	249,05	254,31
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,85	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,51	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,37	2,20	2,01	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,31	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
35	4,12	3,27	2,87	2,64	2,49	2,37	2,22	2,04	1,83	1,56
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
45	4,06	3,20	2,81	2,58	2,42	2,31	2,15	1,97	1,76	1,47
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,74	1,44
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,07	1,89	1,67	1,35
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,88	1,65	1,32
90	3,95	3,10	2,71	2,47	2,32	2,20	2,04	1,86	1,64	1,30
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,31	2,19	2,03	1,85	1,63	1,28
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	1,94	1,75	1,52	1,00

4.4. Значения F -критерия Фишера на уровне значимости $\alpha = 0,01$

$k_2 \backslash k_1$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
1	4052,18	4999,50	5403,35	5624,58	5763,65	5858,99	5981,07	6106,32	6234,63	6365,86
2	98,50	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,37	99,42	99,46	99,50
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,49	27,05	26,60	26,13
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,80	14,37	13,93	13,46
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,29	9,89	9,47	9,02
6	13,75	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,10	7,72	7,31	6,88
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,84	6,47	6,07	5,65
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,03	5,67	5,28	4,86
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,47	5,11	4,73	4,31
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,06	4,71	4,33	3,91
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,74	4,40	4,02	3,60
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,50	4,16	3,78	3,36
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,30	3,96	3,59	3,17
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,14	3,80	3,43	3,00
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,00	3,67	3,29	2,87
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	3,89	3,55	3,18	2,75
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,79	3,46	3,08	2,65
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,71	3,37	3,00	2,57
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,63	3,30	2,92	2,49
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,56	3,23	2,86	2,42
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,51	3,17	2,80	2,36
22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,45	3,12	2,75	2,31
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,41	3,07	2,70	2,26
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,36	3,03	2,66	2,21
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,85	3,63	3,32	2,99	2,62	2,17
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,29	2,96	2,58	2,13
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,26	2,93	2,55	2,10
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,23	2,90	2,52	2,06
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,20	2,87	2,49	2,03
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,17	2,84	2,47	2,01
35	7,42	5,27	4,40	3,91	3,59	3,37	3,07	2,74	2,36	1,89
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	2,99	2,66	2,29	1,80
45	7,23	5,11	4,25	3,77	3,45	3,23	2,94	2,61	2,23	1,74
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,19	2,89	2,56	2,18	1,68
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,82	2,50	2,12	1,60
70	7,01	4,92	4,07	3,60	3,29	3,07	2,78	2,45	2,07	1,54
80	6,96	4,88	4,04	3,56	3,26	3,04	2,74	2,42	2,03	1,49
90	6,93	4,85	4,01	3,53	3,23	3,01	2,72	2,39	2,00	1,46
100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,21	2,99	2,69	2,37	1,98	1,43
∞	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,51	2,18	1,79	1,00

4.5. Значения $\chi^2_{\alpha;k}$ критерия Пирсона



Число степеней свободы k	Вероятность α												
	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
1	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,15	0,45	1,07	1,64	2,71	3,84	5,41	6,64
2	0,02	0,04	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	7,82	9,21
3	0,11	0,18	0,35	0,58	1,00	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	9,84	11,3
4	0,30	0,43	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	11,7	13,3
5	0,55	0,75	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,1	13,4	15,1
6	0,87	1,13	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,6	12,6	15,0	16,8
7	1,24	1,56	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,0	14,1	16,6	18,5
8	1,65	2,03	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,0	13,4	15,5	18,2	20,1
9	2,09	2,53	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,7	12,2	14,7	16,9	19,7	21,7
10	2,56	3,06	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,8	13,4	16,0	18,3	21,2	23,2
11	3,05	3,61	4,58	5,58	6,99	8,15	10,3	12,9	14,6	17,3	19,7	22,6	24,7
12	3,57	4,18	5,23	6,30	7,81	9,03	11,3	14,0	15,8	18,5	21,0	24,1	26,2
13	4,11	4,76	5,89	7,04	8,63	9,93	12,3	15,1	17,0	19,8	22,4	25,5	27,7
14	4,66	5,37	6,57	7,79	9,47	10,8	13,3	16,2	18,1	21,1	23,7	26,9	29,1
15	5,23	5,98	7,26	8,55	10,3	11,7	14,3	17,3	19,3	22,3	25,0	28,3	30,6
16	5,81	6,61	7,96	9,31	11,1	12,6	15,3	18,4	20,5	23,5	26,3	29,6	32,0
17	6,41	7,26	8,67	10,1	12,0	13,5	16,3	19,5	21,6	24,8	27,6	31,0	33,4
18	7,02	7,91	9,39	10,9	12,9	14,4	17,3	20,6	22,8	26,0	28,9	32,3	34,8
19	7,63	8,57	10,1	11,6	13,7	15,3	18,3	21,7	23,9	27,2	30,1	33,7	36,2
20	8,26	9,24	10,8	12,4	14,6	16,3	19,3	22,8	25,0	28,4	31,4	35,0	37,6
21	8,90	9,92	11,6	13,2	15,4	17,2	20,3	23,9	26,2	29,6	32,7	36,3	38,9
22	9,54	10,6	12,3	14,0	16,3	18,1	21,3	24,9	27,3	30,8	33,9	37,7	40,3
23	10,2	11,3	13,1	14,8	17,2	19,0	22,3	26,0	28,4	32,0	35,2	39,0	41,6
24	10,9	12,0	13,8	15,7	18,1	19,9	23,3	27,1	29,6	33,2	36,4	40,3	43,0
25	11,5	12,7	14,6	16,5	18,9	20,9	24,3	28,2	30,7	34,4	37,7	41,7	44,3
26	12,2	13,4	15,4	17,3	19,8	21,8	25,3	29,2	31,8	35,6	38,9	42,9	45,6
27	12,9	14,1	16,1	18,1	20,7	22,7	26,3	30,3	32,9	36,7	40,1	44,1	47,0
28	13,6	14,8	16,9	18,9	21,6	23,6	27,3	31,4	34,0	37,9	41,3	45,4	48,3
29	14,3	15,6	17,7	19,8	22,5	24,6	28,3	32,5	35,1	39,1	42,6	46,7	49,6
30	14,9	16,3	18,5	20,6	23,4	25,5	29,3	33,5	36,2	40,3	43,8	48,0	50,9

**Приложение 5. Функции табличных процессоров MS Excel
и OpenOffice.org Calc**

5.1. Функции табличного процессора MS Excel

Значение	Обозначение	Функция
Критическое значение F -критерия Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы k_1 и k_2	$F_{крит}$	ФРАСПОБР(α ; k_1 ; k_2)
Критическое значение t -критерия Стьюдента при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы k	$t_{крит}$	СТЪЮДРАСПОБР(α ; k)
Квантиль стандартного нормального распределения порядка $1-\alpha/2$	$t_{1-\alpha/2}$	НОРМСТОБР($1-\alpha/2$)
Среднее квадратическое отклонение	σ	СТАНДОТКЛОН()
Среднее значение	\bar{x}	СРЗНАЧ()
Преобразование Фишера	$z = Z(r)$	ФИШЕР(r)
Обратное преобразование Фишера	$r = Z^{-1}(z)$	ФИШЕРОБР(z)
Вычисление коэффициента корреляции	r_{xy}	КОРРЕЛ()

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту за выполнение лабораторной работы, если он в ходе защиты показал наличие твердых знаний по материалу лабораторной работы, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике

- оценка «не зачтено» - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 3 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Зачет проводится по окончании теоретического обучения до начала экзаменационной сессии.

Проверка ответов и объявление результатов производится в день зачета. Результаты аттестации заносятся в зачетную ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Методические указания по освоению дисциплины «Прикладные модели эконометрики» адресованы студентам всех форм обучения.

Учебным планом по направлению подготовки 09.03.03 "Прикладная информатика" профиль 09.03.03.01 "Прикладная информатика в менеджменте" предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- лабораторные работы.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном

материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Изучение дисциплины проходит с акцентом на лабораторные работы. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах с применением специально разработанных учебно-методических материалов, в которых изложены подробные методические рекомендации по изучению каждой темы и выполнению заданий. Наличие таких учебно-методических и дидактических материалов позволяет каждому студенту работать в своем индивидуальном темпе, а также дополнительно прорабатывать изучаемый материал во время самостоятельных занятий.

Для успешного овладения предлагаемым курсом студент должен обладать определённой информационной культурой: навыками работы с литературой, умением определять и находить информационные ресурсы, соответствующие целям и задачам образовательного процесса, получать к ним доступ и использовать в целях повышения эффективности своей профессиональной деятельности. При изучении данного курса необходимо максимально использовать компьютер, изучать дополнительные информационные ресурсы.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).