

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Автоматика и информационные технологии в управлении»

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.14 «ЭКОНОМЕТРИКА»**

Направление подготовки  
38.03.01 Менеджмент

Направленность (профиль) подготовки  
«Производственный менеджмент»

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очно-заочная

## **1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины**

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – не менее 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – не менее 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – не менее 1 часа в неделю.

### **Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»):**

- написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины;
- подготовка к практическим занятиям: необходимо изучить рекомендованные преподавателем источники (основную и дополнительную литературу, интернет-ресурсы) и выполнить подготовительные задания;
- при изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции, не применялся на практическом занятии. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:
  - после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).
  - при подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущей лекции (10-15 минут),
  - в течение периода времени между занятиями выбрать время (минимум 1 час) для самостоятельной работы, проверить термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

### **Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины») *Рекомендации по работе с литературой***

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучается и дополнительная рекомендованная литература. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке или с помощью сети Интернет (источники, которые могут быть скачены без нарушения авторских прав).

#### ***Работа студента на лекции***

Только слушать лекцию и записывать за лектором все, что он говорит, недостаточно. В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно он это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать. Необходим систематический труд в течение всего семестра. При написании конспекта лекций следует придерживаться следующих правил и рекомендаций:

- конспект нужно записывать «своими словами» лишь после того, как излагаемый лектором тезис будет вами дослушан до конца и понят;
- при конспектировании следует отмечать непонятные, на данном этапе, места; записывать те пояснения лектора, которые показались особенно важными;
- при ведении конспекта рекомендуется вести нумерацию разделов, глав, формул (в случае, если лектор не заостряет на этом внимание), это позволит при подготовке к сдаче зачета, не

запутаться в структуре лекционного материала;

- рекомендуется в каждом более или менее законченном пункте выразить свое мнение, комментарий, вывод.

При изучении лекционного материала у студента могут возникнуть вопросы. С ними следует обратиться к преподавателю после лекции. В заключение следует отметить, что конспект каждый студент записывает лично для себя. Поэтому конспект надо писать так, чтобы им было удобно пользоваться.

#### ***Подготовка к практическим занятиям***

Практические занятия по решению типовых задач по изучаемой теме существенно дополняют лекции. В процессе решения задач, анализа полученных результатов студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса, учебной литературы, информационных источников. Решение задач способствует закреплению знаний, а также формирует особый стиль умственной деятельности. В часы самостоятельной работы студенты могут закончить решение задач, которые не успели решить во время аудиторных занятий. Также могут быть заданы задания для выполнения самостоятельно.

#### ***Подготовка к промежуточной аттестации***

Форма промежуточной аттестации обучающихся – экзамен или зачет. Промежуточная аттестация способствуют обобщению и закреплению знаний и умений, приведению их в строгую систему, а также устранению возникших в процессе занятий пробелов. Готовясь к промежуточной аттестации, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, на практических занятиях. Промежуточная аттестация дает возможность также выявить, умеют ли студенты использовать теоретические знания при решении задач. На промежуточной аттестации оцениваются: понимание и степень усвоения теории; методическая подготовка; знание фактического материала; знакомство с основной, дополнительной литературой; умение применить теорию к практике, знание исторических аспектов развития предметной области дисциплины; логика, структура, стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения. Целесообразно тщательно систематизировать материал при вдумчивом повторении, запоминании формулировок, установлении внутриматериальных связей, увязке различных тем и разделов, закреплении путем решения задач.

Подготовку к промежуточной аттестации следует начинать с определения объема материала, подлежащего проработке. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе – этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

Преподаватель осуществляет взаимодействие (контактирование) со студентом во время сдачи промежуточной аттестации.

## **2. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

1. Определение и назначение эконометрики, ее место в ряду математико-статистических и экономических дисциплин.
2. Эконометрическая модель как формализованный способ представления экономических закономерностей. Виды моделей: регрессионные модели на основе панельных данных, модели временных рядов, системы одновременных уравнений.
3. Классификация переменных в эконометрических моделях.
4. Модель парной линейной регрессии, экономическая интерпретация случайной составляющей.
5. Оценивание параметров уравнения парной линейной регрессии методом наименьших квадратов.
6. Статистические свойства оценок параметров уравнения парной линейной регрессии методом наименьших квадратов.
7. Теорема Гаусса-Маркова.
8. Корреляционный анализ, коэффициент корреляции и его свойства.
9. Степень соответствия парной линейной регрессии имеющимся данным, коэффициент детерминации и его свойства.
10. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии методом t-статистик.
11. Экономические приложения модели парной линейной регрессии.

12. Модель множественной линейной регрессии в скалярной и векторно-матричной формах.
13. Метод наименьших квадратов для оценивания параметров уравнения множественной линейной регрессии.
14. Теорема Гаусса-Маркова для множественной линейной регрессии.
15. Проверка значимости коэффициентов уравнения множественной линейной регрессии методом t-статистик.
16. Коэффициент множественной детерминации и коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы.
17. Апостериорный подход для выявления существенных объясняющих переменных.
18. Априорный подход для выявления существенных объясняющих переменных.
19. Использование качественных факторов в регрессионных моделях. Фиктивные переменные.
20. Критерий Чоу для выявления влияния качественного фактора на выходную переменную.
21. Нелинейные регрессионные модели, нелинейность по переменным, линейность и нелинейность по параметрам модели. Типовые нелинейные регрессионные модели.
22. Методы линеаризации регрессионных моделей, логарифмическое преобразование.
23. Оценка производственной функции Кобба-Дугласа.
24. Временные ряды: определение, основные задачи эконометрического анализа временных рядов.
25. Выделение тренда временного ряда методом наименьших квадратов с использованием линейной и типовых нелинейных регрессионных моделей.
26. Точечный и интервальный прогнозы временного ряда по выделенному тренду.
27. Сезонная составляющая временного ряда. Выделение сезонной составляющей с применением фиктивных переменных.
28. Сезонная составляющая временного ряда. Выделение сезонной составляющей с помощью гармонических функций.
29. Точечный и интервальный прогнозы временного ряда при наличии сезонной составляющей.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ВОПРОСОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

| № | Раздел дисциплины         | Название практических занятий и вопросы для контроля                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Парная линейная регрессия | <p>Исследование зависимости объема товарной продукции предприятий от стоимости основных фондов: этапы спецификации и параметризации.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разделите исходные данные на зависимую (эндогенную) и объясняющую (экзогенную) переменные.</li> <li>2. С какой целью строится корреляционное поле, в чем заключается этап спецификации ?</li> <li>3. В чем заключается этап параметрификации? Какова идея метода наименьших квадратов?</li> <li>4. Почему точки корреляционного поля имеют разброс относительно линии регрессии? Какие неучтенные факторы могут иметь место в данной задаче?</li> <li>5. Сформулируйте экономический смысл коэффициента, стоящего перед объясняющей переменной.</li> </ol> |
| 2 | Парная линейная регрессия | <p>Исследование зависимости объема товарной продукции предприятий от стоимости основных фондов: корреляционный анализ исходных данных, коэффициенты корреляции и детерминации.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как по исходным данным вычисляются оценки их средних значений и дисперсий, ковариация и коэффициент корреляции?</li> <li>2. Какая информация содержится в знаке и модуле коэффициента корреляции?</li> <li>3. Как по исходным данным и уравнению регрессии вычислить коэффициент детерминации? Запишите две эквивалентные формулы для</li> </ol>                                                                                                                                                                 |

| № | Раздел дисциплины                            | Название практических занятий и вопросы для контроля                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                              | <p>коэффициента детерминации?</p> <p>4. Какая информация содержится в коэффициенте детерминации?</p> <p>5. Какова связь между коэффициентами корреляции и детерминации?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3 | Парная линейная регрессия                    | <p>Исследование зависимости объема товарной продукции предприятий от стоимости основных фондов: этап верификации; построение доверительного интервала для выходной переменной.</p> <p>1. Раскройте содержание этапа верификации.</p> <p>2. Из каких шагов состоит процедура определения статистической значимости коэффициентов уравнения регрессии?</p> <p>3. Поясните понятия стандартных ошибок, t-статистик, числа степеней свободы, уровня значимости.</p> <p>4. Табличный и компьютерный (в пакетах Excel, Mathcad) способы вычисления критических точек распределения Стьюдента.</p> <p>5. Поясните вероятностный характер доверительного интервала.</p> <p>6. Каким образом ширина доверительного интервала зависит от выбранного уровня значимости?</p> <p>7. Каким образом используется доверительный интервал для прогнозирования выходной переменной?</p> |
| 4 | Множественная линейная регрессия             | <p>Исследование зависимости объема товарной продукции предприятий от стоимости основных фондов и численности работников</p> <p>1. Каким образом формируется векторно-матричная модель исходных данных?</p> <p>2. Покажите схему векторно-матричных вычислений при проведении эконометрического исследования.</p> <p>3. В чем состоит суть апостериорного подхода к отбору существенных объясняющих переменных?</p> <p>4. В чем состоит суть априорного подхода к отбору существенных объясняющих переменных?</p> <p>5. Объясните понятие мультиколлинеарности. Как устраняются последствия мультиколлинеарности?</p>                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5 | Нелинейные регрессионные модели              | <p>Сопоставление типовых нелинейных моделей в конкретном эконометрическом исследовании.</p> <p>1. Покажите схему применения полиномов 2-го и 3-го порядков в качестве уравнения регрессии.</p> <p>2. Какова сфера применения гиперболической регрессионной модели? Как выглядит векторно-матричная форма ее использования?</p> <p>3. Покажите схему применения логарифмической модели в регрессионном анализе.</p> <p>4. В чем состоит особенность применения степенной функции в качестве уравнения регрессии? Как в этом случае вычисляется коэффициент детерминации?</p> <p>5. В чем состоит особенность применения показательной функции в качестве уравнения регрессии? Как в этом случае вычисляется коэффициент детерминации?</p>                                                                                                                              |
| 6 | Фиктивные переменные в регрессионных моделях | <p>Исследование зависимости оплаты труда от стажа работы и уровня образования.</p> <p>1. Схема применения критерия Чоу для определения влияния качественного фактора на выходную переменную.</p> <p>2. Табличный и компьютерный (в пакетах Excel, Mathcad) способы вычисления критической точки распределения Фишера.</p> <p>3. Как определяется количество фиктивных переменных в конкретном эконометрическом исследовании?</p> <p>4. Приведите наиболее общую регрессионную модель с одной количественной и одной фиктивной объясняющими переменными. На какие конкретные виды уравнений регрессии может распасться эта общая</p>                                                                                                                                                                                                                                   |

| № | Раздел дисциплины                       | Название практических занятий и вопросы для контроля                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                         | модель?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 7 | Эконометрический анализ временных рядов | Анализ и прогнозирование ежедневного объема продаж товаров повседневного спроса.<br>1.Какие типовые регрессионные модели могут быть использованы для выделения тренда временного ряда?<br>2. Поясните понятие остаточного ряда.<br>3. Каким образом проводится точечный прогноз временного ряда?<br>4. Приведите схему интервального прогноза временного ряда?<br>5. Какие значения уровня значимости чаще всего применяются в интервальном прогнозировании?<br>6. Как уровень значимости влияет на ширину доверительного интервала?             |
| 8 | Эконометрический анализ временных рядов | Анализ и прогнозирование ежеквартального потребления электро-энергии жителями региона.<br>1.Какие типовые регрессионные модели могут быть использованы для описания тренда временного ряда?<br>2. Поясните использование фиктивных переменных для описания сезонной составляющей временного ряда.<br>3. Как проводится совместное выделение тренда и сезонной составляющей в рамках единой математической модели?<br>4. Каким образом проводится точечный прогноз временного ряда?<br>5. Приведите схему интервального прогноза временного ряда. |

#### 4. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

##### *Раздел 1. Основные понятия, определения и термины в эконометрике*

Известны следующие результаты статистического наблюдения над группой из 30 предприятий одной отрасли.

| № п/п | Стоимость основных фондов, млрд. руб. | Объем товарной продукции, млрд. руб. | Среднесписочная численность работников, чел. |
|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1     | 2,8                                   | 5,4                                  | 379                                          |
| 2     | 7,0                                   | 10,8                                 | 565                                          |
| 3     | 7,1                                   | 12,1                                 | 653                                          |
| 4     | 4,4                                   | 7,4                                  | 447                                          |
| 5     | 5,3                                   | 11,3                                 | 627                                          |
| 6     | 4,8                                   | 7,2                                  | 402                                          |
| 7     | 5,9                                   | 6,7                                  | 482                                          |
| 8     | 6,6                                   | 8,9                                  | 571                                          |
| 9     | 5,3                                   | 9,9                                  | 546                                          |
| 10    | 8,0                                   | 11,8                                 | 645                                          |
| 11    | 7,7                                   | 12,1                                 | 610                                          |
| 12    | 3,3                                   | 6,8                                  | 390                                          |
| 13    | 3,1                                   | 5,4                                  | 340                                          |
| 14    | 3,5                                   | 8,3                                  | 558                                          |
| 15    | 3,6                                   | 7,4                                  | 463                                          |
| 16    | 3,0                                   | 6,1                                  | 431                                          |
| 17    | 5,2                                   | 8,6                                  | 474                                          |
| 18    | 2,8                                   | 5,4                                  | 394                                          |
| 19    | 3,8                                   | 10,4                                 | 474                                          |
| 20    | 3,5                                   | 6,5                                  | 436                                          |
| 21    | 3,9                                   | 7,7                                  | 488                                          |
| 22    | 4,2                                   | 11,0                                 | 482                                          |

| №<br>п/п | Стоимость основных<br>фондов,<br>млрд. руб. | Объем товарной<br>продукции,<br>млрд. руб. | Среднесписочная численность<br>работников, чел. |
|----------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 23       | 6,7                                         | 10,8                                       | 475                                             |
| 24       | 4,3                                         | 9,8                                        | 399                                             |
| 25       | 4,6                                         | 8,7                                        | 448                                             |
| 26       | 6,0                                         | 9,8                                        | 465                                             |
| 27       | 2,4                                         | 5,3                                        | 366                                             |
| 28       | 7,0                                         | 9,9                                        | 668                                             |
| 29       | 2,2                                         | 5,4                                        | 467                                             |
| 30       | 3,9                                         | 6,6                                        | 405                                             |

Задание 1. На основании изученных экономических дисциплин проведите разделение показателей (стоимость основных фондов, объем товарной продукции, численность работников) на экзогенные (объясняющие) переменные и эндогенную (выходную) переменную.

Задание 2. Дайте качественную характеристику зависимости выходной переменной от объясняющих переменных.

### ***Раздел 2. Базовые понятия теории вероятностей и математической статистики***

Задание 1. Возьмите группу из 15 предприятий по указанию преподавателя. Вычислите среднее значения и вариацию для каждого производственно-экономического показателя. Вычисления проведите в пакете Excel.

Задание 2. Вычислите ковариацию и коэффициент корреляции между стоимостью основных фондов и объемом товарной продукции предприятий. Сформулируйте различие между ковариацией и коэффициентом корреляции.

### ***Раздел 3. Парная линейная регрессия***

Задание 1. Для решения задачи возьмите группу из 15 предприятий по указанию преподавателя. Каждое предприятие охарактеризуйте стоимостью основных фондов  $x_i$  (объясняющая переменная) и объемом товарной продукции  $y_i$  (выходная переменная). Постройте корреляционное поле.

Задание 2. Введите в рассмотрение линейную регрессионную модель, дайте экономическое объяснение случайной составляющей.

Задание 3. На основании метода наименьших квадратов составьте систему нормальных уравнений и найдите оценки параметров уравнения регрессии.

Задание 4. Нанесите линию регрессии на корреляционное поле, выделите 2 предприятия с примерно одинаковой стоимостью основных фондов, но расположенных по разные стороны от линии регрессии. Охарактеризуйте влияние неучтенных факторов на работу этих предприятий.

Задание 5. На основании коэффициента корреляции, найденного ранее, сделайте выводы о тесноте статистической связи между объемом товарной продукции и стоимостью основных фондов.

Задание 6. Вычислите коэффициент детерминации, сформулируйте (в процентах) влияние на объем товарной продукции стоимости основных фондов и влияния других неучтенных факторов, проверьте соответствие между коэффициентами корреляции и детерминации.

Задание 7. Определите значимость коэффициентов уравнения регрессии ( $t$  - тест). Для этого найдите стандартные ошибки коэффициентов уравнения регрессии,  $t$ -статистики этих коэффициентов, критическое значение  $t$ -статистик при уровне значимости 5% и 1%, проверьте нулевые гипотезы для каждого коэффициента и сделайте выводы.

Задание 8. Постройте доверительный интервал для выходной переменной при доверительной вероятности 0,95.

Задание 9. Введите в рассмотрение векторно-матричную модель исходных данных и повторите выполнение заданий 3 и 7.

### ***Раздел 4. Множественная линейная регрессия***

Задание 1. Найдите зависимость объема товарной продукции от стоимости основных фондов и численности работников в виде множественной линейной регрессии. Для решения задачи возьмите группу из  $n$  предприятий ( $n=15$ ) по указанию преподавателя. Каждое предприятие охарактеризуйте стоимостью основных фондов  $x_{1i}$ , численностью работников  $x_{2i}$ , объемом товарной продукции  $y_i$ . С целью упрощения дальнейших расчетов численность работников переведите в сотни человек. Для решения задачи используйте векторно-матричную форму представления исходных данных.

Задание 2. Проведите анализ качества уравнения регрессии путем вычисления t-статистик коэффициентов уравнения регрессии на основании векторно-матричной модели.

Задание 3. Проведите отбор наиболее существенных объясняющих переменных в регрессионной модели апостериорным методом.

Задание 4. Проведите отбор наиболее существенных объясняющих переменных в регрессионной модели априорным методом.

### **Раздел 5. Нелинейные регрессионные модели**

Индивидуальные задания к практическим занятиям и самостоятельной работе к разделу 6 разработаны для каждого студента. Типовой вариант имеет вид.

Имеются следующие данные об ежемесячной прибыли от продажи некоторого товара ( $y$ , млн руб.) в зависимости от ежемесячных расходов на рекламу ( $x$ , млн руб.).

| №   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $y$ | 4,2 | 4,5 | 6,0 | 5,8 | 7,0 | 6,7 | 7,3 | 7,1 | 7,9 | 8,1 | 7,5 | 7,2 | 7,0 | 6,8 | 7,2 |
| $x$ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |

Задание 1. Постройте корреляционное поле и выдвиньте предположение о форме зависимости между выходной ( $y$ ) и объясняющей ( $x$ ) переменными.

Задание 2. Найдите линейное уравнение регрессии

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x,$$

коэффициент детерминации  $R^2$ , коэффициент корреляции  $r$ , проверьте общее качество уравнения регрессии через статистическую значимость коэффициента детерминации.

Задание 3. Найдите уравнение регрессии в виде полиномов 2 и 3 порядков:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x + a_2 x^2,$$

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3,$$

вычислите коэффициент детерминации  $R^2$ , корреляционное отношение  $R$  для каждого варианта.

Задание 4. Найдите гиперболическое уравнение регрессии

$$\hat{y} = a_0 + \frac{a_1}{x},$$

вычислите коэффициент детерминации  $R^2$ , корреляционное отношение  $R$ .

Задание 5. Найдите степенное уравнение регрессии

$$\hat{y} = a_0 x^{a_1},$$

вычислите коэффициент детерминации  $R^2$ , корреляционное отношение  $R$ .

Задание 6. Найдите экспоненциальное уравнение регрессии

$$\hat{y} = e^{a_0 + a_1 x},$$

вычислите коэффициент детерминации  $R^2$ , корреляционное отношение  $R$ .

Задание 7. Найдите логарифмическое уравнение регрессии

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \ln x,$$

вычислите коэффициент детерминации  $R^2$ , корреляционное отношение  $R$ .

Задание 8. Сравните рассмотренные регрессионные модели, найдите наиболее подходящий вариант.



## Раздел 6. Фиктивные переменные в регрессионных моделях

Индивидуальные задания к практическим занятиям и самостоятельной работе к разделу 7 разработаны для каждого студента. Типовой вариант имеет вид.

Имеются данные о продаже квартир на вторичном рынке жилья в Рязани ( $y$  – цена квартиры, млн руб.;  $x$  – общая площадь квартиры,  $m^2$ ). Выборка из 15 квартир, расположенных в центральном районе (Ц) и периферийных районах (П) дала следующие результаты.

| №            | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $y$          | 3,5 | 2,3 | 3,9 | 2,4 | 4,3 | 3,0 | 4,4 | 3,5 | 5,0 | 3,7 | 5,5 | 4,1 | 5,7 | 4,6 | 6,1 |
| $x$          | 30  | 35  | 40  | 45  | 50  | 55  | 60  | 65  | 70  | 75  | 80  | 85  | 90  | 95  | 100 |
| Район города | Ц   | П   | Ц   | П   | Ц   | П   | Ц   | П   | Ц   | П   | Ц   | П   | Ц   | П   | Ц   |

Задание 1. Постройте корреляционное поле, выделив разными цветами точки, которые соответствуют квартирам, расположенным в разных районах. Сделайте на качественном уровне предположение о разнице в ценах на квартиры, расположенные в разных районах.

Задание 2. Найдите линейное уравнение регрессии без учета качественного фактора. Проверьте статистическую значимость коэффициентов уравнения регрессии, вычислите и прокомментируйте коэффициент детерминации  $R^2$ .

Задание 3. С помощью критерия Чоу сделайте на количественном уровне вывод о влиянии района расположения на цену квартиры. Если район расположения существенно влияет на цену квартиры, проведите регрессионный анализ с использованием фиктивной переменной  $Z$ . Найдите уравнение регрессии общего вида

$$\hat{y} = a_0 + a_1x + a_2z + a_3xz,$$

в котором качественный фактор влияет как на свободный член, так и на коэффициент пропорциональности.

Проверьте статистическую значимость коэффициентов уравнения регрессии. При необходимости упростите регрессионную модель до такого вида, чтобы все коэффициенты при объясняющих переменных оказались статистически значимыми.

Задание 4. Вычислите и прокомментируйте коэффициент детерминации  $R^2$ , сравните его с коэффициентом детерминации из п. 2, объясните разницу.

Задание 5. Запишите уравнения регрессии отдельно для центрального и периферийных районов, постройте две линии регрессии на корреляционном поле.

Задание 7. Измените исходные данные для двух-трех квартир таким образом, чтобы разница в ценах на квартиры в разных районах города не проявлялась.

## Раздел 7. Эконометрический анализ временных рядов

Индивидуальные задания к практическим занятиям и самостоятельной работе к разделу 9 разработаны для каждого студента. Типовой вариант имеет вид.

Имеются следующие данные об ежеквартальном потреблении электроэнергии жителями региона за 16 кварталов.

| $t_i$ | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9   | 10  | 11  | 12 | 13  | 14  | 15  | 16   |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|
| $y_i$ | 6,0 | 4,4 | 5,0 | 9,0 | 7,2 | 4,8 | 6,0 | 10,0 | 8,0 | 5,6 | 6,4 | 11 | 9,0 | 6,6 | 7,0 | 10,8 |

Задание 1. Изобразите временной ряд графическим способом.

Задание 2. Выделите трендовую составляющую временного ряда, используя векторно-матричную форму представления исходных данных. Осуществите точечное прогнозирование объема продаж на один и два дня вперед. Постройте доверительный интервал для доверительной вероятности 0,95.

Задание 3. Проведите выделение сезонной составляющей временного ряда с применением гармонических функций для моделирования сезонной составляющей. Осуществите точечное прогнозирование объема продаж на один и два дня вперед. Постройте доверительный интервал для доверительной вероятности 0,95. Охарактеризуйте повышение точности прогноза за счет выделения сезонной составляющей.

Задание 4. Проведите выделение сезонной составляющей временного ряда с применением фиктивных переменных. Осуществите точечное прогнозирование объема продаж на один и два дня вперед. Постройте доверительный интервал для доверительной вероятности 0,95. Сравните точность прогноза с предыдущим пунктом.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СОГЛАСОВАНО

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Бабаян Павел Варганович, Заведующий  
кафедрой АИТУ

Простая подпись