

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**ВСЕРОССИЙСКИЙ ЗАОЧНЫЙ
ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

ЭКОНОМЕТРИКА

**Методические указания
по изучению курса и выполнению контрольной работы
для самостоятельной работы студентов III курса,
обучающихся по направлению
521600 «Экономика» (бакалавр)
(первое высшее образование)**

**Факультет менеджмента и маркетинга
Кафедра экономико-математических моделей и методов**

Москва 2008

ББК 65а6

Учебно-методическое издание разработали
кандидат экономических наук, профессор *И.В. Орлова*,
доктор экономических наук, профессор *В.А. Половников*

Учебно-методическое издание одобрено на заседании
Научно-методического совета ВЗФЭИ

Проректор, председатель НМС, профессор *Д.М. Дайитбегов*

Эконометрика. Методические указания по изучению курса и выполнению контрольной работы для самостоятельной работы студентов III курса, обучающихся по направлению 521600 «Экономика» (бакалавр) (первое высшее образование). — М.: ВЗФЭИ, 2008.

ББК 65а6

© Всероссийский заочный
финансово-экономический
институт (ВЗФЭИ), 2008

Методические указания по изучению курса

Рассчитанный на ускоренное изучение (16 часов лекций, 4 часа практических занятий на ПЭВМ), рассматриваемый курс построен с учетом специфики заочного обучения с ориентацией на самостоятельную работу студентов, решение конкретных задач, в первую очередь в ходе выполнения контрольной работы.

Изучаемые разделы курса соответствуют утвержденной программе дисциплины «Эконометрика» для бакалавров, обучающихся по направлению 521600 «Экономика», и включают в себя следующие темы, которые являются обязательными для студентов: Тема 1. Введение. Эконометрика и эконометрическое моделирование. Тема 2. Модель парной регрессии. Тема 3. Множественная регрессия. Тема 4. Временные ряды.

Основной материал по этим темам изложен в третьей главе учебного пособия: **Орлова И.В., Половников В.А.** Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование (М.: Вузовский учебник, 2007).

С основными методологическими положениями данного курса студенты знакомятся на обзорных лекциях; материалы лекций составляют основу для проведения практических занятий по решению типовых задач с использованием ПЭВМ. В качестве инструментального средства для решения эконометрических задач возможно применение как EXCEL, так и специальных программных продуктов SPSS, VSTAT, Matrixer и др.

Примерный график изучения дисциплины «Эконометрика»

Номер лекции/ количество часов	Тема	Самостоятельная работа — теоретические вопросы, изучаемые после лекции	Самостоятельная работа — задания, выполняемые после лекции
1/2 часа	Тема 1. Введение. Эконометрика и эконометрическое моделирование	1. Основные понятия и особенности эконометрического метода. 2. Типы экономических данных, используемых в эконометрических исследованиях: пространственные данные и временные ряды. 3. Специфика экономических данных. 4. Классификация эконометрических моделей. 5. Основные этапы построения эконометрических моделей	
1/2 часа	Тема 2. Модель парной регрессии	1. Измерение тесноты связи между показателями. Анализ матрицы коэффициентов парной корреляции. 2. Понятия регрессионного анализа: зависимые и независимые переменные. 3. Предпосылки применения метода наименьших квадратов (МНК). 4. Свойства оценок метода наименьших квадратов (МНК). 5. Линейная модель парной регрессии. Оценка параметров модели с помощью метода наименьших квадратов (МНК) 6. Показатели качества модели парной регрессии.	<i>Задача 1.</i> Решение пунктов 1–2
2/2 часа	Тема 2. Модель парной регрессии	7. Анализ статистической значимости параметров модели парной регрессии. 8. Интервальная оценка параметров модели парной регрессии. 9. Проверка выполнения предпосылок МНК. 10. Интервалы прогноза по линейному уравнению парной регрессии. (Прогнозирование с применением уравнения регрессии). 11. Понятие и причины гетероскедастичности. Последствия гетероскедастичности. Обнаружение гетероскедастичности. 12. Нелинейная регрессия. Нелинейные модели и их линеаризация	<i>Задача 1.</i> Решение пунктов 3–5

Номер лекции/ количество часов	Тема	Самостоятельная работа — теоретические вопросы, изучаемые после лекции	Самостоятельная работа — задания, выполняемые после лекции
2/2 часа	Тема 3. Множественная регрессия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Модель множественной регрессии. Построение системы показателей (факторов). 2. Мультиколлинеарность. Последствия мультиколлинеарности. Способы обнаружения мультиколлинеарности. Способы избавления от мультиколлинеарности. 3. Отбор факторов при построении множественной регрессии. Процедура пошагового отбора переменных 	
3/4 часа	Тема 3. Множественная регрессия	<ol style="list-style-type: none"> 4. Модель множественной регрессии. Выбор вида модели и оценка ее параметров. 5. Оценка параметров множественной регрессии методом наименьших квадратов (МНК). Свойства оценок МНК. 6. Понятие и причины автокорреляции остатков. Последствия автокорреляции остатков. Обнаружение автокорреляции остатков. 7. Проверка качества многофакторных регрессионных моделей. Оценка качества всего уравнения регрессии. 8. Проверка качества многофакторных регрессионных моделей. Коэффициент детерминации R^2. Скорректированный R^2. Проверка гипотез с помощью t-статистик и F-статистик. 9. Оценка существования параметров линейной регрессии. 10. Оценка влияния факторов на зависимую переменную (коэффициенты эластичности, β-коэффициенты). 11. Анализ экономических объектов и прогнозирование с помощью модели множественной регрессии. 12. Регрессионные модели с переменной структурой (фиктивные переменные) 	<p>Задача 1. Решение пунктов 6–7</p>

Номер лекции/ количество часов	Тема	Самостоятельная работа — теоретические вопросы, изучаемые после лекции	Самостоятельная работа — задания, выполняемые после лекции
4/4 часа	Тема 4. Временные ряды	<p>1. Структура временных рядов экономических показателей.</p> <p>2. Требования, предъявляемые к исходной информации при моделировании экономических процессов на основе временных рядов.</p> <p>3. Основные этапы построения моделей экономического прогнозирования.</p> <p>4. Выявление и устранение аномальных наблюдений во временных рядах.</p> <p>5. Предварительный анализ временных рядов. Проверка наличия тренда.</p> <p>6. Предварительный анализ временных рядов. Сглаживание временных рядов.</p> <p>7. Предварительный анализ временных рядов. Вычисление количественных характеристик развития экономических процессов.</p> <p>8. Построение моделей кривых роста. Оценка параметров кривых роста с помощью метода наименьших квадратов (МНК).</p> <p>9. Проверка адекватности и оценка качества моделей прогнозирования.</p> <p>10. Построение моделей. Адаптивные модели прогнозирования</p>	<p><i>Задача 2.</i></p> <p>Исследовать динамику экологического показателя на основе анализа одномерного временного ряда</p>
<i>Итого: 4 лекции/ 16 часов</i>			<i>Контрольная работа — 2 задачи</i>

Литература

Основная

1. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие. — М.: Вузовский учебник, 2007.

2. Эконометрика: Учебник / Под ред. И.И. Елисейевой. — М.: Финансы и статистика, 2001, 2002, 2003, 2004.

3. Эконометрика: Учебник / Под ред. И.И. Елисейевой. — 2-е изд.; перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2005.

Дополнительная

4. Доугерти К. Введение в эконометрику. — М.: ИНФРА-М, 1997.

5. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Персецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. — М.: Дело, 1997.

6. Орлова И.В. Экономико-математическое моделирование. Практическое пособие по решению задач. — М.: Вузовский учебник, 2004.

7. Малащенко В.М., Кокунов В.А., Трубников С.В. Эконометрическое моделирование: Учебное пособие. — Брянск: БГУ, 2007.

8. Орлова И.В., Концевая Н.В., Филонова Е.С., Уродовских В.Н. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS (в электронном виде).

9. Компьютерные обучающие программы (Web-сайт ВЗФЭИ) (КОПРЗ — Компьютерные обучающие программы для студентов III курса: Эконометрика).

10. Электронные материалы (Web-сайт ВЗФЭИ страничка кафедры, сервер ВЗФЭИ) (Лекции. Образцы решения типовых задач).

Темы эконометрики, изучаемые бакалаврами

Тема 1. Введение. Эконометрика и эконометрическое моделирование

Термин «эконометрика» появляется в литературе в начале XX в. и означает «эконометрические измерения». Приведем некоторые используемые в литературе определения эконометрики.

Эконометрия (эконометрика) — наука, изучающая конкретные количественные взаимосвязи экономических объектов и процессов с помощью математических и статистических методов и моделей^{*}.

Наиболее часто используют определение эконометрики, которое предложил известный российский ученый С.А. Айвазян.

Эконометрика — это самостоятельная научная дисциплина, объединяющая совокупность теоретических результатов, приемов, методов и моделей, предназначенная для того, чтобы на базе экономической теории, экономической статистики, математико-статистического инструментария придавать конкретное количественное выражение общим закономерностям, обусловленным экономической теорией взаимосвязей экономических явлений и процессов [7].

В мировой науке эконометрика занимает достойное место. Свидетельством этого является присуждение за наиболее выдающиеся разработки в этой области Нобелевских премий по экономике Рагнару Фришу и Яну Тильбергену (1969), Лоуренсу Клейну (1980), Трюгве Хаавельмо (1989), Роберту Лукасу (1995), Джеймсу Хекману и Даниелю Мак-Фаддену (2000) [8].

Типы экономических данных, используемых в эконометрических исследованиях

Пространственные данные характеризуют ситуацию по конкретной переменной (или набору переменных), относящейся к пространственно разделенным сходным объектам в один и тот же момент времени. Таковы, например, данные по курсам покупки или продажи наличной валюты в конкретный день по разным обменным пунк-

^{*} Большой энциклопедический словарь. — М: Изд-во «Большая Российская Энциклопедия», 1997.

ткам г. Москвы. Другим примером является, скажем, набор сведений (объем производства, количество работников, доход и др.) по разным фирмам в один и тот же момент времени или период.

Временные ряды отражают изменения (динамику) какой-либо переменной на определенном отрезке времени. В качестве примеров временных рядов можно привести ежеквартальные данные по инфляции, данные по средней заработной плате, национальному доходу и денежной эмиссии за несколько периодов и др.

Переменные, участвующие в эконометрической модели любого вида, разделяются на следующие типы.

Результирующая (зависимая, эндогенная) переменная Y . Она характеризует результат или эффективность функционирования экономической системы. Значения ее формируются в процессе и внутри функционирования этой системы под воздействием ряда других переменных и факторов, часть из которых поддается регистрации, управлению и планированию. В регрессионном анализе результирующая переменная играет роль функции, значение которой определяется значениями объясняющих переменных, выполняющих роль аргументов. По своей природе результирующая переменная всегда случайна (стохастична).

Объясняющие (независимые, экзогенные) переменные X . Это переменные, которые поддаются регистрации и описывают условия функционирования реальной экономической системы. Они в значительной мере определяют значения результирующих переменных. Обычно часть из них поддается регулированию и управлению. Значения этих переменных могут задаваться вне анализируемой системы. Поэтому их называют экзогенными. Еще их называют факторными признаками. В регрессионном анализе это аргументы результирующей функции Y . По своей природе они могут быть как случайными, так и неслучайными.

Любая эконометрическая модель предназначена для объяснения значений текущих эндогенных переменных (одной или нескольких) в зависимости от значений заранее определенных экзогенных переменных.

Переменные, выступающие в системе в роли факторов-аргументов, или объясняющих переменных, называют *предопределенны-*

ми. Множество predetermined переменных формируется из всех экзогенных переменных и так называемых *лаговых эндогенных переменных*, то есть таких эндогенных переменных, значения которых входят в уравнения анализируемой эконометрической системы измеренными в прошлые моменты времени, а следовательно, являются уже известными, заданными.

Типы эконометрических моделей

Можно выделить **три основных класса моделей**, которые применяются для анализа и прогнозирования экономических систем:

- модели временных рядов;
- регрессионные модели с одним уравнением;
- системы одновременных уравнений.

Модели временных рядов

Модели временных рядов представляют собой модели зависимости результативного признака от времени.

К ним относятся

- модели кривых роста (трендовые модели),
- адаптивные модели,
- модели авторегрессии и скользящего среднего.

С помощью таких моделей можно решать задачи прогнозирования объема продаж, спроса на продукцию, краткосрочного прогноза процентных ставок и др.

Регрессионные модели с одним уравнением

В регрессионных моделях зависимая (объясняемая) переменная Y может быть представлена в виде функции $f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_k)$, где X_1, X_2, \dots, X_k — независимые (объясняющие) переменные, или факторы; k — количество факторов. В качестве зависимой переменной может выступать практически любой показатель, характеризующий, например, деятельность предприятия или курс ценной бумаги. В зависимости от вида функции $f(X_1, X_2, \dots, X_k)$ модели делятся на линейные и нелинейные. В зависимости от количества включенных в модель факторов X модели делятся на однофакторные (парная модель регрессии) и многофакторные (модель множественной регрессии).

Примеры задач, решаемых с помощью регрессионных моделей

— Исследование зависимости заработной платы (Y) от возраста (X_1), уровня образования (X_2), пола (X_3), стажа работы (X_4) ($y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4$).

— Прогноз и планирование выпускаемой продукции по факторам производства (производственная функция Кобба–Дугласа $Y = a_0K^{a_1}L^{a_2}$ означает, что объем выпуска продукции (Y), является функцией количества капитала (K) и количества (L) труда).

— Прогноз объемов потребления продукции или услуг определенного вида (кривая Энгеля $Y = \frac{a_0}{1 + a_1e^{-a_2x}}$, где Y — удельная величина спроса, X — среднедушевой доход).

Системы эконометрических уравнений

Сложные социально-экономические явления иногда невозможно адекватно описать с помощью только одного соотношения (уравнения). Модели с одним уравнением не отражают взаимосвязей между объясняющими переменными или их связей с другими переменными. Кроме того, некоторые переменные могут оказывать взаимные воздействия и трудно однозначно определить, какая из них является зависимой, а какая независимой переменной. Поэтому при построении эконометрической модели прибегают к системам уравнений.

Для оценивания систем одновременных уравнений используются специальные методы.

Эконометрические методы используются в экономических и технико-экономических исследованиях, работах по управлению (менеджменту).

Каждой области экономических исследований, связанной с анализом эмпирических данных, как правило, соответствуют свои эконометрические модели.

Тема 2. Модель парной регрессии

Изучая эту тему, следует повторить из статистики понятия статистической связи экономических данных.

Выделяют две категории зависимости: функциональные и корреляционные. Измерение тесноты линейной связи между показателями

телями, проверку значимости коэффициентов корреляции и анализ матрицы коэффициентов парной корреляции следует изучить по материалу параграфа 3.2.1 «Оценка тесноты линейной связи» [1, С. 170–178]. Особое внимание необходимо уделить решению комплексного примера 3.2.1 этого параграфа. При решении аналогичных примеров следует использовать статистические функции EXCEL и инструменты Анализа данных (табл. 1).

Повторив основы корреляционного анализа, следует перейти к изучению основ регрессионного анализа на примере модели парной регрессии.

Предпосылки применения метода наименьших квадратов (МНК) изложены в учебном пособии [1] в параграфе 3.3.1 на стр. 192–193. Там же приведены свойства оценок МНК.

В тех случаях, когда предпосылки выполняются, оценки, полученные по МНК, будут обладать свойствами несмещенности, состоятельности и эффективности.

Несмещенность оценки означает, что математическое ожидание остатков равно нулю. Если оценки обладают свойством несмещенности, то их можно сравнивать по разным исследованиям.

Для практических целей важна не только несмещенность, но и эффективность оценок. Оценки считаются эффективными, если они характеризуются наименьшей дисперсией. Поэтому несмещенность оценки должна дополняться минимальной дисперсией.

Степень достоверности доверительных интервалов параметров регрессии обеспечивается, если оценки будут не только несмещенными и эффективными, но и состоятельными. Состоятельность оценок характеризует увеличение их точности с увеличением объема выборки.

Оценка параметров регрессионного уравнения с помощью метода наименьших квадратов (МНК) описана в параграфе 3.3.2 на стр. 194–197 и представлена на рис. 1.

Показатели качества регрессии модели парной регрессии рекомендуется изучить по материалу параграфа 3.3.3. При оценке качества уравнения регрессии особо следует выделить коэффициент

детерминации $R^2 = \frac{SS_{\text{пер}}}{SS_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$ и критерий Фишера

Корреляционный анализ в EXCEL

Формула для вычислений	Функция EXCEL или инструмент Анализа данных	Результат вычислений
<p>Коэффициент корреляции</p> $r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$	<p>КОРРЕЛ(массив1;массив2) Массив1 — это ячейка интервала значений. Массив2 — это второй интервал ячеек со значениями</p>	<p>Возвращает коэффициент корреляции между интервалами ячеек массив1 и массив2</p>
<p>Оценка значимости коэффициента парной корреляции с использованием t-критерия Стьюдента.</p> $t_{\text{набл}} = \sqrt{\frac{r_{y,x}^2}{1 - r_{y,x}^2}} \cdot (n - 2)$ <p>Вычисленное по этой формуле значение $t_{\text{набл}}$ сравнивается с критическим значением t-критерия, которое берется из таблицы значений t Стьюдента с учетом заданного уровня значимости и числа степеней свободы $(n - 2)$</p> <p>Матрица коэффициентов парной корреляции</p> $R = \begin{pmatrix} 1 & r_{y_1 y_2} & r_{y_1 y_3} & \dots & r_{y_1 y_m} \\ r_{y_1 y_2} & 1 & r_{x_1 y_2} & \dots & r_{x_1 y_m} \\ r_{y_1 y_3} & r_{x_1 y_3} & 1 & \dots & r_{x_2 y_m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{y_1 y_m} & r_{x_1 y_m} & r_{x_2 y_m} & \dots & 1 \end{pmatrix}$	<p>СТЮДРАСПОБР (вероятность; степени_свободы) Вероятность — вероятность, соответствующая двустороннему распределению Стьюдента. Степени_свободы — число степеней свободы, характеризующее распределение</p>	<p>Возвращает t-значение распределения Стьюдента как функцию вероятности и числа степеней свободы</p>
	<p>Обращение к средствам анализа данных. Они доступны через команду Анализ данных меню Сервис. Для вычисления матрицы коэффициентов парной корреляции R следует воспользоваться инструментом Корреляция</p>	<p>Инструмент Корреляция применяется, если имеется более двух переменных измерений для каждого объекта. В результате выдается таблица, корреляционная матрица, показывающая значение функции КОРРЕЛ для каждой возможной пары переменных измерений. Любое значение коэффициента корреляции должно находиться в диапазоне от -1 до $+1$ включительно</p>

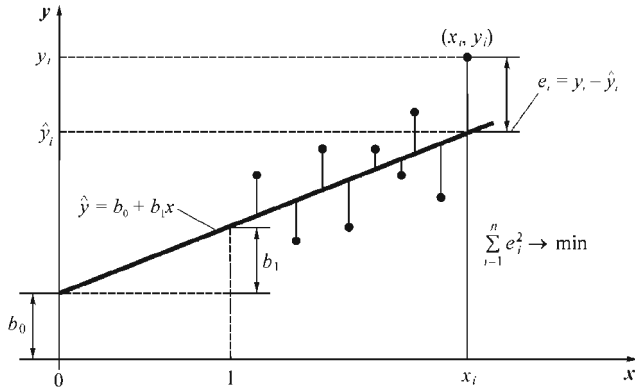


Рис. 1. График линейной регрессии и суть МНК

$$F = \frac{R^2}{(1-R^2)/(n-2)} = \frac{R^2(n-2)}{1-R^2}$$
. F -критерий Фишера, вычисляемый как отношение дисперсии исходного ряда и несмещенной дисперсии остаточной компоненты, используется для проверки значимости модели регрессии. Если расчетное значение с $v_1 = k$ и $v_2 = (n - k - 1)$ степенями свободы, где k — количество факторов, включенных в модель, больше табличного при заданном уровне значимости, то модель считается значимой (см. рис. 2, табл. 2).

В этом же параграфе приведены сведения о показателях **оценки точности** модели регрессии.

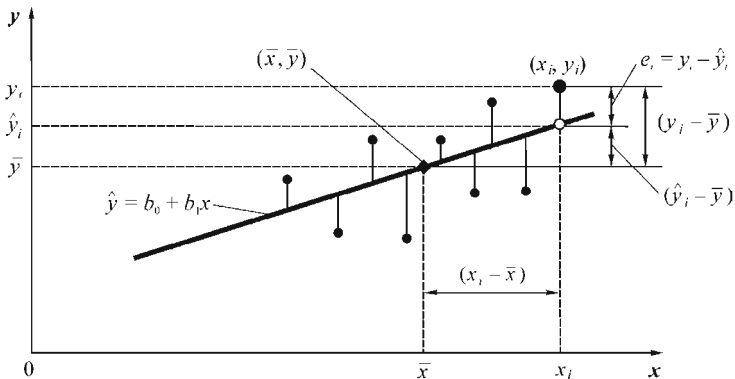


Рис. 2. Схема дисперсионного анализа уравнения регрессии

Таблица 2

Дисперсионный анализ уравнения регрессии

Источник вариации результата Y	Число степеней свободы (df)	Сумма квадратов отклонений (SS)	Средний квадрат (MS)	F -статистика
Регрессия	$df_{\text{рег}} = m - 1$	$SS_{\text{рег}} = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$MS_{\text{рег}} = \frac{SS_{\text{рег}}}{df_{\text{рег}}}$	$F = \frac{MS_{\text{рег}}}{MS_{\text{ост}}}$
Остаток	$df_{\text{ост}} = n - m$	$SS_{\text{ост}} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$MS_{\text{ост}} = \frac{SS_{\text{ост}}}{df_{\text{ост}}}$	–
Итого (общая вариация Y)	$df_{\text{общ}} = n - 1$	$SS_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	–	–

Порядок расчета точечного прогноза по модели и доверительного интервала прогноза (см. рис. 3) изложен в параграфе 3.3.4. Там же рассмотрены важные методологические вопросы экономического прогнозирования на основе трендовых моделей.

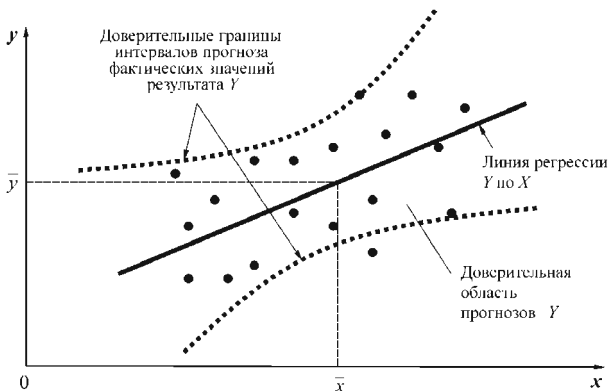


Рис 3. Доверительная область прогнозов фактических значений результативной переменной Y

Изучение примера 3.3.1 на стр. 202–207 позволит на практике проверить полученные знания.

Подробное изложение применения инструмента Регрессия (Анализ данных в EXCEL) приведено в параграфе 3.4.3 (см. также табл. 3).

Регрессионный анализ в EXCEL *Таблица 3*

Формула для вычислений	Функция EXCEL или инструмент Анализа данных	Результат вычислений										
<p>Оценка параметров модели парной регрессии</p> $\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$ $\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta} \bar{x}$	<p>линейн(изв_знач_у;изв_знач_х; константа;стат)</p> <p>Смысл аргументов функции</p> <p>изв_знач_у — диапазон значений y;</p> <p>изв_знач_х — диапазон значений x;</p> <p>константа — устанавливается на 0, если заранее известно, что свободный член равен 0, и на 1 в противном случае;</p> <p>стат — устанавливается на 0, если не нужен вывод дополнительных сведений регрессионного анализа и на 1 в противном случае</p>	<p>Возвращает следующую информацию</p> <table border="1" data-bbox="333 161 714 608"> <tr> <td>Значение коэффициента b_1</td> <td>Значение коэффициента b_0</td> </tr> <tr> <td>Среднеквадратическое отклонение b_1</td> <td>Среднеквадратическое отклонение b_0</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент детерминации R^2</td> <td>Среднеквадратическое отклонение y</td> </tr> <tr> <td>F-статистика</td> <td>Число степеней свободы</td> </tr> <tr> <td>Регрессионная сумма квадратов</td> <td>Остаточная сумма квадратов</td> </tr> </table>	Значение коэффициента b_1	Значение коэффициента b_0	Среднеквадратическое отклонение b_1	Среднеквадратическое отклонение b_0	Коэффициент детерминации R^2	Среднеквадратическое отклонение y	F-статистика	Число степеней свободы	Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов
Значение коэффициента b_1	Значение коэффициента b_0											
Среднеквадратическое отклонение b_1	Среднеквадратическое отклонение b_0											
Коэффициент детерминации R^2	Среднеквадратическое отклонение y											
F-статистика	Число степеней свободы											
Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов											
<p>Оценка параметров модели парной и множественной линейной регрессии</p>	<p>Сервис \Rightarrow Анализ данных</p> <p>Для вычисления параметров уравнения регрессии следует воспользоваться инструментом Регрессия</p>	<p>Возвращает подробную информацию о параметрах модели, качестве модели, расчетных значениях и остатках в виде четырех таблиц: <i>Регрессионная статистика, Дисперсионный анализ, Коэффициенты, ВЫВОД ОСТАТКА.</i></p> <p>Также может быть получен график подбора</p>										

Формула для вычислений	Функция EXCEL или инструмент Анализа данных	Результат вычислений
<p>Оценка значимости параметров модели линейной регрессии с использованием t-критерия Стьюдента</p> $t_{aj} = \hat{a}_j / S_{aj}$ <p>Вычисленное по этой формуле значение t_{aj} сравнивается с критическим значением t-критерия, которое берется из таблицы значимый t Стьюдента с учетом заданного уровня значимости и числа степеней свободы $(n - k - 1)$, где k — количество факторов в модели</p> <p>Проверка значимости модели регрессии с использованием F-критерия Фишера</p> $F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / (n - k - 1)}$	<p>Функция EXCEL или инструмент Анализа данных</p> <p>СТЮДРАСПОБР(вероятность; степени_свободы)</p> <p>Вероятность — вероятность, соответствующая двустороннему распределению Стьюдента.</p> <p>Степени_свободы — число степеней свободы, характеризующее распределение</p>	<p>Возвращает t-значение распределения Стьюдента как функцию вероятности и числа степеней свободы</p>
<p>Проверка значимости модели регрессии с использованием F-критерия Фишера</p> $F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / (n - k - 1)}$	<p>ГРАСПОБР(вероятность; степени_свободы1; степени_свободы2)</p> <p>Вероятность — это вероятность, связанная с F-распределением.</p> <p>Степени_свободы 1 — это числитель степеней свободы — $v_1 - k$.</p> <p>Степени_свободы 2 — это знаменатель степеней свободы — $v_2 - (n - k - 1)$, где k — количество факторов, включенных в модель</p>	<p>Возвращает обратное значение для F-распределения вероятностей.</p> <p>ГРАСПОБР можно использовать, чтобы определить критические значения F-распределения.</p> <p>Чтобы определить критическое значение F, нужно использовать уровень значимости α как аргумент вероятности для ГРАСПОБР</p>

После усвоения вопросов данной темы следует выполнить пункты 1–5 задачи 1.

Тема 3. Множественная регрессия

Решая задачи с использованием корреляционно-регрессионного анализа, всегда приходится иметь в виду, что зависимость некоторого количественного признака Y от какой-либо переменной X — не единственная (и, может быть, не самая существенная) причина вариации Y . Как правило, существуют по крайней мере две-три переменные, влияние которых на Y является сопоставимым по важности. Такого рода проблемы приводят к необходимости построения модели множественной регрессии, когда вместо одной объясняющей переменной X используется несколько переменных X_1, X_2, \dots, X_k .

Основной материал по теме множественной регрессии изложен в параграфах 3.4.1–3.4.6.

При изучении параграфа 3.4.1 «Оценка параметров модели множественной регрессии» особое внимание следует обратить на вопросы, связанные с отбором факторов в модель. Наиболее важным здесь является понятие мультиколлинеарности. Мультиколлинеарность — это коррелированность двух или нескольких объясняющих переменных в уравнении регрессии. Мультиколлинеарность исходных данных является одним из существенных препятствий для эффективного применения аппарата регрессионного анализа. Особенно часто с этой проблемой приходится сталкиваться в регрессионном анализе экономических данных, содержащих результаты наблюдений по времени, когда входные переменные меняются от точки к точке почти синхронно. Необходимо знать, к каким последствиям приводит мультиколлинеарность.

Следует внимательно рассмотреть способы обнаружения мультиколлинеарности, также методы устранения или уменьшения мультиколлинеарности. Самый простой из них (но не всегда самый эффективный) состоит в том, что из двух объясняющих переменных, имеющих высокий коэффициент корреляции (больше 0,8), одну переменную исключают из рассмотрения. При этом какую переменную оставить, а какую удалить из анализа решают в пер-

вую очередь на основании экономических соображений. Если с экономической точки зрения ни одной из переменных нельзя отдать предпочтение, то оставляют ту из двух переменных, которая имеет больший коэффициент корреляции с зависимой переменной.

При построении модели множественной регрессии можно использовать стратегию шагового отбора, реализованную в ряде алгоритмов пошаговой регрессии. Наибольшее распространение получили две схемы отбора: метод включения и метод исключения.

Ни одна из этих процедур не гарантирует получения оптимального набора переменных. Однако при практическом применении они позволяют получить достаточно хорошие наборы существенно влияющих факторов.

При отборе факторов также рекомендуется пользоваться следующим правилом: число включаемых факторов обычно в 6–7 раз меньше объема совокупности, по которой строится регрессия. Если это соотношение нарушено, то число степеней свободы остаточной дисперсии очень мало. Это приводит к тому, что параметры уравнения регрессии оказываются статистически незначимыми, а F -критерий меньше табличного значения.

Оценка параметров множественной регрессии методом наименьших квадратов рассматривается также в указанном параграфе.

Оценку качества модели множественной регрессии следует изучать по материалам параграфа 3.4.2. К основным характеристикам качества многофакторных регрессионных моделей относятся: коэффициент детерминации R^2 , скорректированный R^2 , коэффициент множественной корреляции, стандартная ошибка и средняя относительная ошибка аппроксимации. Для проверки значимости модели регрессии используется F -критерий Фишера. Значимость отдельных коэффициентов регрессии проверяется по t -статистике.

Для того чтобы регрессионный анализ, основанный на обычном методе наименьших квадратов, давал наилучшие из всех возможных результаты, случайный член должен удовлетворять основным условиям, поэтому необходимо осуществлять проверку выполнения предпосылок МНК.

Важными являются предпосылки о независимости случайных составляющих в различных наблюдениях и равноизменчивости.

Важное понятие автокорреляции остатков и методы их обнаружения рассмотрены в параграфе 3.4.2.

Автокорреляция (последовательная корреляция) определяется как корреляция между наблюдаемыми показателями, упорядоченными во времени (временные ряды) или в пространстве (перекрестные данные). Автокорреляция остатков (отклонений) обычно встречается в регрессионном анализе при использовании данных временных рядов. При использовании перекрестных данных наличие автокорреляции (пространственной корреляции) крайне редко.

Автокорреляция может быть также следствием ошибочной спецификации эконометрической модели. Кроме того, наличие автокорреляции остатков может означать, что необходимо ввести в модель новую независимую переменную.

Следует усвоить такие понятия, как гомоскедастичность и гетероскедастичность. Необходимо иметь представление о методах проверки условия гомоскедастичности, или равноизменчивости случайной составляющей.

Анализ экономических объектов и прогнозирование с помощью модели множественной регрессии подробно и на примере рассматривается в параграфе 3.4.4. Изучая этот материал, необходимо помнить о практической важности вопроса.

При несоблюдении основных предпосылок обычного метода наименьших квадратов приходится корректировать модель: изменять ее форму, добавлять или, наоборот, исключать факторы, преобразовывать исходные данные и т.п.

При наличии гетероскедастичности в остатках рекомендуется традиционный метод наименьших квадратов (МНК) заменять обобщенным методом наименьших квадратов (ОМНК), который рассмотрен в параграфе 3.4.4.

Обобщенный метод наименьших квадратов применяется к преобразованным данным и позволяет получать оценки, которые не только обладают свойством несмещенности, но и имеют меньшие выборочные дисперсии.

Особенности применения нелинейной регрессии, включенные в программу данной дисциплины, можно изучать по материалу параграфа 3.4.5.

С основными понятиями производственных функций рекомендуется ознакомиться по материалам параграфа 3.4.6.

В завершение темы следует изучить параграф 3.4.7 «Регрессионные модели с переменной структурой (фиктивные переменные)».

После изучения материалов данной темы студенты выполняют пункты 6 и 7 задачи 1 контрольной работы по своему варианту. Прежде чем приступить к решению этой задачи, необходимо внимательно рассмотреть пример 3.1.1, в котором на конкретных данных показано выполнение основных заданий задачи 1 контрольной работы.

Тема 4. Временные ряды

Основные понятия о временных рядах экономических показателей можно найти в параграфе 3.5.1 учебного пособия. При этом особое внимание следует обратить на представление каждого уровня временного ряда как функции четырех компонент: $f(t)$, $S(t)$, $U(t)$, $\varepsilon(t)$, отражающих закономерность и случайность развития, где $f(t)$ — тренд (долговременная тенденция) развития; $S(t)$ — сезонная компонента; $U(t)$ — циклическая компонента; $\varepsilon(t)$ — остаточная компонента, и на свойства случайной компоненты (случайность отклонений, соответствие нормальному закону распределения, близость ее математического ожидания нулю и независимость ее отдельных уровней).

Переходя к этапам построения прогноза по временным рядам, прежде всего нужно ознакомиться с основными требованиями, предъявляемыми к исходным данным (таким как однородность данных, сопоставимость, предположения о типе их распределения и т. д.).

Параграф 3.5.2 содержит описание основных этапов построения прогнозов по временным рядам.

Первым этапом является этап предварительного анализа данных. На этом этапе обязательной является процедура выявления аномальных наблюдений и устранения их. Проверка наличия тренда может выполняться с помощью различных методов. Необходимо усвоить такие важные понятия, как автокорреляция во временных экономических рядах и временной лаг, коррелограмма. Следует разобрать многочисленные примеры, которые иллюстрируют методы предварительного анализа временных рядов. При изучении показателей динамики экономических процессов на основе временных рядов следует особо выделить пока-

затель среднего абсолютного прироста (САП), который используется для построения простейших, так называемых «наивных», прогнозов.

После изучения предварительного анализа данных следует рассмотреть этап построения моделей. Аналитические методы выделения (оценки) неслучайной составляющей временного ряда с помощью кривых роста реализуются в рамках моделей регрессии, в которых в роли зависимой переменной выступает переменная y_t , а в роли единственной объясняющей переменной — время t .

Наиболее часто в практической работе используются кривые роста, которые позволяют описывать процессы трех основных типов: без предела роста; с пределом роста без точки перегиба; с пределом роста и точкой перегиба. Параметры большинства кривых роста, как правило, оцениваются по методу наименьших квадратов, то есть подбираются таким образом, чтобы график функции кривой роста располагался на минимальном удалении от точек исходных данных. Согласно методу наименьших квадратов при оценке параметров модели всем наблюдениям присваиваются равные веса, то есть их информационная ценность признается равной, а тенденция развития на всем участке наблюдений — неизменной.

Свойство динамичности развития финансово-экономических процессов часто преобладает над свойством инерционности. В этом случае более эффективными являются адаптивные методы, учитывающие информационную неравноценность данных. Цель адаптивных методов заключается в построении самокорректирующихся (самонастраивающихся) экономико-математических моделей, которые способны отражать изменяющиеся во времени условия и давать достаточно точные оценки будущих членов данного ряда. Прогнозирование с использованием адаптивных моделей следует изучать по материалу параграфа 3.5.3.

Следующий этап — это этап оценки качества моделей. Качество моделей определяется в основном адекватностью и точностью этих моделей. Изучая эти вопросы, следует особое внимание обратить на анализ свойств остаточной компоненты временного ряда (ряда остатков): проверку случайности колебаний ее уровней (например, по критерию пиков), проверку близости нулю математического ожидания ее уровней (на основе t -критерия Стьюдента), про-

верку независимости ее уровней (на базе критерия Дарбина–Уотсона и первого коэффициента автокорреляции) и проверку соответствия этой последовательности нормальному закону распределения (например, на основе RS-критерия). На практике из всех адекватных моделей выбирается лучшая, наиболее точная модель. К наиболее часто применяемым показателям точности моделей следует отнести такие статистические критерии точности, как среднее квадратическое отклонение от линии тренда (стандартная ошибка аппроксимации) и средняя относительная ошибка аппроксимации.

Завершая изучение этапов построения прогнозов, следует рассмотреть порядок расчета точечных и интервальных прогнозов по материалу параграфа 3.5.1.

Точечный прогноз на основе временных моделей получается подстановкой в модель (уравнение тренда) соответствующего значения фактора времени, то есть $t = n + 1, n + 2, \dots, n + l$.

Интервальные прогнозы строятся на основе точечных прогнозов. *Доверительным интервалом* называется такой интервал, относительно которого можно с заранее выбранной вероятностью утверждать, что он содержит значение прогнозируемого показателя. Особое внимание следует обратить на показатели, характеризующие ширину интервала, которая зависит от качества модели, то есть степени ее близости к фактическим данным, числа наблюдений, горизонта прогнозирования и выбранного пользователем уровня вероятности и других факторов. Параграф 3.5.2 заканчивается примером, в котором представлены вычислительные процедуры по основным этапам построения прогноза по временным рядам с помощью EXCEL. Ниже приведено решение этого же примера с помощью программы SPSS.

Моделирование экономических процессов, подверженных сезонным колебаниям, рассмотрено в параграфе 3.5.4. Применение моделей авторегрессии изложено в параграфе 3.5.5.

После изучения материалов данной темы студенты решают задачу 2 контрольной работы по своему варианту. Прежде чем приступить к решению этой задачи, необходимо внимательно рассмотреть пример 3.5.4., в котором на конкретных данных показано выполнение основных заданий задачи 2 контрольной работы.

Решение примера 3.5.4 в SPSS

Рассмотрим применение программы SPSS для решения задачи, приведенной в параграфе 3.5.2 и решенной в EXCEL.

Финансовый директор АО «Веста» рассматривает целесообразность ежемесячного финансирования инвестиционного проекта со следующими объемами нетто-платежей, тыс. руб.:

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Уровень платежей	45	40	43	48	42	47	51	55	50	57	60	62

Требуется:

1) определить линейную модель зависимости объемов платежей от сроков (времени);

2) оценить адекватность и точность построенной модели на основе исследования:

— случайности остаточной компоненты по критерию пиков;

— независимости уровней ряда остатков по d-критерию (в качестве критических значений следует использовать уровни $d_1 = 1,08$ и $d_2 = 1,36$) и по первому коэффициенту автокорреляции, критический уровень которого $r(1) = 0,36$;

— нормальности распределения остаточной компоненты по RS-критерию с критическими уровнями 2,7–3,7;

— для оценки точности модели используйте среднеквадратическое отклонение и среднюю по модулю относительную ошибку;

3) определить размеры платежей на 3 последующих месяца (построить точечный и интервальный прогнозы на 3 шага вперед (для вероятности $P = 90\%$), отобразить на графике фактические данные, результаты расчетов и прогнозирования). Оценить целесообразность финансирования этого проекта, если в следующем квартале на эти цели фирма может выделить только 120 тыс. руб.

Решение

Решение задачи начнем с ввода данных непосредственно в SPSS (рис. 4).

SPSS Редактор Данных

1: VAR00001 45

	VAR00001	пер	пер	пер	пер	пер
1	45.00					
2	40.00					
3	43.00					
4	48.00					
5	42.00					
6	47.00					
7	51.00					
8	55.00					
9	50.00					
10	57.00					
11	60.00					
12	62.00					
13						

SPSS Процессор готов

Рис. 4. Данные задачи представлены в формате SPSS

Редактирование данных с использования пакета SPSS

Для удобства работы выполним некоторые преобразования файла данных. Используя меню *Данные — Задать даты*, выберем формат *Годы, месяцы* (рис. 5) и укажем, что первое наблюдение относится к январю 2005 г. В результате появятся новые переменные *Год (YEAR_)*, *Месяц (MONTH_)*, *Дата (DATE_)*, изображенные на рис. 6.

Решение задачи с использования пакета SPSS

Требуется построить линейную модель зависимости объемов платежей от сроков (времени).

Параметры модели оценить с помощью МНК. Основная идея МНК состоит в том, что параметры кривой роста должны быть определены так, чтобы расчетные данные как можно ближе находились к фактическим, то есть минимизируются суммы квадратов отклонений фактических данных от расчетных. Для определения параметров модели можно использовать два способа: *Анализ — Регрессия — Линейная* и *Анализ — Регрессия — Подгонка кривых*.

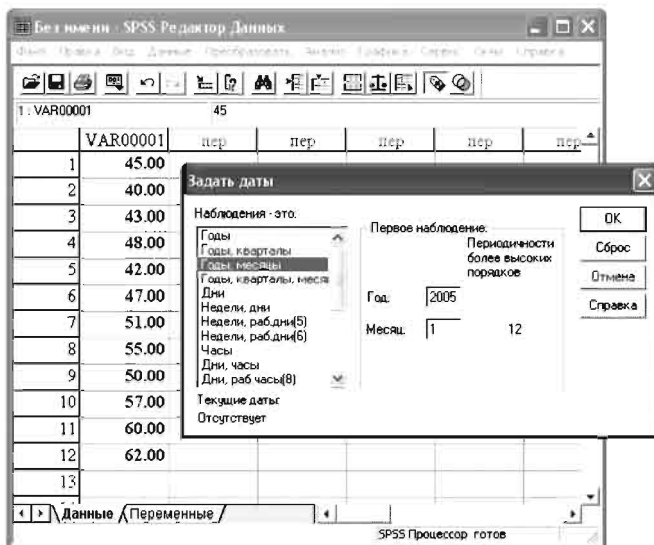


Рис. 5. Формирование новых переменных

	VAR00001	YEAR_	MONTH_	DATE_	пер	пер
1	45.00	2005	1	JAN 2005		
2	40.00	2005	2	FEB 2005		
3	43.00	2005	3	MAR 2005		
4	48.00	2005	4	APR 2005		
5	42.00	2005	5	MAY 2005		
6	47.00	2005	6	JUN 2005		
7	51.00	2005	7	JUL 2005		
8	55.00	2005	8	AUG 2005		
9	50.00	2005	9	SEP 2005		
10	57.00	2005	10	OCT 2005		
11	60.00	2005	11	NOV 2005		
12	62.00	2005	12	DEC 2005		

Рис. 6. Полученные переменные: Год (YEAR_),
Месяц (MONTH_), Дата (DATE_)

Выбираем второй подход, так как, используя этот подход, можно получить не только оценку параметров модели, но и прогноз. Для этого выполняем следующие действия:

— Выберем в верхней строке меню *Анализ — Регрессия — Подгонка кривых*.

— Поместим переменную VAR00001 в поле для зависимых переменных, в качестве независимых переменных используется фактор времени.

— Выберем вид модели *Линейная*.

— Отмечаем флажками *Включать константу* и *Графики моделей*.

— В полях панели *Сохранить* следует отметить необходимые поля (рис. 7) и указать в поле *Прогноз до* 2006 г. месяц 3.

— Начните вычисления нажатием ОК.

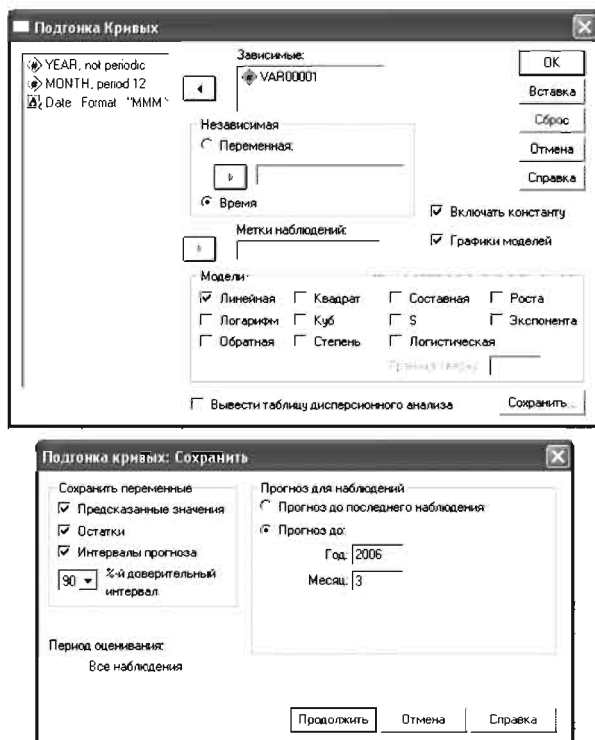


Рис. 7. Подгонка кривых. Заполнение поля *Сохранить*

В окне вывода получим следующие результаты:

Independent: Time

Dependent Mth Rsq d.f. F Sigf b0 b1
 VAR00001 LIN .823 10 46.49 .000 **38.2273 1.8112.**

Из протокола видно, что мы получили модель $\hat{y}_t = 38.227 + 1.811t$.

В окне редактора данных (рис. 8) получаем предсказанные значения $y(\text{FIT_1})$, включая три точки прогноза (на январь, февраль и март 2006 г.), значения остаточной компоненты (ERR_1), нижнюю (LCL_1) и верхнюю (UCL_1) границы доверительного интервала, включая прогнозные значения.

	VAR00001	YEAR_	MONTH_	DATE_	FIT_1	ERR_1	LCL_1	UCL_1
1	45.00	2005	1	JAN 2005	40.03846	4.96154	33.48709	46.58983
2	40.00	2005	2	FEB 2005	41.84965	-1.84965	35.47764	48.22166
3	43.00	2005	3	MAR 2005	43.66084	-.66084	37.43604	49.88564
4	48.00	2005	4	APR 2005	45.47203	2.52797	39.35996	51.58410
5	42.00	2005	5	MAY 2005	47.28322	-5.28322	41.24747	53.31896
6	47.00	2005	6	JUN 2005	49.09441	-2.09441	43.09719	55.09163
7	51.00	2005	7	JUL 2005	50.90559	.09441	44.90837	56.90281
8	55.00	2005	8	AUG 2005	52.71678	2.28322	46.68104	58.75253
9	50.00	2005	9	SEP 2005	54.52797	-4.52797	48.41590	60.64004
10	57.00	2005	10	OCT 2005	56.33916	.66084	50.11436	62.56396
11	60.00	2005	11	NOV 2005	58.15035	1.84965	51.77834	64.52236
12	62.00	2005	12	DEC 2005	59.96154	2.03846	53.41017	66.51291
13	.	2006	1	JAN 2006	61.77273	.	55.01240	68.53305
14	.	2006	2	FEB 2006	63.58392	.	56.58770	70.58014
15	.	2006	3	MAR 2006	65.39510	.	58.13867	72.65154
16								

Рис. 8. Результаты расчетов

Прогнозные значения расположены в последних трех строках Редактора данных.

Дата	Прогноз	Нижняя граница	Верхняя граница
JAN 2006	61.77	55.01	68.53
FEB 2006	63.58	56.59	70.58
MAR 2006	65.40	58.14	72.65

На основании выполненных расчетов можно сделать следующие выводы:

- 1) Модель имеет вид $Y = 38.23 + 1.81 t$.
- 2) Размеры платежей составят 61,77; 63,58 и 65,40 тыс. руб.
- 3) Денежных средств в объеме 120 тыс. руб. на финансирование этого инвестиционного проекта на 3 последующих месяца будет недостаточно, поэтому нужно либо изыскать дополнительные средства, либо отказаться от этого проекта.

Для построения более наглядного графика выполним редактирование данных (рис. 9). Нажмем в нижней строке меню кнопку «Переменные». Это позволит просмотреть всю информацию о переменных, импортированных в SPSS файл, и внести нужные изменения и дополнения. В столбце «Метка» введем расширенное имя переменной (до 256 символов). Эта информация будет использована при создании графиков.

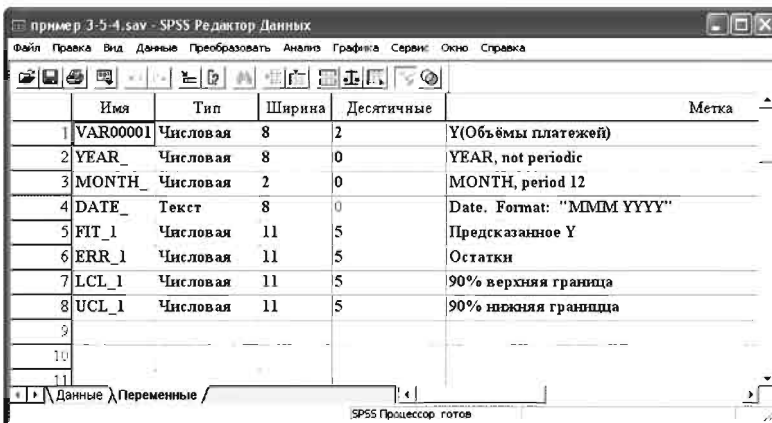


Рис. 9. Редактирование данных — заполнение поля *Метки*

Далее перейдем к отображению на графике фактических данных, результатов расчета и прогнозирования. По введенным исходным данным и полученным в результате расчетов строим график «Графика» — «Линии»

Выберем в верхней строке меню «Графика» — «Линии» — *Несколько* (рис. 10).



Рис. 10. Выбор нужных пунктов меню «Графика»

В поле *Несколько линий*: *Отдельные значения переменных* указываем, что линии представляют переменные: Y (Объемы платежей), Предсказанное Y , 90% нижняя граница и 90% верхняя граница (рис. 11).

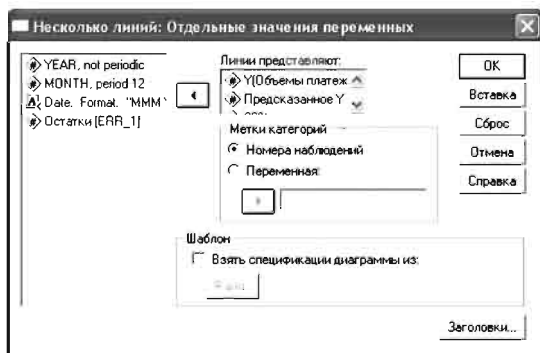


Рис. 11. Заполнение поля *Несколько линий*:
Отдельные значения переменных

На рис. 12. приведены графики исходного временного ряда *Объемы платежей*, аппроксимирующая прямая и результаты прогнозирования.

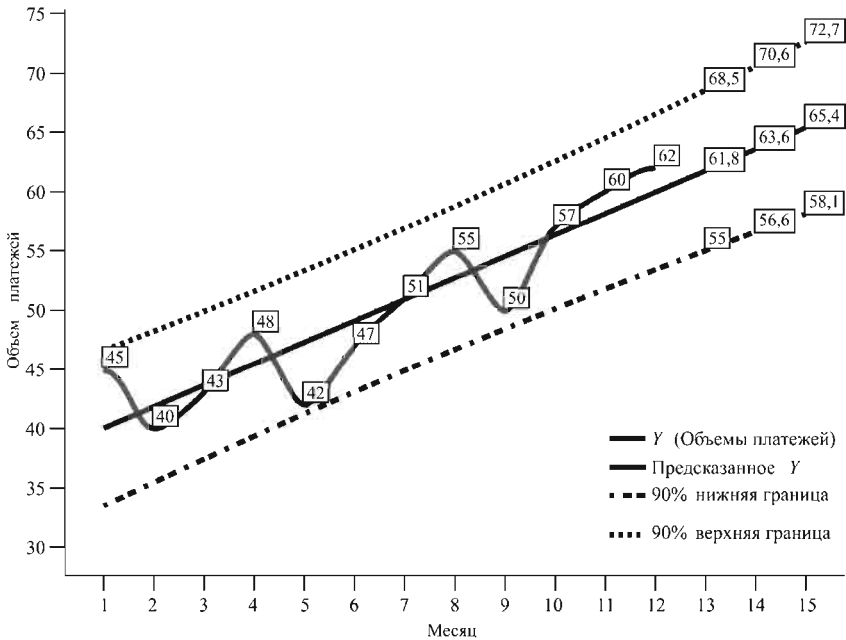


Рис. 12. Исходные данные, результаты моделирования и прогнозирования

Оценка адекватности и точности построенной модели

Для того чтобы оценить адекватность и точность построенной модели на основе исследования, целесообразно воспользоваться результатами, полученными при расчете линейной регрессии: *Анализ — Регрессия — Линейная*, где в качестве зависимой переменной указать Y (*Объемы платежей*), в качестве независимой $MONTH$, и в поле панели *Статистики* отметить флажками *Оценки*, критерий *Дурбина–Уотсона* (Durbin–Watson statistics, в отечественной литературе принято также написание «критерий Дарбина–Уотсона») (рис. 13).

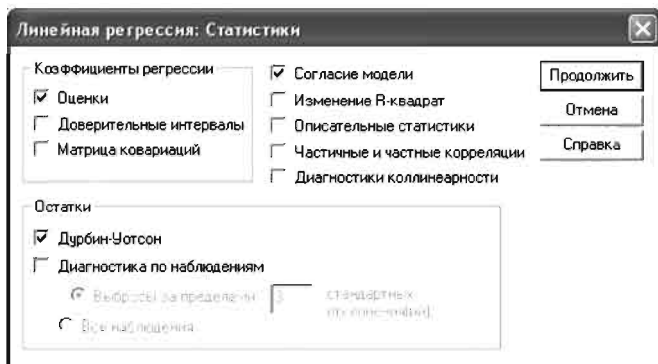


Рис. 13. Задание нужных параметров в меню «Статистика»

Независимость уровней ряда остатков проверяем по d-критерию

При проверке независимости (отсутствие автокорреляции) определяется отсутствие в ряду остатков систематической составляющей, например, с помощью d-критерия Дарбина–Уотсона.

В поле вывода в табл. 4 значение d-критерия равно 2,116

Таблица 4

Сводка для модели (b)

Модель	R	R квадрат	Скорректированный R квадрат	Стд. ошибка оценки	Дурбин–Уотсон
1	.907(a)	.823	.805	3.17651	2.116

a Предикторы: (константа) MONTH, period 12

b Зависимая переменная: Y(Объемы платежей)

$$d' = 4 - d = 4 - 2.12 = 1.88.$$

Так как d' попало в интервал от d_2 до 2, то по данному критерию можно сделать вывод о выполнении свойства независимости.

Это означает, что в ряду динамики не имеется автокорреляции, следовательно, модель по этому критерию адекватна.

Проверка условия случайности возникновения отдельных отклонений от тренда может быть выполнена с помощью критерия «пиков», или критерия поворотных точек.

Значение случайной переменной считается поворотной точкой, если оно одновременно больше (меньше) соседних с ним элементов. Если остатки случайны, то поворотная точка приходится примерно на каждые 1,5 наблюдения. Если их больше, то возмущения быстро колеблются и это не может быть объяснено только случайностью. Если же точек меньше, то последовательные значения случайного компонента положительно коррелированы.

Критерий случайности отклонений от тренда при уровне вероятности 0,95 можно представить как

$$p > \left[\frac{2}{3}(n-2) - 1,96\sqrt{\frac{16n-29}{90}} \right],$$

где p — фактическое количество поворотных точек в случайном ряду.

Построим график остатков (рис. 14) и определим количество поворотных точек.

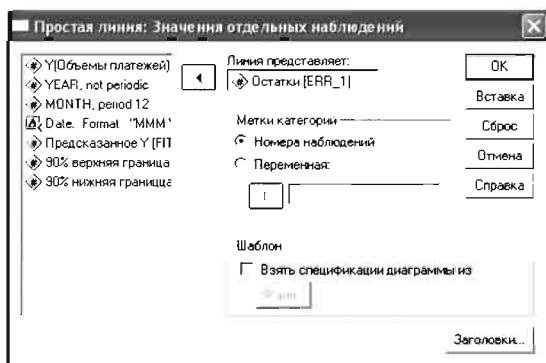


Рис. 14. Построение графика остатков

Количество поворотных точек (p) в исследуемом ряду остатков равно 5 (рис. 15).

$$p > \left[\frac{2}{3}(n-2) - 1,96\sqrt{\frac{16n-29}{90}} \right] = \left[\frac{2}{3}(12-2) - 1,96\sqrt{\frac{16 \cdot 12 - 29}{90}} \right] = [4,029].$$

Неравенство выполняется ($5 > 4$). Следовательно, свойство случайности выполняется. Модель по этому критерию адекватна.

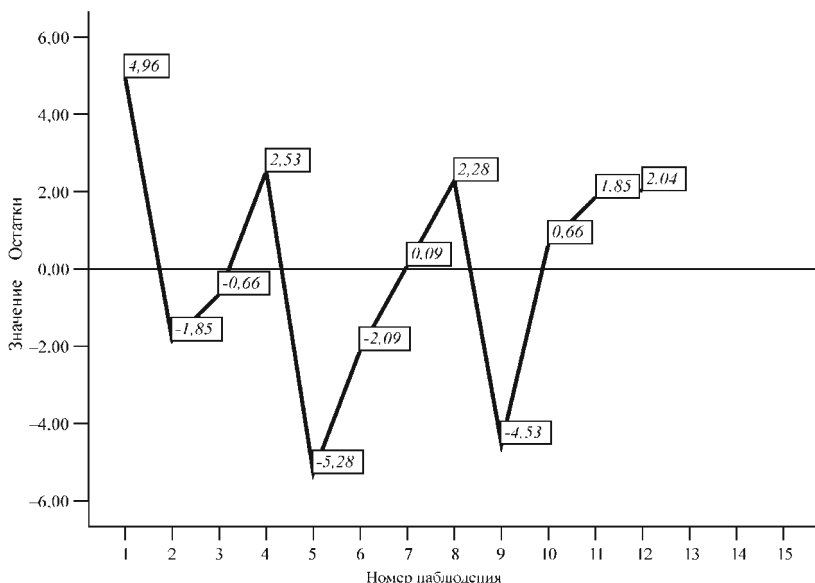


Рис. 15. График остаточной компоненты

Проверку нормальности распределения остаточной компоненты определим при помощи RS-критерия:

$$RS = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{S_e},$$

где e_{\max} — максимальный уровень ряда остатков,

e_{\min} — минимальный уровень ряда остатков,

S_e — среднеквадратическое отклонение.

Для получения промежуточных данных выбираем «Анализ» — «Описательные статистики» — «Описательные» и отмечаем необходимые поля в поле панели *Параметры* (рис. 16).

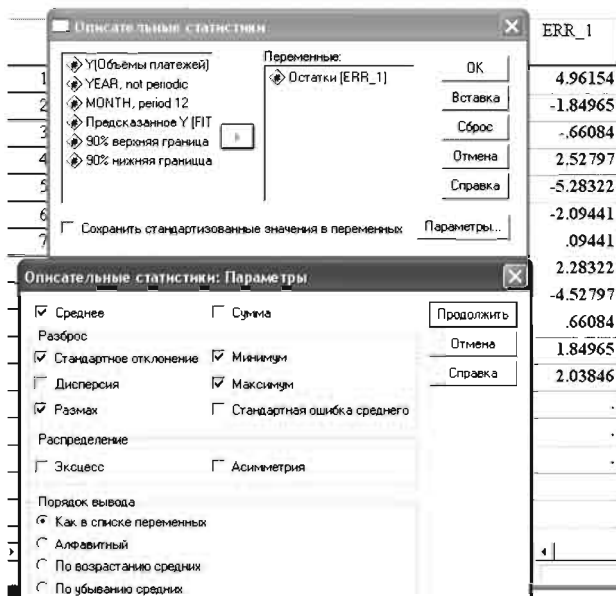


Рис. 16. Получение промежуточных данных

В поле вывода получаем:

Описательные статистики

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
Остатки	12	10.24	-5.28	4.96	.0000	3.0286
N валидных (целиком)	12					

$$RS = [4,96 - (-5,28)] / 3,029 = 10,24 / 3,029 = 3,38.$$

Расчетное значение попадает в интервал $(2,7-3,7)$, следовательно, выполняется свойство нормальности распределения. Модель по этому критерию адекватна.

Задания для выполнения контрольной работы

Порядок оформления контрольной работы

Контрольная работа выполняется и защищается в установленные деканатом сроки.

Титульный лист контрольной работы должен содержать все необходимые реквизиты: названия института и факультета; наименование учебной дисциплины; номер группы и номер зачетной книжки, ФИО студента и преподавателя.

Работа без указания номера зачетной книжки и номера группы проверке не подлежит, при отсутствии ФИО преподавателя установленные сроки проверки работы могут быть нарушены.

Решение задач контрольной работы должно сопровождаться необходимыми комментариями, то есть все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Для решения задач допустимо использование средств EXCEL или программы SPSS.

К собеседованию допускаются студенты, выполнившие правильно и в полном объеме все задания контрольной работы.

Для получения зачета по результатам собеседования студент должен знать теоретические основы тематики задач контрольной работы и уметь ответить на конкретные вопросы по содержанию проверенной работы.

Номер вашего варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки (если преподавателем не задан другой порядок выбора варианта).

Задачи

Задача 1. Эконометрическое моделирование стоимости квартир в Московской области*

Варианты для самостоятельной работы, задание по эконометрическому моделированию стоимости квартир, наименования по-

* При решении данной задачи расчеты можно вести с использованием надстройки EXCEL Анализ данных или программы SPSS.

казателей и исходные данные для эконометрического моделирования стоимости квартир в Московской области приведены ниже (табл. 1–3).

Таблица 1

Варианты для самостоятельной работы

Номер варианта	Исследуемые факторы	Номера наблюдений
1	Y, X_1, X_3, X_5	1–40
2	Y, X_1, X_3, X_5	41–80
3	Y, X_1, X_2, X_4	1–40
4	Y, X_1, X_2, X_4	41–80
5	Y, X_3, X_5, X_6	1–40
6	Y, X_3, X_5, X_6	41–80
7	Y, X_1, X_2, X_3	1–40
8	Y, X_1, X_2, X_3	41–80
9	Y, X_4, X_5, X_6	1–40
0	Y, X_4, X_5, X_6	41–80

Задание по эконометрическому моделированию стоимости квартир в Московской области

1. Рассчитайте матрицу парных коэффициентов корреляции; оцените статистическую значимость коэффициентов корреляции Y с X .
2. Постройте поле корреляции результативного признака и наиболее тесно связанного с ним фактора.
3. Рассчитайте параметры линейной парной регрессии для фактора X , наиболее тесно связанного с Y .
4. Оцените качество модели через коэффициент детерминации, среднюю ошибку аппроксимации и F -критерий Фишера.
5. По модели осуществите прогнозирование среднего значения показателя Y при уровне значимости $\alpha = 0,1$, если прогнозное значения фактора X составит 80% от его максимального значения.

Представьте графически фактические и модельные значения, точки прогноза.

6. Используя пошаговую множественную регрессию (метод исключения или метод включения), постройте модель формирования цены квартиры на основе только значимых факторов. Дайте экономическую интерпретацию коэффициентов модели регрессии.

7. Оцените качество построенной модели. Улучшилось ли качество модели по сравнению с однофакторной моделью? Дайте оценку влияния значимых факторов на результат с помощью коэффициентов эластичности, β - и Δ -коэффициентов.

Таблица 2

Наименования показателей

Обозначение	Наименование показателя	Единица измерения (возможные значения)
Y	Цена квартиры	тыс. долл.
X_1	Город области	1 — Подольск
		0 — Люберцы
X_2	Число комнат в квартире	
X_3	Общая площадь квартиры	кв. м
X_4	Жилая площадь квартиры	кв. м
X_5	Этаж квартиры	
X_6	Площадь кухни	кв. м

Таблица 3

Исходные данные для эконометрического моделирования стоимости квартир

Номер наблюдения	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	115	0	4	70,4	51,4	9	7
2	85	1	3	82,8	46	5	10
3	69	1	2	64,5	34	6	10
4	57	1	2	55,1	31	1	9
5	184,6	0	3	83,9	65	1	9

Продолжение таблицы 3

Номер наблюдения	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
6	56	1	1	32,2	17,9	2	7
7	85	0	3	65	39	12	8,3
8	265	0	4	169,5	80	10	16,5
9	60,65	1	2	74	37,8	11	12,1
10	130	0	4	87	57	6	6
11	46	1	1	44	20	2	10
12	115	0	3	60	40	2	7
13	70,96	0	2	65,7	36,9	5	12,5
14	39,5	1	1	42	20	7	11
15	78,9	0	1	49,3	16,9	14	13,6
16	60	1	2	64,5	32	11	12
17	100	1	4	93,8	58	1	9
18	51	1	2	64	36	6	12
19	157	0	4	98	68	2	11
20	123,5	1	4	107,5	67,5	12	12,3
21	55,2	0	1	48	15,3	9	12
22	95,5	1	3	80	50	6	12,5
23	57,6	0	2	63,9	31,5	5	11,4
24	64,5	1	2	58,1	34,8	10	10,6
25	92	1	4	83	46	9	6,5
26	100	1	3	73,4	52,3	2	7
27	81	0	2	45,5	27,8	3	6,3
28	65	1	1	32	17,3	5	6,6
29	110	0	3	65,2	44,5	10	9,6
30	42,1	1	1	40,3	19,1	13	10,8
31	135	0	2	72	35	12	10
32	39,6	1	1	36	18	5	8,6
33	57	1	2	61,6	34	8	10
34	80	0	1	35,5	17,4	4	8,5
35	61	1	2	58,1	34,8	10	10,6
36	69,6	1	3	83	53	4	12
37	250	1	4	152	84	15	13,3
38	64,5	1	2	64,5	30,5	12	8,6
39	125	0	2	54	30	8	9
40	152,3	0	3	89	55	7	13
41	38	1	1	41,9	19	12	9,5
42	62,2	1	2	69	36	9	10

Продолжение таблицы 3

Номер наблюдения	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
43	125	0	3	67	41	11	8
44	61,1	1	2	58,1	34,8	10	10,6
45	67	0	1	32	18,7	2	6
46	93	0	2	57,2	27,7	1	11,3
47	118	1	3	107	59	2	13
48	132	0	3	81	44	8	11
49	92,5	0	3	89,9	56	9	12
50	105	1	4	75	47	8	12
51	42	1	1	36	18	8	8
52	125	1	3	72,9	44	16	9
53	170	0	4	90	56	3	8,5
54	38	0	1	29	16	3	7
55	130,5	0	4	108	66	1	9,8
56	85	0	2	60	34	3	12
57	98	0	4	80	43	3	7
58	128	0	4	104	59,2	4	13
59	85	0	3	85	50	8	13
60	160	1	3	70	42	2	10
61	60	0	1	60	20	4	13
62	41	1	1	35	14	10	10
63	90	1	4	75	47	5	12
64	83	0	4	69,5	49,5	1	7
65	45	0	1	32,8	18,9	3	5,8
66	39	0	1	32	18	3	6,5
67	86,9	0	3	97	58,7	10	14
68	40	0	1	32,8	22	2	12
69	80	0	2	71,3	40	2	10
70	227	0	4	147	91	2	20,5
71	235	0	4	150	90	9	18
72	40	1	1	34	15	8	11
73	67	1	1	47	18,5	1	12
74	123	1	4	81	55	9	7,5
75	100	0	3	57	37	6	7,5
76	105	1	3	80	48	3	12
77	70,3	1	2	58,1	34,8	10	10,6
78	82	1	3	81,1	48	5	10
79	280	1	4	155	85	5	21
80	200	1	4	108,4	60	4	10

Задача 2. Исследовать динамику экономического показателя на основе анализа одномерного временного ряда*

Задачи 2.1–2.10. В течение девяти последовательных недель фиксировался спрос $Y(t)$ (млн р.) на кредитные ресурсы финансовой компании. Временной ряд $Y(t)$ этого показателя (повариантно) приведен в таблице.

Таблица

Номер варианта	Номер наблюдения ($t = 1, 2, \dots, 9$)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10	14	21	24	33	41	44	47	49
2	43	47	50	48	54	57	61	59	65
3	3	7	10	11	15	17	21	25	23
4	30	28	33	37	40	42	44	49	47
5	5	7	10	12	15	18	20	23	26
6	12	15	16	19	17	20	24	25	28
7	20	27	30	41	45	51	51	55	61
8	8	13	15	19	25	27	33	35	40
9	45	43	40	36	38	34	31	28	25
10	33	35	40	41	45	47	45	51	53

Требуется:

- 1) Проверить наличие аномальных наблюдений.
- 2) Построить линейную модель $\hat{Y}(t) = a_0 + a_1 t$, параметры которой оценить МНК ($\hat{Y}(t)$ — расчетные, смоделированные значения временного ряда).
- 3) Оценить адекватность модели, используя свойства независимости остаточной компоненты, случайности и соответствия нор-

* При решении данной задачи расчеты можно вести с использованием надстройки EXCEL Анализ данных или программы SPSS.

мальному закону распределения (при использовании R/S-критерия взять табулированные границы 2,7–3,7).

4) Оценить точность на основе использования средней относительной ошибки аппроксимации.

5) Осуществить прогноз спроса на следующие две недели (доверительный интервал прогноза рассчитать при доверительной вероятности $p = 70\%$).

6) Фактические значения показателя, результаты моделирования и прогнозирования представить графически.

Вычисления провести с одним знаком в дробной части. Основные промежуточные результаты вычислений представить в таблицах (при использовании компьютера представить соответствующие листинги с комментариями).

Содержание

Методические указания по изучению курса	3
Примерный график изучения дисциплины «Эконометрика»	4
Литература	7
Темы эконометрики, изучаемые бакалаврами	8
Задания для выполнения контрольной работы	35
Порядок оформления контрольной работы	35
Задачи	36

Эконометрика. Методические указания по изучению курса и выполнению контрольной работы для самостоятельной работы студентов III курса, обучающихся по направлению 521600 «Экономика» (бакалавр) (первое высшее образование). — М.: ВЗФЭИ, 2008.

Редактор Л.Ю. Алексеева
Корректор Н.А. Буренок
Компьютерная верстка Т.В. Иванниковой

ЛР ИД № 00009 от 25.08.99 г.

Подписано в печать 24.01.08. Формат 60×90^{1/16}.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Усл.-печ. л. 2,75.
Издательский номер 1/115-08.
Тираж 50 экз. Заказ № 833.

Редакционно-издательский отдел
Всероссийского заочного
финансово-экономического института (ВЗФЭИ)
Олеко Дундича, 23, Москва, Г-96, ГСП-5, 123995