Частное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский инновационный университет имени
В. Г. Тимирясова (ИЭУП)»

ЭКОНОМЕТРИКА
И АНАЛИЗ ДАННЫХ

Методические указания
к выполнению контрольной работы

2 семестр

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Данные методические указания состоят из общих требований к выполнению контрольной работы, образцов решения типовых заданий контрольной работы и вариантов заданий контрольной работы по дисциплине «Эконометрика и анализ данных». В приложении приводятся таблицы значений F-критерия Фишера и критических значений t-критерия Стьюдента, а также образец титульного листа контрольной работы.

Приступая к выполнению контрольной работы предварительно необходимо самостоятельно изучить теоретический материал, а также решения типовых заданий контрольной работы, приведенные в образце выполнения контрольной работы.

Вариант контрольной работы определяется по двум последним цифрам зачетной книжки. Работы с другим номером варианта не засчитываются. Предусмотрено 20 вариантов исходных данных:

Цифры зачетной книжки	Вариант задания	Цифры зачетной книжки	Вариант задания	Цифры зачетной книжки	Вариант задания	Цифры зачетной книжки	Вариант задания	Цифры зачетной книжки	Вариант задания
01	1	21	1	41	1	61	1	81	1
02	2	22	2	42	2	62	2	82	2
03	3	23	3	43	3	63	3	83	3
04	4	24	4	44	4	64	4	84	4
05	5	25	5	45	5	65	5	85	5
06	6	26	6	46	6	66	6	86	6
07	7	27	7	47	7	67	7	87	7
08	8	28	8	48	8	68	8	88	8
09	9	29	9	49	9	69	9	89	9
10	10	30	10	50	10	70	10	90	10
11	11	31	11	51	11	71	11	91	11
12	12	32	12	52	12	72	12	92	12
13	13	33	13	53	13	73	13	93	13
14	14	34	14	54	14	74	14	94	14
15	15	35	15	55	15	75	15	95	15
16	16	36	16	56	16	76	16	96	16
17	17	37	17	57	17	77	17	97	17
18	18	38	18	58	18	78	18	98	18
19	19	39	19	59	19	79	19	99	19
20	20	40	20	60	20	80	20	00	20

Контрольная работа выполняется вручную в тетради в клетку, страницы которой имеют поля для замечаний преподавателя. Последовательность решения задач должна соответствовать последовательности заданий контрольной работы. Перед решением задачи необходимо переписать ее условие. Решение заданий оформляется подробно, приводятся необходимые формулы и выводы. Титульный лист выполняется на компьютере и оформляется по примеру, приведенному в приложении.

Сроки сдачи работы

- Работа выполняется внеаудиторно.
- Срок сдачи работы определяется преподавателем.

Задание контрольной работы не засчитывается, если студент не может прокомментировать проделанные в этом задании расчеты.

ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задача 1. На основе квартальных данных объемов продаж предприятия за 1995-2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда, трендовая компонента которой имеет вид:

$$T = 200 + 3 \cdot t \quad (t = 1,2,...).$$

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	2	3	4	5
1	200			- 11
2			15	+ 5
3	250		32	
4				

Определить недостающие в таблице данные, зная, что общий объем продаж за 1999 г. составил 1000 тыс. у.е.

Решение. В первую очередь определим все значения трендовой компоненты. Чтобы использовать имеющееся уравнение тренда, надо определить моменты времени, относящиеся к 1999 г. Поскольку модель относится к периоду 1995 – 2000 гг., т.е. охватывает 6 лет, квартальные временные отметки изменяются от 1 до 24. В этом случае 1999 г. (предпоследний в исследуемом периоде) соответствует моментам времени 17, 18, 19 и 20.

Подставим в уравнение тренда, получим:

$$T_1 = 200 + 3 \cdot 17 = 251;$$
$$T_2 = 200 + 3 \cdot 18 = 254;$$
$$T_3 = 200 + 3 \cdot 19 = 257;$$
$$T_4 = 200 + 3 \cdot 20 = 260.$$

Далее недостающие величины для первого, второго и третьего кварталов вычисляем по балансу из уравнения (1) для аддитивной модели временного ряда:

$$S_1 = y_1 - T_1 - E_1 = 200 - 251 - (-11) = -40;$$
$$y_2 = T_2 + S_2 + E_2 = 254 + 15 + 5 = 274;$$
$$E_3 = y_3 - T_3 - S_3 = 250 - 257 - 32 = -39.$$

Осталось определить только величины для четвертого квартала, где известно только значение трендовой компоненты. В условиях задачи задан общий объем продаж за год. Поскольку известны продажи за три первых квартала, четвертый определяется легко:

$$y_4 = 1000 - (y_1 + y_2 + y_3) = 1000 - (200 + 274 + 250) = 276.$$

Для расчета сезонной компоненты за 4 – й квартал воспользуемся тем, что в аддитивной модели сумма сезонных компонент за один период должны равняться нулю:

$$S_4 = -(S_1 + S_2 + S_3) = -(40 + 15 + 32) = -7.$$

Последнее значение в таблице – случайную компоненту за 4 – й квартал – вычисляем по балансу из формулы (1), поскольку все остальные компоненты уже известны:

$$E_4 = y_4 - T_4 - S_4 = 276 - 260 + 7 = 23.$$

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	2	3	4	5
1	200	251	- 40	-11
2	274	254	15	+ 5
3	250	257	32	- 39
4	276	260	- 7	+ 23

Задача 2. На основе поквартальных данных за 9 последних лет была построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Уравнение тренда в этой модели имеет вид:

$$T_1 = 10{,}8 + 0{,}1 \cdot t.$$

Скорректированные значения сезонной компоненты равны: в 1 – м квартале – 1,5; в 3 – м квартале – 0,6; в 4 – м квартале – 0,8.

Определить сезонную компоненту за 2 – й квартал и прогноз моделируемого показателя за 2 – й и 3 – й кварталы следующего года.

Решение. В мультипликативной модели сумма скорректированных сезонных компонент за один период должны равняться количеству этих коэффициентов, т.е. четырем. Отсюда находим недостающую сезонную компоненту за 2 – й квартал:

$$S_2 = 4 - (S_1 + S_3 + S_4) = 4 - (1{,}5 + 0{,}6 + 0{,}8) = 1{,}1.$$

Для прогнозирования по мультипликативной модели воспользуемся соотношением (2), в котором не будем учитывать случайную компоненту. При этом следует иметь в виду, что 2 – й и 3 – й кварталы будущего года будут относиться в рамках рассматриваемой модели соответственно к 38 – й и 39 – й отметкам времени соответственно:

$$\hat{y}_{38} = (10{,}8 + 0{,}1 \cdot 38) \cdot 1{,}1 = 16{,}06;$$

$$\hat{y}_{39} = (10{,}8 + 0{,}1 \cdot 39) \cdot 0{,}6 = 8{,}82.$$

Задача 3. На основе помесячных данных за последние 5 лет была построена аддитивная временная модель потребления тепла в районе. Скорректированные значения сезонной компоненты приведены в таблице.

Январь	+ 27	Май	- 20	Сентябрь	- 10
Февраль	+ 22	Июнь	- 34	Октябрь	+ 12
Март	+ 15	Июль	- 42	Ноябрь	+20
Апрель	- 2	Август	- 18	Декабрь	?

Уравнение тренда выглядит так:

$$T = 300 + 1{,}1 \cdot t.$$

Определить значение сезонной компоненты за декабрь, а также точечный прогноз потребления тепла на 2 – й квартал следующего года.

Решение. В аддитивной модели временного ряда сумма скорректированных сезонных компонент за один период, в данном случае за год, должна равняться нулю. Отсюда значение сезонной компоненты за декабрь:

$$S_{12} = 0 - \sum_{i=1,(i\neq 12)}^{12} S_i = 0 - (27 + 22 + 15 - 2 - 20 - 34 - 42 - 18 - 10 + 12 + 20) = -30.$$

Прогноз потребления тепла рассчитывается по формуле (1), в которой не учитывается случайная составляющая, поскольку она не прогнозируется. Здесь для расчета трендовой компоненты следует иметь в виду, что второму кварталу следующего года (апрель, май, июнь) соответствуют отметки времени 64, 65 и 66. Прогноз за весь второй квартал складывается из прогнозов за апрель, май и июнь.

$$\hat{y}(апрель) = (300 + 1{,}1 \cdot 64) - 2 = 368{,}4;$$
$$\hat{y}(май) = (300 + 1{,}1 \cdot 65) - 20 = 351{,}5;$$
$$\hat{y}(июнь) = (300 + 1{,}1 \cdot 66) - 34 = 338{,}6;$$
$$\hat{y}(2 - й\ квартал) = 368{,}4 + 351{,}5 + 338{,}6 = 1058{,}5.$$

Задача 4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{13} \cdot y_3 + a_{11} \cdot x_1 + a_{13} \cdot x_3, \\ y_2 = b_{21} \cdot y_1 + b_{23} \cdot y_3 + a_{22} \cdot x_2, \\ y_3 = b_{32} \cdot y_2 + a_{31} \cdot x_1 + a_{33} \cdot x_3. \end{cases}$$

Оценить модель на идентификацию.

Решение.

Модель имеет три эндогенные (y_1,y_2,y_3) и три экзогенные (x_1,x_2,x_3) переменные. Проверим каждое уравнение системы на необходимое (Н) и достаточное (Д) условия идентификации. Для удобства проверки составим матрицу из коэффициентов при переменных системы:

Уравнение	y_1	y_2	y_3	x_1	x_2	x_3
1	-1	0	b_{13}	a_{11}	0	a_{13}
2	b_{21}	-1	b_{23}	0	a_{22}	0
3	0	b_{32}	-1	a_{31}	0	a_{33}

Первое уравнение.

Н: эндогенных переменных – 2 (y_1,y_3),

Отсутствующих экзогенных -1(x_2).

Выполняется необходимое равенство: 2=1+1, следовательно, уравнение точно идентифицируемо.

Д: в первом уравнении отсутствуют y_2 и x_2. Построим матрицу из коэффициентов при них в других уравнениях системы:

Уравнение	Отсутствующие переменные	
	y_2	x_2
второе	-1	a_{22}
третье	b_{32}	0

$DetA = -1 \cdot 0 - b_{32} \cdot a_{22} \neq 0.$

Определитель матрицы не равен 0, ранг матрицы равен 2; следовательно, выполняется достаточное условие идентификации, и первое уравнение точно идентифицируемо.

Второе уравнение.

Н: эндогенных переменных - 3 (y_1,y_2,y_3),

отсутствующих экзогенных – 2(x_1,x_3).

Выполняется необходимое равенство: 3=2+1, следовательно, уравнение точно идентифицируемо.

Д: во втором уравнении отсутствуют x_1 и x_3. Построим матрицу из коэффициентов при них в других уравнениях системы:

Уравнение	Отсутствующие переменные	
	x_1	x_3
первое	a_{11}	a_{13}
третье	a_{31}	a_{33}

$DetA = a_{11} \cdot a_{33} - a_{31} \cdot a_{13} \neq 0.$

Определитель матрицы не равен 0, ранг матрицы равен 2, следовательно, выполняется достаточное условие идентификации, и второе уравнение точно идентифицируемо.

Третье уравнение.

Н: эндогенных переменных -2 (y_2,y_3),

Отсутствующих экзогенных – 1 (x_2).

Выполняется необходимое равенство:2=1+1, следовательно, уравнение точно идентифицируемо.

Д: в третьем уравнении отсутствуют y_1 и x_2. Построим матрицу из коэффициентов при них в других уравнениях системы:

Уравнение	Отсутствующие переменные	
	y_1	x_2
первое	-1	0
второе	b_{21}	a_{22}

$DetA = -1 \cdot a_{22} - b_{21} \cdot 0 \neq 0.$

Определитель матрицы не равен 0, ранг матрицы равен 2, следовательно, выполняется достаточное условие идентификации, и третье уравнение точно идентифицируемо. Следовательно, исследуемая система точно идентифицируема и может быть решена косвенным методом наименьших квадратов.

Запишем приведенную форму модели:

$$\begin{cases} y_1 = \delta_{11} \cdot x_1 + \delta_{12} \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_3, \\ y_2 = \delta_{21} \cdot x_1 + \delta_{22} \cdot x_2 + \delta_{23} \cdot x_3, \\ y_3 = \delta_{31} \cdot x_1 + \delta_{32} \cdot x_2 + \delta_{33} \cdot x_3. \end{cases}$$

Задача 5. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + a_{12} x_{2,} \\ y_2 = b_{21} y_1 + b_{23} y_3 + a_{22} x_{2,} \\ y_3 = b_{32} y_2 + a_{31} x_1 + a_{33} x_{3.} \end{cases}$$

Проверить модель на идентификацию, применив необходимое условие идентификации.

Решение. Сначала определим идентифицируемость структурной модели. Ограничимся для простоты применением счетного правила.

Первое и третье уравнения структурной модели имеют D = 2, H = 1. В первом уравнении две эндогенные переменные – y_1, y_2, в третьем тоже две – y_2, y_3; в обоих уравнениях не хватает по одной экзогенной переменной: в первом отсутствует x_3, в третьем – x_2. В этих уравнениях выполняется равенство D + 1 = H, и они идентифицируемы. Во втором уравнении присутствуют все три эндогенные переменные, а отсутствуют две экзогенные – x_1 и x_3. Здесь также выполняется равенство D + 1 = H, и второе уравнение также идентифицируемо. Поскольку все три уравнения структурной модели идентифицируемы, система также идентифицируема.

Задача 6. При анализе данных на гетероскедастичность вся выборка была после упорядочения по одному из факторов разбита на три подвыборки.

Затем по результатам трехфакторного регрессионного анализа было определено, что остаточная СКО в первой подвыборке составила 180, а в третьей – 63.

Подтверждается ли наличие гетероскедастичности, если объем данных в каждой подвыборке равен 20?

Решение. Рассчитаем F – статистику для проверки нуль – гипотезы о гомоскедастичности по тесту Голдфелда – Квандта:

$$F_{набл} = \frac{180}{63} = 2{,}857 \cdot$$

Найдем критические значения статистики по Фишеру:

$$F(0{,}1; k-p-1; k-p-1) = F(0{,}1; 20-3-1; 20-3-1) = 1{,}93;$$

$$F(0{,}05; 16; 16) = 2{,}33;$$

$$F(0{,}01; 16; 16) = 3{,}38.$$

Следовательно, на уровнях значимости 0,1 и 0,05 $F_{набл} > F_{кр}$, и гетероскедастичность имеет место, а на уровне 0,01 $F_{набл} < F_{кр}$, и гипотезу о гомоскедастичности отклонить нельзя.

Задача 7. На основе квартальных данных с 2000 г. по 2004 г. получено уравнение $y = -0{,}67 + 0{,}0098x_{t1} - 5{,}62x_{t2} + 0{,}044x_{t3} + \varepsilon$. При этом ESS=110,3, RSS=21,4 (ESS – объясненная СКО, RSS – остаточная СКО). В уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие трем первым кварталам года, и величина ESS увеличилась до 120,2. Присутствует ли сезонность в этом уравнении?

Решение. Это задача на проверку обоснованности включения группы факторов в уравнение множественной регрессии. В первоначальное уравнение с тремя факторами были добавлены три переменные, соответствующие первым трем кварталам года.

Определим коэффициенты детерминации уравнений. Общая СКО определяется как сумма факторной и остаточной СКО:

TSS = ESS_1 + ESS_2 = 110,3 + 21,4 = 131,7

Отсюда:

$$R_1^2 = \frac{ESS_1}{TSS} = \frac{110{,}3}{131{,}7} = 0{,}8375; \quad R_2^2 = \frac{ESS_2}{TSS} = \frac{120{,}2}{131{,}7} = 0{,}9127;$$

Проверяем гипотезы $H_0: R_2^2 = R_1^2, \quad H_1: R_2^2 > R_1^2$. Для проверки нуль – гипотезы используем статистику

$$F = \frac{R_2^2 - R_1^2}{1 - R_2^2} \cdot \frac{n-p-1}{k}$$

Здесь n = 20 (20 кварталов за пять лет – с 2000 г. по 2004 г.), p = 6 (общее количество факторов в уравнении регрессии после включения новых факторов), k = 3 (количество включаемых факторов). Таким образом:

$$F = \frac{0{,}9127 - 0{,}8375}{1 - 0{,}9127} \cdot \frac{20 - 6 - 1}{3} = 3{,}73$$

Определим критические значения статистики Фишера на различных уровнях значимости:

$F(0{,}1;3;13) = 2{,}56;$

$F(0{,}05;3;13) = 3{,}41;$

$F(0{,}01;3;13) = 5{,}74.$

На уровнях значимости 0,1 и 0,05 $F_{набл} > F_{кр}$, нуль – гипотеза отвергается в пользу альтернативной, и учет сезонности в регрессии является обоснованным (добавление трех новых факторов оправдано), а на уровне 0,01 $F_{набл} < F_{кр}$, и нуль – гипотеза не может быть отклонена; добавление новых факторов не оправдано, сезонность в регрессии не является существенной.

Задача 8. На основе квартальных данных получено уравнение множественной регрессии $y = -0{,}67 + 0{,}0098x_{t1} - 5{,}62x_{t2} + 0{,}044x_{t3} + \varepsilon$, для которого ESS = 120,32 и RSS = 41,4. Для этой же модели были раздельно проведены регрессии на основе следующих данных: 1 квартал 1991 г. – 1 квартал 1995 г. и 2 квартал 1995 г. – 4 квартал 1996 г. В этих регрессиях остаточные СКО соответственно составили 22,25 и 12,32. Проверить гипотезу о наличии структурных изменений в выборке.

Решение. Задача о наличии структурных изменений в выборке решается с помощью теста Чоу. Гипотезы имеют вид: $H_0 : s_0 = s_1 + s_2$; $H_1 : s_0 > s_1 + s_2$, где s_0, s_1 и s_2 – остаточные СКО соответственно для единого уравнения по всей выборке и уравнений регрессии двух подвыборок общей выборки. Основная гипотеза отрицает наличие структурных изменений в выборке. Для проверки нуль – гипотезы рассчитывается статистика (n = 24; p = 3):

$$F_{набл} = \frac{s_0 - (s_1 + s_2)}{s_1 + s_2} \cdot \frac{n - 2p - 2}{p + 1} = \frac{41{,}4 - 22{,}25 - 12{,}32}{22{,}25 + 12{,}32} \cdot \frac{24 - 2 \cdot 3 - 2}{3 + 1} = 0{,}79$$

Поскольку F – статистика меньше единицы, нулевую гипотезу нельзя отклонить ни для какого уровня значимости. Структурные изменения в выборке учитывать не следует.

Задача 9. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases}$$

Проверить модель на идентификацию, применив необходимое условие идентификации.

Решение. Сначала определим идентифицируемость структурной модели. Ограничимся для простоты применением счетного правила.

Первое и третье уравнения структурной модели имеют D = 2, H = 1. В первом уравнении две эндогенные переменные – y_1, y_2, в третьем тоже две – y_2, y_3; в обоих уравнениях не хватает по одной экзогенной переменной: в первом отсутствует x_3, в третьем – x_2. В этих уравнениях выполняется равенство D + 1 = H, и они идентифицируемы. Во втором уравнении присутствуют все три эндогенные переменные, а отсутствуют две экзогенные – x_1 и x_3. Здесь также выполняется равенство D + 1 = H, и второе уравнение также идентифицируемо. Поскольку все три уравнения структурной модели идентифицируемы, система также идентифицируема.

Задача 10. Имеется следующая структурная точно идентифицируемая модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{13}\cdot y_3 + a_{11}\cdot x_1 + a_{13}\cdot x_3, \\ y_2 = b_{21}\cdot y_1 + b_{23}\cdot y_3 + a_{22}\cdot x_2, \\ y_3 = b_{32}\cdot y_2 + a_{31}\cdot x_1 + a_{33}\cdot x_3. \end{cases}$$

Исходя из приведенной формы модели уравнений

$$\begin{cases} y_1 = 2\cdot x_1 + 4\cdot x_2 + 10\cdot x_3, \\ y_2 = 3\cdot x_1 - 6\cdot x_2 + 2\cdot x_3, \\ y_3 = -5\cdot x_1 + 8\cdot x_2 + 5\cdot x_3. \end{cases}$$

определите структурные коэффициенты модели.

Решение.

Первое уравнение: из третьего уравнения приведенной формы выразим x_2 (так как его нет в первом уравнении структурной формы):

$$x_2 = \frac{y_3 + 5\cdot x_1 - 5\cdot x_3}{8}.$$

Данное выражение содержит переменные y_3,x_1,x_3, которые нужны для первого уравнения структурной формы модели (СФМ). Подставим полученное выражение x_2 в первое уравнение приведенной формы модели (ПФМ):

$$y_1 = 2\cdot x_1 + 4\cdot\frac{y_3 + 5\cdot x_1 - 5\cdot x_3}{8} + 10\cdot x_3 \Rightarrow y_1 = 0{,}5\cdot y_3 + 4{,}5\cdot x_1 + 7{,}5\cdot x_3$$ - первое уравнение СФМ.

Второе уравнение: в нем нет переменных x_1 и x_3. Структурные параметры второго уравнения СФМ можно будет определить в два этапа:

<u>Первый этап:</u> выразим x_1 в данном случае из первого или третьего уравнения ПФМ. Например, из первого уравнения:

$$x_1 = \frac{y_1 - 4\cdot x_2 - 10\cdot x_3}{2} = 0{,}5\cdot y_1 - 2\cdot x_2 - 5\cdot x_3.$$

Подстановка данного выражения во второе уравнение ПФМ не решила бы задачу до конца, так как в выражении присутствует x_3, которого нет в СФМ.

Выразим х3 из третьего уравнения ПФМ:

$$x_3 = \frac{y_3 + 5 \cdot x_1 - 8 \cdot x_2}{5}$$

Подставим его в выражение x_1:

$$x_1 = 0{,}5 \cdot y_1 - 2 \cdot x_2 - 5 \cdot \left(\frac{y_3 + 5 \cdot x_1 - 8 \cdot x_2}{5} \right) = 0{,}5 \cdot y_1 - y_3 + 6 \cdot x_2 - 5 \cdot x_1;$$

$$x_1 = \frac{0{,}5 \cdot y_1 - y_3 + 6 \cdot x_2}{6}.$$

<u>Второй этап</u>: аналогично, чтобы выразить x_3 через искомые y_1, y_3 и x_2, заменим в выражении x_3 значение x_1 на полученное из первого уравнения ПФМ:

$$x_3 = \frac{y_3 + 5 \cdot (0{,}5 \cdot y_1 - 2 \cdot x_2 - 5 \cdot x_3) - 8 \cdot x_2}{5} = 0{,}2 \cdot y_3 + 0{,}5 \cdot y_1 - 3{,}6 \cdot x_2 - 5 \cdot x_3.$$

Следовательно, $x_3 = 0{,}033 \cdot y_3 + 0{,}083 \cdot y_1 - 0{,}6 \cdot x_2$.

Подставим полученные x_1 и x_3 во второе уравнение ПФМ:

$$y_2 = 3 \cdot \frac{0{,}5 \cdot y_1 - y_3 + 6 \cdot x_2}{6} - 6 \cdot x_2 + 2 \cdot (0{,}033 \cdot y_3 + 0{,}083 \cdot y_1 - 0{,}6 \cdot x_2) \Rightarrow$$

$$y_2 = 0{,}416 \cdot y_1 - 0{,}434 \cdot y_3 - 4{,}2 \cdot x_2$$

- второе уравнение СФМ.

Третье уравнение: из второго уравнения ПФМ выразим х2, так как его нет в третьем уравнении СФМ:

$$x_2 = \frac{-y_2 + 3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_3}{6} = -0{,}167 \cdot y_2 + 0{,}5 \cdot x_1 + 0{,}333 \cdot x_3.$$

Подставим полученное выражение в третье уравнение ПФМ:

$$y_3 = -5 \cdot x_1 + 8 \cdot (-0{,}167 \cdot y_2 + 0{,}5 \cdot x_1 + 0{,}333 \cdot x_3) + 5 \cdot x_3 \Rightarrow y_3 = -1{,}336 \cdot y_2 - x_1 + 7{,}664 \cdot x_3$$

- третье уравнение СФМ.

Таким образом, СФМ примет вид:

$$\begin{cases} y_1 = 0{,}5 \cdot y_3 + 4{,}5 \cdot x_1 + 7{,}5 \cdot x_3, \\ y_2 = 0{,}416 \cdot y_1 - 0{,}434 \cdot y_3 - 4{,}2 \cdot x_2, \\ y_3 = -1{,}336 \cdot y_2 - x_1 + 7{,}664 \cdot x_3. \end{cases}$$

Задача 11. Имеется следующая точно идентифицируемая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases}$$

Соответствующая ей приведенная форма модели имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 4x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 5x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 6x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определить неизвестные параметры структурной модели.

Решение. Для идентифицируемых систем методом оценки структурных параметров является косвенный МНК. Он заключается в том, что уравнения приведенной формы модели (ПФМ), полученные обычным МНК как уравнения множественной регрессии, с помощью алгебраических преобразований превращаются в уравнения структурной формы модели (СФМ). Здесь, как видим, МНК применяется только один раз – для оценки коэффициентов приведенной формы.

Начнем с построения первого уравнения СФМ. Из всех уравнений ПФМ к нему ближе всех по структуре первое уравнение: в обоих уравнениях слева стоит y_1, а справа стоят x_1 и x_2. Однако они отличаются тем, что в первом уравнении ПФМ стоит x_3, а в первом уравнении СФМ стоит y_2. Поэтому, чтобы получить первое уравнение СФМ из первого уравнения ПФМ, надо в последнем заменить x_3 на выражение, в котором появилась бы y_2. Эту замену делаем с помощью второго уравнения ПФМ:

$$x_3 = \frac{1}{5}(y_2 - 2x_1 - 4x_2).$$

Подставим в первое уравнение ПФМ, получаем после элементарных преобразований:

$$y_1 = 3x_1 - 4x_2 + 2\left[\frac{1}{5}(y_2 - 2x_1 - 4x_2)\right],$$

или

$$y_1 = 0{,}4y_2 + 2{,}2x_1 - 5{,}64x_2.$$

Это и есть первое уравнение СФМ.

Для получения третьего уравнения СФМ действуем аналогично: в третьем уравнении ПФМ заменяем x_2 так, чтобы в результате замены появилась y_2. такую замены также делаем через второе уравнение ПФМ:

$$x_2 = \frac{1}{4}(y_2 - 2x_1 - 5x_3)..$$

Подставим в третье уравнение ПФМ, получаем:

$$y_3 = -5x_1 + 6\left[\frac{1}{4}\left(y_2 - 2x_1 - 5x_3\right)\right] + 5x_3,$$

или

$$y_3 = 1{,}5y_2 - 8x_1 - 2{,}5x_3.$$

Это и есть третье уравнение СФМ.

Для получения второго уравнения СФМ требуются более сложные преобразования. Это связано с тем, что из второго уравнения ПФМ, как наиболее похожего на второе уравнение СФМ, надо исключить сразу две переменные – x_1 и x_3, чтобы при этом появились y_1 и y_3.. Последовательное исключение здесь не годится, их надо исключать одновременно. Для этого запишем первое и третье уравнения ПФМ как систему относительно исключаемых переменных:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_3 = y_1 + 4x_2; \\ -5x_1 + 5x_3 = y_3 - 6x_2. \end{cases}$$

Решаем эту систему любым способом, например, например, методом определителей:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ -5 & 5 \end{vmatrix} = 25;$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} y_1 + 4x_2 & 2 \\ y_3 - 6x_2 & 5 \end{vmatrix} = 5\left(y_1 + 4x_2\right) - 2\left(y_3 - 6x_2\right) = 5y_1 - 2y_3 + 32x_2;$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 3 & y_1 + 4x_2 \\ -5 & y_3 - 6x_2 \end{vmatrix} = 3\left(y_3 - 6x_2\right) - (-5)\left(y_1 + 4x_2\right) - = 5y_1 + 3y_3 + 2x_2;$$

$$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = 0{,}2y_1 - 0{,}08y_3 + 1{,}28x_2;$$

$$x_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = 0{,}2y_1 + 0{,}12y_3 + 0{,}08x_2.$$

Подставим полученные решения во второе уравнение ПФМ, получаем второе уравнение СФМ:

$$y_2 = 2\left(0{,}2y_1 - 0{,}08y_3 + 1{,}28x_2\right) + 4x_2 + 5\left(0{,}2y_1 + 0{,}12y_3 + 0{,}08x_2\right),$$

или

$$y_2 = 1{,}4y_1 + 0{,}44y_3 + 6{,}96x_2.$$

Теперь можем полностью записать структурную модель:

$$\begin{cases} y_1 = 0{,}4y_2 + 2{,}2x_1 - 5{,}6x_2, \\ y_2 = 1{,}4y_1 + 0{,}44y_3 + 6{,}96x_2, \\ y_3 = 1{,}5y_2 - 8x_1 - 2{,}5x_3. \end{cases}$$

Задача 12. По следующим данным проверьте гипотезу о наличии или отсутствии автокорреляции в остатках, применив критерий Дарбина-Уотсона.

Наблюдение	Предсказанное Y	Остатки	e_i-e_{i-1}	e^2
1	142,2467	-16,2467		263,9565
2	124,6969	12,30313	815,0949	151,367
3	159,2365	-11,2365	554,1143	126,259
4	242,3533	-51,3533	1609,361	2637,166
5	247,0209	26,97914	6135,978	727,874
6	307,0568	62,94318	1293,413	3961,844
7	361,2	70,79997	61,72901	5012,635
8	416,8019	28,19815	1814,915	795,1356
9	424,1765	-57,1765	7288,836	3269,156
10	350,3247	16,67529	5454,091	278,0653
11	345,3655	-24,3655	1684,344	593,6761
12	334,7235	-27,7235	11,27654	768,5939
13	386,7897	-55,7897	787,7102	3112,491
14	352,0517	-7,05169	2375,394	49,72629
15	353,2302	10,76977	317,6042	115,9879
16	361,7251	22,27488	132,3677	496,1704
Итого			30336,23	22360,1

Решение.

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{n}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n} e_t^{\,2}} = \frac{30336{,}23}{22360{,}1} = 1{,}36$$

Сравним наблюдаемое значение DW=1,36 с табличными:

D_l=0,98, D_2=1,54. В данном случае 0,98<1,36<1,54 – наблюдаемое значение находится в области неопределенности. Поэтому окончательный вывод об автокорреляции остатков по критерию DW сделать нельзя.

ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант 1

1. На основе помесячных данных за последние 6 лет была построена аддитивная модель временного потребления тепла. Скорректированные значения сезонной компоненты приведены в таблице:

Январь	+ 30	Май	- 20	сентябрь	- 10
февраль	+ 25	Июнь	- 34	октябрь	+ 12
март	?	Июль	- 42	ноябрь	+22
апрель	- 2	Август	- 18	декабрь	+28

Уравнение тренда выглядит так:

$T = 320 + 1,2t$.

Определите значение сезонной компоненты за март, а также точечный прогноз потребления тепла на 1 квартал следующего года.

2. На основе квартальных данных объемов продаж 1995 – 2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 200 + 3 \cdot t \quad (t = 1, 2, ...)$.

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	250	T_1	S_1	-11
2	y_2	T_2	15	+5
3	280	T_3	35	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
Итого	1200			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

3. На основе квартальных данных с 1991 г. по 2004 г. получено уравнение $y = -0,55 + 0,088\, x_{t1} - 4,77\, x_{t2} + 5,4\, x_{t3}$

ESS =90,4, RSS = 21,4 (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов)

В уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие трем первым кварталам года, величина ESS увеличилась до 92. Проверьте гипотезу о сезонности (α =0,05).

4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_{2,} \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_{2,} \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_{3.} \end{cases}$$

Соответствующая ей приведенная форма модели имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 4x_2 + 2x_{3,} \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 5x_{3,} \\ y_3 = -5x_1 + 6x_2 + 5x_{3.} \end{cases}$$

Определите первое уравнение структурной формы.

Вариант 2

1. На основе помесячных данных за последние 5 лет была построена аддитивная модель временного потребления тепла. Скорректированные значения сезонной компоненты приведены в таблице:

Январь	+ 17	май	- 20	сентябрь	- 10
февраль	+ 15	июнь	- 34	октябрь	?
март	+ 10	июль	- 42	ноябрь	+22
апрель	- 4	август	- 18	декабрь	+27

Уравнение тренда выглядит так:

$T = 450 + 1,2t$

Значение сезонной компоненты за октябрь, а также точечный прогноз потребления тепла на 1 квартал следующего года равны:

2. На основе квартальных данных объемов продаж 1995 – 2000гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 250 + 4 \cdot t \quad (t = 1,2,...)$.

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	280	T_1	S_1	-11
2	y_2	T_2	15	+5
3	320	T_3	30	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
Итого	1300			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

3. На основе квартальных данных с 2001 г. по 2003 г. получено уравнение $y = -0{,}55 + 1{,}8\, x_{t1} - 2{,}7\, x_{t2} + 3{,}4\, x_{t3}$

ESS =115,3, RSS = 10,2 (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов).

В уравнение были добавлены две фиктивные переменные, соответствующие двум первым кварталам года, величина ESS увеличилась до 120. Проверьте гипотезу о сезонности ($\alpha = 0{,}05$).

4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases}$$

Соответствующая ей приведенная форма модели имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 8x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 10x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 4x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определите первое уравнение структурной формы.

Вариант 3

1. На основе помесячных данных за последние 8 лет была построена аддитивная модель временного потребления тепла. Скорректированные значения сезонной компоненты приведены в таблице:

Январь	+ 42	Май	- 10	сентябрь	- 10
февраль	+ 21	Июнь	- 50	октябрь	+ 12
март	?	Июль	- 35	ноябрь	+22
апрель	- 1	Август	- 16	декабрь	+28

Уравнение тренда выглядит так:

$T = 380 + 1{,}4t$

Определить значение сезонной компоненты за март, а также точечный прогноз потребления тепла на 1 квартал следующего года.

2. На основе квартальных данных объемов продаж 1996 – 2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 400 + 2 \cdot t \;\; (t = 1, 2, ...)$.

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	100	T_1	S_1	-10
2	y_2	T_2	15	+3
3	240	T_3	35	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
ИТОГО:	1050			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

3. На основе квартальных данных с 2000 г. по 2002 г. получено уравнение y = 1,55 + 1,4 x $_{t1}$ – 0,77 x $_{t2}$ + 2,4 x $_{t3}$.

ESS = 82, RSS = 12 (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов).

В уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие трем первым кварталам года, величина ESS увеличилась до 90. Проверьте гипотезу о сезонности (α =0,05).

4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases}$$

Ей соответствует приведенная форма:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 4x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 5x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 6x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определите коэффициенты 3 – го уравнения структурной формы.

<u>Вариант 4</u>

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,6

II квартал – 0,8

III квартал – 0,7

IV квартал – ?

Уравнение тренда имеет вид:

$T = 11{,}6 - 0{,}1 \cdot t \qquad (t = \overline{1{,}48}).$

Определите значение сезонной компоненты за IV квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. На основе квартальных данных объемов продаж 1993 – 2002 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 96 + 7 \cdot t \qquad (t = 1, 2, \ldots)$.

Показатели за 1997 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	290	T_1	S_1	-6
2	y_2	T_2	9	+8
3	270	T_3	14	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
ИТОГО:	1000			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

3. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 32, имеет остаточную СКО 420, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 175 и 155 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,05 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + a_{12} x_2, \\ y_2 = b_{21} y_1 + b_{23} y_3 + a_{22} x_2, \\ y_3 = b_{32} y_2 + a_{31} x_1 + a_{33} x_3. \end{cases}$$

Ей соответствует приведенная форма:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 + 4x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 5x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 4x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определите структурные коэффициенты 3 – го уравнения структурной формы.

Вариант 5

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,5

II квартал – ?

III квартал – 0,6

IV квартал – 0,8

Уравнение тренда имеет вид:

$$T = 10{,}8 + 0{,}1 \cdot t \qquad (t = \overline{1{,}36}).$$

Определите значение сезонной компоненты за II квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 36, имеет остаточную СКО 350, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 170 и 180 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,1 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

2. При значениях фактора, равных (6,8; 5,1; 4,2; 2,9; 5; 2,2), оцененное уравнение парной регрессии имеет соответственные остатки (- 0,15; -0,23; 0,22; 0,24; - 0,12; 0,04). Каков будет результат проверки на гетероскедастичность по тесту Спирмена на уровне 0,1?

3. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_{2,} \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_{2,} \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_{3.} \end{cases}$$

Ей соответствует приведенная форма:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 8x_2 + 2x_{3,} \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 10x_{3,} \\ y_3 = -5x_1 + 4x_2 + 5x_{3.} \end{cases}$$

Определите структурные коэффициенты 3 – го уравнения структурной формы.

Вариант 6

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,2

II квартал – 0,8

III квартал – ?

IV квартал – 1,4

Уравнение тренда имеет вид:

$$T = 12{,}2 - 0{,}2 \cdot t \qquad (t = \overline{1{,}32}).$$

Определите значение сезонной компоненты за III квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. При анализе данных регрессионного анализа на гетероскедастичность вся выборка была после упорядочения разбита на три подвыборки. Затем по результатам парного регрессионного анализа было определено, что остаточная СКО в первой подвыборке составила 45600, а в третьей – 31200. Подтверждается ли наличие гетероскедастичности на уровне значимости 0,1, если объём данных в каждой подвыборке равен 36?

3. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 30, имеет остаточную СКО 95, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 38 и 40 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,05 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} R_t = a_1 + b_{11}Mt + b_{12}Yt + \varepsilon_1, \\ Y_t = a_2 + b_{21}R_t + b_{22}I_t + \varepsilon_2, \\ I_t = a_3 + b_{33}Rt + \varepsilon_3. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

Вариант 7

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,2

II квартал – 0,9

III квартал – 0,5

IV квартал - ?

Уравнение тренда имеет вид:

$T = 11{,}9 - 0{,}2 \cdot t \qquad \left(t = \overline{1{,}48}\right).$

Определите значение сезонной компоненты за IV квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. При анализе данных регрессионного анализа на гетероскедастичность вся выборка была после упорядочения разбита на три подвыборки. Затем по результатам парного регрессионного анализа было определено, что остаточная СКО в первой подвыборке составила 124900, а в третьей – 61400. Подтверждается ли наличие гетероскедастичности на уровне значимости 0,01, если объём данных в каждой подвыборке равен 28?

3. На основе квартальных данных получено уравнение множественной регрессии

$y = - 0{,}55 + 0{,}088\ x_{t1} – 4{,}77\ x_{t2} + 5{,}4\ x_{t3}$

и ESS = 110,32, RSS = 21,43. (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов). Для этой же модели были раздельно проведены регрессии на основе данных:

1-й квартал 1991 г. - 1-й квартал 1995 г. и

2-й квартал 1995 г. – 4 квартал 1996 г., соответственно получены следующие значения сумм квадратов остатков RSS_1 = 12,25, RSS_2=2,32. Проверьте гипотезу о том, что произошли структурные изменения на уровне α =0,05.

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} R_t = a_1 + b_{11} M_t + b_{12} Y_t + \varepsilon_1, \\ Y_t = a_2 + b_{21} R_t + \varepsilon_2. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

Вариант 8

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,5

II квартал – 0,7

III квартал – ?

IV квартал – 1,2

Уравнение тренда имеет вид:

$$T = 13{,}3 - 0{,}2 \cdot t \qquad (t = \overline{1{,}32}).$$

Определите значение сезонной компоненты за III квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. При анализе данных регрессионного анализа на гетероскедастичность вся выборка была после упорядочения разбита на три подвыборки. Затем по результатам парного регрессионного анализа было определено, что остаточная СКО в первой подвыборке составила 45600, а в третьей – 31200. Подтверждается ли наличие гетероскедастичности на уровне значимости 0,1, если объём данных в каждой подвыборке равен 36?

3. На основе квартальных данных получено уравнение множественной регрессии

$y = 1{,}55 + 1{,}4\, x_{t1} - 0{,}77\, x_{t2} + 2{,}4\, x_{t3}$

и ESS = 92,32, RSS = 22,3. (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов). Для этой же модели были раздельно проведены регрессии на основе данных:

1-й квартал 1991 г. - 1-й квартал 1995 г. и

2-й квартал 1995 г. – 4 квартал 1996 г., соответственно получены следующие значения сумм квадратов остатков RSS_1 = 6,78, RSS_2=2,2. Проверьте гипотезу о том, что произошли структурные изменения на уровне α =0,05.

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} C_t = a_1 + b_{11}Y_t + b_{12}J_t + \varepsilon_1, \\ J_t = a_2 + b_{21}Y_{t-1} + \varepsilon_2, \\ T_t = a_3 + b_{31}Y_t + \varepsilon_3, \\ Y_t = C_t + J_t + G_t. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

Вариант 9

1. На основе квартальных данных объемов продаж 1995 – 2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 260 + 3 \cdot t$ $\quad (t = 1,2,...)$.

Показатели за 2000 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	270	T_1	S_1	-9
2	y_2	T_2	10	+4
3	310	T_3	40	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
ИТОГО:	2000			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

2. При анализе данных регрессионного анализа на гетероскедастичность вся выборка была после упорядочения разбита на три подвыборки. Затем по результатам парного регрессионного анализа было определено, что остаточная СКО в первой подвыборке составила 124900, а в третьей – 61400. Подтверждается ли наличие гетероскедастичности на уровне значимости 0,01, если объём данных в каждой подвыборке равен 28?

3. На основе квартальных данных с 1991 года по 1996 год с помощью МНК получено следующее уравнение:

$Y_t = 1,12 – 0, 0098\ x_{t1} – 5, 62\ x_{t2} + 0, 044\ x_{t3}$

(2,14) (0,0034) (3,42) (0,009)

В скобках указаны стандартные ошибки, ESS (объясненная сумма квадратов) = 115, 32; RSS (остаточная сумма квадратов) = 25, 43. Когда в уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие первым трем кварталам года, величина ESS выросла до 128, 20. Проверьте гипотезу о наличии сезонности при уровне значимости α = 0,05.

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} C_t = a_1 + b_{11} D_t + \varepsilon_{1t}, \\ I_t = a_2 + b_{22} Y_t + b_{23} Y_{t-1} + \varepsilon_{2t}, \\ Y_t = D_t + T_t, \\ D_t = C_t + I_t + G_t. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

Вариант 10

1. На основе квартальных данных объемов продаж 1995 – 2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 200 + 3 \cdot t \quad (t = 1,2,...)$.

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	200	T_1	S_1	-11
2	y_2	T_2	15	+5
3	250	T_3	35	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
Итого	1000			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

2. На основе квартальных данных с 2000 г. по 2004 г. получено уравнение $y = -0{,}67 + 0{,}0098\, x_{t1} - 5{,}62\, x_{t2} + 0{,}044\, x_{t3}$

ESS =110,3, RSS = 21,4 (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов)

В уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие трем первым кварталам года, величина ESS увеличилась до 120,2. Проверьте гипотезу о сезонности ($\alpha = 0{,}05$).

3. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 30, имеет остаточную СКО 95, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 38 и 40 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,05 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} R_t = a_1 + b_{12}Y_t + b_{14}M_t + \varepsilon_1, \\ Y_t = a_2 + b_{21}R_t + b_{23}I_t + b_{25}G_t + \varepsilon_2, \\ I_t = a_3 + b_{31}R_t + \varepsilon_3. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

<u>Вариант 11</u>

1.На основе помесячных данных за последние 6 лет была построена аддитивная модель временного потребления тепла. Скорректированные значения сезонной компоненты приведены в таблице:

Январь	+ 30	Май	- 20	сентябрь	- 10
февраль	+ 25	Июнь	- 34	октябрь	+ 12
март	?	Июль	- 42	ноябрь	+22
апрель	- 2	Август	- 18	декабрь	+28

Уравнение тренда выглядит так:

$$T = 320 + 1{,}2t$$

Определите значение сезонной компоненты за март, а также точечный прогноз потребления тепла на 1 квартал следующего года.

2. На основе квартальных данных объемов продаж 1995 – 2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 200 + 3 \cdot t \quad (t = 1{,}2{,}...)$.

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	250	T_1	S_1	-11
2	y_2	T_2	15	+5
3	280	T_3	35	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
Итого	1200			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

3. На основе квартальных данных с 1991 г. по 2004 г. получено уравнение $y = -0{,}55 + 0{,}088\, x_{t1} - 4{,}77\, x_{t2} + 5{,}4\, x_{t3}$

ESS =90,4, RSS = 21,4 (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов).

В уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие трем первым кварталам года, величина ESS увеличилась до 92. Проверьте гипотезу о сезонности ($\alpha = 0{,}05$).

4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + a_{12} x_2, \\ y_2 = b_{21} y_1 + b_{23} y_3 + a_{22} x_2, \\ y_3 = b_{32} y_2 + a_{31} x_1 + a_{33} x_3. \end{cases}$$

Соответствующая ей приведенная форма модели имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 4x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 5x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 6x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определите первое уравнение структурной формы.

Вариант 12

1. На основе помесячных данных за последние 5 лет была построена аддитивная модель временного потребления тепла. Скорректированные значения сезонной компоненты приведены в таблице:

Январь	+ 17	май	- 20	сентябрь	- 10
февраль	+ 15	июнь	- 34	октябрь	?
март	+ 10	июль	- 42	ноябрь	+22
апрель	- 4	август	- 18	декабрь	+27

Уравнение тренда выглядит так:

$T = 450 + 1{,}2t$

Определить значение сезонной компоненты за октябрь, а также точечный прогноз потребления тепла на 1 квартал следующего года.

2. На основе квартальных данных объемов продаж 1995 – 2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 250 + 4 \cdot t \quad (t = 1, 2, \ldots)$.

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	280	T_1	S_1	-11
2	y_2	T_2	15	+5
3	320	T_3	30	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
Итого	1300			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

3. На основе квартальных данных с 2001 г. по 2003 г. получено уравнение $y = -0,55 + 1,8x_{t1} - 2,7x_{t2} + 3,4x_{t3}$

ESS =115,3, RSS = 10,2 (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов).

В уравнение были добавлены две фиктивные переменные, соответствующие двум первым кварталам года, величина ESS увеличилась до 120. Проверьте гипотезу о сезонности (α =0,05).

4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases}$$

Соответствующая ей приведенная форма модели имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 8x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 10x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 4x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определите первое уравнение структурной формы.

Вариант13

1. На основе помесячных данных за последние 8 лет была построена аддитивная модель временного потребления тепла. Скорректированные значения сезонной компоненты приведены в таблице:

Январь	+ 42	Май	- 10	сентябрь	- 10
февраль	+ 21	Июнь	- 50	октябрь	+ 12
март	?	Июль	- 35	ноябрь	+22
апрель	- 1	Август	- 16	декабрь	+28

Уравнение тренда выглядит так:

$T = 380 + 1,4t$

Определите значение сезонной компоненты за март, а также точечный прогноз потребления тепла на 1 квартал следующего года.

2. На основе квартальных данных объемов продаж 1996 – 2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 400 + 2 \cdot t \quad (t = 1,2,\ldots).$

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	100	T_1	S_1	-10
2	y_2	T_2	15	+3
3	240	T_3	35	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
ИТОГО:	1050			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

3. На основе квартальных данных с 2000 г. по 2002 г. получено уравнение $y = 1{,}55 + 1{,}4\ x_{t1} – 0{,}77\ x_{t2} + 2{,}4\ x_{t3}$

ESS = 82, RSS = 12 (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов)

В уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие трем первым кварталам года, величина ESS увеличилась до 90. Проверьте гипотезу о сезонности (α =0,05).

4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases}$$

Ей соответствует приведенная форма:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 4x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 5x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 6x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определите коэффициенты 3 – го уравнения структурной формы.

Вариант 14

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,6

II квартал – 0,8

III квартал – 0,7

IV квартал – ?

Уравнение тренда имеет вид:

$T = 11{,}6 - 0{,}1 \cdot t \qquad (t = \overline{1,48}).$

Определите значение сезонной компоненты за IV квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. На основе квартальных данных объемов продаж 1993 – 2002 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 96 + 7 \cdot t \qquad (t = 1, 2, \ldots)$.

Показатели за 1997 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	290	T_1	S_1	-6
2	y_2	T_2	9	+8
3	270	T_3	14	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
ИТОГО:	1000			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

3. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 28, имеет остаточную СКО 560, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 220 и 180 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,01 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + a_{12} x_2, \\ y_2 = b_{21} y_1 + b_{23} y_3 + a_{22} x_2, \\ y_3 = b_{32} y_2 + a_{31} x_1 + a_{33} x_3. \end{cases}$$

Ей соответствует приведенная форма:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 + 4x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 5x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 4x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определите структурные коэффициенты 3 – го уравнения структурной формы.

Вариант 15

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,5

II квартал – ?

III квартал – 0,6

IV квартал – 0,8

Уравнение тренда имеет вид:

$$T = 10{,}8 + 0{,}1 \cdot t \qquad (t = \overline{1{,}36}).$$

Определите значение сезонной компоненты за II квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 32, имеет остаточную СКО 420, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 175 и 155 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,05 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

3. При значениях фактора, равных (7,2; 4,9; 4,6; 3,2; 5,2; 2,1), оцененное уравнение парной регрессии имеет соответственные остатки (0,15; -0,23; -0,22; 0,24; - 0,19; 0,25). Каков будет результат проверки на гетероскедастичность по тесту Спирмена на уровне 0,01?

4. Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases}$$

Ей соответствует приведенная форма:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 8x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 10x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 4x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определите структурные коэффициенты 3 – го уравнения структурной формы.

Вариант 16

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,2

II квартал – 0,8

III квартал – ?

IV квартал – 1,4

Уравнение тренда имеет вид:

$$T = 12{,}2 - 0{,}2 \cdot t \qquad (t = \overline{1{,}32}).$$

Определите значение сезонной компоненты за III квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 36, имеет остаточную СКО 350, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 170 и 180 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,1 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

3. При значениях фактора, равных (9,5; 5,3; 4,8; 3,2; 5,8; 2,8), оцененное уравнение парной регрессии имеет соответственные остатки (1,5; -2,1; -2,2; 2,6; - 2,3; 2,6). Каков будет результат проверки на гетероскедастичность по тесту Спирмена на уровне 0,1?

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} R_t = a_1 + b_{11}Mt + b_{12}Yt + \varepsilon_1, \\ Y_t = a_2 + b_{21}R_t + b_{22}I_t + \varepsilon_2, \\ I_t = a_3 + b_{33}Rt + \varepsilon_3. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

Вариант 17

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,2

II квартал – 0,9

III квартал – 0,5

IV квартал – ?

Уравнение тренда имеет вид:

$$T = 11{,}9 - 0{,}2 \cdot t \qquad (t = \overline{1{,}48}).$$

Определите значение сезонной компоненты за IV квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 45, имеет остаточную СКО 180, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 70 и 80 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,05 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

3. На основе квартальных данных получено уравнение множественной регрессии:

$y = - 0{,}55 + 0{,}088\ x_{t1} – 4{,}77\ x_{t2} + 5{,}4\ x_{t3}$

и ESS = 110,32, RSS = 21,43. (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов). Для этой же модели были раздельно проведены регрессии на основе данных:

1-й квартал 1991 г. – 1-й квартал 1995 г. и

2-й квартал 1995 г. – 4 квартал 1996 г., соответственно получены следующие значения сумм квадратов остатков RSS_1 = 12,25, RSS_2=2,32. Проверьте гипотезу о том, что произошли структурные изменения на уровне α =0,05.

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} R_t = a_1 + b_{11}M_t + b_{12}Y_t + \varepsilon_1, \\ Y_t = a_2 + b_{21}R_t + \varepsilon_2. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

<u>Вариант 18</u>

1. На основе поквартальных данных построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты равны:

I квартал – 1,5

II квартал – 0,7

III квартал – ?

IV квартал – 1,2

Уравнение тренда имеет вид:

$$T = 13{,}3 - 0{,}2 \cdot t \qquad (t = \overline{1{,}32}).$$

Определите значение сезонной компоненты за III квартал и прогноз на II и III кварталы следующего года.

2. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 30, имеет остаточную СКО 95, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 38 и 40 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,05 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

3. На основе квартальных данных получено уравнение множественной регрессии:

$y = 1{,}55 + 1{,}4\ x_{t1} - 0{,}77\ x_{t2} + 2{,}4\ x_{t3}$

и ESS = 92,32, RSS = 22,3. (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов). Для этой же модели были раздельно проведены регрессии на основе данных:

1-й квартал 1991 г. – 1-й квартал 1995 г. и

2-й квартал 1995 г. – 4 квартал 1996 г., соответственно получены следующие значения сумм квадратов остатков RSS_1 = 6,78, RSS_2=2,2. Проверьте гипотезу о том, что произошли структурные изменения на уровне α =0,05.

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} C_t = a_1 + b_{11} Y_t + b_{12} J_t + \varepsilon_1, \\ J_t = a_2 + b_{21} Y_{t-1} + \varepsilon_2, \\ T_t = a_3 + b_{31} Y_t + \varepsilon_3, \\ Y_t = C_t + J_t + G_t. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

Вариант 19

1. На основе квартальных данных объемов продаж 1995 – 2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 260 + 3 \cdot t \qquad (t = 1,2,...).$

Показатели за 2000 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	270	T_1	S_1	-9
2	y_2	T_2	10	+4
3	310	T_3	40	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
ИТОГО:	2000			

Определить отдельные недостающие данные в таблице.

2. При проведении теста Чоу общая парная регрессия при объеме выборки, равном 28, имеет остаточную СКО 560, а после разбиения выборки на две подвыборки их остаточные СКО равны 220 и 180 соответственно. Можно ли на уровне значимости 0,01 согласиться с наличием структурной перестройки в изучаемой зависимости?

3. На основе квартальных данных с 1991 года по 1996 год с помощью МНК получено следующее уравнение:

$Y_t = 1,12 - 0,0098\, x_{t1} - 5,62\, x_{t2} + 0,044\, x_{t3}$

(2,14) (0,0034) (3,42) (0,009)

В скобках указаны стандартные ошибки, ESS (объясненная сумма квадратов) = 115, 32; RSS (остаточная сумма квадратов) = 25, 43. Когда в уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие первым трем кварталам года, величина ESS выросла до 128, 20. Проверьте гипотезу о наличии сезонности при уровне значимости α = 0,05.

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} C_t = a_1 + b_{11} D_t + \varepsilon_{1t}, \\ I_t = a_2 + b_{22} Y_t + b_{23} Y_{t-1} + \varepsilon_{2t}, \\ Y_t = D_t + T_t, \\ D_t = C_t + I_t + G_t. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

Вариант 20

1. На основе квартальных данных объемов продаж 1995 – 2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда. Трендовая компонента имеет вид $T = 200 + 3 \cdot t \quad (t = 1,2,...)$.

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	200	T_1	S_1	-11
2	y_2	T_2	15	+5
3	250	T_3	35	E_3
4	y_4	T_4	S_4	E_4
Итого	1000			

Определите отдельные недостающие данные в таблице.

2. На основе квартальных данных с 2000 г. по 2004 г. получено уравнение $y = -0{,}67 + 0{,}0098\ x_{t1} - 5{,}62\ x_{t2} + 0{,}044\ x_{t3}$

ESS =110,3, RSS = 21,4 (ESS – объясненная сумма квадратов, RSS – остаточная сумма квадратов)

В уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие трем первым кварталам года, величина ESS увеличилась до 120,2. Проверьте гипотезу о сезонности (α =0,05).

3. При значениях фактора, равных (9,6; 7,8; 4,9; 3,7; 8,2; 4,2), оцененное уравнение парной регрессии имеет соответственные остатки (0,41; -1,32; - 0,84; - 1,6; - 0,67; 4,02). Каков будет результат проверки на гетероскедастичность по тесту Спирмена на уровне 0,05?

4. Имеется следующая модель:

$$\begin{cases} R_t = a_1 + b_{12}Y_t + b_{14}M_t + \varepsilon_1, \\ Y_t = a_2 + b_{21}R_t + b_{23}I_t + b_{25}G_t + \varepsilon_2, \\ I_t = a_3 + b_{31}R_t + \varepsilon_3. \end{cases}$$

Проверьте модель на идентификацию, используя необходимое условие – счетное правило.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1

Таблица значений *F*-критерия Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$

k_2 \ k_1	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
1	161,45	199,50	215,72	224,57	230,17	233,97	238,89	243,91	249,04	234,52
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67

28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
35	4,12	3,26	2,87	2,64	2,48	2,37	2,22	2,04	1,83	1,57
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
45	4,06	3,21	2,81	2,58	2,42	2,31	2,15	1,97	1,76	1,48
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,74	1,44
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,07	1,89	1,67	1,35
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,88	1,65	1,31
90	3,95	3,10	2,71	2,47	2,32	2,20	2,04	1,86	1,65	1,31
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,03	1,85	1,63	1,26
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,01	1,83	1,60	1,21
150	3,90	3,06	2,66	2,43	2,27	2,16	2,00	1,82	1,59	1,18
200	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	1,98	1,80	1,57	1,14
300	3,87	3,03	2,64	2,41	2,25	2,13	1,97	1,79	1,55	1,10
400	3,86	3,02	2,63	2,40	2,24	2,12	1,96	1,78	1,54	1,07
500	3,86	3,01	2,62	2,39	2,23	2,11	1,96	1,77	1,54	1,06
1000	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	1,95	1,76	1,53	1,03
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1,00

Таблица 2

Критические значения *t*-критерия Стьюдента при уровне значимости 0,10; 0,05; 0,01 (двухсторонний)

Число степеней свободы d.f.	α			Число степеней свободы d.f.	α		
	0,10	0,05	0,01		0,10	0,05	0,01
1	6,3138	12,706	63,657	18	1,7341	2,1009	2,8784
2	2,9200	4,3027	9,9248	19	1,7291	2,0930	2,8609
3	2,3534	3,1825	5,8409	20	1,7247	2,0860	2,8453
4	2,1318	2,7764	4,6041	21	1,7207	2,0796	2,8314
5	2,0150	2,5706	4,0321	22	1,7171	2,0739	2,8188
6	1,9432	2,4469	3,7074	23	1,7139	2,0687	2,8073
7	1,8946	2,3646	3,4995	24	1,7109	2,0639	2,7969
8	1,8595	2,3060	3,3554	25	1,7081	2,0595	2,7874
9	1,8331	2,2622	3,2498	26	1,7056	2,0555	2,7787
10	1,8125	2,2281	3,1693	27	1,7033	2,0518	2,7707
11	1,7959	2,2010	3,1058	28	1,7011	2,0484	2,7633
12	1,7823	2,1788	3,0545	29	1,6991	2,0452	2,7564
13	1,7709	2,1604	3,0123	30	1,6973	2,0423	2,7500
14	1,7613	2,1448	2,9768	40	1,6839	2,0211	2,7045
15	1,7530	2,1315	2,9467	60	1,6707	2,0003	2,6603
16	1,7459	2,1199	2,9208	120	1,6577	1,9799	2,6174
17	1,7396	2,1098	2,8982	∞	1,6449	1,9600	2,5758

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИМЕР ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Казанский инновационный университет имени В.Г. Тимирясова (ИЭУП)

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине «Эконометрика и анализ данных»

2 семестр

Вариант ______________________

Выполнил:
студент группы №______________
факультета_____________________
Фамилия Имя Отчество_________
____
зачетная книжка № ____________
Руководитель:
проф. (доц.; ст. преп.; асс.)
Фамилия И.О.__________________

Город обучения
Год