



**Филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Астраханский государственный технический университет» в
Ташкентской области Республики Узбекистан**

Факультет высшего образования

Кафедра «Общая экология и экономика»

**Методические указания
для самостоятельной работы обучающихся**

**по дисциплине «Планирование и прогнозирование социально-
экономического развития»**

для обучающихся по направлению 38.04.01 «Экономика»

направленность

Экономика и управление

Квалификация (степень)

Магистр

Ташкентская область, Кибрайский район – 2025

Составитель:

к.экон.н., доцент, Рябова Т.В. __

Рецензент:

к.экон.н., доцент Лунева Т.В. __

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся направления подготовки 38.04.01 «Экономика», направленность «Экономика и управление» дело по дисциплине «Планирование и прогнозирование социально-экономического развития» содержат рекомендации по выполнению практико-ориентированных задач с применением информационных технологий. Методические указания предназначены для обучающихся магистратуры.

Методические указания утверждены на заседании кафедры «Общая экология и экономика» «21» _02 _2025 г., протокол № 7.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ: ПОНЯТИЕ И СГЛАЖИВАНИЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА	5
2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ: ВЫДЕЛЕНИЕ СЕЗОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РЯДА ДИНАМИКИ	9
3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ АНАЛИТИЧЕСКОГО ВЫРАВНИВАНИЯ И ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ	12
4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ И ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СТРАТЕГИИ	17
5. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ (ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ОБМЕНА)	19
6. ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	24
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	25
Приложение 1	26
Приложение 2	28

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Планирование и прогнозирование социально-экономического развития» предназначены для обучающихся по направлению 38.04.01 «Экономика», направленность «Экономика и управление».

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся при решении практико-ориентированных задач в ходе самостоятельной работы по дисциплине «Планирование и прогнозирование социально-экономического развития».

Настоящие методические указания содержат задания, которые позволят обучающимся самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки и сформировать компетенции, предусмотренные образовательной программой.

Методические указания включают шкалу оценивания выполненных заданий и список рекомендуемой литературы.

Каждый раздел включает: тему, теоретический и методический материал и текст задачи для самостоятельного выполнения. Все задания рассчитаны на 12 вариантов. Номер варианта присваивает преподаватель.

1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ: ПОНЯТИЕ И СГЛАЖИВАНИЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА

1.1. Теоретический и методический материал для выполнения задания

Ряды динамики- это статистические данные, отображающие развитие изучаемого явления во времени.

Каждый ряд динамики содержит два параметра:

1. Уровень ряда y – это количественное значение изучаемого показателя.

Уровни ряда могут представлять собой абсолютные, относительные или средние величины какого-либо показателя.

2. Показатель времени t . Этот параметр может быть задан, как определенная дата (момент времени) или как определенный период времени.

В расчетах связанных с определением показателей ряда динамики, показатель времени t часто задается условной величиной.

Ряды динамики бывают моментными и интервальными.

Моментные ряды динамики- ряды, в которых параметр t задается на определенную дату.

Ряды динамики могут быть заданы равноотстоящими моментами времени (например, на 1 января каждого года, на 1-е число каждого месяца) и неравноотстоящими моментами времени.

Интервальные ряды динамики- ряды, где параметр времени t задается периодом. Интервальные ряды могут иметь одинаковые периоды времени и разные.

Любому статистическому моделированию предшествует этап обработки эмпирических данных.

Иногда при анализе рядов динамики возникает необходимость их смыкания, т.е. объединения одного или нескольких рядов в один. Смыкание необходимо в случаях, когда уровни несопоставимы в связи с территориальными, ведомственными, организационными изменениями, изменениями в методологии вычисления и т.д.

Смыкание может быть применено, когда для одной даты имеются значения уровней обоих рядов:

t_i	t_1	t_2	...	t_m	t_{m+1}	...	t_n
y_i	y_1	y_2	...	y_m	y_{m+1}	...	y_n
y_i^*	-	-	...	y_1^*	y_2^*	...	y_n^*

В этом случае **рассчитывается коэффициент**, на который умножаем значение всех уровней.

$$k = \frac{y_1^*}{y_m} \quad (1)$$

Получаем сомкнутый ряд динамики:

t_i	t_1	t_2	...	t_m	t_{m+1}	...	t_n
y'_i	ky_1	ky_2	...	ky_1^*	ky_2^*	...	ky_n^*

Второй способ смыкания состоит в том, что последний уровень y_m первого ряда и первый уровень y_1^* второго принимают за 100%, а остальные пересчитывают в процентах по отношению к ним:

t_i	t_1	t_2	...	t_m	t_{m+1}	...	t_n
y'_i	$\frac{y_1}{y_m} \cdot 100\%$	$\frac{y_2}{y_m} \cdot 100\%$	...	100%	$\frac{y_m}{y_1^*} \cdot 100\%$	...	$\frac{y_n}{y_1^*} \cdot 100\%$

Пример.

Имеются данные о произведенной продукции.

Объем продукции	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
По старой методике	19,1	19,7	20,0	21,2	-	-	-	-
По новой методике	-	-	-	22,8	23,6	24,5	26,2	28,1

Чтобы проанализировать динамику объема продукции за 8 периодов, необходимо сомкнуть (объединить) приведенные выше два ряда в один, а чтобы уровни были сопоставимы, необходимо пересчитать данные по новой методике. Для этого находим соотношение между старой и новой методиками: $22,8:21,2=1,1$.

Данные по старой методике умножаем на полученный коэффициент, данные по новой методике переписываем и получаем сомкнутый ряд динамики.

Объем продукции	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Сомкнутый ряд	21,0	21,7	22,0	22,8	23,6	24,5	26,2	28,1

Далее уровни ряда динамики необходимо сгладить, т.е. избавить от влияния случайных факторов, выявить основную тенденцию развития признака.

Один из способов сглаживания заключается в укрупнении интервалов времени. Например, от показателей ежесуточного выпуска продукции необходимо перейти к ряду месячного выпуска и т.д.

Второй метод называется методом скользящей средней. Он заключается в замене абсолютных данных средними арифметическими за определенные периоды. Расчет средних ведется скользящим, т.е. последовательным исключением из принятого периода скользящего первого периода первого уровня и включения следующего.

Интервал скользящего можно брать как нечетный, так и четный. Нахождение скользящей средней по четному числу членов осложняется тем, что средняя может быть отнесена только к середине между двумя датами, для ликвидации этого сдвига применяют центрирование, т.е. нахождение средней из средних для отнесения полученного уровня к определенной дате. При центрировании необходимо находить также скользящие суммы, скользящие средние по этим суммам и средние из средних.

Пример.

Имеется ряд значений (табл.1.1). Произвести сглаживание ряда на основе простого скользящего среднего по четырем точкам; центрированное скользящее среднее.

Для получения сглаженного ряда динамики вычисляем последовательно среднее арифметическое для первых четырех значений:

$$(6+8,82+8,94+8,05)/4=7,953, \text{ затем для}$$

следующей четверки значений:

$$(8,82+8,94+8,05+9,75)/4=8,890 \text{ и так}$$

далее.

Для получения центрированного скользящего среднего, применяют процедуру простого скользящего среднего по двум точкам. Последовательно вычисляем:

$$(7,953+8,890)/2=8,421; (8,890+9,563)/2=9,226 \text{ и т.д.}$$

Таблица 1.1 - Построение сглаженного ряда динамики

t	y _t	Сглаженный ряд, простое скользящее среднее по четырем точкам	Сглаженный ряд, центрированное скользящее среднее
1	6,00	-	-
2	8,82	-	-
3	8,94	7,953	8,421
4	8,05	8,890	9,226
5	9,75	9,563	10,156
6	11,51	10,750	11,249
7	13,69	11,748	12,374
8	12,04	13,000	13,584
9	14,76	14,168	14,595
10	16,18	15,023	15,391
11	17,11	15,760	15,791
12	14,99	15,823	15,800
13	15,01	15,778	15,546
14	16,00	15,315	14,910
15	15,26	14,505	-
16	11,75	-	-

Проблема приведения к сопоставимому виду возникает при параллельном анализе развития во времени экономических показателей отдельных стран или районов. В таких случаях ряды динамики приводят к одному основанию, т.е. к одному и тому же периоду или моменту времени, уровень которого принимается за базу сравнения, а все остальные уровни выражаются в виде % по отношению к нему.

Имеются данные о производстве продукции в двух условных странах (млн.т.).

Год	2015	2016	2017	2018	2019
Страна А	45,5	72,4	95,2	122,0	128,0
Страна Б	56,1	65,1	66,5	65,0	67,0

Различные значения уровней приведенных рядов динамики затрудняют сравнение. Поэтому, приведем уровни к общему основанию, приняв за базу уровни 2015 года.

1.2. ЗАДАНИЕ

Имеются поквартальные данные об объемах производства за 6 лет, млрд. руб. (табл. 1.2). Используя выборку данных из своего варианта (24 значения), выполните следующие задания:

А) Построить график временного ряда в программе EXCEL.

Б) Вычислить сглаженные ряды, используя простые скользящие средние по:

- трем точкам;

- четырем точкам (после сглаживания провести центрирование); - пяти точкам.

Расчеты произвести с помощью программы EXCEL. Сглаженные ряды нанести на три отдельных графика вместе с исходными данными.

Таблица 1.2 – Исходные данные по объему производства

Период, t	Объем производства, у (варианты)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1	1,65	23,46	0,54	30,42	20,89	12,60	3,54	15,48	12,19	23,75	18,47	76,88
2	2,59	14,86	2,16	30,56	20,11	18,92	7,81	9,29	8,41	28,00	14,87	69,88
3	6,18	20,14	5,39	29,90	16,41	17,08	12,83	8,26	14,68	33,01	21,51	74,55
4	6,26	21,59	3,48	21,67	18,95	15,51	6,73	5,45	8,64	16,78	9,07	59,75
5	6,44	18,98	4,54	26,31	21,43	8,97	6,29	10,49	32,94	18,16	16,02	72,21
6	7,16	21,77	7,99	28,13	16,54	14,52	15,88	14,47	22,61	20,05	11,12	66,85
7	10,56	20,27	7,95	24,06	11,55	12,77	12,27	9,46	45,92	3,18	23,45	69,91
8	10,93	16,86	7,01	20,55	14,39	12,96	7,84	8,79	23,63	16,11	6,45	68,05
9	9,53	16,23	9,89	24,35	20,66	5,55	10,71	12,96	18,59	21,66	14,21	72,59
10	10,64	18,55	12,35	18,12	15,31	11,09	14,60	15,37	36,22	20,16	8,18	42,83
11	17,43	14,87	12,91	18,69	9,34	9,23	17,48	11,82	50,10	24,71	14,50	67,04
12	14,72	11,98	14,42	14,88	11,39	5,03	12,97	11,34	46,22	15,63	3,86	56,63
13	15,50	14,41	14,13	11,66	11,34	2,15	11,34	20,84	23,63	16,27	10,14	61,10
14	15,01	13,42	18,67	19,83	10,07	8,95	23,82	16,58	47,30	18,99	9,99	44,88
15	17,83	10,44	16,95	14,10	5,95	8,04	19,97	12,47	40,03	21,12	14,47	52,90
16	18,43	8,26	15,84	10,16	4,59	5,68	11,51	7,05	56,53	8,34	0,65	46,03
17	17,69	8,86	19,23	10,08	8,74	0,14	18,07	15,08	38,41	14,96	8,97	46,72
18	19,80	9,53	22,05	5,82	9,96	5,85	22,11	16,97	51,47	17,17	2,47	46,48
19	22,64	6,88	22,59	8,46	3,03	4,21	23,12	13,51	6,29	20,24	12,58	31,63
20	22,86	4,10	21,15	5,50	3,17	2,56	15,52	13,45	35,41	8,31	3,12	21,72
21	21,56	7,61	23,98	3,60	4,45	0,08	20,03	16,55	67,79	12,36	6,81	21,40
22	22,16	4,92	26,45	8,44	4,06	3,87	24,36	18,47	74,21	14,59	0,43	11,40
23	25,82	1,79	29,80	3,04	0,16	1,10	27,02	21,73	79,12	21,72	4,65	10,06
24	26,50	0,10	27,41	0,00	1,52	0,85	21,31	14,04	45,10	28,69	5,91	0,42

Примечание. EXCEL позволяет быстро добавить линию тренда к диаграмме по типу «скользящее среднее»: выберите диаграмму, на вкладке «Конструктор» нажмите кнопку «Добавить элемент диаграммы». Выберите пункт «Линия тренда», а затем укажите ее тип – «скользящее среднее».

В) Произвести смыкание ряда динамики, представленного в таблице 3, двумя способами (см. теоретический минимум). Расчеты произвести автоматически, используя программу EXCEL. По полученным данным построить графики.

Таблица 3 - Динамика стоимости валовой продукции

ВП, млн. руб.	Годы							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
в старых границах	3ху2	3ху4	3ху9	4ху3				
в новых границах				4ху8	5ху2	5ху5	6ху1	6ху7

Буквы «ху» в таблице заменяем на номер вашего варианта: для варианта №1 – ху= 01, для варианта №2ху = 02, и так далее.

2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ: ВЫДЕЛЕНИЕ СЕЗОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РЯДА ДИНАМИКИ

2.1. Теоретический и методический материал для выполнения задания

В анализе временных рядов предполагается, что исходные данные содержат **детерминированную**(определяемую) и **случайную** составляющие.

Детерминированная составляющая может быть представлена в виде комбинации следующих компонент:

- а) *тренда*, определяющего главную тенденцию временного ряда;
- б) *циклов* - более или менее регулярных колебаний относительно тренда;
- в) *сезонной составляющей* – периодических колебаний через небольшой промежуток времени.

При этом под «сезоном» можно понимать и день, и неделю, и месяц, и квартал. Исключение сезонной вариации называется десезонализацией данных.

Временной ряд может быть представлен различными математическими моделями: аддитивной и мультипликативной.

Для аддитивной модели:

Фактическое значение $A = \text{трендовое значение } T + \text{сезонная вариация } S + \text{ошибка } E \quad (1)$

Для мультипликативной модели:

Фактическое значение $A = \text{трендовое значение } T * \text{сезонная вариация } S * \text{ошибка } E \quad (2)$

Выбор модели зависит от конкретной совокупности явлений, определяющих данный временной ряд и их взаимосвязей. Так, если сезонная вариация в ряду динамики увеличивается с возрастанием значений тренда, то чаще всего используется мультипликативная модель.

Процедура определения сезонной составляющей:

1. Определяем количество уровней ряда, включенных в расчет. Для определения сезонных колебаний нецелесообразно использовать данные за один год, для большей достоверности расчетов лучше использовать данные по крайней мере за два и более года.

2. Рассчитываем средний сезонный уровень ряда методом средней арифметической простой.

3. Рассчитываем скорректированную сезонную вариацию.

4. Обобщаем данные о силе колебаний показателей динамического ряда из-за их сезонного характера.

ПРИМЕР.

В таблице 2.1 указан объем продаж (тыс. руб.) за последние 11 кварталов по двум предприятиям. Определите десезонализированный объем продаж для первого предприятия по аддитивной модели, для второго предприятия по мультипликативной.

Таблица 2.1 – Исходные данные по объемам продаж

Квартал	Объем продаж, тыс. руб.	
	1 предприятие	2 предприятие
1	4	63
2	6	74
3	4	79
4	5	120
5	10	67
6	8	79
7	7	88
8	9	130
9	12	69
10	14	82
11	15	90

- 1) На первом шаге определим центрированные скользящие средние по четырем точкам (табл. 2.2).

Таблица 2.2 - Определение центрированной скользящей средней и сезонной вариации

Кв.л	1 предприятие (аддитивная модель)				2 предприятие (мультипликативная модель)			
	Объем продаж, тыс. руб.	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной вариации	Объем продаж, тыс. руб.	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной вариации
1	2	3	4	$5 = 2 - 4$	6	7	8	$9 = 6 / 8$
1	4	-	-	-	63	-	-	-
2	6	-	-	-	74	-	-	-
3	4	4,750	5,500	-1,500	79	84,000	84,500	0,935
4	5	6,250	6,500	-1,500	120	85,000	85,625	1,401
5	10	6,750	7,125	2,875	67	86,250	87,375	0,767
6	8	7,500	8,000	0,000	79	88,500	89,750	0,880
7	7	8,500	8,750	-1,750	88	91,000	91,250	0,964
8	9	9,000	9,750	-0,750	130	91,500	91,875	1,415
9	12	10,500	11,500	0,500	69	92,250	92,500	0,746

10	14	12,500	-	-	82	92,750	-	-
11	15	-	-	-	90	-	-	-

Оценка сезонной вариации для аддитивной модели определяется как разность между фактическим значением и центрированным скользящим средним.

Оценка сезонной вариации для мультипликативной модели – как отношение фактического значения к центрированному скользящему среднему.

2) Оценки сезонной вариации запишем под соответствующим номером квартала в году.

В каждом столбце вычисляем среднее значение и скорректированную сезонную вариацию для аддитивной (табл. 2.3) и мультипликативной модели (табл. 2.4).

Для определения скорректированной сезонной вариации необходимо вычислить корректирующий фактор. Корректирующий фактор вычисляется следующим образом:

- для аддитивной модели: сумма оценок сезонных вариаций (-1,063) делится на число кварталов в году (4). Получаем: $-1,063/4 = -0,266$. Из средних значений коэффициентов сезонности вычитаем корректирующий фактор -0,266 и получаем скорректированную сезонную вариацию.

- для мультипликативной модели: делим сумму оценок сезонных вариаций (3,994) на число сезонов (4). Средние значения коэффициентов сезонности делим на корректирующий коэффициент (0,999).

Таблица 2.3 – Оценка сезонных индексов для аддитивной модели

	Номер квартала в году				
	1	2	3	4	
	-	-	-1,500	-1,500	
	2,875	0,000	-1,750	-0,750	
	0,500	-	-	-	
Среднее	1,688	0	-1,625	-1,125	-1,063
Скорректированная сезонная вариация	1,953	0,266	-1,359	-0,859	0,000

Таблица 2.4 – Оценка сезонных индексов для мультипликативной модели

	Номер квартала в году				
	1	2	3	4	
	-	-	0,935	1,401	
	0,767	0,880	0,964	1,415	
	0,746	-	-	-	
Среднее	0,756	0,880	0,950	1,408	3,994
Скорректированная сезонная вариация	0,757	0,881	0,951	1,410	4,000

3) Проведем десезонализацию данных путем исключения сезонной вариации из фактических данных (табл. 2.5).

Таблица 2.5 – Определение десеонализированного объема продаж

Квартал	1 предприятие (аддитивная модель)			2 предприятие (мультипликативная модель)		
	Объем продаж, тыс. руб.	Сезонная вариация	Десеонализированный объем продаж	Объем продаж, тыс. руб.	Сезонная вариация	Десеонализированный объем продаж
1	2	3	$4 = 2 - 3$	5	6	$7 = 5 / 6$
1	4	1,953	2,047	63	0,757	83,223
2	6	0,266	5,734	74	0,881	83,995
3	4	-1,359	5,359	79	0,951	83,070
4	5	-0,859	5,859	120	1,410	85,106
5	10	1,953	8,047	67	0,757	88,507
6	8	0,266	7,734	79	0,881	89,671
7	7	-1,359	8,359	88	0,951	92,534
8	9	-0,859	9,859	130	1,410	92,199
9	12	1,953	10,047	69	0,757	91,149
10	14	0,266	13,734	82	0,881	93,076
11	15	-1,359	16,359	90	0,951	94,637

2.2. ЗАДАНИЕ

Задание №2 выполняется на основе исходных данных задания №1. Используя выборку данных из своего варианта (24 точки) рассчитать сезонную вариацию по четырем точкам **по аддитивной и мультипликативной** модели ряда. Провести десеонализацию ряда. Построить на одном графике:

- А) исходные данные;
- Б) центрированные скользящие средние;
- В) сезонные индексы (сезонную вариацию); Г) данные без сезонной составляющей (десеонализированный ряд).

3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ АНАЛИТИЧЕСКОГО ВЫРАВНИВАНИЯ И ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ

3.1. Теоретический и методический материал для выполнения задания

Тренд – основная тенденция развития ряда динамики. Тренд можно выделить, используя один из методов аппроксимации (выравнивания) ряда динамики (метод укрупнения интервала, метод скользящей средней, аналитическое выравнивание и др.). Наиболее точным методом является метод аналитического выравнивания.

Сущность этого метода заключается в том, что тенденция развития ряда динамики рассчитывается как функция времени $y_t = f(t)$, причем в качестве этой функции может использоваться практически любая математическая функция, адекватная данному ряду динамики. При аналитическом выравнивании решаются две задачи:

1. Подбор адекватной математической функции.
2. Определение характеристик ряда динамики в сравнении с адекватной математической функцией.

Чаще всего в анализе рядов динамики используются следующие виды функции:

1. При равномерном развитии динамики – уравнение прямой линии:

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot t \quad (3.1)$$

2. В случае равноускоренного или равнозамедленного развития – уравнение параболы второго порядка:

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 \quad (3.2)$$

3. В случае неравномерного ускорения или замедления развития, используется уравнение параболы третьего порядка:

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 + a_3 \cdot t^3 \quad (3.3)$$

4. Если ряд динамики характеризуется стабильными темпами роста – уравнение показательной функции:

$$y_t = a_0 \cdot a_1^t \quad (3.4)$$

5. Если для ряда динамики характерно замедление темпов роста в конце периода – уравнение полулогарифмической функции:

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot \lg t \quad (3.5)$$

6. В ряде случаев используется функция гиперболы (в расчетах, связанных с анализом себестоимости продукции):

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot \frac{1}{t} \quad (3.6)$$

При прогнозировании по построенной модели необходимо быть уверенным в ее точности. Но вначале необходимо убедиться в **статистической значимости** эмпирических данных. Если эмпирические данные значимы, то построенная по ним модель будет точна и соответственно точными будут и полученные по ней прогнозы.

В качестве критерия проверки гипотезы о статистической существенности зависимости эмпирических данных рассмотрим **t-критерий Стьюдента**.

Его использование основано на следующем утверждении:

Если расчетное значение критерия $t_{\text{набл}}$ больше критического $t_{\text{крит}}$, то это свидетельствует о статистической существенности зависимости между признаками y и t . При этом расчетное значение $t_{\text{набл}}$ определяется по формуле:

$$(3.7) \quad t_{\text{набл}} = \frac{r^2}{1 - r^2} \cdot (n - 2),$$

где n – число уровней ряда динамики; r – коэффициент линейной корреляции между уровнями ряда y и временем t , равный:

$$r = \frac{\overline{t \cdot y} - \bar{t} \cdot \bar{y}}{\sigma_t \cdot \sigma_y}, \quad (3.8)$$

где σ_t и σ_y – среднеквадратичные отклонения в соответствующих выборках, вычисляются по формулам:

$$(3.9) \quad \sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (t - \bar{t})^2},$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y - \bar{y})^2}, \quad (3.10)$$

где $\bar{t}$ - среднее значение t ;

$\bar{y}$ - среднее значение y ;

$\overline{t \cdot y}$ - среднее значение произведения $t \cdot y$.

Критическое значение $t_{\text{крит}}$ рассчитывается по таблице критических значений t критерия Стьюдента (табл. 3.1) в зависимости от уровня значимости α и числа степеней свободы $v = n - 2$, где n – число уровней ряда динамики.

Таблица 3.1 - Критические значения t -критерия Стьюдента при уровне значимости 0,10, 0,05, 0,01 (двухсторонний).

Число степеней свободы, v	Уровень значимости, α			Число степеней свободы, v	Уровень значимости, α		
	0,10	0,05	0,01		0,10	0,05	0,01
1	6,31	12,70	63,70	18	1,73	2,10	2,88
2	2,92	4,30	9,92	19	1,73	2,09	2,86
3	2,35	3,18	5,84	20	1,73	2,09	2,85
4	2,13	2,78	4,60	21	1,72	2,08	2,83
5	2,01	2,57	4,03	22	1,72	2,07	2,82
6	1,94	2,45	3,71	23	1,71	2,07	2,81
7	1,89	2,36	3,50	24	1,71	2,06	2,80
8	1,86	2,31	3,36	25	1,71	2,06	2,79
9	1,83	2,26	3,25	26	1,71	2,06	2,78
10	1,81	2,23	3,17	27	1,71	2,05	2,77
11	1,80	2,20	3,11	28	1,70	2,05	2,76
12	1,78	2,18	3,05	29	1,70	2,05	2,76
13	1,77	2,16	3,01	30	1,70	2,04	2,75
14	1,76	2,14	2,98	40	1,68	2,02	2,70
15	1,75	2,13	2,95	60	1,67	2,00	2,66
16	1,75	2,12	2,92	120	1,66	1,98	2,62
17	1,74	2,11	2,90	∞	1,64	1,96	2,58

Эмпирические значения y , соответствующие значению t , могут отличаться от полученного прогнозного значения. Степень этого отличия определяется с помощью средней относительной ошибки (средней ошибки аппроксимации) $\bar{\varepsilon}$:

$$\bar{\varepsilon}(MAPE) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y - y_t}{y} \right| \cdot 100\% \quad (3.11)$$

где $\bar{\varepsilon}(MAPE)$ – средняя относительная ошибка; y_t – прогнозные значения; y – фактические значения ряда динамики; n – число наблюдений.

Принято считать, что:

- при $\bar{\varepsilon} < 10\%$, точность модели прогнозирования высокая;
- при $10\% < \bar{\varepsilon} \leq 20\%$, точность хорошая;
- при $20\% < \bar{\varepsilon} \leq 50\%$, точность удовлетворительная.

Выбор модели является очень важной задачей. Правильность выбора обеспечивает более точный прогноз. Очевидно, что более точной является та из моделей, которой соответствует минимум средней ошибки аппроксимации.

ПРИМЕР.

В таблице 3.2 указан объем продаж (тыс. руб.) и его десеонализированный ряд за последние 11 кварталов по предприятию №2. Оцените существенность зависимости между параметрами y и t с вероятностью 0,95. Получите прогнозное значение объема продаж для 12 квартала, используя линейную функцию тренда и оценки сезонных индексов. Определите среднюю ошибку аппроксимации.

Таблица 3.2 – Десеонализированный объем продаж

Квартал	2 предприятие (мультипликативная модель)		
	Объем продаж, тыс. руб.	Сезонная вариация	Десеонализированный объем продаж
1	2	3	4 = 2 / 3
1	63	0,757	83,223
2	74	0,881	83,995
3	79	0,951	83,070
4	120	1,410	85,106
5	67	0,757	88,507
6	79	0,881	89,671
7	88	0,951	92,534
8	130	1,410	92,199
9	69	0,757	91,149
10	82	0,881	93,076
11	90	0,951	94,637

Существенность зависимости между параметрами y и t определяем по t -критерию Стьюдента.

С этой целью рассчитаем значение $t_{\text{набл}}$ и сравним с критическим значением $t_{\text{крит}}$, определяемым по таблице 1 (для вероятности 0,95 уровень значимости α равен 0,05).

По таблице 1 для числа степеней свободы $\nu = 11 - 2 = 9$ и уровня значимости $\alpha = 0,05$ значение $t_{\text{крит}}$ равно 2,26.

Результаты представим в следующем виде (рис.3.1).

Прогнозное значение объема продаж для 12 квартала получаем на основе десеонализированного ряда, используя линейную функцию тренда. Окончательный прогноз получаем после корректировки эмпирических данных на сезонные индексы путем умножения расчетных прогнозных значений на сезонную вариацию. Результаты представим в следующем виде (табл. 3.3).

	t	y	t*y		(t - tcp) ^ 2	(y - ycp) ^ 2
	1	63	63		25	508,298
	2	74	148		16	133,298
	3	79	237		9	42,843
	4	120	480		4	1187,116
	5	67	335		1	343,934
	6	79	474		0	42,843
	7	88	616		1	6,025
	8	130	1040		4	1976,207
	9	69	621		9	273,752
	10	82	820		16	12,570
	11	90	990		25	19,843
Ср. знач.	6,000	85,545	529,455	СУММА	110	4546,727
σt		3,162				
σy		20,331				
r		0,252				
tнабл		0,780				
tкрит		2,26				

Рисунок 3.1 – Вычисление $t_{\text{набл}}$ значения t-критерия Стьюдента

Таблица 3.3 – Результаты расчетов

t	Объем продаж, тыс. руб.	Десеонализированный объем продаж	Прогноз (y)	Сезонная вариация (t)	Прогноз оконч.	(y - yt)/y по модулю
1	2	3	4	5	6 = 4*5	7 = (4 - 4*5)/4
1	63	83,223	82,654	0,757	62,569	0,243
2	74	83,995	83,888	0,881	73,905	0,119
3	79	83,070	85,122	0,951	80,951	0,049
4	120	85,106	86,356	1,410	121,762	0,41
5	67	88,507	87,590	0,757	66,306	0,243
6	79	89,671	88,824	0,881	78,254	0,119
7	88	92,534	90,058	0,951	85,645	0,049
8	130	92,199	91,292	1,410	128,722	0,41
9	69	91,149	92,526	0,757	70,042	0,243
10	82	93,076	93,760	0,881	82,603	0,119
11	90	94,637	94,994	0,951	90,339	0,049
12			96,228	1,410	135,681	

Прогнозные значения (столбец 4) получаем на основе линейной функции тренда (рис. 3.2).

Рассчитанное по формуле (3.11) значение средней ошибки аппроксимации **МАРЕ = 18,66%** находится в пределах от 10 до 20%, что говорит о **хорошей точности** прогнозирования.

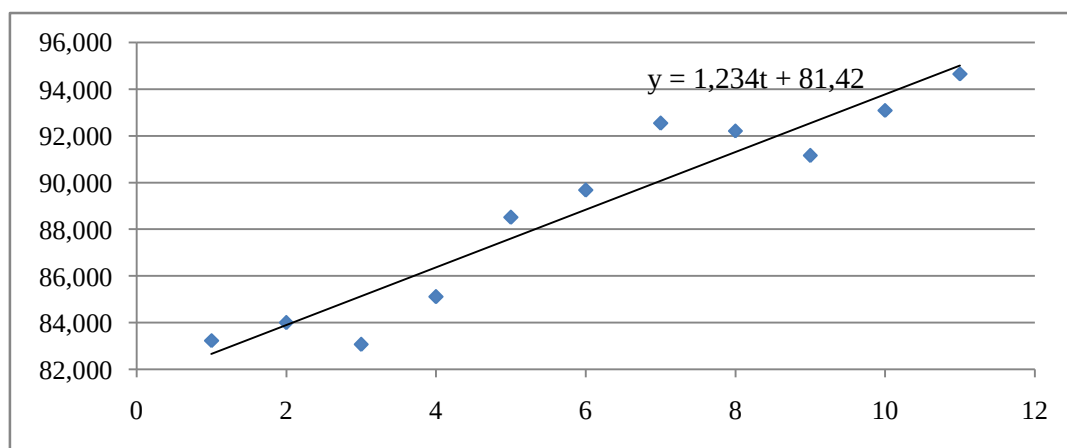


Рисунок 3.2 – Линия тренда

Экспоненциальное сглаживание

До сих пор при анализе временных рядов все данные (и ранние, и поздние) были равноправны.

Более правильным представляется способ, в котором данным приписываются веса: более поздним данным придается больший вес, чем более ранним. Такая процедура называется *экспоненциальным сглаживанием*.

Этот метод обеспечивает быстрое получение прогноза на один период вперед и автоматически корректирует любой прогноз в свете различий между фактическим и спрогнозированным результатом.

При этом:

$$\begin{array}{c}
 \text{Новый} \\
 \text{прогноз} = \alpha \cdot
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \text{Фактический} \\
 \text{результат в} \\
 \text{последний} \\
 \text{период}
 \end{array}
 + (1 - \alpha) \cdot \begin{array}{c}
 \text{Прогноз в} \\
 \text{последний} \\
 \text{период}
 \end{array}
 \quad (3.12)$$

Константу сглаживания α , называемую *параметром экспоненциального сглаживания по Брауну*, исследователь выбирает в пределах $0 < \alpha < 1$. В условиях стабильности часто $0,2 < \alpha < 0,4$.

3.2. ЗАДАНИЕ

Задание №3 выполняется на основе исходных данных задания №1.

Для выполнения задания №3 потребуется выполнить задания №1 и №2.

А) Используя выборку данных из таблицы 4 (24 точки) с вероятностью 0,95 оценить существенность зависимости между y и t .

Расчеты выполнить в программе EXCEL. Сделать вывод о статистической значимости эмпирических данных.

Б) В программе EXCEL по исходным данным задания №1 найти значения прогноза для 25, 26, 27 и 28 точек, используя линейную и квадратическую функции тренда. Для прогноза использовать десезонализированный ряд и оценки сезонных индексов, полученные в задании №2 (мультипликативная модель).

Построить графики. Определить, какая из моделей является наиболее точной (по величине средней ошибки аппроксимации).

В) Выполнить прогноз для 25 точки методом простого экспоненциального сглаживания при $\alpha = 0,8$. Для прогноза использовать исходный ряд данных (без учета сезонной составляющей).

4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ И ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СТРАТЕГИИ

4.1. Теоретический и методический материал для выполнения задания

Роль прогнозирования в условиях рыночной экономики является определяющей. Связано это с двумя важнейшими обстоятельствами.

Во-первых, рыночная экономика отличается постоянными колебаниями конъюнктуры, непосредственно отражающейся на доходах и судьбе каждого продавца и покупателя товаров или услуг. Чтобы не допускать крупных, подчас непоправимых ошибок, нужно оценивать возможные альтернативы рыночной динамики, поведения контрагентов и конкурентов на внутреннем и внешнем рынках. Именно поэтому стратегическое прогнозирование становится необходимым элементом формирования стратегии и тактики на любом уровне хозяйствования - от индивидуального производителя, коммерческих организаций и их ассоциаций, - до отраслей народного хозяйства, субъектов федерации и общества в целом.

Во-вторых, в рыночном хозяйстве важнейшие факторы воспроизводства (природные процессы, продуктивность сельского хозяйства, изменения в численности и структуре населения, спрос на товары и т.д.), имеют чрезвычайно высокую степень неопределенности. Поэтому оценить их воздействие на социально-экономическое развитие можно лишь на основе прогноза, который выступает как исходный пункт при обосновании долгосрочных программ и планов.

Таким образом, **прогнозирование** - это важнейшая процедура стратегического планирования, заключающаяся в предвидении состояния объекта прогнозирования в определенный момент в будущем. Эта процедура может быть основана либо на анализе тенденций развития объекта за соответствующий период в прошлом (обычно трехкратный по отношению к периоду прогноза) и экстраполяции этих тенденций в будущее (генетический подход), либо на использовании нормативных расчетов (нормативный или телеологический подход). Содержанием же стратегического прогнозирования является разработка долгосрочных и среднесрочных прогнозов, касающихся национальной экономики в целом, ее составных подсистем и элементов.

Под **стратегическим прогнозом** понимается эмпирически или теоретически обоснованное суждение о возможном состоянии объекта прогнозирования в будущем, о путях и сроках его достижения.

Стратегическое прогнозирование выполняет две важнейшие функции.

Первая из них - предсказательная. Иногда ее еще называют описательной.

Вторая, непосредственно связанная с первой, - предписательная или предрекомендательная, способствующая оформлению прогноза в план деятельности.

Предсказательная функция - это описание возможных или желательных перспектив, состояний объекта прогнозирования в будущем.

Предписательная функция стратегического прогнозирования состоит в подготовке проектов по решению различных проблем деятельности объекта управления.

Теоретико-познавательное назначение стратегического прогнозирования состоит в изучении и совершенствовании методологии составления прогнозов, выявления факторов, способствующих возникновению и существованию тенденций в экономике и социальных отношениях. Стратегическое прогнозирование имеет и управленческий аспект: использование прогнозов экономического и социального развития общества создает необходимые предпосылки повышения уровня подготавливаемых управленческих решений.

Полиструктурный (множественный) характер проблем, решаемых современным государством, его отдельными подсистемами, а также непосредственно хозяйствующими субъектами порождают необходимость разработки целой системы прогнозов. Составление различных прогнозов имеет свои особенности, поэтому возникает необходимость их классификации по масштабу прогнозирования, времени упреждения, характеру объекта прогноза, функциям прогноза.

Стратегические прогнозы – это предвидение важнейших характеристик управляемых объектов в среднесрочной и дальней перспективах.

При разработке стратегии предприятия необходимо его деятельность согласовать с условиями внешней среды. Задача прогнозирования заключается в этом случае в выявлении в поведении экономической системы и ее внешней среды тенденций на фоне кратковременных отклонений.

Выявление тенденции и построение прогноза возможно различными методами. Два важнейших из таких методов – это метод скользящей средней и экспоненциальное сглаживание, рассмотренные ранее.

Прогноз можно осуществлять и на основе тренда (метод аналитического выравнивания, рассмотренный ранее). При таком подходе к прогнозированию время (t) является обобщающим показателем, заменяющим совокупность основных факторов, влияющих на целевые показатели. Для квантификации основных тенденций (построения тренда) необходимо по каждому целевому показателю провести сглаживание данных динамического ряда путем подбора (например, регрессионным анализом) функции, описывающей закономерность изменения уровня целевого показателя от времени.

4.2. ЗАДАНИЕ

Операторская компания на рынке услуг связи России взаимодействует с транспортными отраслями: железнодорожной, автомобильной и внутреннего водного транспорта. Собственная стратегия компании описывается системой целевых показателей,

характеризующих результаты ее деятельности в объемах и политике обновления предоставляемых услуг.

Статистические данные о развитии транспортных отраслей России представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Участие транспортных отраслей в общем грузообороте России

Вид транспорта	Грузооборот по периодам (годам), млрд. т-км					
	1	2	3	4	5	6
Железнодорожный	1131	1096	1020	1204,6	1373,3	1459
Автомобильный	26,1	24,1	21,0	21,6	23,0	22,9
Внутренний водный	71	75	65	66	70	79,8
Всего	3371	3249,7	3141	3309,3	3616,7	3721,6

Сведения о показателях компании за ретроспективный период по вариантам выполнения работы представлены в Приложении 1.

1. Используя данные своего варианта (Приложение 1), подобрать адекватные математические модели для описания ретроспективы отраслей и предприятия.

2. Разработать прогноз показателей компании и отраслей на три периода с оценкой его точности.

3. Осуществить выбор и обосновать стратегию операторской компании на основе оценки корреляции результатов прогноза.

Решение выполнить и проиллюстрировать графически с использованием компьютерных технологий.

5. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ (ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ОБМЕНА)

5.1. Теоретический и методический материал для выполнения задания

Модель международной торговли служит для ответа на вопрос, какими должны быть соотношения между государственными бюджетами стран, торгующих между собой, чтобы торговля была взаимовыгодной, т.е. не было значительного дефицита торгового баланса для каждой из стран-участниц.

Рассмотрим бюджеты n стран, которые обозначим как $x_1, x_2, \dots, x_n$.

Предположим, что национальный доход x_j страны j затрачивается на закупку товаров внутри страны и на импорт из других стран.

Обозначим через x_{ij} количество средств страны j расходуемое на закупку товаров из страны i , при этом x_{jj} – затраты на закупку товаров внутри страны j . Тогда сумма всех затрат страны j , идущее на закупку товаров как внутри страны, так и на импорт из других стран должна равняться национальному доходу страны x_j , т.е.

$$x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{jj} + \dots + x_{nj} = \sum_{i=1}^n x_{ij} = x_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5.1)$$

Разделив обе части равенства (1) на x_j и введя коэффициенты $a_{ij} = x_{ij} / x_j$, получим

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5.2)$$

Коэффициенты a_{ij} равны доле национального дохода страны j , расходуемой на закупку товаров у страны i . Матрица A коэффициентов a_{ij} при этом будет иметь вид:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (5.3)$$

Она называется *структурной матрицей торговли*. Понятно, что сумма элементов каждого столбца равна единице.

С другой стороны, количество средств страны j , расходуемое на закупку товаров из страны i и равное x_{ij} , является выручкой для страны i за свой товар, который у нее закупила страна j . Суммарная выручка i -ой страны p_i равна:

$$p_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ij} + \dots + x_{in} = \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5.4)$$

Так как $a_{ij} = x_{ij} / x_j$, то $x_{ij} = a_{ij}x_j$ и равенство (4) можно записать в виде:

$$p_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ij}x_j + \dots + a_{in}x_n = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5.5)$$

Международная торговля называется *сбалансированной*, если сумма платежей (затрат) каждого государства равна его суммарной выручке от внешней и внутренней торговли.

В сбалансированной системе международной торговли не должно быть дефицита, другими словами, у каждой страны выручка от торговли должна быть не меньше ее национального дохода, т.е.

$$p_i \geq x_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5.6)$$

Одновременное выполнение этих неравенств может иметь место только в том случае, если

$$p_i = x_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5.7)$$

т.е. у всех торгующих стран выручка от внешней и внутренней торговли должна совпадать с национальным доходом.

Равенство (7), с использованием (5), можно записать в матричном виде

$$AX = X, \quad (5.8)$$

где A – структурная матрица (3) международной торговли; X – вектор национальных доходов стран.

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix},$$

Матричное уравнение (8) соответствует задаче на собственное значение и собственный вектор матрицы A .

Очевидно, что собственное значение матрицы A , согласно уравнению (5.8), равно 1, а собственный вектор, соответствующий этому собственному значению, равен X .

Таким образом, баланс в международной торговле достигается тогда, когда собственное значение структурной матрицы международной торговли равно единице, а вектор национальных доходов торгующих стран является собственным вектором, соответствующим этому единичному собственному значению.

С помощью линейной модели международной торговли можно, зная структурную матрицу международной торговли A найти такие величины национальных доходов торгующих стран (вектор X), чтобы международная торговля была сбалансированной.

Определение собственного вектора X матрицы A с помощью средств EXCEL невозможно.

Поэтому математическую модель международной торговли сводят к задаче линейного программирования.

Для этого, систему уравнений

$$(A - E)X = 0,$$

где E – единичная матрица,

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix},$$

которая получается из уравнения (5.8) переносом правой части в левую, трактуют как ограничения-равенства.

Кроме того, вводят новое ограничение-неравенство:

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n \leq S \quad (5.9)$$

Данное ограничение отражает условие, по которому сумма бюджетов всех стран должна быть не больше заданной величины S .

В качестве целевой функции вводится сумма бюджетов всех стран, которая должна достигать максимума:

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n \rightarrow \max \quad (5.10)$$

Итак, математическая модель сбалансированной международной торговли сводится к следующей оптимизационной задаче линейного программирования. Необходимо найти максимум целевой функции

$$F = x_1 + x_2 + \dots + x_n \rightarrow \max$$

при следующих ограничениях:

$$(a_{11} - 1)x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = 0$$

$$a_{21}x_1 + (a_{22} - 1)x_2 + \dots + a_{2n}x_n = 0$$

$$a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + (a_{nn} - 1)x_n = 0$$

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n \leq S$$

.....

ПРИМЕР.

Найти национальные доходы x_1, x_2, x_3, x_4 четырех торгующих стран в сбалансированной системе международной торговли, если структурная матрица торговли этих четырех стран равна

$$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,2 & 0,1 & 0,1 \\ 0,3 & 0,3 & 0,1 & 0,2 \\ 0,4 & 0,3 & 0,5 & 0,4 \\ 0,1 & 0,2 & 0,3 & 0,3 \end{pmatrix}$$

а сумма бюджетов стран не превышает 7680 млн. ден. ед.

Математическая модель оптимизации выглядит следующим образом:

$$F = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \rightarrow \max$$

при ограничениях:

$$-0,8x_1 + 0,2x_2 + 0,1x_3 + 0,1x_4 = 0$$

$$0,3x_1 - 0,7x_2 + 0,1x_3 + 0,2x_4 = 0$$

$$0,4x_1 + 0,3x_2 - 0,5x_3 + 0,4x_4 = 0$$

$$0,1x_1 + 0,2x_2 + 0,3x_3 - 0,7x_4 = 0$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 7680$$

Методика решения задачи линейного программирования с помощью средств EXCEL состоит в следующем.

Занесем исходные данные на рабочий лист EXCEL (рис. 5.1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Коэффициенты в ограничениях (левые части)					Ограничения		Формулы ограничений		
2		x1	x2	x3	x4						
3		-0,8	0,2	0,1	0,1		0		0		
4		0,3	-0,7	0,1	0,2		0		0		
5		0,4	0,3	-0,5	0,4		0		0		
6		0,1	0,2	0,3	-0,7		0		0		
7		1	1	1	1		7680		0		
8	Изменяемые переменные										
9											
10	Целевая функция										
11											

Рисунок 5.1 – Исходные данные

В ячейки B3:E7 занесены коэффициенты при системе ограничений, в ячейках G3:G7 содержатся ограничения в правых частях, в ячейки I3:I7 занесены формулы левых частей ограничений, ячейки B9:E9 содержат изменяемые переменные x_1, x_2, x_3, x_4 .

Например, в ячейке I3 записана формула ограничений $=B3*\$B\$9+C3*\$C\$9+D3*\$D\$9+E3*\$E\9 .

Аналогичные формулы записаны в ячейках I4:I7.

Формула целевой функции $=B9+C9+D9+E9$ занесена в ячейку C10.

В EXCEL существует надстройка **Поиск решения**, которая, в частности, помогает решать задачи линейного программирования.

** Алгоритм включения надстройки «Поиск решения» в EXCEL:*

- Меню «Файл» → Раздел «Параметры» → Подраздел «Надстройки» → В нижней части окна → «Управление» → «Надстройки Excel» → нажать «Перейти» → вспомогательное окно «Надстройки» → Установить флажок напротив опции «Поиск решения» и нажать ОК.

После этого требуемая функция появится на ленте в правой части вкладки «Данные».

Выделяем ячейку C10, в которой вычисляется целевая функция. Вызываем Сервис → Поиск решения (или нажимаем кнопку «Поиск решения» в верхнем правом углу).

В диалоговом окне в поле ввода «Оптимизировать целевую функцию» уже содержится $\$C\10 .

Установим переключатель «Равной максимальному значению» (или «До» «Максимум»).

В поле ввода «Изменяя ячейки переменных» выбираем $\$B\$9:\$E\9 .

Щелкнем кнопку «Добавить».

Появится диалоговое окно «Добавление ограничения». В поле ввода «Ссылка на ячейки» укажем $\$I\7 . Правее в выпадающем списке с условными операторами выберем $\leq$.

В поле ввода Ограничение введем $\$G\7 .

Таким образом мы добавили ограничение:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 7680$$

Щелкнем кнопку Добавить и введем остальные ограничения. ОК.

Мы окажемся в диалоговом окне и увидим введенные ограничения. С помощью кнопок «Изменить» и «Удалить» мы можем изменить и удалить ограничение.

Установим флажок «Сделать переменные без ограничений неотрицательными».

Ниже в строке «Выберите метод решения» выберем «Поиск решения линейных задач симплекс-методом».

На рисунке 5.2 отображено диалоговое окно «Поиск решения» для данной задачи.

Нажимаем кнопку «Найти решение».

На рис. 5.3 приведены результаты решения, согласно которым национальные доходы четырех стран x_1, x_2, x_3, x_4 равны соответственно 1015,359; 1458,228; 3251,308; 1955,105 млн. ден. ед. Это искомое решение, полученное методом линейного программирования.

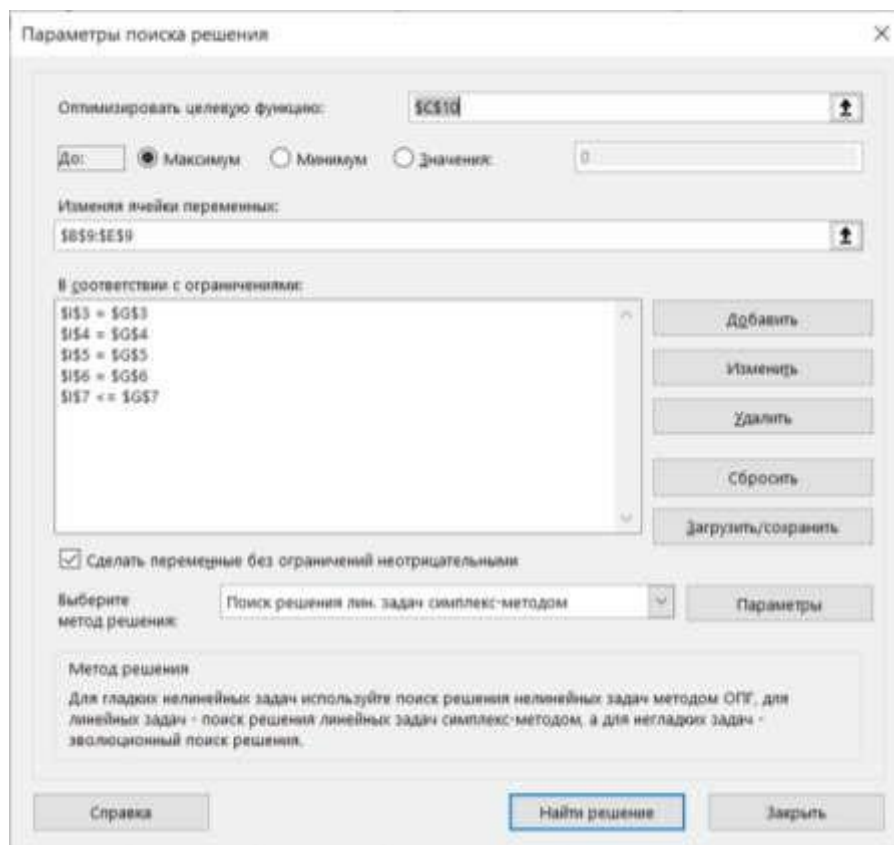


Рис. 5.2 – Решение задачи средствами EXCEL

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Справка XY Chart Labels Что вы хотите									
Получение внешних данных		Создать запрос		Обновить все		Подключения		Сортировка и фильтр	
Показать запросы		Из таблицы		Последние источники		Считать & преобразовать		Подключения	
Свойства		Изменить связи		Подключения		Сортировка		Фильтр	
Оценить		Повторить		Дополнительно		Текст по столбцам		Работа с данными	

C10	=B9+C9+D9+E9									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Коэффициенты в ограничениях (левые части)						Ограничения		Формулы ограничений	
2	x1	x2	x3	x4						
3		-0,8	0,2	0,1	0,1		0		2,27374E-13	
4		0,3	-0,7	0,1	0,2		0		0	
5		0,4	0,3	-0,5	0,4		0		0	
6		0,1	0,2	0,3	-0,7		0		0	
7		1	1	1	1		7680		7680	
8	Изменяемые переменные									
9		1015,359	1458,228	3251,308	1955,105					
10	Целевая функция	7680								

Рисунок 5.3 – Искомое решение задачи

Из содержимого ячеек I3:I7 видно, что все ограничения выполнены. Значение целевой функции (ячейка C10) равно 7680 млн. ден. ед.

5.2. ЗАДАНИЕ

По исходным данным своего варианта (Приложение 2) построить балансовую модель международной торговли и найти национальные доходы x_1, x_2, x_3, x_4 четырех торгующих стран. Проанализировать полученные результаты.

6. ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Уровень /оценка	Характеристика
Продвинутый уровень («отлично»)	Расчеты проведены правильно в полном объеме; результаты исследований интерпретированы с использованием современных методов и информационных технологий; поставленные задачи выполнены в полном объеме; представлены выводы и их обоснования
Углубленный уровень («хорошо»)	Расчеты проведены в полном объеме; использованы современные методы интерпретации исследований и информационные технологии; поставленные задачи выполнены в полном объеме; представлены выводы; <i>имеются малозначительные ошибки</i>
Базовый уровень («удовлетворительно»)	Базовые расчеты проведены правильно; использованы основные методы интерпретации исследований; базовые задачи выполнены; представлены основные выводы
Нулевой уровень («неудовлетворительно»)	Расчеты проведены неправильно; отсутствует интерпретация данных; поставленные задачи не выполнены; выводы отсутствуют; допущены значительные ошибки

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Рекомендуемые источники литературы представлены в рабочей программе дисциплины

Приложение 1
Вариант 1

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	1200	1241	1361	1467	1879	1895	2050
Обновление услуг K ₀ , %	10	10	43	18	40	40	41

Вариант 2

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	900	1241	1091	1467	1879	1895	1530
Обновление услуг K ₀ , %	8	10	13	18	20	40	60

Вариант 3

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	1900	1241	1061	967	879	895	530
Обновление услуг K ₀ , %	18	20	13	18	20	25	30

Вариант 4

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	1500	1210	1510	1967	1979	1895	1530
Обновление услуг K ₀ , %	38	29	33	48	50	55	60

Вариант 5

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	1500	1210	1510	1967	1979	1895	1530
Обновление услуг K ₀ , %	38	36	33	48	50	57	60

Вариант 6

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	1500	1586	1510	1967	1979	1895	1530
Обновление услуг K ₀ , %	38	29	45	48	50	55	60

Вариант 7

Показатели	Значения по периодам						
------------	----------------------	--	--	--	--	--	--

	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	1200	1210	1510	1917	1979	1895	1930
Обновление услуг K ₀ , %	38	29	33	48	50	55	60

Вариант 8

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	500	1210	1510	1967	1979	1895	1530
Обновление услуг K ₀ , %	60	55	53	48	50	33	29

Вариант 9

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	1500	1210	1510	1967	1979	1895	1530
Обновление услуг K ₀ , %	38	35	33	48	50	55	60

Вариант 10

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	1979	1895	1930	1967	1860	1760	1580
Обновление услуг K ₀ , %	38	29	33	48	50	55	60

Вариант 11

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	2010	2189	2930	2967	2860	2760	2580
Обновление услуг K ₀ , %	38	35	33	60	55	53	48

Вариант 12

Показатели	Значения по периодам						
	1	2	3	4	5	6	7
Объем предоставленных услуг V, тыс. д. е.	1789	1907	1930	1967	2011	2025	1980
Обновление услуг K ₀ , %	39	30	23	48	54	54	59

Приложение 2

№ варианта	Структурная матрица торгов четырех стран	Сумма бюджетов
------------	--	----------------

		стран, млн. ден. ед.
1	$A = \begin{pmatrix} 0,1 & 5 \\ 0,6 & 1,1 \\ 0,2 & 1,2 \\ 0,4 & 1,4 \\ 0,3 & 1,3 \end{pmatrix}$	4590
2	$A = \begin{pmatrix} 0,7 & 0,3 & 0,1 \\ 1 & 0,1 & 0,2 \\ 1 & 0,1 & 0,1 \\ 0,05 & 0,35 & 0,44 & 0,15 \\ 0,75 & 0,55 & 0,36 & 0,25 \\ 0,1 & 0,05 & 0,1 & 0,45 \\ 0,1 & 0,05 & 0,1 & 0,15 \\ 0, & 15 & 0,6 & \\ 0, & 35 & 0,2 & \\ 0,3 & & 0,1 & \\ 0,2 & & 0,1 & \end{pmatrix}$	15055
3	$A = \begin{pmatrix} 0,36 & 0,22 \\ 0,34 & 0,28 \\ 0,2 & 0,2 \\ 0,1 & 0,3 \end{pmatrix}$	9000
4	$A = \begin{pmatrix} 0,16 & 0,5 & 0,35 & 0,1 \\ 0,34 & 0,3 & 0,25 & 0,2 \\ 0,23 & 0,05 & 0,18 & 0,4 \\ 0,27 & 0,15 & 0,22 & 0,3 \end{pmatrix}$	59550
5	$A = \begin{pmatrix} 0,08 & 0,15 & 0,26 \\ 0,72 & 0 & 0,34 \\ 0,18 & 0, & 0,16 \\ 0,02 & 0, & 0,24 \end{pmatrix}$	15590
6	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,15 & 0,32 \\ 0,2 & 0,15 & 0,1 \\ 0,3 & 0,27 & 0,1 \\ 0,3 & 0,43 & 0,48 \end{pmatrix}$	51503
7	$A = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,52 & 0,22 \\ 0,2 & 0,18 & 0,38 \\ 0,3 & 0,13 & 0,32 \\ 0,1 & 0,17 & 0,08 \end{pmatrix}$	25590
8	$A = \begin{pmatrix} 0,81 & 0,15 & 0,51 & 0,12 \\ 0,12 & 0,23 & 0,24 & 0,31 \\ 0,03 & 0,47 & 0,06 & 0,42 \\ 0,04 & 0,15 & 0,19 & 0,15 \end{pmatrix}$	83355
9	$A = \begin{pmatrix} 0,36 & 15 & 0,60 & 0,22 \\ 0,34 & 35 & 0,20 & 0,28 \\ 0,2 & & 0,1 & 0,3 \\ 0,1 & & 0,1 & 0,2 \end{pmatrix}$	90905
10	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,1 & 0,62 & 0,32 \\ 0,2 & 0,1 & 0,18 & 0,1 \\ 0,3 & 0,2 & 0,13 & 0,1 \\ 0,3 & 0,4 & 0,07 & 0,48 \end{pmatrix}$	25678
11	$A = \begin{pmatrix} 0,1 & 0 & 0,6 & 0,1 \\ 0,7 & 0 & 0,1 & 0,2 \\ 0,1 & 0 & 0,2 & 0,4 \\ 0,1 & 0 & 0,1 & 0,3 \end{pmatrix}$	45900
12	$A = \begin{pmatrix} 0,16 & 0,5 & 0,3 & 0,1 \\ 0,34 & 0,3 & 0,2 & 0,2 \\ 0,23 & 0,05 & 0,1 & 0,4 \\ 0,27 & 0,15 & 0,2 & 0,3 \end{pmatrix}$	90000