

5. ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ. МЕТОДЫ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Основные понятия темы

Формальная экстраполяция, прогнозная экстраполяция, моделирование, экономико-математические методы, матричные модели, модели оптимального планирования, экономико-статистические модели, имитационные модели, динамический ряд, тренд, кривые роста, полиномиальные кривые, экспоненциальные кривые, S-образные кривые, метод наименьших квадратов, адекватность модели, коэффициент корреляции, коэффициент детерминации, средняя ошибка аппроксимации, стандартная ошибка регрессии, критерий Дарбина – Уотсона, критерий Стьюдента, метод экономического анализа, балансовый метод, нормативный метод, программно-целевой метод.

Контрольные вопросы и задания

1. Охарактеризуйте сферу применения формализованных методов прогнозирования и планирования, назовите их отличия от интуитивных методов.
2. В чем заключается сущность экстраполяции?
3. Назовите условия, при которых можно применять метод экстраполяции.
4. Перечислите отличия формальной и прогнозной экстраполяции.
5. Охарактеризуйте основные кривые роста, используемые при реализации метода экстраполяции.
6. Приведите характеристику основных типов экономико-математических моделей, используемых при разработке макроэкономических прогнозов.
7. В чем состоит сущность эконометрических моделей? Приведите их примеры.
8. Что такое имитационная модель? Назовите основные области ее применения.
9. Охарактеризуйте основные этапы реализации метода моделирования при проведении прогнозных расчетов.
10. Для чего проводится оценка адекватности экономико-математических моделей? Какие показатели при этом рассчитываются и анализируются?
11. Какова роль метода экономического анализа в процессе прогнозирования развития экономики?
12. Перечислите основные нормы и нормативы, используемые в процессе разработки макроэкономических планов и прогнозов.
13. Выберите правильный ответ среди предложенных вариантов. Разработку каких балансов предполагает балансовый метод: а) материальных; б) трудовых; в) финансовых; г) источников ресурсов; д) все ответы верны.

14. В чем сущность программно-целевого метода, и какие проблемы решаются с его помощью?

Задача 11.

Динамика ежегодных затрат на производство цемента y_t представлена в табл. 19. Построить график динамики затрат. Исходя из предположения о линейном характере зависимости затрат на производство цемента от времени, рассчитать параметры a , b линейной функции $y_t^* = a + bt$ с помощью метода наименьших квадратов, рассчитать прогнозные значения затрат на производство цемента на 2005–2007 гг. Отобразить зависимость y_t^* на графике. Оценить адекватность полученной зависимости.

Таблица 19

Динамика затрат на производство цемента, млн. руб.

Годы	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	534	680	544	413	262	617	1025	1079	700	588
1994	516	695	556	422	268	631	1048	1102	715	601
1995	539	725	580	440	280	658	1093	1150	746	627
1996	578	778	622	472	300	705	1172	1233	800	672
1997	566	763	610	463	294	692	1149	1209	784	659
1998	605	815	652	495	314	739	1228	1292	838	704
1999	639	860	688	522	332	780	1296	1363	884	743
2000	689	927	742	563	358	841	1397	1470	954	801
2001	705	949	760	576	366	861	1431	1506	977	821
2002	694	935	748	567	360	848	1408	1482	961	808
2003	744	1002	801	608	386	909	1510	1589	1030	866
2004	761	1024	819	622	395	929	1544	1624	1053	885

Задача 12.

Разработать прогноз по данным табл. 19, используя нелинейные кривые роста (приложение Б). Провести преобразования к линейному виду и выбрать наиболее адекватную кривую роста по совокупности критериев.

Задача 13.

Используя экономико-статистический метод прогнозирования и предполагая линейную зависимость величины результативного показателя y от величины факторного показателя x (табл. 20–29), оценить адекватность зависимости и получить прогноз результативного показателя на два года вперед, если факторный показатель в первом году прогнозируемого периода вырастет на 8% по сравнению с его значением в последнем году ретроспективного периода, а во втором – еще на 5%. Отобразить фактические и расчетные значения (включая прогноз) на графике.

Таблица 20

Зависимость прибыли предприятия от ставки налога на прибыль (вариант 1)

Показатель	Ставка налога на прибыль x , %						
	10	13	15	20	25	30	35
Прибыль предприятия y , млн. руб.	730	590	541	472	320	275	212

Таблица 21
(вариант**Зависимость величины выпуска продукции от объема инвестиций
2)**

Показатель	Инвестиции x , млн. руб.						
	25	38	43	31	17	28	51
Выпуск продукции y , млн. руб.	213	310	350	288	114	227	412

Таблица 22
(вариант**Зависимость величины выпуска продукции от численности занятых
3)**

Показатель	Численность занятых x , чел.					
	51	69	70	59	25	48
Выпуск продукции y , млн. руб.	213	310	350	288	114	183

Таблица 23

**Зависимость величины выпуска продукции от стоимости основных
производственных фондов (ОПФ) (вариант 4)**

Показатель	Стоимость ОПФ x , млн. руб.					
	25 0	34 0	39 4	29 1	15 6	28 7
Выпуск продукции y , млн. руб.	213	310	350	288	114	251

Таблица 24

**Зависимость размера среднемесячной заработной платы от ставки первого разряда
(вариант 5)**

Показатель	Ставка первого разряда x , тыс. руб.						
	25	30	35	40	45	60	75
Средняя заработная	150	184	211	248	302	402	512

Экспорт (у), млрд. руб.	41	45	54	58	60	73	81
-------------------------	----	----	----	----	----	----	----

Методические указания к решению задач

Для разработки прогноза на основе метода экстраполяции или экономико-статистического метода необходимо придерживаться следующего алгоритма:

1. Строится график, отражающий зависимость результативного показателя y от времени t или от факторного признака x (в зависимости от условия задачи). На основании графика определяется характер изменения результативного показателя во времени или в зависимости от изменения факторного признака. Исходные данные в задачах подобраны таким образом, чтобы динамика результативного признака достаточно адекватно описывалась линейными зависимостями вида $y = a + bt$ или $y = a + bx$.

2. Определяются параметры (a и b) кривых роста (метод экстраполяции) или уравнений регрессии (экономико-статистический метод). Для этого применяется метод наименьших квадратов.

Так, при реализации метода экстраполяции для определения неизвестных параметров a и b линейной функции вида $y = a + bt$ составляется система уравнений

$$\begin{cases} an + b\sum t = \sum y, \\ a\sum t + b\sum t^2 = \sum ty, \end{cases}$$

где a, b – параметры функции; n – число уровней динамического ряда; t – порядковый номер года; y – фактическое значение результативного признака.

При использовании экономико-статистического метода для аналогичной линейной функции $y = a + bx$ составляется следующая система уравнений:

$$\begin{cases} an + b\sum x = \sum y, \\ a\sum x + b\sum x^2 = \sum tx, \end{cases}$$

где x – фактическое значение факторного признака.

С использованием полученной зависимости определяются расчетные значения показателя y на ретроспективный период, которые затем наносятся на график рядом с фактическими.

3. Оценивается адекватность полученной зависимости, для чего рассчитывается ряд коэффициентов.

Расчетные формулы для определения показателей, характеризующих адекватность полученных зависимостей (применительно к методу экстраполяции):

а) коэффициент корреляции r

$$r = \frac{n\sum ty - \sum t\sum y}{\sqrt{(n\sum t^2 - (\sum t)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}}.$$

Коэффициент корреляции показывает тесноту линейной связи между результативным и факторным признаками. Его значение может изменяться

от -1 до $+1$. Если значение r стремится к $+1$, то имеет место прямая тесная связь между результативным и факторными признаками; если r стремится к -1 , то связь обратная; если же r близок к 0 , то связь между результативным и факторным признаками отсутствует.

б) коэффициент детерминации R^2

$$R^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2},$$

где e_i – остаток y в i -м периоде, определяемый как разница между фактическим и расчетным значениями показателя y за данный период; y_i – фактическое значение показателя y в i -м периоде; \bar{y} – среднее значение показателя y за весь период.

Значение коэффициента детерминации изменяется от 0 до 1 и показывает, в какой степени динамика результативного признака описывается динамикой факторного. Например, если $R^2 = 0,9$, то на 90% динамика результативного признака описывается динамикой факторного признака, а на оставшиеся 10% – динамикой прочих факторов, не включенных в модель.

в) средняя относительная ошибка аппроксимации A

$$A = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{e_i}{y_i} \right| 100 = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_i - y_i^{\delta}}{y_i} \right| 100,$$

где y_i^p – расчетное значение показателя y в i -м периоде.

Если значение A не превышает 15% , то можно считать, что построенная модель является приемлемой для проведения аналитических и прогнозных расчетов.

г) стандартная ошибка регрессии S , характеризующая уровень необъясненной дисперсии, для однофакторной линейной регрессии

$$S = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n - m - 1}},$$

где m – количество независимых переменных в модели (для однофакторной регрессии $m = 1$).

д) стандартная ошибка параметра b уравнения регрессии S_b

$$S_b = \sqrt{S_b^2} = \sqrt{\frac{S^2}{\sum (t_i - \bar{t})^2}},$$

где t_i – значение параметра t в i -м периоде; \bar{t} – среднее значение t .

е) стандартная ошибка параметра a уравнения регрессии S_a

$$S_a = \sqrt{S_a^2} = \sqrt{S_b^2 t_{\text{ср}}^2},$$

где $t_{\text{ср}}$ – среднее из t^2 .

ж) на основе рассчитанных стандартных ошибок параметров регрессии проверяется значимость каждого коэффициента регрессии путем расчета t -статистик (t -критериев Стьюдента) и их сравнения с критическим значением

(приложение В) при уровне значимости α и числе степеней свободы ($V = n - m - 1$)

$$t_a = \frac{a}{S_a}; \quad t_b = \frac{b}{S_b},$$

где t_a – расчетное значение t -статистики для параметра a ; t_b – расчетное значение t -статистики для параметра b .

Значимость параметров подтверждается, если t -статистики выше критической величины.

з) для оценки автокорреляции остатков рассчитывается значение критерия Дарбина – Уотсона по формуле

$$DW = \frac{\sum (e_i - e_{i-1})^2}{\sum e_i^2},$$

где e_{i-1} – остаток y в периоде, предшествующем i -му.

Если значение критерия Дарбина – Уотсона близко к 2, то автокорреляция остатков отсутствует.

При реализации экономико-статистического метода прогнозирования параметры, характеризующие адекватность полученных линейных уравнений, рассчитываются на основе формул, аналогичных вышеприведенным (вместо значений t подставляются значения x).

4. При условии, что полученная линейная зависимость является адекватной, рассчитывается прогнозное значение показателя y .

Расчет значений параметров a и b , а также показателей адекватности линейной функции можно выполнить, используя ЭВМ и возможности пакета Microsoft Excel.

Для определения параметров линейной функции при реализации метода экстраполяции или экономико-статистического метода можно использовать функцию «ЛИНЕЙН» пакета Microsoft Excel. Для этого необходимо выполнить следующие процедуры:

а) ввести исходные данные, отражающие динамику результативного и факторных показателей по столбцам;

б) для заданной области исходных данных выполнить функцию «ЛИНЕЙН», для чего:

– выделить группу ячеек (число столбцов соответствует общему числу параметров зависимости, число строк – 5);

– в меню команд «Вставка» выполнить команду «Вставка функции» или нажать на панели значок  и в открывшемся окне выбрать функцию «ЛИНЕЙН»;

– задать диапазон множества значений y и x ;

– в окошках «Конст» и «Статистика» ввести ИСТИНА (рис. 1);

– после нажатия кнопки «ОК» установить курсор в конце строки формул и нажать одновременно «Ctrl», «Shift» и, удерживая их, «Enter»;

в) при правильном выполнении всех вышеназванных этапов в изначально выделенном диапазоне будут выведены результаты расчетов, включающие искомые параметры уравнения и показатели адекватности

полученной зависимости (табл. 30).

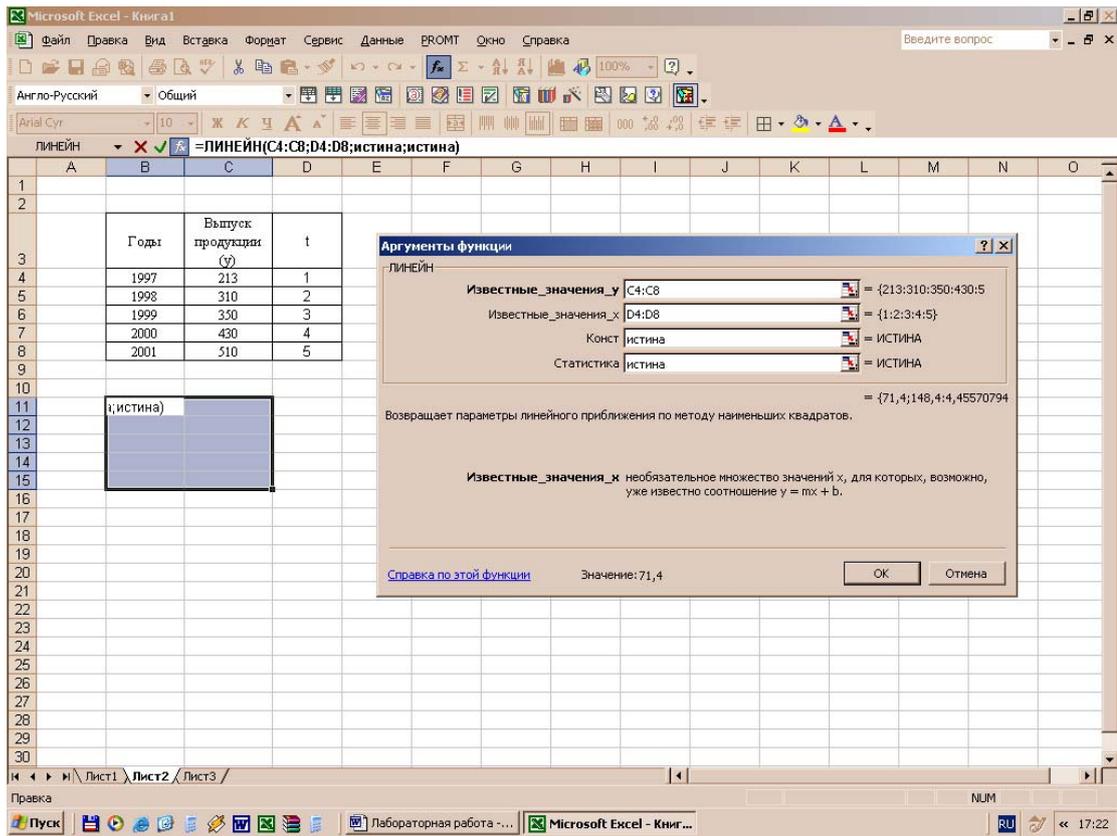


Рис. 1. Вид экрана при выполнении функции «ЛИНЕЙН» в пакете Microsoft Excel

Таблица 30
Форма представления результатов при выполнении функции «ЛИНЕЙН»

	A	B	C	D	E	F
1	b_n	b_{n-1}	...	b_2	b_1	a
2	S_{b_n}	$S_{b_{n-1}}$...	S_{b_2}	S_{b_1}	S_a
3	R^2	S_y				
4	F	df				
5	$SS_{рег}$	$SS_{ост}$				

Примечание: $a, b_1, b_2, b_{n-1}, b_n$ – искомые параметры уравнения; $S_a, S_{b_1}, S_{b_2}, S_{b_{n-1}}, S_{b_n}$ – стандартные ошибки соответствующих параметров $a, b_1, b_2, b_{n-1}, b_n$; R^2 – коэффициент детерминации; S_y – стандартная ошибка для оценки показателя y ; F – расчетное значение F -критерия Фишера; df – число степеней свободы; $SS_{рег}$ – регрессионная сумма квадратов; $SS_{ост}$ – сумма квадратов остатков.

Для определения значения коэффициента корреляции в Microsoft Excel следует использовать функцию «КОРРЕЛ»: в свободной ячейке ввести функцию «КОРРЕЛ» с указанием исследуемых массивов исходных данных и нажать «ОК».

Для выбора типа наиболее адекватной зависимости при реализации метода экстраполяции можно также использовать графический способ. Для этого необходимо:

- а) по исходным данным построить график;
- б) левой кнопкой мыши выделить ряд данных на графике, вызвать контекстное меню (правой кнопкой мыши) и в нем выбрать «Добавить линию тренда» (рис. 2);
- в) выбрать тип линии тренда;
- г) указать «Показывать уравнение на диаграмме» и «Поместить величину достоверности R^2 ».

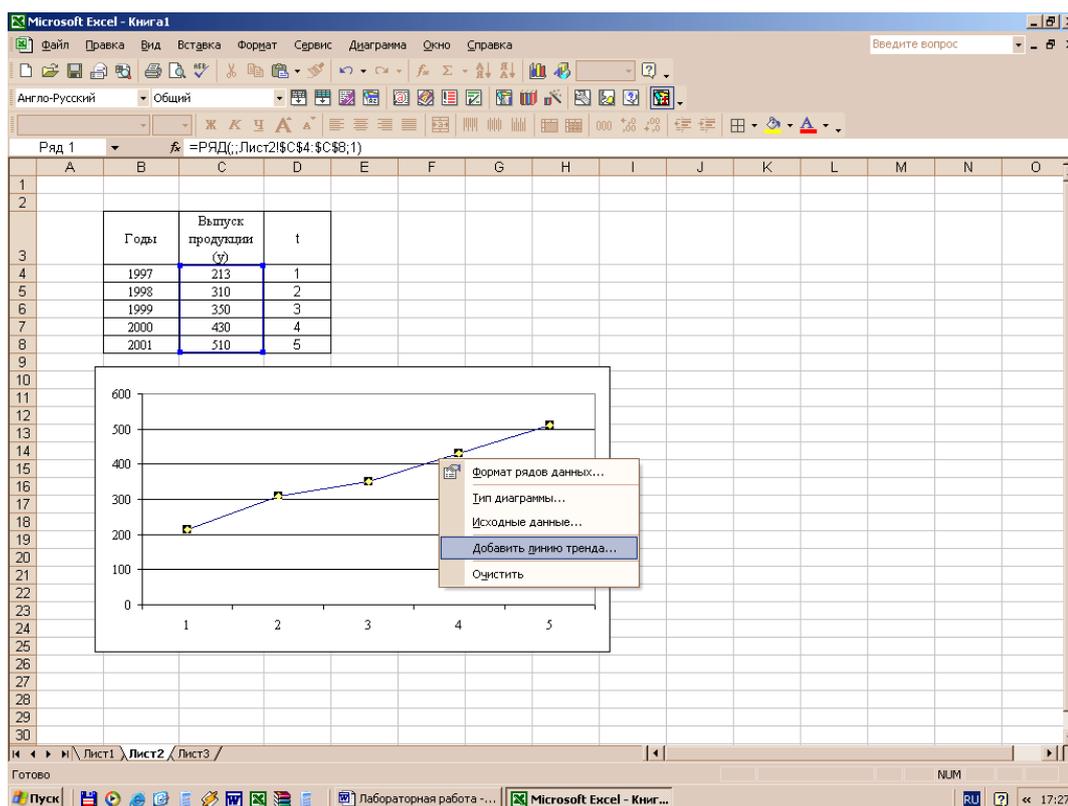


Рис. 2. Вид экрана при построении линии тренда в пакете Microsoft Excel