

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»

Кафедра «Информационные технологии»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИЕМОВ И МЕТОДОВ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКОНОМИСТОВ

ПОСОБИЕ

**по курсу «Автоматизация принятия
управленческих решений»**

**для студентов экономических специальностей
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2006

УДК 681.518(075.8)
ББК 32.965я73
И88

*Рекомендовано научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 27.06.2005 г.)*

Автор-составитель: *Н. В. Водополова*

Рецензент: зав. каф. «Экономическая теория» ГГТУ им. П. О. Сухого
О. Я. Потехина

Использование основных приемов и методов анализа временных рядов и прогнози-
И88 рования данных в профессиональной деятельности экономистов : пособие по курсу
«Автоматизация принятия управленческих решений» для студентов экон. специальностей
днев. и заоч. форм обучения / авт.-сост. Н. В. Водополова. – Гомель : ГГТУ
им. П. О. Сухого, 2006. – 32 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron
300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe
Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

Пособие содержит теоретические сведения об основных методах анализа временных
рядов данных, теоретический материал проиллюстрирован большим количеством приме-
ров прикладного характера. Использование методики продемонстрировано на примере ре-
шения конкретной прикладной задачи.

Для студентов дневной и заочной форм обучения.

УДК 681.518(075.8)
ББК 32.965я73

© Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	4
1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	4
1.2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО	5
1.3. ПРОГНОЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГРЕССИИ.....	8
1.4. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ТРЕНДА	10
1.4.1. Графический способ построения трендовой модели	10
1.4.2. Использование маркера заполнения	12
1.4.3. Построение линии тренда с помощью команды Прогрессия.....	14
1.4.4. Функции анализа временных рядов.....	18
1.5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНИЗМОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГРЕССИИ	21
1.6. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ.....	21
1.7. МЕТОДИКА АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ.....	24
2. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.....	25
3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	26
4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	27
5. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	31
ЛИТЕРАТУРА	32

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Эффективное управление любым объектом хозяйствования: будь то коммерческий киоск, предприятие или целая отрасль, – невозможно без прогноза, предвидения развития экономической ситуации. Использование прогнозирования существенным образом оптимизирует процессы управленческого планирования и контроля, повышает их эффективность, позволяет повысить качество принимаемых решений.

Основой прогнозирования является анализ данных временных рядов.

Временной ряд – набор чисел, представляющих собой числовое выражение результатов наблюдений, проводимых на протяжении длительного периода времени. Числа, составляющие ряд, называются *элементами ряда*. Промежуток времени между наблюдениями – *шагом квантования по времени* или *шагом по времени*.

Помимо терминов «временной ряд» и «элементы ряда» в литературе можно встретить термины *базовая линия прогноза* и *элементы базовой линии прогноза*, или *ряд динамики* и *уровни ряда динамики* соответственно.

Элементы ряда нумеруются в соответствии с номером наблюдения или момента времени, к которому этот элемент относится:

$$y_1, y_2, \dots, y_N \text{ или } y_N(t)$$

Прогноз – это количественное вероятностное утверждение о состоянии объекта в будущем на основе анализа тенденций и закономерностей прошлого и настоящего.

Тенденция – это основное направление, закономерность в развитии явления или объекта. Для выявления тенденции очень удобно использовать графический метод. Даже визуальный анализ графика временного ряда позволяет сделать некоторые выводы:

- о характере развития явления;
- о присутствии сезонных или циклических компонент;
- о степени плавности или прерывистости изменений значений ряда.

Тенденция может быть описана с помощью тренда. *Тренд* – это аналитическая функция, которая описывает тенденцию изменения явления и связывает единым законом развития все последующие уровни ряда динамики.

Задача прогнозирования формально сводится к получению прогнозных значений базовой линии на некотором периоде будущего, т.е. к получению значений $y^П(t)$, для $t=N+1, N+2, \dots$

MS Excel предлагает три основных подхода получения прогнозных оценок:

- применение метода скользящего среднего;
- использование регрессии или аналитического выравнивания в виде линии тренда;
- применение метода экспоненциального сглаживания.

1.2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО

Метод скользящего среднего основан на вычислении прогнозного значения любого периода в виде среднего значения анализируемого показателя за некоторое число его предшествующих наблюдений. Например, если используется среднее за три месяца, прогнозом на май будет среднее значение показателей за февраль, март и апрель, а прогнозом за июнь – соответственно среднее значение показателей за март, апрель и май. В этом случае каждый из трех показателей отвечает за одну треть значения прогноза.

Рассмотрим использование скользящего среднего на примере.

Пример 1. Проанализировать поступление жалоб на продукцию фирмы и получить прогноз на ближайший месяц.

Данные временного ряда представлены в ячейках C6:C15 (рис. 1).

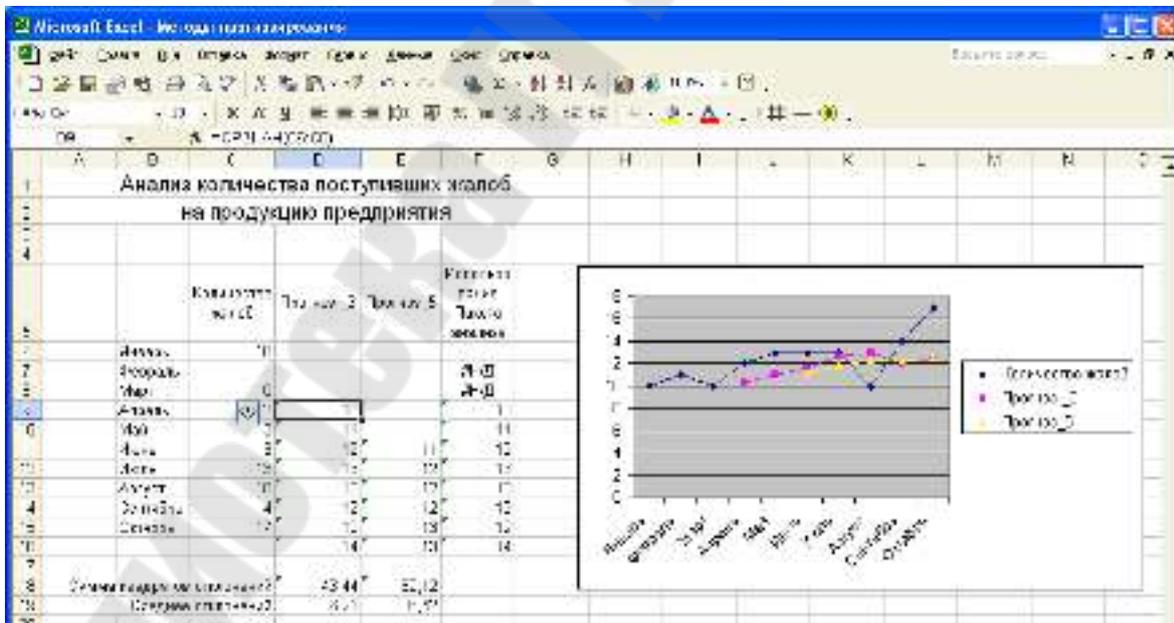


Рис. 1

Условие можно переформулировать таким образом: необходимо выявить тенденцию поступления жалоб на продукцию предприятия и получить прогноз на ноябрь месяц.

Анализ данных базовой линии прогноза: значение показателя в сентябре значительно превышает значение показателя за январь; на протяжении всего анализируемого периода по сравнению с предшествующим периодом наблюдений имели место случаи как увеличения, так и понижения изучаемого показателя. Таким образом, на основании анализа исходных данных можно сделать вывод о неустойчивой тенденции к повышению жалоб на продукцию предприятия.

Для получения прогноза на ноябрь месяц используем трехмесячное скользящее среднее.

Для этого необходимо:

- в ячейке *D9* ввести формулу =СРЗНАЧ(С6:С8);
- скопировать формулу в ячейки *D10:D16*.

Прогнозируемое число рекламаций на продукцию предприятия на ноябрь месяц – 14. О наличии тенденции, как и при анализе исходных данных, говорить довольно трудно: сравнение конечных значений прогнозного ряда позволяет сделать вывод о тенденции к увеличению числа жалоб на продукцию предприятия, а неупорядоченность прогнозных данных (данные за сентябрь и октябрь «выбиваются из общей картины») – о неустойчивости тенденции.

При решении примера для получения прогноза был использован трехмесячный период. Использование меньшего периода не имеет смысла. Посмотрим, как изменятся результаты прогнозирования при увеличении периода для расчета скользящего среднего.

На рис. 1 в ячейках *E11:E16* получен прогноз с использованием пятимесячных данных. В этом случае функция среднего записывается в ячейку *E11*, т.к. в расчетах используются данные за предшествующие пять месяцев.

Проанализируем полученные результаты. Прежде всего, расчет прогноза говорит об устойчивой тенденции увеличения жалоб на продукцию предприятия: все прогнозные данные упорядочены по не убыванию. На ноябрь месяц количество жалоб на продукцию предприятия прогнозируется равное 13.

Понятно, что прогноз, полученный на базе пятимесячного скользящего среднего лучше, но какой из них наиболее адекватно отражает базовую линию прогноза? Вывод можно сделать на анализе отклонений прогнозных значений от исходных данных. Чем меньше отклонение, тем точнее прогноз. В ячейках *D18* и *E18* с помощью встроенной функции *СУММКВРАЗН()* вычисляются суммы квадратов разностей базовой линии прогноза и расчетных данных с использованием трех- и пятимесячного скользящего среднего. В первом случае в расчете используются данные диапазонов *C9:C15* и *D9:D15*, во втором – *C11:C15* и *E11:E15*. В ячейках *D19* и *E19* рассчитываются соответствующие значения средних значений

отклонений прогнозного ряда от данных базовой линии прогноза. Для рассматриваемого примера эти значения равны 6,21 и 6,42 соответственно, т.е. можно сделать вывод о том, что использование для прогноза трехмесячного скользящего среднего предпочтительнее.

Полученные результаты демонстрируют следующее теоретическое положение: чем меньше число результатов наблюдений, на основании которых вычислено скользящее среднее, тем точнее оно отражает изменения в уровне базовой линии. При 12-месячном скользящем среднем показатели последних месяцев отвечают только за 1/12 часть значения прогноза, при 24-месячном – и того меньше, всего за 1/24, однако в этом случае в прогнозе учитывается большее число элементов базовой линии прогноза.

Такая казалась бы противоречивая ситуация может быть использована для решения двух задач: 1) выявление тенденции развития явления и 2) получение прогноза на ближайший период. При их решении следует учитывать, что чем больше или меньше соответственно число наблюдений используется в расчете скользящего среднего, тем достовернее полученный результат.

Для автоматизации использования скользящего среднего используют надстройку *Анализ данных (Data Analysis)*. Она используется довольно редко. Чтобы установить эту надстройку необходимо установить флажок *Пакет анализа (Analysis ToolPak)* в окне *Надстройки*, которое активизируется с помощью команды *Сервис – Надстройки*.

Порядок использования надстройки:

1. Активизировать рабочий лист с данными базовой линии.
2. Активизировать команду *Сервис – Анализ данных (Data Analysis)*.
3. Выбрать инструмент анализа *Скользящее среднее (Moving Average)*. Появится соответствующее диалоговое окно (рис. 2).
4. Заполнить поля диалогового окна: в поле *Входной интервал (Input Range)* указать данные о местоположении базовой линии; в поле *Интервал (Interval)* ввести количество периодов, которые будут включены в подсчет скользящего среднего; в поле *Выходной интервал (Output Range)* ука-

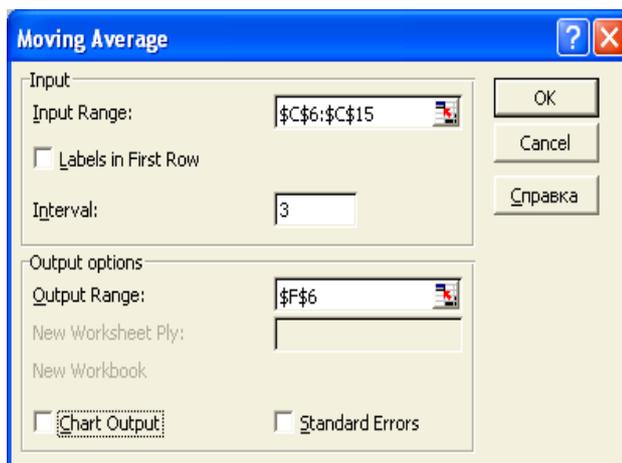


Рис. 2

зять адрес ячейки, с которой необходимо начать вывод прогнозируемых данных. На рис.2 представлено окно *Скользящее среднее (Moving Average)*, заполненное для получения данных рис.1.

5. Все вычисленные скользящие средние сместить на одну строку вниз, т.к. это позволит разместить полученные прогнозные значения в те строки (а значит и периоды), с которыми они связаны.
6. Отформатировать полученные данные, выбрав для прогнозных значений требуемое количество десятичных знаков.

Поскольку для первых двух элементов временного ряда нет данных для расчета среднего, то прогнозы для этих периодов не высчитываются, а в соответствующих ячейках выводится **#Н/Д**.

Использование надстройки *Анализ данных (Data Analysis)* позволяет строить совмещенный график исходных данных и прогнозных значений и получать значения стандартной ошибки для прогнозных значений. Для активизации этих функций необходимо установить флажки *Вывод графика (Chart Output)* и *Стандартные ошибки (Standart Errors)* соответственно. Построение графика очень удобно использовать как для выявления тенденции развития изучаемого явления, так и для сравнения нескольких вариантов расчета показателя скользящего среднего.

Достоинства метода скользящего среднего:

1. Метод несложен и быстр в применении.
2. Позволяет выявить тенденцию в базовой линии прогноза.
3. Дает достаточно точный краткосрочный прогноз на ближайший период времени.

Недостатки метода скользящего среднего:

1. Простое скользящее среднее не является точным способом выявления общих тенденций временного ряда.
2. Анализ на основе скользящего среднего не дает прогноза, выходящего за пределы, в которых данные уже известны, т.е. может быть использован только для получения краткосрочных прогнозов.

1.3. ПРОГНОЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГРЕССИИ

Прогнозирование с использованием функций регрессии основано на аналитическом выравнивании данных базовой линии прогноза в виде линии тренда.

В MS Excel используются следующие типы линий тренда:

Тип зависимости	Уравнение
Линейная	$y = a_0 + a_1x$
Полиномиальная	$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$
Логарифмическая	$y = a \ln(x) + b$
Экспоненциальная	$y = ae^{bx}$
Степенная	$y = ax^b$

Процесс подбора линии тренда, наиболее точно описывающей тенденцию развития анализируемого явления, предполагает:

1. На базе данных временного ряда получить линию тренда с использованием всех возможных типов зависимостей.
2. Выбрать функцию, которая наиболее точно описывает развитие изучаемого явления.

В MS Excel линию тренда можно построить несколькими способами. Это:

- графический способ;
- механизм *Автозаполнение*;
- команда *Прогрессия*;
- функции анализа временных рядов.

Во всех случаях подбор линии тренда осуществляется методом наименьших квадратов, при котором минимизируется сумма квадратов отклонений между эмпирическими значениями (значениями элементов анализируемого временного ряда) и соответствующими значениями функции. Однако использование только графического способа позволяет получать трендовую модель на базе любого типа зависимости. В остальных случаях модель будет или линейной или экспоненциальной.

Выбор конкретной функции регрессии, с помощью которой будут рассчитываться прогнозные оценки, может быть осуществлен с помощью

1. коэффициента детерминации. Считается, что трендовая модель адекватна изучаемому процессу и отражает тенденции его развития, если значение коэффициента детерминации близко к единице.
2. значения среднего отклонения значений каждого элемента базовой линии прогноза от соответствующего ему расчетного значения, полученного с помощью функции тренда. Для прогноза используется трендовая модель, имеющая наименьшие отклонения от базовой линии прогноза.

Рассмотрим предоставляемые MS Excel возможности построения линии тренда.

1.4. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ТРЕНДА

1.4.1. Графический способ построения трендовой модели

Для определения линии тренда с помощью графического метода необходимо:

1. Построить график по данным исследуемого временного ряда. Например, как для данных рис. 3.



Рис. 3

2. Щелчком правой кнопки мыши по графику активизировать контекстное меню, в котором выбрать команду **Добавить линию тренда** (рис. 4). Появится диалоговое окно **Линия тренда** (рис. 5), в котором необходимо выбрать тип регрессии, например, **Линейная**, как на рис. 5.
3. Выберите вкладку **Параметры** диалогового окна **Линия тренда** (рис. 6) и установите
 - в разделе **Название аппроксимирующей (сглаженной) кривой** – переключатель **автоматическое** (как в нашем примере) или **другое**. Для вывода в легенде диаграммы поясняющего текста, например, «Линия тренда», его можно ввести в поле ввода этого раздела. Поскольку при построении графика рис. 3 использование легенды не имело смысла, данное поле не заполняется;
 - для отображения на диаграмме уравнения линии тренда и величины достоверности аппроксимации в последнем разделе переключателей необходимо включить соответствующие переключатели. Уравнение в дальнейшем потребуется для по-

лучения числовых значений прогноза на будущие периоды. С помощью коэффициента детерминации R^2 можно судить о степени достоверности аппроксимации полученного уравнения. Как уже отмечалось, чем больше значение коэффициента детерминации ($R^2 \rightarrow 1$), тем точнее подобрано уравнение, т.е. большая доля вариации признака y учтена в подобранной модели и обусловлена влиянием на него факторов. Для рассматриваемого примера (рис. 7) значение коэффициента детерминации равно 0.9679, т.е. уравнение регрессии

$$y = 766,86x + 4454,9$$

можно использовать для получения прогнозных оценок.



Рис. 4

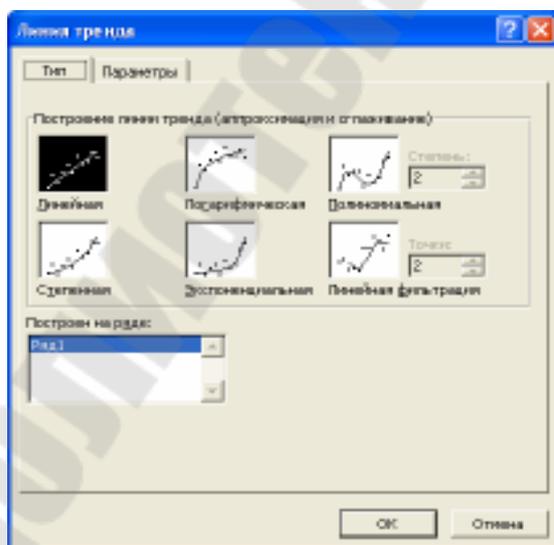


Рис. 5

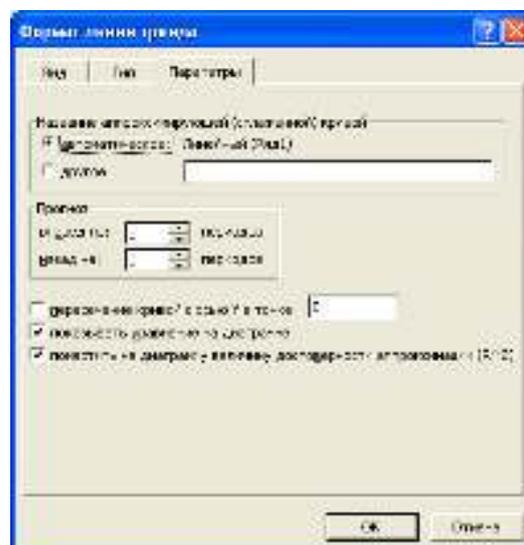


Рис. 6



Рис. 7

Поскольку MS Excel предоставляет возможность для аналитического описания закономерности развития явления использовать несколько типов зависимостей, то действия п.п.2-3 повторяются. Для получения прогноза используется тот тип зависимости, для которой значение коэффициента детерминации наибольший.

1.4.2. Использование маркера заполнения

Маркер заполнения – это специальный значок (черный квадрат), расположенный в нижнем правом углу активной ячейки или выделенного диапазона ячеек. Используется для заполнения ячеек данными. Этот процесс сводится к перетаскиванию мышью маркера заполнения в необходимые ячейки. Указатель мыши при этом принимает форму знака «плюс» (жирного крестика). Перетаскивать маркер заполнения можно с помощью левой или правой кнопки мыши.

Использование левой кнопки мыши позволяет получать перспективные оценки на базе только линейного приближения.

Например, необходимо проанализировать рынок жилья по данным за 1998 – 2004 годы (рис. 8).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Анализ рынка жилья по данным 1998-2004 годов								
2										
3		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		
4	Базисная в старой, кв.м.	5026	6120	6750	7230	8680	9050	9560		

Рис. 8

Если

- выделить ячейки *B4:H4*;
- перетащить маркер заполнения с помощью левой кнопки мыши в ячейки *I4:J4*

на экране появятся значения линейного приближения прогнозных значений ввода жилья на 2005 и 2006 годы (рис. 9).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Анализ рынка жилья по данным 1998-2004 годов									
2											
3		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004			
4	Ввод жилья в строй, кв. м	5066	6170	6750	7290	8880	9050	9690	11228,31	12478,93	
5											
6											

Рис. 9

Если выполнить эти же действия, но с применением правой кнопки мыши, то в качестве используемого при расчете приближения можно выбрать или линейный или экспоненциальный тип зависимости (рис. 10 и 11).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Анализ рынка жилья по данным 1998-2004 годов												
2														
3		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004						
4	Ввод жилья в строй, кв. м	5066	6170	6750	7290	8880	9050	9690						
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

Рис. 10

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Анализ рынка жилья по данным 1998-2004 годов									
2											
3		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004			
4	Ввод жилья в строй, кв. м	5066	6170	6750	7290	8880	9050	9690	11228,31	12478,93	
5											
6											

Рис. 11

Применение маркера заполнения для получения линии тренда является простым и быстрым способом получения прогнозных значений, но его нельзя использовать для анализа тенденции изучаемого явления и выбора аналитической функции (линейная или экспоненциальная), т.к. в данном случае не выполняется пересчет элементов базовой линии прогноза с учетом выбранной функции тренда. Поэтому трудно определить какой из прогнозов рис.12 лучше.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Анализ рынка жилья по данным 1998-2004 годов															
2										Прогноз						
3		1998г	1999г	2000г	2001г	2002г	2003г	2004г	2005г	2006г	2007г					
4	Введено в строй, кв.м	5066	6120	6750	7230	8850	9050	9560	10569,71	11365,57	12123,43			Линейное приближение		
5		5066	6120	6750	7230	8850	9050	9560	11226,31	12475,98	13671,21			Экспоненциальное приближение		
6																
7																

Рис. 12

1.4.3. Построение линии тренда с помощью команды Прогрессия

Команда **Прогрессия** может быть активизирована двумя способами:

- через контекстное меню при выполнении процедуры заполнения (рис.10);
- с помощью меню команды **Правка** (рис.13). Перед ее активизацией необходимо выделить ячейки базовой линии прогноза и ячейки для прогнозных значений. Например, ячейки **B4:H4** рис. 13 содержат исходные данные (базовая линия прогноза), а ячейки **I4:L4** выделены для получения прогнозных оценок ввода в строй жилья на четыре года: с 2005 по 2008.

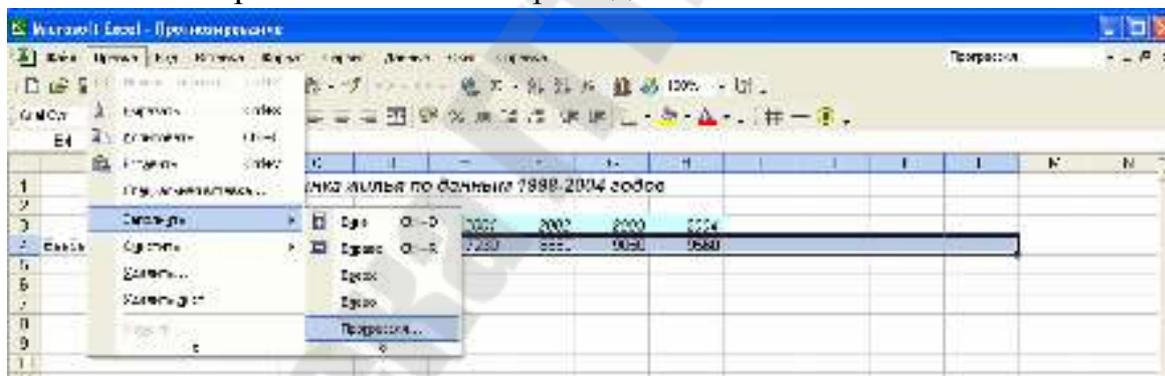


Рис. 13

Активизация команды **Прогрессия** приводит к появлению на рабочем листе соответствующего диалогового окна (рис.14).

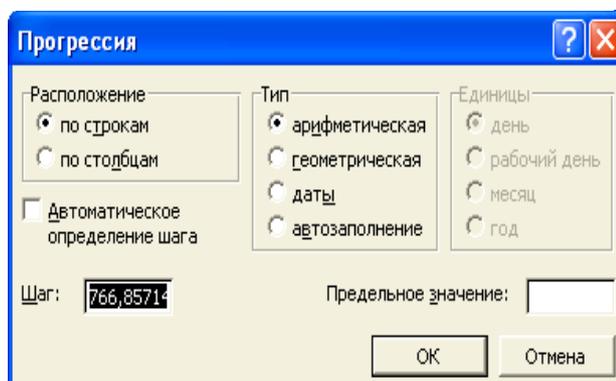


Рис. 14

Используя переключатели окна *Прогрессия*, можно

- получить линейные и экспоненциальные приближения (тип прогрессии арифметический и геометрический соответственно);
- получать линейные приближения с использованием механизма автозаполнения;
- задавать шаг изменения уровней динамического ряда, начиная со второго уровня.
- задавать предельное значение прогнозного ряда. Заполнение ячеек в выделенном диапазоне в этом случае осуществляется либо до заполнения всего диапазона, либо до достижения элементом ряда предельного значения. В последнем случае несколько ячеек выделенного диапазона остаются пустыми. Этот параметр является необязательным. Он может быть использован только в режиме получения прогнозных значений с заданным шагом изменения значений временного ряда.
- получать прогнозные линейные и экспоненциальные приближения на базе автоматически определенного шага изменения значений анализируемого временного ряда. Значения шага рассчитываются исходя из существующих значений в верхней или левой части выделенного диапазона ячеек с данными анализируемого временного ряда. Поскольку шаг изменения значений динамического ряда используется не только для получения прогнозных оценок, но и для корректировки его уровней в соответствии с выбранным типом приближения (рис. 15), это позволяет не только получить прогноз, но и оценить качество выбранного для получения перспективных оценок типа приближения.

	А	Б	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	К	Л	М	Н
1	Анализ рынка жилья по данным 1998-2004 годов												
2										Прогноз			
3		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		2005	2006		Тип приближения
4	Видимо в строй, кв. м.	5068	6120	6790	7230	8360	9060	9660		10589,71	11356,57		Линейное
5		5068	6120	6790	7230	8360	9060	9660		11226,31	12478,88		Экспоненциальное
6		5221,714	5900,571	6766,429	7622,286	8709,143	9966	9022,057		10909,71	11356,57		Арифм. прогрессия с автоматическим определением шага
7													
8													
9		5353,858	5951,211	6616,216	7353,305	8173,747	9085,73	10389,47		11226,31	12478,88		Геометр. прогрессия с автоматическим определением шага
10													
11													
12		5068	6120	6790	7230	8360	9060	9660		10589,71	11356,57		Автозаполнение
13													

Рис. 15

Последняя возможность команды **Прогрессия** является очень полезной. Рассмотрим ее подробнее.

Временной ряд задан значениями $y_i(t)$ для $i=1,2,\dots,N$ или $y_N(t)$. Для получения прогнозных оценок этого временного ряда могут быть использованы два типа приближения: линейное $y_N^L(t)$ и экспоненциальное $y_N^Э(t)$, с помощью которых пересчитываются значения исходного временного ряда. Для получения прогноза используется тот тип приближения, который дает наименьшие отклонения от исходных значений анализируемого временного ряда:

$$\min (\delta^L ; \delta^Э),$$

где δ^L и $\delta^Э$ – средние отклонения значений базовой линии прогноза от соответствующих им расчетных данных, полученных с помощью линейного и экспоненциального приближения соответственно

$$\delta^L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - y_i^L) \quad \delta^Э = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - y_i^Э)$$

Вся процедура выбора типа приближения сводится к выполнению следующих действий:

1. Получить линейные приближения с использованием шага изменения исходных данных для всех точек базовой линии прогноза.
2. Вычислить отклонение значения каждого элемента базовой линии прогноза от соответствующего ему расчетного значения.
3. Найти среднее отклонений для всей базовой линии прогноза.
4. Повторить действия п.п.1–3 для экспоненциального типа приближения.
5. Сравнить значения средних отклонений. Для получения прогнозных значений анализируемого временного ряда выбрать тот тип приближения, для которого значение этого показателя наименьшее.

Для получения прогнозных оценок временного ряда рассматриваемого примера линейное приближение (рис.16) предпочтительнее экспоненциального (рис.17), поскольку абсолютные значения среднего отклонения линейного и экспоненциального приближений равны 0 и 3 соответственно. Данное утверждение хорошо иллюстрируется с помощью диаграмм отклонений.

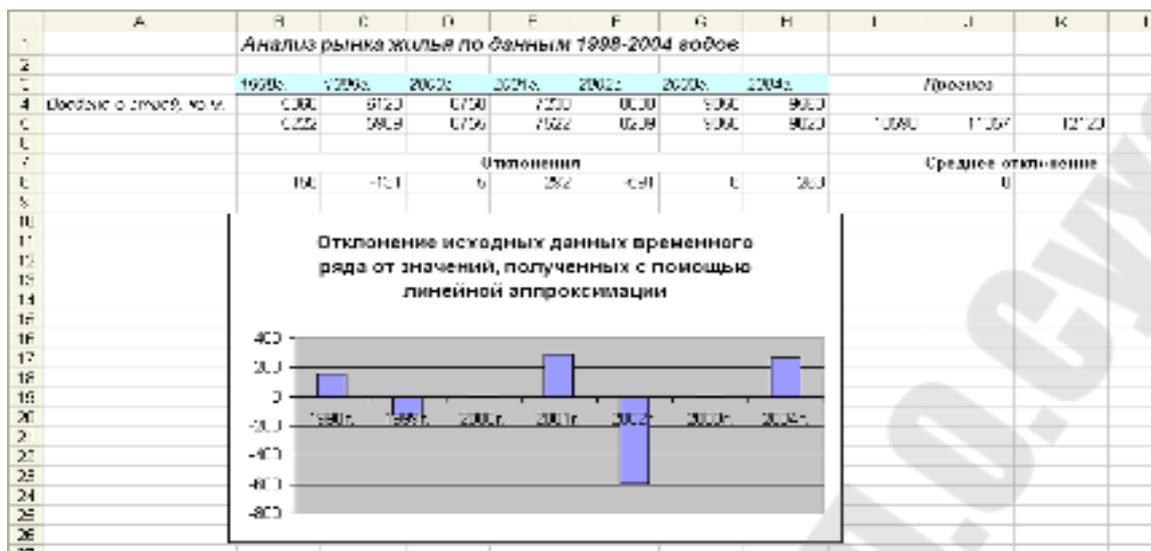


Рис. 16



Рис. 17

Выполнение команды **Прогрессии**, как отмечалось ранее, возможно двумя способами. Способ активизации команды **Прогрессия** не влияет на конечный результат, но имеет два нюанса:

1. При активизации окна **Прогрессия** с помощью команды **Правка** в окне **Шаг**: выводится значение шага изменения элементов базовой линии прогноза, вычисленное автоматически, если были выделены ячейки для заполнения прогнозными значениями. Для рассматриваемого примера значение шага равно 766,8571 (рис.14). Если ячейки для прогнозных значений не выделить или использовать маркер заполнения, то предлагаемый по умолчанию шаг изменения элементов базовой линии прогноза будет равен 1.

2. При использовании команды **Правка** перерасчет значений в соответствии с выбранным типом приближения начинается не с первого, как при активизации команды с помощью маркера заполнения, а со второго элемента базовой линии (рис.18).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
		Аннотация рынка жилья по данным 1998-2004 годов													
										Тренд					
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008			
4	Значение в среднем по м.	5000	6120	6750	7250	8880	10500	12800	15000	17000	19000	21000			
5		5000	6120	6750	7250	8880	10500	12800	15000	17000	19000	21000			
6		5000	6120	6750	7250	8880	10500	12800	15000	17000	19000	21000			
7		5000	6120	6750	7250	8880	10500	12800	15000	17000	19000	21000			
8															

Рис. 18

1.4.4. Функции анализа временных рядов

Для получения линии тренда в MS Excel используется две функции: **ТЕНДЕНЦИЯ** и **РОСТ**, для линейного ($y = m*x+b$) и экспоненциального ($y = b*m^x$) приближения соответственно. Принцип их использования одинаков:

- параметры функций (рис. 19):

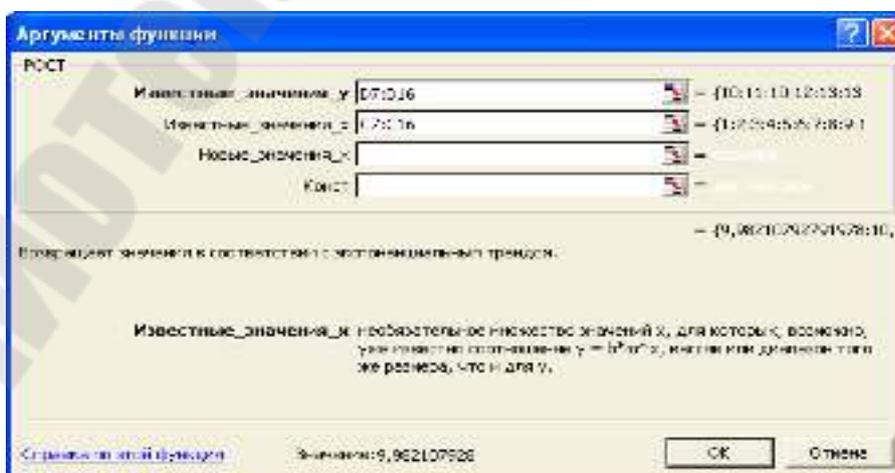
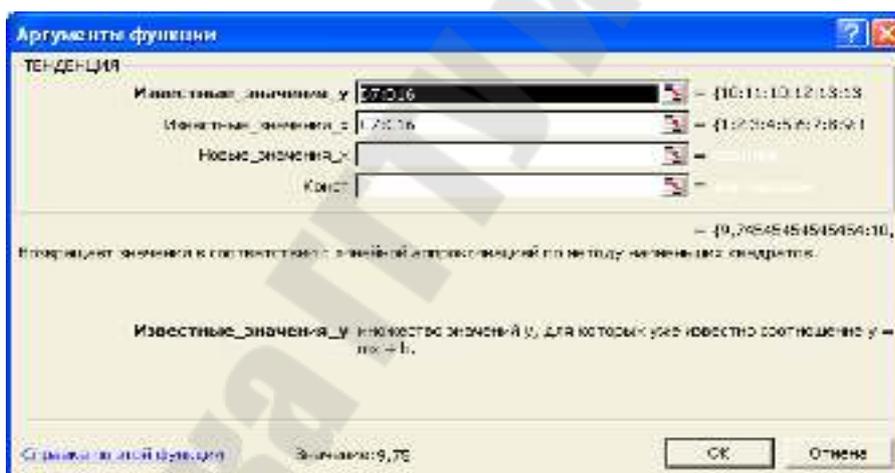


Рис.19

Известные_значения_y – элементы базовой линии прогноза;
Известные_значения_x – значения номера наблюдения, года и т.д.

Новые_значения_x – диапазон ячеек для новых значений *x*, для которых возвращаются соответствующие значения *y*;

Конст – логическое значение ИСТИНА/ЛОЖЬ. Используется для вычисления значения константы *b*;

- вычисляются прогнозы, основанные на линейной или экспоненциальной связи между результатом наблюдения (параметр *Известные_значения_y*) и временем (параметр *Известные_значения_x*), поэтому значения этих параметров должны быть числовыми;
- прогноз базируется на связи между временными моментами базовой линии (параметр *Известные_значения_y*) и временными моментами базовой линии (параметр *Известные_значения_x*);
- функции реализуются на базе формул массива, поэтому для завершения ввода которых используется нажатие комбинации клавиш **CTRL+Shift+Enter**.

Использование функций интересно для решения следующих задач:

- получение линии тренда;
- получение точечного прогноза на один будущий период;
- прогнозирование нескольких новых временных моментов.

Рассмотрим все три типа задач на примере анализа количества поступивших на продукцию предприятия жалоб (рис. 20). Поскольку аргументами функций **ТЕНДЕНЦИЯ** и **РОСТ** могут быть только числовые значения, названия месяцев заменены соответствующими им номерами.

Получение линии тренда. Для перерасчета значений базовой линии прогноза с помощью линейного приближения необходимо:

- выделить диапазон ячеек *E4:E13*;
- в ячейке *E4* ввести формулу массива $\{=ТЕНДЕНЦИЯ(D4:D13;C4:C13)\}$

Получение линии тренда на базе экспоненциального приближения выполняются аналогично:

- выделить диапазон ячеек *F4:F13*;
- в ячейке *F4* ввести формулу массива $\{=РОСТ(D4:D13;C4:C13)\}$

Прогнозирование на будущий период. Допустим, необходимо получить прогнозные значения на ноябрь, т.е. 11-ый месяц. Для этого необходимо

- в ячейку *C16* ввести число 11;

- в ячейку *E16* ввести формулу массива $\{=ТЕНДЕНЦИЯ(D4:D13;C4:C13; C16)\}$

Значение 11 в ячейке *C16* является *Новым значением* *x* и определяет время, которое связывается с перспективной оценкой. Полученное значение 16 является прогнозом на не наступивший 11-ый временной отсчет. Введя в ячейку *C16* большее значение, можно спрогнозировать данные более позднего временного момента, чем непосредственно следующий за текущим. Например, в ячейке *E18* получен прогноз на 24-ый месяц. С учетом линейного приближения прогноз на декабрь следующего года – 24 жалобы на продукцию предприятия. Если же использовать для получения этого прогноза функцию **РОСТ**, т.е. экспоненциальное приближение, то прогноз еще более неутешительный – 29 жалоб.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Анализ количества поступивших жалоб на продукцию предприятия								
2									
3			Номер месяца	Количество жалоб	Линейный прогноз	Нелинейный прогноз			
4		Январь	1	10	10	10			
5		Февраль	2	11	10	10			
6		Март	3	10	11	11			
7		Апрель	4	12	12	11			
8		Май	5	13	12	12			
9		Июнь	6	13	13	13			
10		Июль	7	13	13	13			
11		Август	8	10	14	14			
12		Сентябрь	9	16	15	14			
13		Октябрь	10	17	15	15			
14									
15		Прогнозируемый период							
16			11		16	16			
17									
18			24		24	29			
19									
20			11		16	16			
21			12		16	17			
22			13		17	17			
23			14		18	18			
24			15		18	19			
25			16		19	20			
26			17		20	21			
27			18		20	22			
28			19		21	23			
29			20		21	24			
30			21		22	25			
31			22		23	26			
32			23		23	28			
33			24		24	29			
34									

Рис. 20

Прогнозирование на несколько новых временных моментов выполняется аналогично:

- в диапазон ячеек *C20:C33* ввести число 11–24;
- выделить диапазон ячеек;
- ввести формулу массива $\{=ТЕНДЕНЦИЯ(D4:D13;C4:C13; C20:C33)\}$

Excel вернет в ячейки *E20:E33* прогноз на временные моменты с 11 по 24.

Достоинства использования регрессии:

1. Позволяет выявить тенденцию в базовой линии прогноза.

2. Дает краткосрочный и долгосрочный прогноз.

Недостаток использования регрессии: методы, основанные на регрессии, применяют ко всем точкам прогноза одну и ту же формулу. Поэтому реагирование их на сдвиги, связанные, например, с сезонными изменениями или скачкообразности развития явления, в уровне базовой линии затруднено. Обойти данную проблему позволяет сглаживание.

1.5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНИЗМОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГРЕССИИ

Многообразие методов и способов анализа временных рядов и получения прогнозных оценок на будущие периоды, а также механизмов Excel их реализующих, вызывает некоторые затруднения. Разрешить их можно, если определить основную цель предстоящей работы:

- выявление тенденции развития изучаемого явления;
- получение линии тренда;
- подбор трендовой функции;
- получение прогнозных оценок.

Цели и механизмы их реализации представлены в табл. 1.

Таблица 1

Цель	Механизмы MS Excel				
	Графический способ	Автозаполнение		Команда <i>Прогрессия</i>	Встроенные функции
		ЛКМ	ПКМ		
Выявление тенденции	+	-	-	+	+
Получение линии тренда	Любая зависимость	Линейная	Линейная Экспоненциальная	Линейная Экспоненциальная	Линейная Экспоненциальная
Подбор трендовой функции	+	-	-	Кроме режима Автозаполнение	+
Получение прогноза	Требует дополнительных расчетов	+	+	+	+

1.6. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ

Сглаживание – это способ, обеспечивающий быстрое реагирование прогноза на все события, происходящие в течение периода протяженности базовой линии.

Основная идея метода: значение прогноза на очередной временной момент получается посредством перемещения предыдущего прогноза в направлении, которое дало бы лучшие результаты по сравнению со старым прогнозом. Базовое уравнение имеет следующий вид:

$$F[t+1] = F[t] + a * e[t],$$

где t – временной период;

- $F[t]$ – прогноз, сделанный в момент времени t ;
- $F[t+1]$ – прогноз во временной период, следующий непосредственно за моментом времени t ;
- A – константа сглаживания;
- $e[t]$ – погрешность, т.е. различие между прогнозом, сделанным в момент времени t , и фактическими результатами наблюдений в момент времени t .

Таким образом, константа сглаживания является самокорректирующейся величиной. Можно сказать и так: каждый новый прогноз представляет собой сумму предыдущего прогноза и поправочного коэффициента, который и передвигает новый прогноз в направлении, делающем предыдущий результат более точным.

В Excel средство экспоненциальное сглаживание находится в надстройке **Пакет анализа (Analysis ToolPak)**. Для вычисления каждого прогноза используется отдельная алгебраически эквивалентная формула.

Коэффициент или константа сглаживания a связана с фактором затухания. Его значение рассчитывается как разность между 1 и величины коэффициента сглаживания:

$$\text{Фактор затухания} = 1 - \text{константа сглаживания}$$

Чем меньше фактор затухания, тем точнее отражает прогноз последние данные наблюдений. Соответственно увеличение значения фактора затухания приводит к увеличению отставания прогноза от этих данных. Поэтому следует избегать использования в качестве значения параметра *Фактор затухания* число, которое меньше 0,7.

Рассмотрим использование метода экспоненциального сглаживания для анализа данных по продаже зонтов (рис.21).

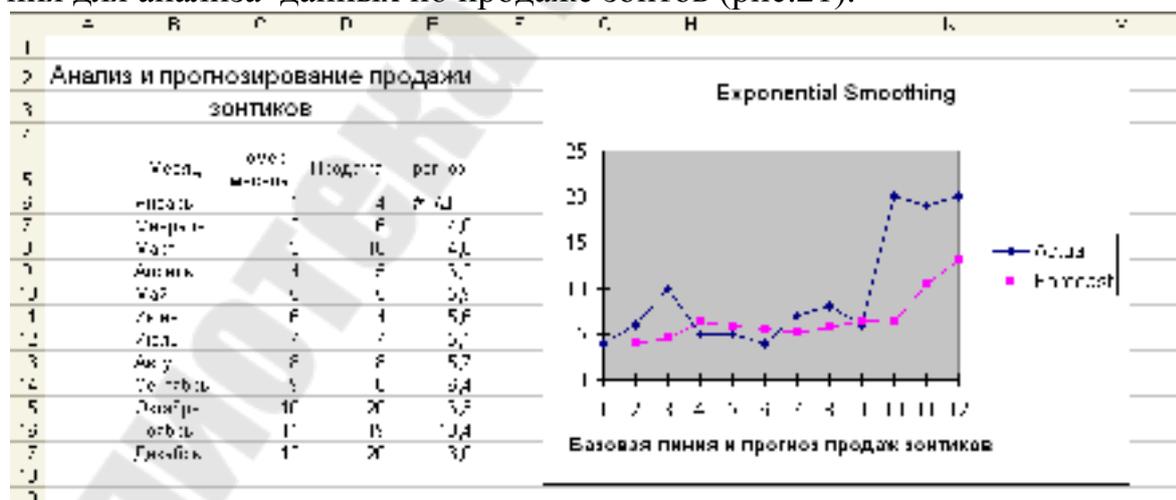


Рис. 21

Для получения линии тренда необходимо:

- активизировать экспоненциальное сглаживание в **Пакете анализа (Analysis ToolPak)**;

Сервис – Анализ данных (Data Analysis) – Экспоненциальное сглаживание (Exponential Smoothing)

появится диалоговое окно **Экспоненциальное сглаживание (Exponential Smoothing)** (рис.22);

- заполнить поля диалогового окна и установить необходимые флажки: в поле **Входной интервал (Input Range)** указать данные о местоположении базовой линии. Если диапазон содержит ячейку с заголовком данных, то необходимо установить флажок **Метки (Labels)**; в поле **Выходной интервал (Output Range)** указать адрес ячейки, с которой необходимо начать вывод прогнозируемых данных. На рис.22 представлено окно **Экспоненциальное сглаживание (Exponential Smoothing)** для получения данных рис.21.
- с помощью установки флажка **Вывод графика (Chart Output)** можно получить график базовой линии прогноза и эти же данные, пересчитанные с помощью метода экспоненциального сглаживания.

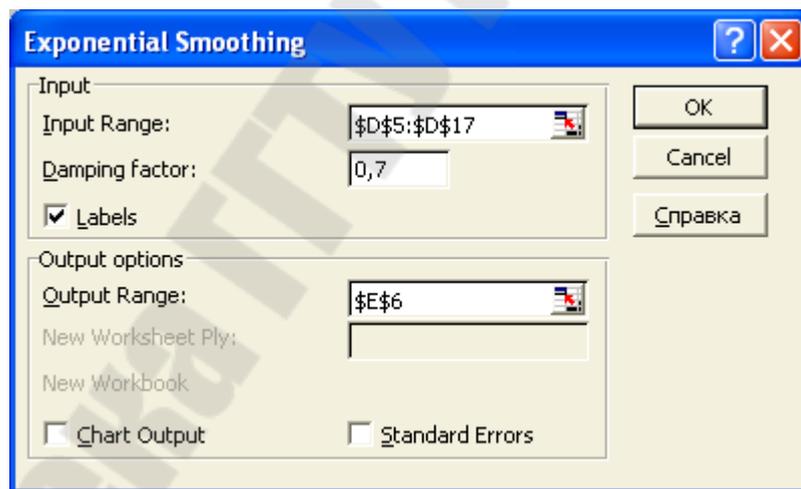


Рис. 22

Достоинства метода экспоненциального сглаживания:

1. Метод несложен и быстр в применении.
2. Позволяет выявить тенденцию в базовой линии прогноза.
3. Дает достаточно точный краткосрочный прогноз на ближайший период времени с учетом скачкообразного или циклического развития явления.

Недостаток метода экспоненциального сглаживания: анализ на основе этого метода не дает прогноза, выходящего за пределы, в которых данные уже известны, т.е. может быть использован только для получения

Корректировка полученного прогноза выполняется для уточнения полученных долгосрочных прогнозов с учетом влияния сезонности или скачкообразности развития изучаемого явления. Например, получив долгосрочный прогноз ввода жилья, скажем на 10 лет, можно уточнить прогноз на ближайший год. Для получения долгосрочных прогнозов используются функции регрессии, а краткосрочные прогнозы лучше всего получать с помощью скользящего среднего или экспоненциального сглаживания.

Следует отметить, что последовательность выполнения этапов для получения прогнозных оценок может изменяться. Довольно часто последние три этапа повторяются до тех пор, пока не будет подобрана наилучшая функция экстраполяции. Этап корректировки прогнозных значений тоже предполагает подбор метода уточнения полученного долгосрочного прогноза на ближайший временной период.

Более подробно методика анализа временных рядов и прогнозирования данных рассмотрена в п.4.

2. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В каких случаях применяется прогнозирование методом скользящего среднего?
2. Что называется «трендом»?
3. Какие методы статистического изучения тренда используются на практике?
4. По какому методу осуществляется подбор функции тренда?
5. Как Excel строит трендовые модели?
6. Какие функции для анализа временных рядов применяются в Excel?
7. Как выбрать наилучшую трендовую функцию?
8. В каких случаях применяется прогнозирование методом экспоненциального сглаживания?
9. В чем принципиальное отличие методов скользящего среднего и экспоненциального сглаживания?
10. Какие механизмы Excel могут быть использованы для выявления тенденции развития явления в прошлом?
11. Какие механизмы Excel могут быть использованы для получения прогнозных оценок?
12. В чем принципиальное отличие различных механизмов Excel получения прогнозных значений?

3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Получить долгосрочный прогноз для временного ряда таблицы 2. Исходные данные (не менее 20 значений) выбрать самостоятельно. Номер варианта соответствует номеру студента в журнале группы.
2. Уточнить полученный прогноз на ближайший временной период.
3. Оформить работу в виде аналитической записки, в которой необходимо
 - описать последовательность выполнения работы;
 - обосновать выбор того или иного механизма Excel, используемого для выполнения работы;
 - сделать выводы о развитии анализируемого явления.

Аналитическая записка должна содержать все необходимые данные и графики.

Таблица 2

№ варианта	Изучаемый показатель (явление)
1	Индекс потребительских расходов
2	Прибыль предприятия
3	Товарооборот предприятия
4	Стоимость потребительской корзины
5	Рентабельность выпуска продукции
6	Цена товара
7	Курс доллара к белорусскому рублю
8	Потребление эл/энергии
9	Количество убыточных предприятий
10	Средний уровень заработной платы
11	Уровень фондоотдачи основных средств
12	Курс российского рубля к белорусскому
13	Износ основных фондов
14	Убытки предприятия
15	Размер дотаций
16	Потребление бензина
17	Производительность труда
18	Индекс потребительских доходов
19	Курс немецкой марки к белорусскому рублю
20	Потребление газа
21	Ввод в эксплуатацию основных фондов
22	Уровень радиации в воздухе
23	Объем выпуска товара
24	Стоимость 1 т муки
25	Доход предприятия
26	Стоимость бензина
27	Урожайность зерновых
28	Потребление эл/носителей
29	Стоимость 1-ой поездки Гомель-Москва
30	Уровень выхлопных газов в атмосфере

4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Условие задачи: по данным месячных объемов реализации продукции предприятия за предыдущий год получить прогноз на следующий год.

Решение задачи:

1. Проверка базовой линии прогноза:

- формируется рабочий лист Excel с данными базовой линии прогноза (рис. 24);
- осуществляется проверка базовой линии прогноза.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3	Анализ объема реализации продукции					
4			Объем			
5		Месяц	реализации			
6			(млн руб)			
7		Январь	4,0			
8		Февраль	4,0			
9		Март	3,8			
10		Апрель	6,7			
11		Май	6,2			
12		Июнь	6,7			
13		Июль	14,7			
14		Август	16,7			
15		Сентябрь	16,8			
16		Октябрь	10,8			
17		Ноябрь	6,8			
18		Декабрь	6,5			

Рис. 24

2. Выявление закономерностей прошлого развития явления удобнее всего осуществить с помощью графического способа (рис. 25). Анализ полученного графика позволяет сделать следующие выводы:

- процесс имеет сезонный или скачкообразный характер;
- имеется незначительная тенденция к повышению объема реализации продукции;
- в качестве трендовой функции не может быть использовано линейное и экспоненциальное приближение.

3. Подбор трендовой функции. Для описания данных базовой линии

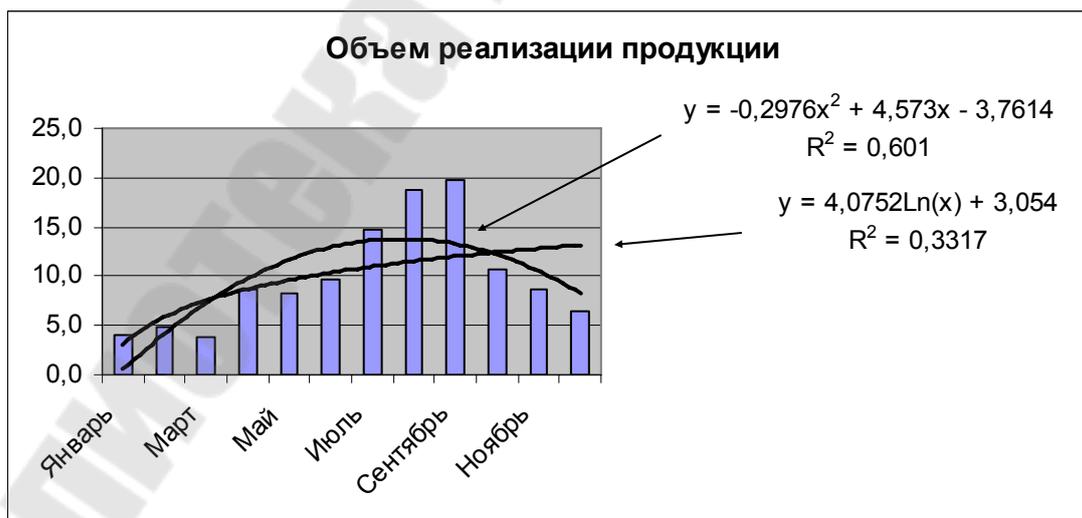


Рис. 25

лучше всего подойдет логарифмическая или полиномиальная зависимость. Построим линии тренда с использованием этих зави-

симостей и выведем на график уравнения зависимостей и значение достоверности аппроксимации уравнения данным базовой линии (рис. 25). Поскольку значение коэффициента детерминации для полиномиальной зависимости значительно выше, чем для логарифмической зависимости, в качестве функции приближения следует взять полиномиальное приближение. На рис. 25 построена линия тренда на базе полинома второй степени. MS Excel позволяет получать полиномиальные приближения шестой степени. Для выбора уравнения зависимости следует выполнить построение линии тренда для всех степеней и выбрать из них тот, значение коэффициента детерминации для которого будет наибольшим. В нашем случае наибольшее приближение достигается с помощью уравнения полиномиальной зависимости шестой степени (рис.26).

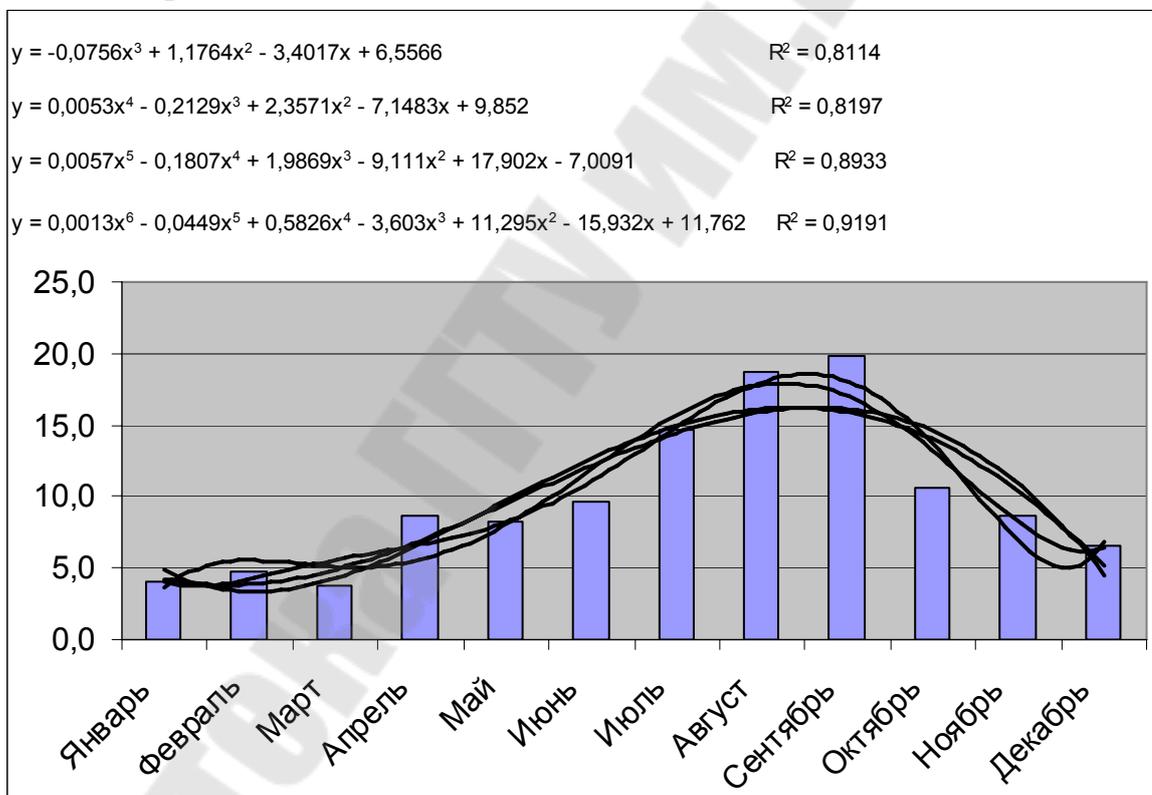


Рис. 26

4. Экстраполяция (перенос) выявленных закономерностей на следующий год:
 - дополнить рабочий лист Excel номерами месяцев, т.к. номер месяца в дальнейшем будет использоваться для получения прогнозных значений (рис. 27);

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3				Анализ объема реализации продукции							
4											
5		Месяц	Номер месяца	Объем реализации (млн руб.)							
6		Инварь	1	4,1							
7		Февраль	2	4,8							
8		Март	3	3,8							
9		Апрель	4	0,7							
10		Май	5	8,2							
11		Июнь	6	0,7							
12		Июль	7	14,7							
13		Август	8	10,7							
14		Сентябрь	9	19,8							
15		Октябрь	10	10,5							
16		Ноябрь	11	8,5							
17		Декабрь	12	9,5							
18			13	41,1							
19			14	137,1							
20			15	330,0							
21			16	631,0							
22			17	1590,2							
23			18	2505,1							
24			19	4631,3							
25			20	6123,1							
26			21	12715,3							
27			22	15235,5							
28			23	26272,8							
29			24	40532,1							

Рис. 27

- в ячейке D18 ввести формулу вычисления прогнозного значения (рис.27), соответствующую полученному уравнению полинома шестой степени:

$$y = 0,0013x^6 - 0,0449x^5 + 0,5826x^4 - 3,603x^3 + 11,295x^2 - 15,932x + 11,762$$
- скопировать формулу в ячейки D19:D29.

Анализ полученных прогнозных значений (рис.27) позволяет сделать вывод о невозможности использования для долгосрочного прогнозирования полиномиального приближения, поскольку прогнозные значения не «укладываются» в картину развития базовой линии прогноза. Следует оценить возможности использования линейного или экспоненциального приближения.

5. Подбор трендовой функции. Для подбора трендовой функции на базе линейного и экспоненциального приближения будем использовать команду *Прогрессия*. Для выбора функции приближения необходимо:

- скопировать данные базовой линии прогноза в ячейки E6:E17 и F6:F17 для получения линейных и экспоненциальных приближений;
- в ячейках E6:E29 и F6:F29 получить линейные и экспоненциальные приближения (*Правка – Заполнить – Прогрессия – Арифметическая прогрессия* или *Геометрическая прогрессия* соответственно);

- рассчитать среднее отклонение полученных результатов от значений базовой линии прогноза (рис. 28). В качестве базового приближения выбирается приближение с наименьшим отклонением. В нашем случае это линейное приближение т.к. среднее отклонение значений базовой линии от значений, рассчитанных с помощью линейного приближения близко к нулю, а при использовании экспоненциального приближения составляет 0,9.
6. Корректировка прогноза. Поскольку ранее был выявлен скачкообразный характер реализации продукции, связанный, по всей видимости, с сезонной зависимостью выпускаемой предприятием продукции, то долгосрочный прогноз, полученный с помощью линейного приближения, следует на каждый ближайший от текущего месяца период корректировать. Для этих целей может быть использован метод скользящего среднего, метод экспоненциального приближения или уравнение полиномиального приближения шестой степени, полученное нами при выполнении п.4. Расчеты объемов реализации продукции, выполненные с помощью скользящего среднего и экспоненциального сглаживания, позволяют сделать вывод, что предпочтительнее для уточнения долгосрочного прогноза на январь месяц использование метода экспоненциального сглаживания. Так как среднее отклонение значений базовой линии прогноза от расчетных данных в этом случае равно 0,6, а при использовании скользящего среднего – 2,2 (рис. 28). Данный вывод подтверждается и визуальным анализом с помощью графиков (рис.29). Таким образом, прогнозное значение объема реализации продукции предприятием на январь месяц составляет 13 млн.руб.

	А	В	С	Д	Е	Ф	С	Н	І	Ј	К	Л	М
3	Анализ объема реализации продукции												
4													
5		Месяц	Номер месяца	Факт реализации (млн.руб.)	Линейное приближение	Скользящее среднее периода 12 мес.	Экспоненциальное приближение	Скользящее среднее периода 12 мес.	Среднее отклонение млн.руб.	Скользящее среднее периода 12 мес.	Среднее отклонение млн.руб.		
6	1	Январь	1	4,0	6,0	5,0	4,0	-1,9					
7	2	Февраль	2	5,1	6,2	5,1	5,1	-1,1		4,0			
8	3	Март	3	7,0	7,4	6,0	6,6	0,6		4,0		0,4	
9	4	Апрель	4	8,7	8,1	6,0	6,6	1,8	6,7	4,6	2,0	3,5	
10	5	Май	5	11,2	8,8	7,5	4,8	1,7	7,7	4,1	1,8	7,5	
11	6	Июнь	6	9,7	8,6	8,0	6,0	1,7	6,1	7,0	0,6	7,5	
12	7	Июль	7	14,7	10,2	9,0	4,5	5,7	8,8	7,5	5,9	2,0	
13	8	Август	8	18,7	10,9	9,8	7,8	8,9	9,5	3,0	5,2	1,7	
14	9	Сентябрь	9	19,1	10,6	10,2	6,2	6,7	10,2	1,1	5,6	-1,4	
15	10	Октябрь	10	10,5	2,3	11,5	7	1,0	10,9	17,0	0,3	4,7	
16	11	Ноябрь	11	8,5	15,0	12,7	-4,4	-4,1	1,8	15,0	-5,0	-5,0	
17	12	Декабрь	12	6,5	15,7	13,5	-7,2	-6,9	11,3	15,1	-8,8	11,1	
18	13		13	41,1	4,4	16,1			13,0	17,0			
19	14		14	137,1	5,1	16,5	0,0	0,9			2,2	0,6	
20	15		15	380,0	15,8	17,5							
21	16		16	1011,1	16,6	19,4							
22	17		17	1990,0	17,2	21,0							
23	18		18	2905,1	17,9	23,3							
24	19		19	3911,4	18,6	25,4							
25	20		20	4133,1	18,3	27,7							
26	21		21	12715,3	20,0	30,0							
27	22		22	19286,8	20,8	32,3							
28	23		23	19777,1	21,6	34,6							
29	24		24	40532,1	22,2	39,1							

Рис. 28

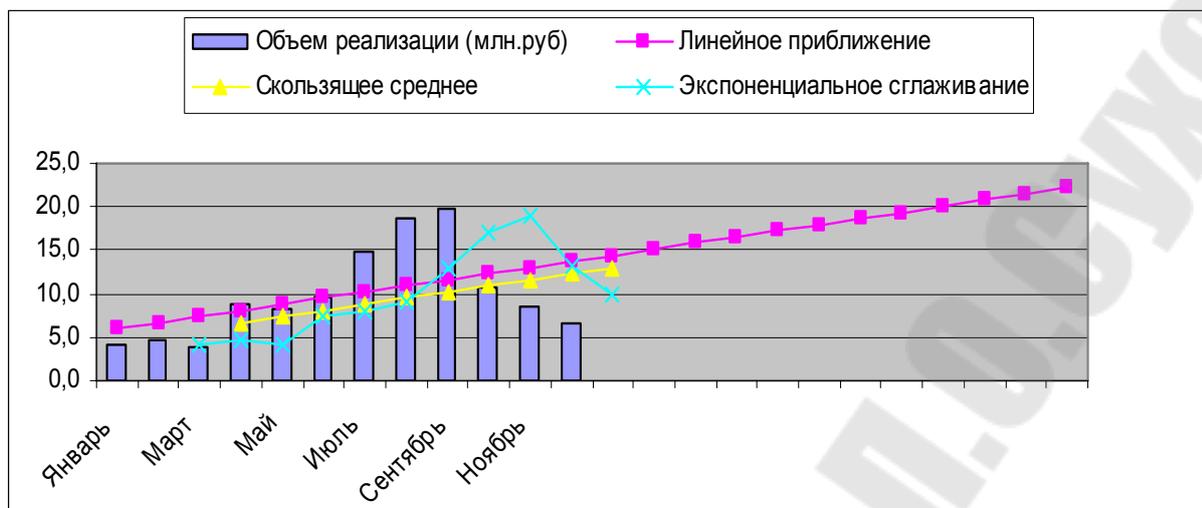


Рис. 29

5. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Основные понятия и определения анализа временных рядов и прогнозирования данных.
2. Прогнозирование с использованием метода скользящего среднего.
3. Прогнозирование с использованием функций регрессии.
4. Графический способ построения трендовой модели.
5. Прогнозирование с использованием маркера заполнения.
6. Построение линии тренда с помощью команды Прогрессия.
7. Функции анализа временных рядов.
8. Сравнительная характеристика механизмов прогнозирования с использованием функции регрессии.
9. Прогнозирование с использованием метода экспоненциального сглаживания.
10. Методика анализа временных рядов и прогнозирования данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карлсберг Конрад. Бизнес-анализ с помощью Excel.: Пер. с англ. – К.:Диалектика, 1997. – с. 448.
2. Орлова И.В. Экономико-математические методы и модели. Выполнение расчетов в среде EXCEL / Практикум: Учебное пособие для вузов. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. – с.136.
3. Использование Microsoft Office 97, профессиональный выпуск. Пер. с англ./ Джим Бойс, Скотт Фаллер, Ред Гилген и др. – К.; М.; СПб.: Издат дом «Вильямс», 1998. –с. 1120.
4. Овчаренко Е.К., Ильина О.П., Балыбердин Е.В. Финансово-экономические расчеты в EXCEL. – М.: ИИД «Филинь», 1999. – с. 328.
5. Гарнаев А.Ю. Использование MS EXCEL и VBA в экономике и финансах. –СПб.: БХВ –Санкт-Петербург, 1999. – с. 336.
6. Ботт Эдд. Использование Microsoft Office 97.: Пер. с англ. – К.:Диалектика,1997. – с.416.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИЕМОВ И МЕТОДОВ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКОНОМИСТОВ

Пособие

**по курсу «Автоматизация принятия
управленческих решений»
для студентов экономических специальностей
дневной и заочной форм обучения**

Автор-составитель: **Водополова** Наталия Виталиевна

Подписано в печать 02.11.06.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Цифровая печать. Усл. печ. л. 1,86. Уч. - изд. л. 2,30.

Изд. № 110.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на МФУ XEROX WorkCentre 35 DADF

с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48, т. 47-71-64.