**4.3. Прогнозирование и планирование в рамках бюджетного процесса**

Настоящая заметка написана в рамках курса [Современный управленческий учет](http://baguzin.ru/wp/?page_id=1425). В предыдущих разделах главы 4 мы рассмотрели [принципы бюджетирования](http://baguzin.ru/wp/?p=3268) и [бюджетный контроль](http://baguzin.ru/wp/?p=3282). При разработке бюджетов обычно необходимо использовать ряд прогнозов. Специалист по бюджетированию должен знать, какая будет выручка от реализации различных продуктов, какие будут ставки оплаты труда, затраты на материалы и т.д. Не всегда можно с абсолютной уверенностью сказать, какими будут эти значения, поэтому могут использоваться определенные методы прогнозирования.[[1]](#footnote-1)

Одним из таких методов является анализ временн*о*го ряда (подробнее см. [Анализ временных рядов](http://baguzin.ru/wp/?p=6212)). Временн*о*й ряд – это ряд числовых значений, которые изменяются с течением времени. На графике временн*о*й ряд может выявить тенденцию или взаимосвязь. Это может осуществляться с различной степенью математической точности. Самый простой возможный способ – линейная регрессия.

Рассмотрим *пример*. В первый месяц было произведено 100 единиц продукции, а затраты составили $1200. Во второй месяц было произведено 150 единиц при затратах $1550. Спрогнозируйте затраты для третьего месяца при плановом объеме производства 120 единиц продукции.

*Решение*. Допуская, что затраты можно разделить на полностью постоянные и полностью переменные, можно вычислить модель поведения затрат, используя уравнение: *y = a + bx*, где *у* – ежемесячные суммарные затраты, *а* – ежемесячные постоянные затраты, *b* – переменные затраты на единицу продукции, *х* – объем выпуска. Если *х* повышается на 50, то *y* повышается на 350. Следовательно *b = 7, а = 500.* Таким образом мы вывели, что переменные затраты на единицу продукции составляют $7, а постоянные затраты в месяц – $500. Если планируется в третьем месяце выпустить 1200 единиц продукции, можно сделать прогноз, что суммарные затраты в третьем месяце составят $1340 (500 + 7\*120).

Рассмотрим еще один *пример*. На рис. 1 показаны месячные объемы продаж продукта.



Рис. 1. Объем месячной реализации продукта

Требуется составить прогноз выручки от реализации продукта в октябре.

*Решение.* Данные показывают наличие определенной зависимости. Ежемесячные объемы реализации продукта снижаются, но не равномерно. Представим показатели графически (рис. 2).



Рис. 2. Графическое представление объема реализации с начала года

Зависимость очевидна, но кривая неравномерна. Вероятно, имеются случайные факторы, которые влияют на объем реализации. Это может быть количество осадков, или сюжет, показанный по телевидению, или еще что-либо…

Для прогнозирования продаж в октябре следует разработать математическую модель, связывающую объем реализации и время. Для этого используется регрессионный анализ. Звучит пугающе, но ничего сложного в его применении с помощью Excel нет. Выделите кривую с исходными данными (как на рис. 2) и вызовите контекстное меню, кликнув правой кнопкой мыши. Выберите опцию *Добавить линию тренда*. По умолчанию Excel использует линейный тренд, то есть находит такие коэффициенты *a* и *b*, которые описывают прямую *y = a + bx*, наиболее близкую к исходным данным (используется метод наименьших квадратов). Включите опции *Показать уравнение на диаграмме* и *Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации R2* (рис. 3). Если *R2* = 1, значит линия тренда на 100% описывает исходные данные. Чем меньше *R2*, тем менее достоверна аппроксимация. Например, в нашем случае *R2* = 0,9733. Говорят, что на 97% данные описываются уравнением прямой: *y = 319,67x + 953,89*.



Рис. 3. Линейный тренд

Линейная аппроксимация дала неплохой результат, и на этом, в принципе можно было бы и остановиться, предложив линейную модель для вычисления объема продаж в октябре (10-й месяц):

*у = 319,67\*10 + 953,89 = 4151 – 3690 = 461*

Покажем, как можно улучшить модель. Для этого последовательно выберем несколько альтернативных аппроксимирующих моделей, которые предлагает Excel (рис. 4). Видно, что логарифмическая модель (рис. 4б) показала чуть большую точность: *R2* = 0,9751, чем линейная. Полиноминальная модель еще более повысила качество аппроксимации (*R2* = 0,9911). А чемпионом оказалась степенная модель с *R2* = 0,9942.[[2]](#footnote-2) В рамках этой модели можно прогнозировать объем продаж в октябре на уровне:

*у = 1042,1\*100,5817 = 3977 – 3690 = 287*

Всего лишь небольшая игра с моделями, лишь незначительное повышение *R2* с 0,9751 до 0,9942, а насколько отличается прогноз!



Рис. 4. Сравнение аппроксимирующих моделей: а) линейная, б) лоагрифмическая, в) полиноминальная со степенью 2, г) степенная

**Временной ряд**

Практическим применением регрессионного анализа в бизнес-прогнозировании является анализ временн*о*го ряда. Этот подход косвенно использовался в предыдущем примере. Временной ряд – так называют ряд значении, взятых через равные интервалы времени, например ежедневно, еженедельно, ежемесячно, ежегодно и т.д. Значения могут быть представлены на графике, показывающем общую картину происходящего с течением времени (интервалы времени откладывают на оси абсцисс). Временной ряд можно построить для общего объема ежегодного экспорта, ежемесячных показателей безработицы, ежедневных средних температур и т.п.

Обратимся к *примеру*. Следующие данные показывают квартальные продажи в единицах продукции:



Рис. 5. Квартальные продажи (в единицах продукции)

Показатели продаж можно представить графически в форме временн*о*го ряда:



Рис. 6. Графическое изображение квартальных продаж (временн*о*й ряд)

График дает четкое представление о том, как изменялась выручка от реализации в течение 4-летнего периода. Можно заметить, что выручка от реализации увеличивалась на всем протяжении периода анализа, но с сезонными колебаниями. К концу года выручка от реализации увеличивается, затем в середине года снижается. Явно изучаемый продукт имеет сезонную структуру продаж (например, это зимние сапоги).

Цель анализа временн*о*го ряда состоит в том, чтобы изучить вышеупомянутый график и разработать модель, из которой будет видно, как выручка от реализации продукта изменяется со временем. Как правило, эта модель представляется в форме алгебраического уравнения или линии на графике.

**Изменения временного ряда могут вызвать различные факторы:**

1. *Долгосрочный тренд.* Это ключевой фактор, который заставляет временной ряд изменяться после того, как будет устранено воздействие краткосрочных колебаний. В приведенном выше примере долгосрочный тренд выручки от реализации выражен в повышении. Долгосрочные тренды могут касаться таких вопросов, как изменение размера или структуры возраста населения, изменение средних уровней дохода и технологического прогресса.
2. *Циклические колебания.* Это фактор, посредством которого долгосрочные циклы в торговле вызывают повышение и снижение спроса. Например, британская экономика долгое время имела склонность к 5-летним торговым циклам, в силу чего общий уровень спроса в экономике имел тенденцию колебаться вокруг долгосрочной тенденции роста. Некоторые наблюдатели утверждали, что этот цикл связан с частотой парламентских выборов и тенденцией правительства стимулировать экономику в период перед выборами.
3. *Сезонные колебания.* Это фактор, посредством которого тенденции от года к году повторяется в соответствии со структурой сезонных колебаний спроса. В примере выше спрос летом сокращается, а зимой растет.
4. *Случайные (стохастические) изменения.* В этом случае на значения выручки от реализации влияют совершенно случайные и непредсказуемые факторы, например, стихийные бедствия, эпидемии и т.п.

**Моделирование временного ряда.** Как было сказано выше, целью моделирования временн*о*го ряда является разработка модели, основанной на прошлых наблюдениях за некоторыми переменными (например, выручкой от реализации), для прогнозирования значения переменной в будущем. Как правило, модель временн*о*го ряда будет включать тенденцию и сезонные изменения. Случайные изменения невозможно предсказать по определению, и в модель они не включаются. Долгосрочные циклические изменения обычно лежат за пределами периода, в течение которого используется модель, поэтому они также исключаются из модели. (Возможна и обратная ситуация, когда мы изучаем именно долгосрочные циклические изменения, тогда они включаются в модель, а сезонные колебания исключаются.)

Если вы хотите постигнуть тонкости прогнозирования, рекомендую изучить [Анализ временных рядов](http://baguzin.ru/wp/?p=6212). Здесь же мы рассмотрим применение методов, описанных в упомянутой заметке. Итак, для начала подготовим исходные данные для регрессионного анализа временн*о*го ряда с сезонной компонентой (рис. 7). Создадим столбец (D), в котором вычислим десятичный логарифм объема продаж; столбец (E) для сквозного порядкового номера квартала и столбцы (F, G и H), в которых проставим единицу, если заголовок столбца совпадает с номером квартала.



Рис. 7. Подготовка исходных данные для регрессионного анализа временн*о*го ряда с сезонной компонентой

Запустим *Анализ данных* (на вкладке *Данные*), и выберем опцию *Регрессия*. В открывшемся окне зададим параметры регрессионного анализа (рис. 8):



Рис. 8. Окно Регрессия Анализа данных

Результаты регрессии Excel выводит в виде таблицы (рис. 9).



Рис. 9. Результаты регрессионного анализа

Отметим, что выбранная модель обладает отличной точностью: *R2* = 0,9817 (ячейка К5). Для предсказания значений переменной в будущих периодах используются коэффициенты, расположенные в ячейках К17:К21. Так, например, для предсказания объема продаж в Q4-2013, воспользуемся формулой: *logYi* = *b0* + *b1Хi*, где *Yi* – объем продаж в *i*-ый период (только для четвертых кварталов), *b0* = 1,4135, *b1* = 0,0326, *Хi* – индекс квартала. Получаем:

*logY16 = 1,4135 + 0,0326\*16 = 1,9351*

*Y16 = 101,9351 = 86*

Таким образом, модель предсказывает объем продаж в четвертом квартале 2013 г. на уровне 86 (рис. 10).



Рис. 10. Прогноз объема продаж в Q4–2013

**Анализ чувствительности.** В отношении многих элементов, включенных в план и бюджет, всегда присутствует значительная степень неопределенности. Специалист по бюджетным вопросам должен информировать о такой неопределенности лиц, принимающих решения. Существует различные подходы к решению этой проблемы, и одним из наиболее широко используемых является анализ чувствительности. Подробнее см. [Анализ чувствительности в Excel (анализ «что–если», таблицы данных).](http://baguzin.ru/wp/?p=276) Анализ чувствительности должен завершать подготовку любых прогнозов. Без него планирование будет попыткой попасть пальцем в небо…

1. Заметка подготовлена на основании материалов [CIMA](http://www.cimaglobal.com/) [↑](#footnote-ref-1)
2. Надо отметить, что наилучший показатель (*R2* = 0,9998) демонстрирует полиноминальная модель 5-й степени. Вот, правда, наполнить столь сложную модель хоть каким-то смыслом, вряд ли удастся. На практике предпочитают использовать относительно простые модели. Наиболее часто – линейную, реже логарифмическую и степенную, еще реже – полиноминальную. [↑](#footnote-ref-2)