ISSN 2304-120X
КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал

Колачева Н. В., Лазарева Л. В. Методы математического прогнозирования экономического развития предприятий // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – № 1 (январь). – 0,3 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2017/170012.htm.

ART 170012 **УДК 330.42**

Колачева Наталья Вениаминовна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Высшая математика и математическое моделирование» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти
ncolacheva@mail.ru

Лазарева Людмила Владимировна,
студентка института «Финансы, экономика и управление» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти
GoGoGoSuper@mail.ru

Методы математического прогнозирования экономического развития предприятий

Аннотация. *В статье представлен краткий обзор методов прогнозирования развития предприятий. Показано, что математические способы прогнозирования имеют высокую степень достоверности при анализе экономической деятельности предприятий. Статья посвящена применению методов математического прогнозирования, помогающих предприятию двигаться в выбранном направлении развития, предвидеть последствия изменения этого направления. Проведен системный анализ методов, применяемых для построения прогнозных моделей.*
Ключевые слова: *анализ временных рядов, прогнозирование развития, математические методы, принятие решений, экспертные оценки.*
Раздел: *(04) экономика.*

Математические методы, опирающиеся на теорию вероятностей и математическую статистику, дают возможность использовать большое число функций для прогнозирования необходимого показателя во времени. Независимо от того, в какой отрасли и сфере хозяйственной деятельности работает предприятие, его руководству постоянно приходится принимать решения, последствия которых повлияют на будущее развитие. Поэтому прогнозирование является одним из эффективных способов, используемых в ходе принятия решений.

Результатом процесса прогнозирования, выраженным в словесной, математической, графической или другой форме суждения о возможном состоянии объекта и его среды в будущий период времени, является прогноз. Иными словами, прогнозирование – это предсказание, которое предполагает состояние или описание возможных или желательных аспектов, состояний, решений, проблем будущего [1].

Под методом понимается иерархическая совокупность различных приемов, направленных на разработку прогноза в целом; также это путь, способ достижения цели, который исходит из знания наиболее общих закономерностей. В прогнозировании большое значение имеет выбранный метод, то есть одна или несколько математических или логических операций, которые направлены на получение конкретного результата при прогнозировании [2]. В качестве примера можно рассматривать расчет средневзвешенного значения величин. К наиболее распространенным методам прогнозирования относят: нормативные расчеты, экспертные оценки, аналогию, математическое моделирование.

Рассмотрим различные виды математического прогнозирования: экспертное и формализованное. Суждение эксперта или экспертной группы относительно поставленной

задачи прогноза является экспертной оценкой. В первом случае используется термин «индивидуальная экспертная оценка», а во втором – «коллективная экспертная оценка». Способность эксперта создавать на базе профессиональных знаний, интуиции и опыта достоверные оценки относительно объекта прогнозирования характеризует его компетентность. Последствия здесь имеют количественную меру, выражаемую коэффициентом компетентности. В теоретическом аспекте правомерность использования экспертного метода подтверждается тем, что методологически правильно полученные экспертные суждения удовлетворяют двум общепринятым в науке критериям достоверности любого нового знания: точности и воспроизводимости результата.

В таблице приведены наименования и краткие характеристики основных экспертных методов, используемых при разработке социально-экономических прогнозов [3].

Методы прогнозирования, основанные на экспертных оценках

№ п/п	*Метод*	*Краткая характеристика метода*
1	Дельфийский	Выявление единой оценки экспертной группы путем независимого анонимного опроса экспертов в несколько этапов, предусматривающего сообщение экспертам результатов предыдущего этапа
2	Индивидуальной экспертной оценки	Использование в качестве источника информации оценки одного эксперта
3	Интервью	Индивидуальная экспертная оценка, основанная на разговоре специалиста с экспертом при помощи вопросов и ответов
4	Коллективной генерации идей	Анализ проблемы исследования, основанный на следующих принципах: 1) отказ от оценки обсуждаемых идей; 2) строгий регламент времени одного выступления с возможностью повторных докладов одного участника; 3) приоритет выступления того эксперта, который развивает предыдущую идею; 4) критика идей, рассматриваемых на последующих этапах; 5) концентрация всех обсуждаемых идей. При помощи данного метода созданы и другие: управляемой генерации идей, деструктивной отнесенной оценки, стимулированного наблюдения и др.
5	Коллективной экспертной оценки	Выявление суммарной оценки экспертной группы путем анализа индивидуальных независимых оценок, предложенных экспертами, входящими в группу
6	Матричный	Обработка экспертных оценок при помощи построения и анализа матриц
7	Морфологической матрицы	Морфологический метод построения матрицы прогнозирования
8	Морфологический	Установление структуры объекта прогнозирования и оценка возможных значений ее элементов с последующим перебором и оценкой вариантов сочетаний этих значений
9	Построения прогнозного сценария	Выявление последовательностей состояний объекта прогнозирования при различных прогнозах фона
10	Эвристического прогнозирования	Разработка и последующее уменьшение дерева поиска экспертной оценки с использованием эвристических приемов и логического анализа прогнозной модели
11	Экспертных комиссий	Объединение в единый документ принятых экспертными группами оценок прогнозов по отдельным аспектам объекта

Рассмотрим подробнее некоторые методы, касающиеся применения экспертных оценок.

На проведении общей дискуссии основан метод комиссий. Дискуссия необходима для выработки единого мнения по обсуждаемому спектру вопросов. Этот метод, например, незаменим в регулярно проводимых совещаниях по основным товарным рынкам. Изучаемая проблема должна быть обозначена четко и кратко. Данный метод помогает

избавиться от предубеждений и субъективизма отдельных экспертов. Однако он имеет и существенные минусы, так как включает психологические факторы. Например, часто мнения авторитетов подавляют остальных участников, которые по причинам психологического свойства не высказывают своей собственной точки зрения.

Особенностью «мозговой атаки» является абсолютное исключение в ходе решения проблемы критики и какой-либо оценки высказываемых идей. Сущность метода заключается в разделении решения двух задач: генерирования новых идей, а также анализа и оценки предложенных идей. Соответственно, образуются две разные группы: группа генераторов идей и группа аналитиков. Группа генераторов идей состоит из 5–15 человек, но может быть и больше. Члены этой группы не обязательно должны быть специалистами по обсуждаемой проблеме, но должны понимать поставленную задачу. Более того, для исключения предвзятости и профессиональной узости круг специалистов должен быть как можно шире. Никто не должен стесняться. Члены группы не должны быть лично или коллективно заинтересованы в определенном варианте решения проблемы.

Организация работы коллектива экспертов может быть организована по схеме ведения судебного процесса. Метод суда эффективен при наличии нескольких подгрупп экспертов, каждая из которых отстаивает свою точку зрения. В качестве «подсудимого» выступает анализируемая проблема. Группа компетентных специалистов играет роли судьи и заседателей. Лидеры, высказывающие альтернативные точки зрения групп экспертов, находятся на месте «прокурора» и «защиты». «Свидетели» анализируют результаты экспериментов. «Защита» отстаивает свою идею, «прокурор» ее «обвиняет» – критикует. Затем соответствующие стороны могут поменяться местами. «Суд» ведет обсуждение и выносит окончательное решение.

Название «метод Дельфи» произошло от греческого города Дельфи и мудрецов, занимавшихся в древности предсказаниями будущего. Впервые этот метод, разработанный О. Хелмером, Н. Долки и Т. Гордоном, использовался для целей военного научно-технического прогнозирования будущего [4]. Метод Дельфи представляет собой ряд последовательно проводимых процедур, направленных на формирование группового мнения. Для этого метода характерно следующее: анонимность индивидуальных опросов, которая достигается за счет специальных анкет; регулируемая обратная связь, которая осуществляется за счет проведения нескольких туров опроса, и групповой отчет, который получен с помощью статистических методов.

В основе метода Дельфи лежат следующие положения. Имеющиеся в анкете вопросы имеют в виду ответ в виде числа; эксперты владеют полной информацией для того, чтобы дать оценку; ответ на каждый вопрос всесторонне обосновывается экспертом [5].

Таким образом, экспертное прогнозирование используется тогда, когда объект прогнозирования либо слишком прост, либо настолько сложен, что аналитически учесть влияние независимых признаков слишком трудно. Экспертные методы прогнозирования не предполагают разработки моделей прогнозирования и отражают индивидуальные суждения специалистов относительно динамики развития процесса.

Использование одного метода прогнозирования не исключает возможности включения других. При этом технический анализ пригоден для краткосрочного, а фундаментальный – для более долгосрочного прогноза. Наиболее применяемым для не экспертного анализа является построение трендовой модели с дальнейшим прогнозом.

При статистическом изучении тренда (тенденции) используются следующие математические методы: укрупнение интервалов, сглаживание скользящей средней,

аналитическое выравнивание [6]. При анализе рядов динамики первые два метода позволяют выявить тенденцию для ее описания, но получать обобщенную статистическую оценку тренда посредством этих методов невозможно. Решение этой задачи возможно методом аналитического выравнивания.

Основным содержанием метода аналитического выравнивания в рядах динамики является то, что основной тренд изменения *Y* рассчитывается как функция времени: *Y = f(t)*. Определение теоретических (расчетных) уровней *Y* происходит на основе подбора математической функции, которая отображает главную тенденцию ряда динамики. Подбор подходящей функции производится методом наименьших квадратов – минимизацией суммы квадратов отклонений теоретических уровней $\hat{Y}$ от эмпирических *Y* уровнями: $\sum(Y-\hat{Y})^2 = \min$. При изучении тенденции это условие принимается в качестве критерия оценки соответствия расчетных (теоретических) уровней с фактическими (эмпирическими) уровнями ряда динамики.

При использовании метода аналитического выравнивания главной сложностью является подбор математической функции, по которой рассчитываются теоретические уровни тренда. От правильности решения данной задачи зависят выводы о закономерностях тенденции изучаемых явлений. Если тип подобранной математической функции соответствует основному тренду изменения изучаемого явления во времени, то построенная на его основе модель временного ряда может иметь хорошее применение при прогнозировании и в других практических целях [7].

Для расчета показателей динамики на постоянной базе каждый уровень ряда сравнивается с одним и тем же базисным уровнем. Темпы роста исчисляются делением сравниваемого уровня на уровень, принятый за постоянную базу сравнения: *Тр = Уп /Уб*. После расчетов и анализа подбирают тип эконометрической модели, например линейная или квадратичная зависимость. Динамику изучаемого показателя изображают в виде графика.

В случае линейной модели исследуемый экономический показатель будет зависеть от времени следующим образом: *Y = bt + a*, где *a* и *b* – параметры уравнения; *t* – обозначение времени. Параметр *b* является коэффициентом регрессии, определяющим направление развития. Коэффициенты *a* и *b* находят с помощью метода наименьших квадратов.

Если график напоминает параболу, то выбирают модель $Y = a + bt + ct^2$, где *a*, *b*, *c* – параметры уравнения; *t* – обозначение времени. Параметр *c* характеризует постоянное изменение интенсивности развития (в единицу времени), а параметры *a* и *b* идентичны параметрам линейной модели.

Для решения вопроса, какая из этих моделей является наиболее адекватной, сравниваются их стандартизованные ошибки аппроксимации $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{n-k}}$.

Сравнивая полученные значения стандартной ошибки аппроксимации, отдают предпочтение той или иной модели.

Безусловно, экспертный метод часто работает в совокупности с формализованным методом. Например, на основании сложного алгоритма вычисляются будущие значения временного ряда, после чего эксперт проверяет эти цифры на адекватность. На этом этапе эксперт может внести ручные корректировки, которые при его высокой квалификации способны положительно повлиять на качество прогноза.

Таким образом, математические способы прогнозирования имеют высокую степень достоверности при анализе деятельности предприятий. Применение методов математического прогнозирования позволяет предприятию двигаться в выбранном направлении развития, предвидеть последствия изменения этого направления. Анализ методов, применяемых для построения прогнозных моделей, показывает, что наиболее эффективным при изучении сложных проблем является сочетание формализованного и экспертного подходов.

Ссылки на источники

1. Романенко И. В. Социальное и экономическое прогнозирование: конспект лекций. – СПб.: Изд-во Михайлова В. А., 2000. – 64 с.
2. Новикова Н. В., Поздеева О. Г. Прогнозирование национальной экономики: учеб.-метод. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2007.
3. Методы прогнозирования / Центр управления финансами. 2009–2016. – URL: http://center-yf.ru/data/Marketologu/Metody-prognozirovaniya.php.
4. The Delphi Method. Techniques and Applications / ed. by H. Linstone and M. Turoff. – Addison-Wesley Publishing Company, 1975. – P. 10–50, 80–95, 212–225.
5. Симонов К. В. Политический анализ: учеб. пособие. – М.: Логос, 2002. – 152 с.: ил. Электронная библиотека по философии. – URL: http://filosof.historic.ru.
6. Елисеева И. И., Юзбашев М. М. Общая теория статистики: учеб. / под ред. И. И. Елисеевой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005.
7. Костюченко О. А. Анализ математической модели объёма производства продукции и прогнозирование выручки // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – № 3 (март). – С.46–50. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14062.htm.

Natalya Kolacheva,
Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor of the chair Higher Mathematics and Mathematical Modeling, Tolyatti State University, Tolyatti
ncolacheva@mail.ru
Lyudmila Lazareva,
Student, institute of Finance, Economies and Managements, Tolyatti State University, Tolyatti
GoGoGoSuper@mail.ru

Methods of mathematical forecasting of enterprise economic development

Abstract. The short review of forecasting methods of enterprise development is presented in the paper. It is shown that mathematical ways of forecasting have high degree of reliability in the analysis of economic activity of enterprises. The paper is devoted to application of the methods of mathematical forecasting helping an enterprise to move with the chosen direction of development, expect consequences of change of this direction. The system analysis of the methods applied to creation of expected models is carried out.

Key words: analysis of temporary ranks, development forecasting, mathematical methods, decision-making, expert estimates.

References

1. Romanenko, I. V. (2000). *Social'noe i jekonomicheskoe prognozirovanie: konspekt lekcij*, Izd-vo Mihajlova V. A., St. Petersburg, 64 p. (in Russian).
2. Novikova, N. V. & Pozdeeva, O. G. (2007). *Prognozirovanie nacional'noj jekonomiki: ucheb.-metod. posobie*, Izd-vo Ural. gos. jekon. un-ta, Ekaterinburg (in Russian).
3. (2009–2016). *Metody prognozirovanija*, Centr upravlenija finansami. Available at: http://center-yf.ru/data/Marketologu/Metody-prognozirovaniya.php (in Russian).
4. Linstone, H. & Turoff, M. (eds.) (1975). *The Delphi Method. Techniques and Applications*, Addison-Wesley Publishing Company, pp. 10–50, 80–95, 212–225 (in Russian).
5. Simonov, K. V. (2002). *Politicheskij analiz: ucheb. posobie*, Logos, Moscow, 152 p.: il. Jelektronnaja biblioteka po filosofii. Available at: http://filosof.historic.ru (in Russian).
6. Eliseeva, I. I. & Juzbashev, M. M. (2005). *Obshhaja teorija statistiki: ucheb*., 5-e izd., pererab. i dop., Finansy i statistika, Moscow (in Russian).
7. Kostjuchenko, O. A. (2014). “Analiz matematicheskoj modeli ob#joma proizvodstva produkcii i prognozirovanie vyruchki”, *Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal “Koncept”,* № 3 (mart), pp. 46–50. Available at: http://e-koncept.ru/2014/14062.htm (in Russian).

ISSN 2304-120X
Концепт
научно-методический электронный журнал

Колачева Н. В., Лазарева Л. В. Методы математического прогнозирования экономического развития предприятий // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – № 1 (январь). – 0,3 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2017/170012.htm.

Рекомендовано к публикации:
Горевым П. М., кандидатом педагогических наук, главным редактором журнала «Концепт»

ISSN 2304-120X
www.e-koncept.ru

Поступила в редакцию *Received*	01.12.16	Получена положительная рецензия *Received a positive review*	03.12.16
Принята к публикации *Accepted for publication*	03.12.16	Опубликована *Published*	31.01.17

© Концепт, научно-методический электронный журнал, 2017
© Колачева Н. В., Лазарева Л. В., 2017