УДК 338.12

Л. В. Николова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, e-mail: nikalvsk@yandex.ru

Н. В. Абрамчикова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, e-mail: nataly_abr@mail.ru

МЕТОДИКА ДВУСТОРОННЕГО АНАЛИЗА ЭКСТРАПОЛИРОВАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Ключевые слова: финансовое прогнозирование, методы экстраполяции, методы сценариев, коэффициент вариации, предприятия авиастроительной отрасли.

В современных условиях цифровой экономики развитие промышленных предприятий и повышение их конкурентоспособности возможно только посредством эффективного формирования инновационной деятельности. Существует множество моделей количественных прогнозов и сценарных методов позволяющих оценить уровень успешности этого процесса. В работе рассмотрены методы экстраполяции в сочетании с экономико-математическим инструментарием сценарного прогнозирования, в том числе имитационное моделирование по методу Монте-Карло. Для осуществления прогнозирования использовались программы Statistica 7 и MS Excel 10. Авторским подходом является выделение результирующего показателя – коэффициента вариации, значение которого показывает точность произведенных экстраполяций. Экстраполяции осуществлялась для выборки показателей: «Чистая прибыль», «Наличие и движение результатов НИОКР», «Доходы от научных исследований и разработок в области естественных и технических наук», «Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов». Результаты исследования показали, что использование только одной методики не показательно, необходимо дополнить методику экстраполяции анализом результатов достаточно большой репрезентативной выборки (в исследовании проводилась 1000 имитационных моделирований). По итогам двустороннего анализа, только один из восьми показателей был охарактеризован как точное измерение.

L. V. Nicolova

St. Petersburg State University of Peter the Great, St. Petersburg, e-mail: nikalvsk@yandex.ru

N. V. Abramchikova

St. Petersburg State University of Peter the Great, St. Petersburg, e-mail: nataly_abr@mail.ru

METHOD OF TWO-WAY ANALYSIS OF EXTRAPOLATED VALUES OF INDICATORS OF INNOVATIVE ACTIVITY AT THE ENTERPRISE

Keywords: financial forecasting, extrapolation methods, scenario methods, coefficient of variation, aircraft industry enterprises.

In modern conditions of the digital economy, the development of industrial enterprises and increasing their competitiveness is possible only through the effective formation of innovative activities. There are many models of quantitative forecasts and scenario methods to assess the level of success of this process. The paper considers extrapolation methods in combination with economic and mathematical tools of scenario forecasting, including simulation modeling using the Monte Carlo method. For the implementation of forecasting was used program Statistica 7 and Microsoft Excel 10. The author's approach is to select the resulting indicator – the coefficient of variation, the value of which shows the accuracy of the extrapolations made. Extrapolations were carried out for a sample of indicators: «Net profit», «Availability and movement of R & d results», «Income from research and development in the field of natural and technical Sciences», «Income from the production of engines and aircraft». The results of the study showed that the use of only one method is not indicative, it is necessary to Supplement the extrapolation method with an analysis of the results of a sufficiently large representative sample (1000 simulation simulations were conducted in the study). Based on a two-way analysis, only one of the eight indicators was described as an accurate measurement.

Введение

Финансовое прогнозирование является одним из главных инструментов эффективного формирования стратегии предприятий. При этом важно правильно

выбрать показатели для осуществления прогнозирования, чтобы выявить проблемные места и своевременно начать осуществлять профилактические мероприятия на предприятиях. Одной из са-

мых часто используемых групп методов прогнозирования социально-экономических показателей являются методы экстраполяции [1]. Они позволяют выявлять определенную закономерность между показателями в прошлом и транспонировать ее в будущее. Однако степень реальности такого рода прогнозов и соответственно мера доверия к ним в значительной мере обуславливаются аргументированностью выбора пределов экстраполяции и стабильностью соответствия «измерителей» по отношению к сущности рассматриваемого явления [2].

Цель исследования

Определить характер влияния формирующейся инновационной деятельности на основные финансово-экономические показатели на предприятиях авиастроительной отрасли.

Материал и методы исследования

В исследовании были применены два метода: экономико-математический инструментарий сценарного прогнозирования в сочетании с методами экстраполяции. Сценарный метод включает приемы и методы содержательного и формализованного описания объекта прогнозирования и конкретные методы, и алгоритмы построения и исследования сценариев его развития [3]. Методы экстраполяции позволяют выявлять устойчивые тенденции в прошлом и переносить их в будущее. Они реализуются на основе временных рядов, как правило ряды состоят из индексов, так как выявлять закономерности посредством абсолютных величин затруднительно. В данном исследовании использовались базисные индексы. Согласно классификации методов экстраполяции, выделяют: методы подбора функции, методы усреднения и методы аддитивного сужения. В данном исследовании использовался метод подбора функции, заключающийся в правильном подборе экстраполирующей функции. На основании симбиоза двух методов была построена методика определения характера влияния формирующейся инновационной деятельности на основные финансово-экономические показатели на предприятиях авиастроительной отрасли. Для осуществления прогнозирования использовались про-

граммы Statistica 7 и MS Excel 10. Критерий выбора показателя – экономически значимые аспекты эффективности инновационной деятельности: текущая (показатель «Чистая прибыль»), стратегическая («Наличие и движение результатов НИОКР»), корпоративная (Показатель «доходы от научных исследований и разработок в области естественных и технических наук»), отраслевая («Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов (тыс. руб.)»). Объектом исследования являлись предприятия авиастроительной отрасли ПАО «Кузнецов» и ОАО «ОДК-Климов».

Методика включает в себя следующие этапы (рисунок 1):

1. Методы экстраполяции:

1. Построение временных рядов, состоящего из базисных индексов.

2. Нахождение правильной экстраполирующей функции, наиболее точно подходящей к значениям базисных индексов. Подбор такой функции зависит от оценки временного ряда на наличие автокорреляции в нем, то есть наличия взаимозависимости между последовательными уровнями ряда динамики. Измеряется автокорреляция с помощью коэффициента автокорреляции (формула 1) [1]:

$$r = \frac{\overline{xy} - \overline{x}\overline{y}}{\sigma_x \sigma_y}. \quad (1)$$

В случае если $r_{\text{крит}} > r_{\text{табл}}$ для прогнозирования используется уравнение авторегрессии, в случае, если $r_{\text{крит}} < r_{\text{табл}}$, то для прогнозирования используется функция тренда или функция среднего темпа роста. При условии, что функция соответствует оценке надежности полученного уравнения тренда по F -критерию Фишера ($F_{\text{расч}} \geq F_{\text{табл}}$), а параметры этого уравнения по t -критерию Стьюдента ($|t_{\text{факт}}| > t_{\text{табл}}$).

3. Прогнозирование точечных значений функции, а также определение доверительного интервала прогнозных значений (формула 3) с помощью среднеквадратического (стандартного) отклонения S_y (формула 2):

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 2}}, \quad (2)$$

$$\bar{y}_i \pm t_a \times S_y \times \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{t_k^2}{\sum_{i=1}^n t_i^2}}, \quad (3)$$

где $\bar{y}_i$ – расчетное значение уровня ряда;
 t_a – значение t -статистики Стьюдента,
 n – число лет базы тренда, $\sum_{i=1}^n t_i^2$ – сум-
 ма квадратов номеров лет t_i – от $-\frac{n-1}{2}$
 до $+\frac{n-1}{2}$, t_k – номер прогнозируемо-
 го года.

4. Подтверждение статистической
 репрезентативности уравнения посред-

ством оценки надежности уравнения
 по F-критерию Фишера, и его параметров
 по t-критерию Стьюдента. С помощью
 программы Statistica 7 при нахождении
 параметров экстраполирующей функ-
 ции, автоматически вычисляются значе-
 ния расчетной F и фактическое значение
 t -критерия. Далее эти значения сопостав-
 ляются с табличными. Согласно крите-
 рию Фишера, если $F_{\text{расч}} \geq F_{\text{табл}}$, то урав-
 нение статистически значимо в целом.
 Согласно критерию t-Стьюдента, если
 $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$, то параметры уравнения ста-
 тистически значимы. При выполнении
 обоих условий уравнение может быть
 использовано для прогнозирования.

Рис. 1. Алгоритм применения методики определения характера влияния формирующейся инновационной деятельности на основные финансово-экономические показатели на предприятиях авиастроительной отрасли

5. Графическое построение экстраполирующей функции и доверительных интервалов.

II. Сценарный метод:

В исследовании используется такой метод сценарного построения как метод анализа влияния на тренд. Для оценки влияний событий на значения ключевых факторов используется имитационное моделирование по методу Монте-Карло [4]. Суть метода заключается в построении математической модели результирующего показателя, представленная в виде функции от переменных и параметров [5]. В качестве переменных выступают случайные составляющие, образованные функцией выбора случайного числа из диапазона (функция СЛУЧМЕЖДУ в MS Excel), в качестве параметров – крайние значения доверительных интервалов прогнозируемых значений. Репрезентативность полученных результатов проверяется с помощью коэффициента вариации V_R (формула 4).

$$V_R = \frac{\sigma}{X} * 100\%, \quad (4)$$

где σ – стандартное отклонение, X – среднее арифметическое выборки.

Так как коэффициент вариации указывает степень изменчивости измерений относительно средних значений и оценивает точность измерений. То согласно, классификации значений коэффициента вариации V_R :

$V_R < 17\%$	– абсолютно однородная;
V_R – от 17 до 33%	– достаточно однородная;
V_R от 35 до 40%	– недостаточно однородная;
V_R от 40 до 60%	– большая колеблемость совокупности

Результаты, полученные в ходе имитационного эксперимента, объединяются в выборку и проводится сценарный анализ, корректируются полученные прогнозные значения.

Результаты исследования и их обсуждение

При прогнозировании в диссертационной работе были применены программы Statistica 7 и MS Excel 10. Для подтверждения достоверности результатов, полученных при использовании разработанной методики, она была апробирована

на при определении характера влияния формирующейся инновационной деятельности на основные финансово-экономические показатели на материалах предприятий авиастроительной отрасли ОАО «ОДК-Климов» и ПАО «Кузнецов» за прошлые периоды – 2008-2018 гг. Оба предприятия относятся к одной отрасли: 30.30.11 Производство двигателей летательных аппаратов с искровым зажиганием и их частей, однако показатели их деятельности на момент исследования 2018 год значительно различаются. ОАО «ОДК-Климов» крупная компания имеющая стабильный показатель «Чистой прибыли», однако имеющий тенденцию уменьшению. ПАО «Кузнецов» – начиная с 2011 года имеет показатель «Чистый убыток», который увеличивается. В связи с высокой закредитованностью предприятия ПАО «Кузнецов» не осуществляет достаточных инвестиций в инновационную деятельность, что влияет на снижение показателя результаты исследований и разработок до минимального значения в выборке данных с 2011 по 2018 годы.

Критерий выбора прогнозируемого показателя – непосредственное влияние на него формирующейся инновационной деятельности на предприятии. Были выбраны показатели: показатель эффективности текущей деятельности «Чистая прибыль», стратегический показатель «Наличие и движение результатов НИОКР», показатель корпоративной инновационной деятельности «Доходы от научных исследований и разработок в области естественных и технических наук», отраслевой показатель «Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов».

I. Прогнозирование осуществлялось на период 2019-2024 года (рис. 2, 3, 4, 5).

Для предприятия ПАО «Кузнецов» исходные данные показывали «Чистый убыток», причем значение показателя имеет тенденцию к возрастанию (рис. 2). Прогноз исследуемого показателя в 2023 году равняется значению 2011 года – 1 532 012 тыс. руб. (0% к 2011 году), что является лучшим прогнозом, чем значение «Чистого убытка» в 2018 году, равное – 3 183 154 тыс. руб.

Этот же показатель в отношении предприятия ОАО «ОДК-Климов» по-

казывает «Чистую прибыль», согласно статистическим данным, составляющую в 2018 году – 3 183 154 тыс. руб. (рис. 2). В соответствии с прогнозными данными, предполагается снижение показателя «Чистой прибыли» предприятия к 2023 году до значения 19,46% к 2010 году, что составит 79 687,34 тыс. руб.

Прогноз динамики показателя «Результат исследований и разработок» для ПАО «Кузнецов» – убывающая прямая (рис. 3). Видна тенденция к снижению результативности инновационных разработок. К 2024 году прогнозный показатель может достигнуть минимума, равного 55,05% по отношению к 2012 году и составит – 257 158,14 тыс. руб.

Рис. 2. Прогноз показателя «Чистая прибыль» для предприятий авиастроительной отрасли ПАО «Кузнецов» и ОАО «ОДК-Климов» (%)

Для предприятия ОАО «ОДК-Климов» исследуемый показатель имеет положительную тенденцию, но динамика роста все же недостаточна (рис. 3). Прогнозное значение показате-

ля в 2024 году составит 404,85% по отношению к 2010 году, что в абсолютном измерении выражается в 208 809,49 тыс. руб. в сравнении с 74 261 тыс. руб. по состоянию на 2016 год.

Рис. 3. Прогноз показателя «Результат исследований и разработок» для предприятий авиастроительной отрасли ПАО «Кузнецов» и ОАО «ОДК-Климов» (%)

Прогноз показателя «Доходы от научных исследований и разработок в области естественных и технических наук» для предприятия ПАО «Кузнецов» представляет собой экстраполирующую функ-

цию в виде среднего темпа роста с оптимальными доверительными интервалами (рис. 4). Согласно прогнозу, к 2023 году значение показателя достигнет значения 914,66% – 1 575 657,34 тыс. руб.

Рис. 4. Прогноз показателя «Доходы от научных исследований и разработок в области естественных и технических наук» для предприятий авиастроительной отрасли ПАО «Кузнецов» и ОАО «ОДК-Климов» (%)

Экстраполирующей функцией для значений исследуемого показателя для предприятия ОАО «ОДК-Климов» является возрастающая линейная функция. Согласно прогнозу, значение показателя в 2023 году составит 3 179 718 тыс. руб.

На рис. 5 изображён прогноз показателя «доход от производства двигателей и летательных аппаратов» ОАО «ОДК-Климов» в виде экспоненциальной линии с узкими доверительными интервалами.

Рис. 5. Прогноз показателя «Доходы от реализации двигателей и летательных аппаратов» для предприятий авиастроительной отрасли ПАО «Кузнецов» и ОАО «ОДК-Климов» (%)

Таблица 1

Обоснование статистической репрезентативности экстраполирующих функций для исследуемых показателей

Показатель	Экстраполирующая функция	Критерий F-Фишера	Критерий t-Стьюдента
Чистая прибыль «ПАО» Кузнецов	$y_{i+1} = y_i^* \times 1,11$	-	-
Чистая прибыль «ОДК» Климов	$y_{i+1} = y_i^* \times 0,88$	-	-
Наличие и движение результатов НИОКР «ПАО» Кузнецов	$\bar{y} = 118,297 - 4,865 \cdot t$	F = 424,87 при p = 0 < 0,05	df = 6, для a0 p = 0 < 0,05; для a1 p = 0,015 < 0,05
Наличие и движение результатов НИОКР «ОДК» Климов	$y_{i+1} = y_i^* \cdot 1,063$	-	-
Доходы от научных исследований и разработок «ПАО» Кузнецов	$y_{i+1} = y_i^* \cdot 1,25$	-	-
Доходы от научных исследований и разработок «ОДК» Климов	$\bar{y} = 94,64 + 21,06 \cdot t$	F = 66,76 при p = 0,0001 < 0,05	df = 6, для a0 p = 0,04 < 0,05; для a1 p = 0,03 < 0,05
Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов «ОДК» Климов	$\bar{y} = \exp(4,79 + 0,28 \cdot t)$	F = 65,68 при p = 0,0002 < 0,05	df = 5, для a0 p = 0 < 0,05; для a1 p = 0,005 < 0,05
Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов «ПАО» Кузнецов	$y_{i+1} = y_i^* \cdot 1,3$	-	-

Прогнозированный показатель в 2023 г. составит 83 741 469 тыс. руб., в то время как аналогичный прогноз для этого показателя для предприятия ПАО «Кузнецов» составляет 15 680 697 тыс. руб., что в 6 раз меньше.

Полученные варианты прогноза являются статистически репрезентативными, о чем свидетельствует оценка надежности уравнения по F-критерию Фишера, и его параметров по t-критерию Стьюдента (табл. 1).

II. Для реализации метода сценарного построения определим точку прогнозирования результата как значение прогноза на 2023 (для показателя «Результат исследований и разработок» 2024 год). Причем, в качестве наиболее вероятного сценария возьмет значение показателя тренда в точке 2023 (2024), в качестве оптимистического сценария – значения верхней границы доверительного интервала в точке 2023 (2024), а в качестве пессимистического сценария – значение нижней границы доверительного интервала в точке 2023 (2024) (табл. 2).

Для оценки влияний событий на значения ключевых факторов используется имитационное моделирование по методу Монте-Карло. В данном исследовании была проведена одна тысяча имитационных исследований и проанализи-

рован результат полученных сценариев относительно каждого из шести показателей (табл. 3).

В соответствии с авторским подходом, результаты имитационных исследований трактуются в соответствии со значениями коэффициента вариации, который непосредственно зависит от стандартного отклонения и среднего арифметического исследуемой выборки значений показателя.

С помощью цветовых значений, автор визуализирует результаты, полученных категорий коэффициента вариации. По результатам из таблицы 1 видно, что найденные экстраполирующие функции статистически репрезентативны для каждого исследуемого показателя. Однако, уточняющие результаты по этим же показателям в таблице 3 свидетельствуют о том, что только для показателя «Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов» для предприятия ОАО «ОДК-Климов» прогноз рассчитан верно, так как используемая выборка значений показателя абсолютно однородна (согласно логическому условию и определению). Так же, учитывая погрешность, можно считать выборки для показателей «Доходы от научных исследований и разработок» для предприятия ОАО «ОДК-Климов» и «Наличие и движение резуль-

татов НИОКР» для предприятия ОАО «ОДК-Климов» недостаточно однородными, но все же близкими к однородности. Поэтому прогнозные значения по этим показателям также примем как точные. По всем остальным показателям, особен-

но по показателю «Чистая прибыль» для предприятия ОАО «ОДК-Климов» считать результаты репрезентативными нельзя. Для составления информативного прогноза необходимо использовать либо другие показатели, либо другие методики.

Таблица 2

Сценарный метод, основанный на полученных прогнозных значениях

Показатель	Сценарии		
	Оптимистический	Пессимистический	Наиболее вероятный
Чистая прибыль "ПАО" Кузнецов (2023) тыс.руб.	5530	-10739097	-5366791
Чистая прибыль "ОДК" Климов (2023) тыс.руб.	1846403	-1687070	79687
Наличие и движение результатов НИОКР "ПАО" Кузнецов (2024) тыс.руб.	491149	18997	238558
Наличие и движение результатов НИОКР "ОДК" Климов (2024) тыс.руб.	208804	32659	120731
Доходы от научных исследований и разработок "ПАО" Кузнецов (2023) тыс.руб.	3402962	-251510	1575657
Доходы от научных исследований и разработок "ОДК" Климов (2023) тыс.руб.	5491044	867463	3179718
Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов "ОДК" Климов (2023) тыс.руб.	95022019	72454289	83741469
Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов "ПАО" Кузнецов (2023) тыс.руб.	32103823	-737790	15680697

Таблица 3

Результаты имитационного моделирования по методу Монте-Карло

Показатели	Среднее значение	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	Минимум	Максимум	Прогнозное значение
Чистая прибыль «ПАО» Кузнецов (2023) тыс.руб.	-5403734	3098987,1	-57,3%	-10739097	5530	-5366791
Чистая прибыль «ОДК» Климов (2023) тыс.руб.	103158	1009638,9	978,7%	-1687070	1846403	79687
Наличие и движение результатов НИОКР «ПАО» Кузнецов (2024) тыс.руб.	258518	137869,7	53,3%	18997	491149	238558
Наличие и движение результатов НИОКР «ОДК» Климов (2024) тыс.руб.	120898,8	50383,5	41,7%	32659	208804	120731
Доходы от научных исследований и разработок «ПАО» Кузнецов (2023) тыс.руб.	1627555	1049250,4	64,5%	-251510	3402962	1575657
Доходы от научных исследований и разработок «ОДК» Климов (2023) тыс.руб.	3181437	1327526,2	41,7%	867463	5491044	3179718
Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов «ОДК» Климов (2023) тыс.руб.	83695516	6507938,4	7,8%	72454289	95022019	83741469
Доходы от производства двигателей и летательных аппаратов «ПАО» Кузнецов (2023) тыс.руб.	15690873	9239624	58,9%	-737790	32103823	15680697

Выводы (заключение)

Для оценки, формирующейся на предприятии инновационной деятельности эффективно использовать инструментальный методов прогнозирования. Это позволит производить своевременные управленческие корректировки не только в оперативном, но также и в стратегическом плане развития предприятий. Также целесообразно, для оценки характера влияния формирующейся на предприятиях инновационной деятельности использовать следующие показатели:

– показатели, отражающие удельные затраты фирмы на НИОКР в объеме ее продаж и численность научно-технических подразделений [6];

– показатель инновационности ТАТ, длительность процесса разработки нового продукта (новой технологии) [7];

– показатели динамики обновления портфеля продукции (удельный вес продукции, выпускаемой 2, 3, 5 и 10 лет);

– коэффициент инновационной активности [8] и другие.

Инновационная деятельность является направляющей в развитии современных промышленных предприятий. Ее формирование представляет собой непрерывный процесс, в который включаются все элементы предприятий. Поэтому для предприятий важно создать выборку показателей, по оценке и прогнозированию которых можно оценить их успешность функционирования в настоящем и будущем.

Библиографический список

1. Николова Л.В., Парамонова В.И. Финансовое прогнозирование в социально-экономических системах: монография. СПб.: СПбПУ, 2015. С. 215.
2. Громова Н.М., Громова Н.И. Основы экономического прогнозирования: монография. М.: Академия Естествознания, 2007.
3. Цыгичко В.Н., Черешкин Д.С. Сценарный метод прогнозирования и оценки рисков возникновения негативных последствий стратегических решений в организационных системах / В.Н. Цыгичко, Д.С. Черешкин // Труды ИСА РАН, 2018. Т. 68. № 4. С. 74–83.
4. Черкасова В.Л. Развитие сценарных методов анализа инвестиционных проектов / В.Л. Черкасова // Экономический анализ: теория и практика, 2008. № 6 (111). С. 15–21.
5. Лазарев М.П., Цыренов Д.Ч. Оценка инвестиционного проекта методом Монте-Карло при наличии риска / М.П. Лазарев, Д.Ч. Цыренов // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки, 2018. № 8 (24).
6. Непомнящий Е.Г. Экономика и управление предприятием. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006. 302 с.
7. Сергеев А.А., Экономические основы бизнес – планирования: Учебное пособие для вузов. М.: ЮНИТИ, 2006. 165 с.
8. Полукеева А.В. Показатели инновационной активности предприятий // ЭКОНОМИНФО. 2014. № 22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-innovatsionnoy-aktivnosti-predpriyatiy> (дата обращения: 13.01.2020).