
ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

Коротких Ольга Николаевна,

аспирант кафедры бухгалтерского учета и финансов Южно-Уральского государственного университета; olga_ya87@mail.ru

Исследуются вопросы, связанные с прогнозированием спроса, показателей экономической эффективности проекта и анализа хозяйственной деятельности предприятия, а также методы их осуществления. Разработана матрица рационального выбора методов прогнозирования с учетом уровня инновационности продукции. Уточнена методика выбора состава факторов и интервалов их варьирования на основе метода планирования эксперимента в сочетании с имитационным моделированием.

Ключевые слова: прогнозирование, устойчивость проекта, оптимизация, методы планирования эксперимента, имитационное моделирование.

В процессе анализа хозяйственной деятельности предприятия необходимо не только заниматься детальным анализом данных за предыдущие годы (в том числе и за текущий год), но и обращать особое внимание на прогноз основных показателей, хотя бы в рамках краткосрочного периода.

В настоящее время известен довольно широкий набор методов прогнозирования: экспертные методы (например, анкетирование, опрос – как потребителей, так и маркетологов, и других специалистов, – методы эвристического прогнозирования и др.), формализованные методы (многофакторные статистический анализ и эконометрическое моделирование, факторный анализ в экономике и др.). В свою очередь, существующие методы можно условно разделить на те, которые чаще используются в практической деятельности (выявление трендов и их экстраполяция), и те, которые применяются довольно редко, но относятся к более эффективным и объективным методам прогнозирования (имитационное моделирование, специализированные углубленные маркетинговые исследования, методы теории игр и т.д.) [6, 7].

Одним из ключевых показателей, позволяющих делать прогнозы о дальнейшем развитии предприятия, является, безусловно, спрос на продукцию и услуги фирмы. Но при этом прогнозирование спроса является

наиболее сложной и проблемной задачей. Этот факт объясняется в первую очередь неопределенностью спроса: сложно проследить за поведением потребителей и конкурентов на рынке, за их меняющимися предпочтениями и т.д. Вопрос прогнозирования спроса важен как для предприятия в целом, так и для конкретного разрабатываемого инвестиционного, и тем более инновационного, проекта. Для более объективного прогноза спроса на продукцию фирмы необходим соответствующий инструментарий.

Для рационального, адекватного выбора методов прогнозирования спроса в различных условиях предлагается (в [1]) применять матрицу (рис. 1), которая позволяет сгруппировать разные методы его прогнозирования для основных сочетаний уровня инновационности товара, услуги (характеризуемого уровнем новизны, стадией реализации, уровнем риска) и заданного горизонта прогноза.

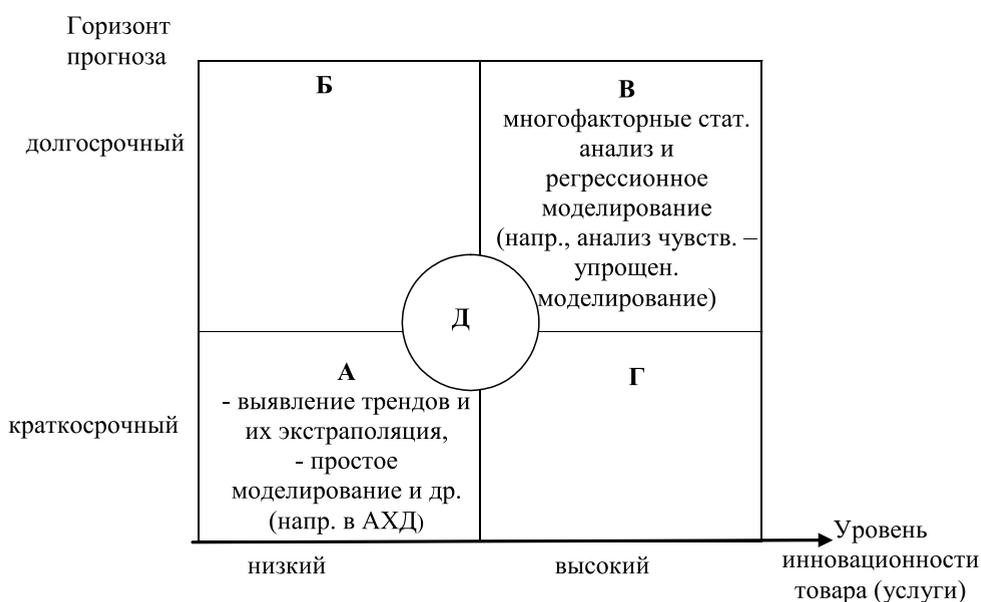


Рис. 1. Матрица «Уровень инновационности продукции – горизонт прогноза»

На этой модели выделены 4 зоны (из них «А» и «В» – наиболее отличающиеся), и центральная часть «Д», относящаяся к каждой из четырех. В области «Д» располагаются технология позиционирования и репозиционирования товаров и деятельности фирмы в целом, а также управление рисками в процессе прогнозирования.

Важно отметить, что в рамках прогнозирования определенных показателей социально-экономической системы существует принципиальное отличие от физико-технических, биологических и аналогичных им, которое заключается в том, что осуществление повторного эксперимента (для оценки случайной ошибки воспроизводимости) в большинстве ситуаций невозможно. Это не дает возможность использования специальных методов оценки статистической значимости исследуемых варьируемых факторов.

Однако возможно следующее не прямое, а косвенное решение данной проблемы – путем применения элементы имитационного моделирования – разновидность вычислительного эксперимента. Такой подход частично используется при прогнозно-аналитической оценке экономической эффективности инвестиционных проектов, – когда расчет ключевых показателей осуществляется не только при «номинальных», базовых уровнях входных параметров, но и при заданных их отклонениях (варьируя их как «однофакторно», так и «двухфакторно»), определяя при этом, насколько выходные показатели чувствительны к таким вариациям. При этом фиксируются те случаи, при которых исследуемые показатели экономической эффективности выходят за допустимые интервалы. Это позволяет выявить границы устойчивости анализируемого проекта, внутри которого он может быть принят. Такую модель на практике называют «анализом чувствительности проекта» или «методом вариации параметров» [3].

В связи с жтим возникает ряд вопросов как в отношении цели указанного анализа, так и методики ее достижения. Так, практической целью является выявление возможных различных сочетаний входных параметров, при которых нарушается устойчивость проекта. Ответы на вопросы: «Какие же параметры конкретно необходимо варьировать?» и «В каких конкретно интервалах?» в известной литературе детально не рассмотрены. Хотя в Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов [3] и даны рекомендации относительно того, какие параметры лучше изменять, оценивая чувствительность проекта, и даже приведены конкретные значения данных изменений, однако в этом документе не обоснован ни выбор самих параметров, ни выбор указанных интервалов.

Представляется эффективным применение алгоритмов оптимизации; даже если цель расчетного исследования – определить условия, исключаяющие функционирование системы в недопустимой области. Методов оптимизации и соответствующих им алгоритмов известно большое количество (см., например, в [5]). Для решения рассматриваемой задачи полезно применять методы планирования эксперимента [4] в сочетании с имитационным моделированием [8].

Таким образом, задачей настоящей статьи является разработка эффективных и реализуемых на практике методических предложений по обоснованию выбора соответствующих варьируемых факторов и интервалов их изменений, обеспечивающих более рациональное прогнозирование (в частности, показателей экономической эффективности инновационного проекта).

В рамках поставленной задачи на основе элементов имитационного моделирования в сочетании с планированием эксперимента проведен анализ экономической эффективности реального инвестиционного (отчасти инновационного) проекта на предприятии, занимающегося производством и реализацией металлопластиковых конструкций в г. Миассе Челябинской

области. Проект предполагает приобретение оборудования для резки профилей из ПВХ, а также производство определенного количества кв. м. (в общем объеме производства) энергосберегающих окон, рассматривая основные способы энергосбережения и поставщиков соответствующих комплектующих изделий.

В качестве входных факторов были выбраны следующие:

1) величина общепроизводственных расходов (в частности, арендная плата, расходы на отопление, освещение и содержание помещений), тыс. руб. (на годовую программу выпуска) – X_1 ;

2) ставка дисконта, % – X_2 ;

3) объем производства (на 2009 г.), тыс. руб. – X_3 ;

4) объем инвестиций, тыс. руб. – X_4 .

Выходные же показатели экономической эффективности инвестиционного проекта: чистый дисконтированный доход (тыс. руб.) – $Учдд$, индекс доходности – $Уид$, срок окупаемости (годы) – $Уср.ок$.

В специальной литературе ряд авторов отмечают, что эффект коллинеарности свойственен большинству социально-экономических систем, поэтому в реальной практике дежурной проблемой является такой рациональный выбор входных варьируемых факторов, при которых одновременно наблюдается незначимый эффект коллинеарности, а также достаточно эффективное влияние этих факторов на показатели, – позволяя надежно диагностировать и управлять исследуемым процессом.

Для определения обобщенной математической модели объекта исследования (совокупности трех зависимостей – для показателей экономической эффективности проекта) применен так называемый полный факторный эксперимент (исходные данные для его проведения сведены в табл. 1 и табл. 2).

Таблица 1
Основные характеристики плана эксперимента

Фактор Показатель	X_1 , тыс. р.	X_2 , %	X_3 , тыс. р.	X_4 , тыс. р.
Базовый уровень (X_{i0})	1600	24	4500	6000
Интервал варьирования (ΔX_i)	400 (25%)	6	1350 (25%)	2400 (40%)
Верхний уровень (+1)	2000	30	5850	8400
Нижний уровень (-1)	1200	18	3150	3600

Обозначение верхнего и нижнего уровней факторов символами «+1» и «-1» фактически соответствует кодированию факторов по формуле (1)

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X_i}. \quad (1)$$

Матрица планирования и результаты полного факторного эксперимента (ПФЭ) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Полный факторный эксперимент

№	Планирование										Функции отклика		
	Факторы				x_1x_2	x_1x_3	x_1x_4	x_2x_3	x_2x_4	x_3x_4	Уч.д, т.р.	Уид, -	Уср.ок., годы
	x_1	x_2	x_3	x_4									
1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	16000	4,76	1,6
2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	5400	1,6	4,1
3	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	10300	3,06	1,6
4	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	2500	0,73	4,2
5	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	40700	10,67	1,05
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	30000	7,88	1,2
7	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	28000	7,34	1,05
8	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	20100	5,28	1,1
9	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	11500	1,47	2,9
10	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	900	0,11	5
11	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	5800	0,74	3
12	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-2000	-0,26	5
13	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	35600	4	1,3
14	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	25000	2,81	3
15	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	23000	2,57	1,3
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15000	1,69	2
17	0	0	0	0							16200	2,72	1,75

Метод ПФЭ служит для получения математического описания процесса в виде отрезка ряда Тейлора, ограничиваясь линейной частью разложения и членами, содержащими произведения факторов в первой степени. Так как матрица планирования эксперимента ортогональна, для получения коэффициентов регрессии можно воспользоваться простой формулой (2),

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ji} y_i, \quad (2)$$

где j – номер фактора, i – номер опыта ($i=1, 2, \dots, N$).

Получены следующие уравнения регрессии (в некоторых – из факторов $x_i x_j$ не указаны малозначимые):

$$1) y_{\text{Уч.д}} = 16738 - 4625x_1 - 3900x_2 + 10438x_3 - 2388x_4 + 688x_1x_2 - 25x_1x_3 - 1750x_2x_3 - 138x_3x_4;$$

$$2) y_{\text{Уид}} = 3,4 - 0,9x_1 - 0,8x_2 + 1,9x_3 - 1,8x_4 + 0,1x_1x_2 + 0,1x_1x_3 + 0,4x_1x_4 - 0,3x_2x_3 + 0,3x_2x_4 - 0,8x_3x_4;$$

$$3) y_{\text{Уср.ок.}} = 2,5 + 0,74x_1 - 0,06x_2 - 0,96x_3 + 0,48x_4 - 0,07x_1x_2 - 0,41x_1x_3 + 0,07x_1x_4 - 0,08x_2x_3 - 0,06x_2x_4 - 0,08x_3x_4.$$

В настоящей статье рассмотрена проблематичность проведения натурального эксперимента, в котором оценку ошибки воспроизводимости $S_{\{v\}}^2$ найти было бы возможно, – вследствие того, что реальные опыты с социально-экономическими системами дублировать если и удастся, то крайне редко, причем, весьма затратно. При этом относительную значимость коэффициентов регрессии и адекватность самого уравнения, как известно, необходимо анализировать с учетом случайных разбросов; но в рассматриваемой статье, как и в ВК 477, эта случайность не учитывается, так как в данном вычислительном эксперименте используется детерминированная модель.

Важно отметить, что если планируемый эксперимент ортогонален, то коэффициенты регрессии получаемого уравнения надежно характеризуют вклад каждого варьируемого фактора в изменчивость показателей эффективности, а само уравнение регрессии позволяет выполнить более обоснованные прогнозные оценки для различных возможных сочетаний входных параметров «внутри» диапазона и, насколько возможно, вне его.

В приведенной диаграмме (рис. 2) абсолютных величин независимых коэффициентов b_i, \dots, b_{ij} для индекса доходности отражено влияние каждого соответствующего фактора (или сочетаний факторов) на рассматриваемый показатель (ИД). Аналогичные ранжировочные диаграммы строятся для всех анализируемых показателей экономической эффективности проекта.

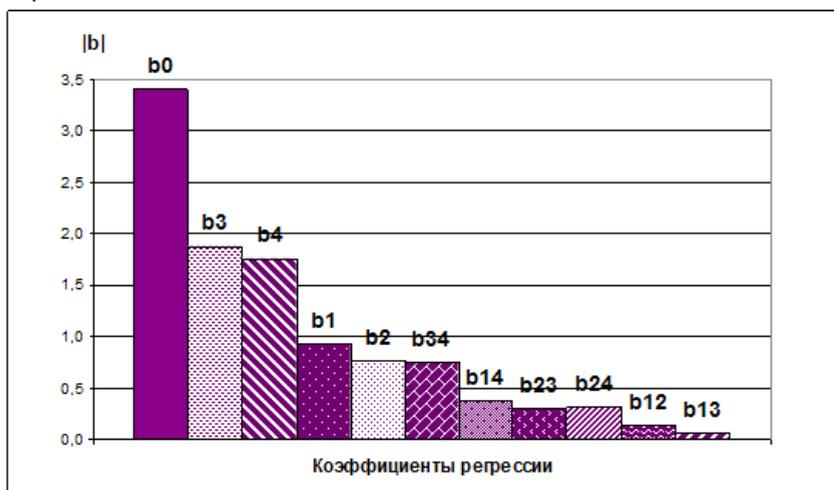


Рис. 2. Ранжировочная диаграмма коэффициентов регрессии для индекса доходности (Уид)

Для того чтобы выбрать требуемые интервалы варьирования X_i , необходимо применить параметрическую оптимизацию, например, о методу Бокса–Уилсона (один из методов, широко применяемый в планировании эксперимента). Анализ можно проводить как расчетно, так и графически. Последний способ, безусловно, более наглядный; в том случае, когда выбрано много факторов, поверхность отклика также можно отобразить

графически, но лишь в виде совокупности двумерных сечений. Так как в нашем примере число влияющих факторов больше двух, то для изображения поверхности отклика воспользуемся ее двумерными сечениями при двух попеременно фиксируемых факторах.

Известно, что в процессе проводимой оптимизации обязательно наличие оптимального сочетания ограничений и соответствующих критериев. Для показателей экономической эффективности инвестиционного проекта допустимыми значениями являются: $ЧДД > 0$, $ИД > 1,2$; а срок окупаемости, приемлемый для инвестора анализируемого проекта, принят – до 5 лет.

Рассмотрим графическое изображение функции отклика для $y_{ИД}$

На рис. 3 отображены изолинии функции отклика, где каждая линия соответствует постоянному значению индекса доходности при фиксированных – на базовых уровнях – факторах X_1 и X_2 . Причем, значения параметра оптимизации выбраны таким образом, чтобы, по крайней мере, одна из изолиний отражала недопустимую для индекса доходности зону ($y=1, y=0,8$), другие же попадают в интервалы допустимых значений. Тем самым, можно сделать вывод, что соответствующие сочетания факторов X_3 и X_4 в каждой точке изолинии ИД ($y=1,2$), а также зоне, отмеченной на рис. 3 штриховкой, будут относиться к интервалам, где проект считается не эффективным или неприемлемым.

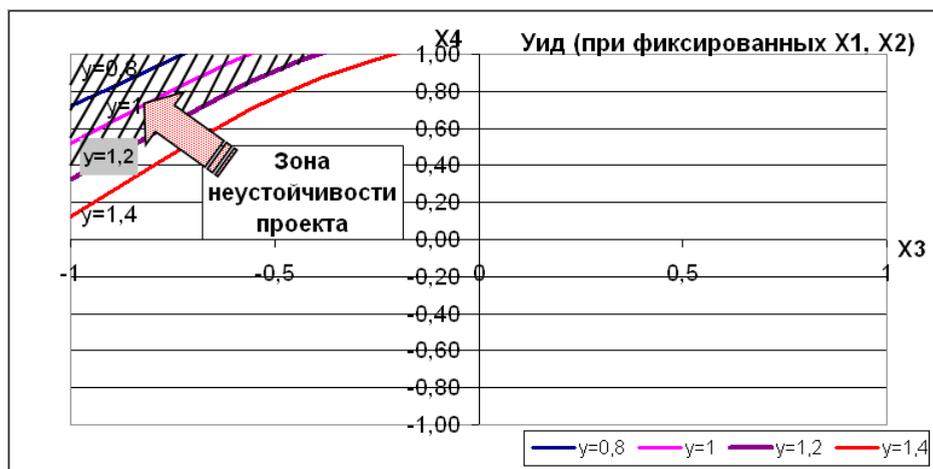


Рис. 3. График изолиний индекса доходности

В процессе прогнозной расчетной оценки показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия предлагается применять аналогичный подход выбора соответствующих факторов и их отклонений – на основе имитационного моделирования. При этом следует выделять из множества входных параметров и условий те, уровни которых можно принять заданными (условно фиксировать); те, для которых задают отклонения как детерминированные в определенных диапазонах; и те, которые можно учитывать как случайно изменяемые величины (при этом предполагается, что они имеют устойчивый закон распределения). Формируем далее

определенный план вычислительного эксперимента, т.е. конкретные сочетания всех варьируемых факторов и, реализуя его, вычисляем выходные характеристики (основные показатели финансово-хозяйственной деятельности предприятия). Для определения как входных факторов, так и выходных показателей хозяйственной деятельности предприятия большую методическую и практическую помощь может оказать применение принципа Парето («Правило 80/20») [2]. Затем необходимо построить регрессионную модель связи указанных входных и выходных величин, наиболее распространенный вид которой – линейный или квадратичный полином. Также необходимо учитывать, что в связи с тем, что процесс оптимизации приводит в область факторного пространства, где кривизна поверхности отклика велика, то для адекватного математического описания требуется многочлен с квадратичными эффектами (вида $b_{ii}x_i^2$).

Выводы:

1. В рамках анализа хозяйственной деятельности предприятия и проекта самым уязвимым местом является прогнозирование и методы его осуществления. Причем, наибольшую неопределенность и сложность вызывает прогнозирование спроса.

2. Принципиальным является вопрос выбора наиболее подходящих методов прогнозирования спроса в зависимости от уровня инновационности продукции и горизонта прогноза. Для решения этой задачи предлагается применение практической модели, представленной в статье.

3. Известные способы оценки экономической эффективности проекта необходимо дополнить методикой обоснованного выбора состава исследуемых факторов, а также интервалов их варьирования. Предлагаемое уточнение основано на применении методов планирования эксперимента (построение изолиний функций откликов, метод крутого восхождения – Бокса–Уилсона).

4. Предложенную уточненную методику для показателей экономической оценки эффективности проекта можно перенести на прогнозирование показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия в целом. При этом важна более корректная оценка влияния отдельного проекта на финансово-хозяйственную деятельность предприятия – с учетом отклонений.

Список источников

1. Коротких, О.Н. Прогнозирование спроса: проблемы, методы и модели [текст] / В.Г. Будашевский, О.Н. Коротких // Социально-экономические, институционально-правовые и культурно-исторические компоненты развития муниципальных образований. Сборник трудов VIII научно-практической конференции. (Миасс, 13 мая 2011 г.). – Миасс : Издательство Геотур, 2011. – С. 13-14.

2. Кох, Р. Революция 80/20 [текст] / Р. Кох // пер. с англ. – Минск : Попурри, 2004. – 336 с.

3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов [текст] : официальное издание / вторая редакция, утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ и Госстроем РФ от 21 июня 1999 г. №ВК 477. – М., 2000. – 423 с.
4. Налимов, В.В. Логические основания планирования эксперимента [текст] / В.В. Налимов, Т.И. Голикова. – М. : Metallurgy, 1976. – 128 с.
5. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [текст] : Учеб. пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – 2-е изд., исправл. – М. : Высш. шк., 2005. – 544 с.
6. Френкель, А.А. Прогнозирование производительности труда : методы и модели [текст] / А.А. Френкель. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : ЗАО «Издательство «Экономика», 2007. – 221 с.
7. Ханк, Д. Э. Бизнес-прогнозирование [текст] / Д. Э. Ханк, Д. У. Уичерн, А. Дж. Райте. 7-е издание : пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 656 с.
8. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука [текст] / Р. Шеннон. – М. : Мир, 1978. – 420 с.

PROBLEM OF FORECASTING OF ECONOMIC EFFICIENCY OF THE INNOVATIVE PROJECT AND ITS INFLUENCE ON THE ECONOMIC ACTIVITY OF ENTERPRISE

Korotkih Olga Nikolaevna,

Post-graduate student of the Chair of Business Accounting and finances of South Ural State University; olga_ya87@mail.ru

The article examines questions connecting with forecasting of demand, indicators of economic efficiency of the project and the analysis of economic activities of the enterprise, and also methods of their realization. The matrix of a rational choice of methods of forecasting considering level of innovative production is developed. The technique of a choice of structure of factors and their varied intervals being based on a methodology for designing experiments in a combination to simulation modeling is specified.

Keywords: forecasting, sustainability of project, optimization, methods of design of experiments, simulation modeling.