

Оценка эффективности инноваций на действующем предприятии на основе оптимизационного моделирования

В работе рассмотрены подходы к системной оценке эффективности инновационно-инвестиционных проектов на действующих предприятиях на основе использования моделей оптимизации их функционирования и развития. При этом на проект относятся синергетический эффект, возникающий в системе, и накладные расходы, связанные только с конкретным проектом.

Ключевые слова: системная оценка экономической эффективности инноваций, оптимизационная модель функционирования предприятия, синергетический эффект реализации проектов.



В. В. Титов,

д. э. н., профессор, зав. отделом Института экономики и организации промышленного производства СО РАН (ИЭОПП СО РАН)

e-mail: titov@ieie.nsc.ru

Постановка проблемы

Основой инновационной деятельности предприятия является коммерциализация новых видов продукции, методов ее производства, моделей бизнеса. Без этого невозможно достижение долгосрочного конкурентного преимущества предприятием на рынке. Однако без реализации инвестиционной стратегии нет и разработки, выпуска новой продукции. Инновационный процесс является началом жизненного цикла продукции, инвестиционный — обеспечивает реализацию инновационного процесса и техническую подготовку производства (реализацию многих других нововведений). Таким образом, хотя инновационный процесс определяет инвестиционную стратегию, но эффективность инноваций может быть количественно оценена только на стадии инвестирования.

Интересные методологические подходы к уточнению оценки экономической эффективности инновационно-инвестиционных проектов связаны с использованием оптимизационных моделей функционирования предприятия [1].

Коротко представим характер ограничений модели. Модель построена на основе учета кругооборота воспроизводственного процесса — продажа продукции обеспечивает получение чистой прибыли, из которой финансируется прирост оборотного капитала, а далее остатки чистой прибыли направляются на инновационный процесс и инвестиции — производство и продажа продукции осуществляются с еще большей интенсивностью и т. д. Функция цели — максимум NPV, чистого дисконтированного дохода (ЧДД). Учитывался прогнозный инфляционный процесс по годам планирования. Объем производства, продаж, реализации продукции рассчитывался в модели с уче-

том обоснованного предприятием спроса и технико-экономических, финансовых ограничений. Для определения прибыли рассчитывались переменные затраты, уровень постоянных и переменных накладных расходов задавался только для базового года по факту, а с первого года планирования объем накладных расходов прогнозировался на основе специальных расчетов. В модели на каждый год формировался прогнозный баланс по основным его разделам. Специальным образом формировались ограничения, связанные с финансированием и запуском в производство новой продукции. Итоговые расчеты определяли формирование денежного потока по годам деятельности предприятия, что позволяло рассчитывать ЧДД.

Для обоснования расчетов в модели уровня накладных расходов были проведены специальные исследования для одного из предприятий сельскохозяйственного машиностроения [2]. Исходные данные представлены в табл. 1.

На основе фактических данных была построена линейная регрессионная модель, отражающая уровень накладных расходов относительно объемов продаж продукции:

$$Z = C + bR = 1,5 + 0,212 R,$$

где Z — объем смешанных накладных затрат, C — постоянные расходы, b — удельные переменные накладные

Таблица 1
Накладные расходы и объем реализации продукции, млн руб.

Годы	1	2	3	4	5	6	7
Накладные расходы	3,27	4,91	8,61	13,72	17,72	20,66	26,18
Объем продаж	9,98	13,98	31,1	65,36	77,51	83,25	116,6

расходы на рубль проданной продукции, R — объем продаж.

С помощью такой функции можно прогнозировать смешанные накладные расходы на планируемые периоды. Так, если в базовом году $t = 0$ накладные расходы зафиксированы как Z_0 , то для последующих периодов они определялись следующим образом:

$$Z_t = (1 + I_t) Z_0 + 0,212 (R_t - R_0),$$

где I_t — индекс прироста прогнозной инфляции относительно базового года, R_0 — уровень продаж в базовом году.

Представленная тенденция изменения накладных расходов отражает и относительную экономию (либо убытки). Так, при росте продаж с учетом инфляции на 1% прогнозный прирост накладных расходов должен составить 0,212%. В среднем же доля накладных расходов в товарной продукции была на уровне 23,9%. Экономия на накладных расходах составляет 11,3%, т. е. эффект от увеличения объемов продаж не очень велик. Это говорит о том, что в накладных расходах достаточно значительна доля переменных накладных расходов (затраты, связанные с работой оборудования и др.). Рост заработной платы также может опережать темпы роста объемов продаж.

Анализ использования оптимизационной модели функционирования предприятия для оценки экономической эффективности инновационно-инвестиционного проекта рассмотрим на примере прогнозного моделирования деятельности на пятилетний период одного из предприятий, внедряющего новую продукцию. Анализ расчетов по оценке эффективности инновационно-инвестиционного проекта по запуску в производство одного из модернизированных изделий представим на основе нескольких вариантов. Данной продукции соответствовали следующие проектные технико-экономические и финансовые показатели в базовом году на единицу продукции: прибыль — минус 488 руб.; прямые затраты — 6548 руб., в том числе основная заработная плата 1320 руб.; маржа — 7202 руб.; рентабельность продукции — минус 3,4%; объем инвестиций на разработку и техническую подготовку производства по годам в тыс. руб.: 100, 47, 0, 0, 0; спрос на продукцию по годам в шт.: 0, 57, 70, 90, 100.

При существующей методике разнесения накладных расходов пропорционально затратам прямой заработной платы (5,826 руб. на 1 руб. основной заработной платы) себестоимость этой продукции составляет 14238 руб., что превышает ее оптовую цену (13750 руб.). Если провести анализ эффективности запуска в производство данной продукции по существующим методикам, то ЧДД будет отрицательным. Поэтому на данном примере представим реальную картину финансовых потоков.

Фактически происходит следующее. Накладные расходы растут при увеличении объемов производства и продаж. Так, для рассматриваемого предприятия при увеличении объемов проданной продукции на тысячу руб. условно-переменные расходы в среднем растут на 212 руб. Именно эти расходы и следует учесть *при*

расчетах эффективности инвестиций для разработки и выпуска новой продукции.

На практике этот эффект рассчитывают через расчет себестоимости новой продукции. Однако если пересчитать себестоимость всей продукции с учетом эффекта от расширения объемов производства, то экономия на накладных расходах будет учтена в себестоимости и другой продукции. В себестоимости новой продукции в этом случае часть эффекта не будет учтена. Использование таких значений себестоимости новой продукции при оценке чистых денежных потоков (прибыли) будет методической ошибкой (нарушается принцип — сравнение «с проектом» и «без проекта», учет всех наиболее существенных последствий проекта, которые относятся только к нему), так как часть эффекта уже не будет учтена при расчетах эффективности проекта.

Анализ и сравнение многовариантных расчетов

Необходимые данные и многовариантные расчеты эффективности запуска в производство новой продукции с учетом инфляции представлены в табл. 2.

Рассмотрим первый вариант расчетов. Он представлен в первых пяти строках табл. 2. Накладные расходы рассчитаны по нормативу к основной заработной плате и с учетом экономии (11,3%) на постоянных расходах. При этом предполагается, что норматив (5,826 руб.) накладных расходов на рубль основной заработной платы остается по годам одним и тем же. Как показано в строке 5, прибыль от продаж будет незначительной. Если учесть что необходимо из чистой прибыли профинансировать более 150 тыс. руб. инвестиций и 150 тыс. руб. прироста оборотного капитала, то ясно, что ЧДД проекта при таких данных будет отрицательным.

Конечным вариантом расчетов станет оценка ЧДД на основе оптимизационного моделирования. Такой системный и обстоятельный расчет станет основой планирования. Чтобы сравнить такой расчет с локальными решениями, необходимо использование одинаковых исходных данных. Так, в первом варианте был принят за основу расчетов единый норматив накладных расходов на рубль основной заработной платы по базовому году. Однако с изменением объемов продаж и структуры выпуска продукции данный показатель по годам будет разным. Например, для второго года такой норматив равен 8,241 тыс. руб., для пятого года — 6,211 тыс. руб. Все показатели больше, чем 5,826 тыс. руб. Следовательно, учитывая новые параметры, можно сказать, что для данного проекта расчетный ЧДД станет еще меньшим. В 6-й строке табл. 2 дана расчетная себестоимость продаж продукции. Во всех годах себестоимость больше величины продаж.

Далее остановимся на третьем варианте расчетов ЧДД инновационно-инвестиционного проекта. При выпуске новой продукции на действующем предприятии, как мы уже показали, возрастают в основном только переменные накладные расходы. Так, при увеличении объемов продаж на 878 тыс. руб. возрастут прямые затраты на 418 тыс. руб., а накладные расходы (21,2% от объема продаж) прирастут на 186 тыс. руб. плюс 8

Локальный расчет эффективности проекта запуска в производство усовершенствованного изделия

Показатели, тыс. руб. с учетом инфляции	Годы	1	2	3	4	5
	К первому варианту расчетов					
1. Объем продаж с учетом инфляции			878	1202	1707	2062
2. Прямые затраты			418	572	813	982
3. Основная заработная плата			84	115	164	198
4. Накладные расходы, рассчитанные по нормативу к основной заработной плате и с учетом экономии на постоянных расходах			489–55=434	670–75=595	956–108=848	1153–130=1023
5. Прибыль (объем продаж за вычетом прямых и накладных затрат)			26	35	46	57
Ко второму варианту расчетов						
6. Себестоимость продаж нового изделия			1110	1513	2071	2212
К третьему варианту расчетов						
7. Прирост накладных расходов			194	267	374	448
8. Прибыль от увеличения продаж			266	363	521	631
9. Прибыль от реализации продукции			238	352,9	504,4	616,8
10. Чистая прибыль от реализации продукции			180,9	268,2	383,3	468,8
11. Инвестиции		–100	–53			
12. Прирост оборотного капитала			–67,7	–24,9	–39,5	–12,7
13. Амортизация вновь введенных основных средств			8	12	12	12
14. Чистый денежный поток по годам		–100	68,2	255,3	355,8	468,1
15. Коэффициенты дисконтирования		1	0,833	0,746	0,677	0,621
16. ЧДД по годам		–100	56,8	190,4	240,9	290,7
17. ЧДД нарастающим итогом		–100	–43,2	147,2	388,1	678,8

тыс. руб. амортизационных отчислений от стоимости вновь введенных основных средств (строка 7 табл. 2). Чистый денежный поток от продаж данного изделия составит 266 тыс. руб. для $t = 2$ (строка 8 табл. 2). Если рассчитать себестоимость данного объема продаж, то она составит $84 \times 8,241 + 418 = 1110$ тыс. руб., убыток – 232 тыс. руб. Это значит, что при расчете себестоимости 506 тыс. руб. накладных расходов отнесены на производство нового изделия, а себестоимость продаж по остальной продукции уменьшена на те же 506 тыс. руб. Следовательно, положительный чистый денежный поток в размере 266 тыс. руб. не пропал. Он распределен при расчетах себестоимости продукции. Чистые денежные потоки от продаж в других годах показаны в 8-й строке табл. 2.

Учитывая, что дебиторская задолженность составляет 10,5% от объема продаж, то чистый денежный поток от реализации продукции будет другим. Он показан в строке 9 табл. 2. В 10-й строке показана чистая прибыль, в 11-й – объем инвестиций с учетом инфляции.

Прирост оборотного капитала определяется следующим образом (строка 12). В исходной информации задается доля дебиторской задолженности относительно объема проданной продукции – 0,105. Этот параметр используется и при моделировании. В этом случае прибыль по проданной продукции не совпадает с прибылью от реализации. Это обстоятельство учтено и в расчетах. Доля запасов задается относительно себестоимости проданной продукции – 0,16 (для 5-го года такой норматив определен в 15%). Уровень кредиторской задолженности задан также относительно себестоимости проданной продукции – 0,2. В данном случае расчеты проводятся относительно прироста себестоимости. Прирост

уровня оборотных активов в первую очередь финансируется за счет прироста величины кредиторской задолженности. Все эти параметры определяются по балансу базового года. Указанные данные позволяют приблизительно рассчитать объем прироста оборотного капитала как в рассматриваемом примере оценки эффективности инвестиционного проекта, так и при моделировании деятельности предприятия на пятилетний период. Так, при объеме продаж в 878 тыс. руб. прирост уровня оборотного капитала составит 67,7 тыс. руб. ($878 \times 0,105 + 612 \times 0,16 - 612 \times 0,2$). Здесь $612 = (418 + 194)$ тыс. руб. соответствуют приросту себестоимости проданной продукции рассматриваемого проекта для $t = 2$. В строке 12 представлен прирост оборотного капитала и для остальных лет. В 13-й строке табл. 2 даны амортизационные отчисления вновь введенных основных средств.

Таким образом, определены все составляющие чистого денежного потока по годам (строка 14). Коэффициенты дисконтирования заданы с учетом прогнозной инфляции (строка 15). Из данных табл. 2 видно, что если накладные расходы рассчитывались бы по существующей методике, то ЧДД для такого проекта был бы отрицательным. Фактически же срок окупаемости такого проекта при указанных данных составляет менее 2,5 лет, а ЧДД проекта к концу пятого года достиг бы 678,8 тыс. руб.

Использование оптимизационной модели для оценки инновационно-инвестиционного проекта

Данный инновационно-инвестиционный проект участвует и при моделировании деятельности рассматриваемого предприятия на пятилетний период. При этом рассмотренный методический подход отражения

в расчетах эффективности инвестиционных проектов, внедряемых на действующих промышленных предприятиях, только прироста прямых затрат и накладных расходов, связанных с увеличением объемов продаж и реализации продукции по данным проектам, успешно может быть использован и при моделировании. В модели к тому же учитывается не только эффект от расширения производства, но и от технологических взаимодействий проектов, использования прибыли от проектов в другом производстве и др., т.е. учитывается системный, синергетический эффект.

С помощью модели функционирования предприятия определить ЧДД проекта достаточно просто. Решение задачи на максимум ЧДД дает его общую оценку в 13554 тыс. руб. В целом для предприятия оценка мала. Она говорит о достаточно низкой эффективности производства. Так из 11 инвестиционных проектов в план вошло 7. Если исключить возможность внесения в план рассматриваемого проекта, то общая величина ЧДД составит 12860,6 тыс. руб. Следовательно, системная оценка экономической эффективности инвестиционного проекта (а ЧДД отражает такую эффективность через внутреннюю норму доходности) равна 693,4 тыс. руб. Она немного больше рассчитанной в третьем варианте оценки. Это говорит о том, что финансовый (по другим возможным эффектам нет данных) системный эффект на предприятии не значителен. Остатки чистой прибыли (в оптимальном плане) не используются при реализации части проектов из-за их убыточности. При решении задачи (без проекта) линейного программирования ограничение, в котором фиксируется условие реализации одного варианта проекта, получило двойственную оценку в 694,5 тыс. руб. Такая двойственная оценка проекта показывает возможность увеличения ЧДД с 12860,6 тыс. руб. на величину двойственной оценки. Расхождение такой оценки с указанной ранее незначительно. Решение включает и информацию о двойственных оценках ограничений по спросу на рассматриваемое изделие по годам его выпуска: 2,89; 2,79; 2,72; 2,26. Характер изменения оценок как раз и говорит о наличии системного эффекта. Наибольшая оценка — для первого года выпуска продукции. Получаемая прибыль в начале воспроизводственного процесса создает мультипликаторный эффект — она идет на развитие производства, финансирование прироста оборотного капитала, создает эффект, который передается в последующие годы.

Итак, с помощью моделирования получена системная оценка экономической эффективности инвестиционного проекта. Она на 2,15% больше, чем та оценка, которая получена на основе балансовых расчетов. Это не много. Однако даже в трудных условиях предприятия сельскохозяйственного машиностроения, когда рентабельность продаж не превосходит 5%, системный эффект имеет место. Можно ли увеличить оценку проекта? Необходимо в полной мере учесть релевантный денежный поток, который касается в той или иной форме реализации инвестиционного проекта. Как показало оптимизационное решение, не вся чистая

прибыль используется — нет эффективного ее приложения, не все проекты принимаются к реализации. Возможно увеличение объемов продаж и реализации, но при этом уменьшается ЧДД (идет опережающий рост оборотного капитала, проекты, не вошедшие в оптимальный план, не достаточно эффективны). В этом случае можно получать проценты по депозитным вкладам. В расчетах принята ставка по депозитам в размере 8%. В этом случае ЧДД предприятия возрастает до 14319 тыс. руб., без рассматриваемого проекта ЧДД — 13597 тыс. руб. Как видим, ЧДД проекта увеличивается до 722 тыс. руб. При этом двойственные оценки продукции, выпускаемой по данному проекту, по годам ее реализации уже более четко показывают наличие системного эффекта (в том числе и за счет депозитных вкладов): 3,093; 3,065; 2,717; 0,869.

Выводы

Таким образом, одна из сложнейших задач экономического управления предприятием, связанная с оценкой эффективности реализации на предприятии инновационно-инвестиционного проекта может быть решена с помощью моделирования. Оценка эффективности проекта осуществляется как бы на основе погружения его в производственно-экономическую систему. Проект влияет на деятельность предприятия. На предприятии, в свою очередь, формируются свои ограничения по реализации проекта. В итоге с точки зрения функционирования всего предприятия мы получаем оценку влияния проекта на все основные показатели работы предприятия.

* * *

Работа выполнена при поддержке РГНФ, проект № 11-02-00483а.

Список использованных источников

1. В. В. Титов. Оптимизация управления промышленной корпорацией: вопросы методологии и моделирования. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2007.
2. Е. В. Касаткина, В. В. Титов. Оптимизация управления реализацией инвестиционных проектов на промышленном предприятии // Под ред. В. В. Титова, В. Д. Марковой. // Региональная политика развития предпринимательства и промышленности: сб. научн. тр. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2007.

Innovation Effectiveness Valuation Based on Optimization Modelling for Industrial Enterprise

V. V. Titov, PhD, Professor, Head of Division, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS (IEIE SB RAS).

The paper deals with the approaches for valuation of effectiveness of investment and innovation projects on the enterprise level based on optimization models reflecting the processes of development. The project results demonstrate the synergy effect created in the system and expenses connected with the specific project.

Keywords: system valuation of innovation's effectiveness, the optimization model of enterprise operations, the synergic effect of projects implementation.