

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Б. И. Вайсблат

докт. техн. наук, профессор Нижегородского филиала Научно-исследовательского университета — Высшая школа экономики

А. Е. Долнаков

канд. экон. наук, зам. директора по финансам и экономике Нижегородского филиала «ЕвроСиб-Энерго»

РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С УЧЕТОМ РИСКА И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТА

В энергетике инвестиционная деятельность нередко осуществляется в виде реконструкции или модернизации работающих объектов. Как правило, каждое энергетическое предприятие планирует в рассматриваемом периоде реализацию не одного, а нескольких инвестиционных проектов. Для определения эффекта (например, финансового результата, денежного потока) от реализации каждого инвестиционного проекта в рассматриваемый временной период применяется сравнительный анализ вариантов работы предприятия в целом после сдачи в эксплуатацию объекта инвестирования. Вывод о целесообразности инвестирования проводится по классическим параметрам — в результате расчета NPV, IRR, простого и дисконтируемого сроков окупаемости. Эффективность инвестиционной программы предприятия, состоящей из нескольких инвестиционных проектов, рассматривается как сумма эффектов от каждого проекта. При этом задача оптимизации инвестиционной программы, т. е. портфеля инвестиционных проектов, решается на эмпирическом уровне, так как в литературе отсутствуют адекватные методики.

Кроме выбора состава портфеля инвестиционных проектов на практике приходится решать и задачу секвестирования инвестиционной программы. В этом случае необходимо определить, сколько инвестиционных затрат следует оставить в том или ином проекте портфеля, чтобы в целом программа осталась оптимальной по заданному критерию.

В сформированной инвестиционной программе остается актуальной проблема количественной оценки рисков инвестиционных проектов. Математический аппарат расчета рисков энергетических инвестиционных проектов ограничивается на практике лишь анализом чувствительности, так как отсутствуют соответствующие унифицированные методики в литературе, посвященной инвестиционному проектированию.

Для восполнения данного пробела и в целях практического применения оценки рисков, предлагается следующий подход к расчету оптимального инвестиционного портфеля реальных инвестиций с учетом риска неполучения заданного финансового результата портфеля.

Рассмотрим данные подходы для двух инвестиционных проектов, составляющих портфель. Первый проект — установка на теплоэлектроцентрали дополнительного теплообменника пластинчатого типа на давление пара 11 ата — пикового бойлера с целью увеличения отпуска тепла на отопление без использования водогрейных котлов, работающих на мазуте. Параметрам данного проекта присвоим дополнительный индекс 1.

Второй проект — перевод водогрейного котла ПТВМ-180 (ВК-6) на сжигание газа. Параметрам данного проекта присвоим дополнительный индекс 2.

Предположим, что i -й инвестиционный проект портфеля должен генерировать некоторый финансовый результат F_i , на который рассчитывает инвестор, чтобы покрыть свои инвестиционные затраты I_i после того, как мощности проекта будут введены в эксплуатацию.

Для расчета финансового результата инвестиционного проекта необходимо экспертно оценить:

1) выручку теплоэлектроцентрали после ввода в эксплуатацию мощностей каждого i -го проекта: в первом случае после установки пикового бойлера в рассматриваемый период и после перевода водогрейного котла на газ во втором случае;

2) затраты теплоэлектроцентрали в тот же период.

Таблица 1

Параметры для расчетов по 1-му проекту

№ п/п	Название параметра	Единица измерения	Условное обозначение	Значение (диапазон)	
1	Отпуск электрической энергии	тыс. кВт·ч	$a_{4,1}$	221 829	220 749
2	Цена	руб./ тыс. кВт·ч	$a_{5,1}$	1295	
3	Отпуск тепла	Гкал	$a_{7,1}$	498 852	
4	Цена	руб./Гкал	$a_{8,1}$	592	
5	Отпуск сжатого воздуха	тыс. м ³	$a_{10,1}$	38 370	
6	Цена	тыс. руб.	$a_{11,1}$	319	
7	Расход газа	тыс. м ³	$b_{1,1}$	108 948	
8	Цена	руб.	$b_{2,1}$	3157	
9	Расход мазута	т	$b_{4,1}$	5802	4798
10	Цена	руб.	$b_{5,1}$	9800	
11	Инвестиционные затраты	руб.	I_1	60 000	

Таблица 2

Параметры для расчетов по 2-му проекту

№ п/п	Название параметра	Единица измерения	Условное обозначение	Значение (диапазон)	
1	Отпуск электрической энергии	тыс. кВт·ч	$a_{4,2}$	221 829	200 517
2	Цена	руб./ тыс. кВт·ч	$a_{5,2}$	1295	
3	Отпуск тепла	Гкал	$a_{7,2}$	498 852	
4	Цена	руб./Гкал	$a_{8,2}$	592	
5	Отпуск сжатого воздуха	тыс. м ³	$a_{10,2}$	38 370	
6	Цена	тыс. руб.	$a_{11,2}$	319	
7	Расход газа	тыс. м ³	$b_{1,2}$	108 948	109 759
8	Цена	руб.	$b_{2,2}$	3157	
9	Расход мазута	т	$b_{4,2}$	5802	1068
10	Цена	руб.	$b_{5,2}$	9800	
11	Инвестиционные затраты	руб.	I_2	36 000	

Экспертная оценка параметров рассматриваемых проектов основывается на ретроспективе режима работы оборудования в показательный месяц отопительного сезона в зависимости от температур наружного воздуха.

В табл. 1 и 2 приведены параметры для расчета данных величин соответственно первого и второго проектов. Некоторые параметры являются случайными и вносят элементы риска в расчет: эти параметры заданы в виде диапазона возможных значений.

Далее проведем простые расчеты выручки, затрат и финансового результата на основе исходных данных.

Для проекта 1:

Находим выручку от реализации электроэнергии $B_{1.1}$:

$$BB_{1.1} = a_{4.1} \times a_{5.1}.$$

Находим выручку от реализации теплоэнергии $B_{2.1}$:

$$BB_{2.1} = a_{7.1} \times a_{8.1}.$$

Находим выручку от реализации сжатого воздуха $B_{3.1}$:

$$BB_{3.1} = a_{10.1} \times a_{11.1}.$$

Итоговая выручка равна:

$$B_1 = \sum B_j.$$

Находим топливные затраты. Затраты на природный газ:

$$U_{\text{lgaz}} = b_{1.1} \times b_{2.1}.$$

Затраты на мазут:

$$U_{\text{lmaz}} = b_{4.1} \times b_{5.1}.$$

Суммарные топливные затраты:

$$U_1 = \sum U_j.$$

Для упрощения методики постоянные затраты в расчете не учитываем.

Финансовый результат находим как разницу суммарной выручки, суммарных переменных и инвестиционных затрат: $F_1 = B_1 - U_1 - I_1$.

Показатели риска рассчитаем для следующих расчетных величин:

$P_i = \max\{F_i; 0\}$ — прибыль за период i -го проекта;

$R_i = P_i/U_i \times 100$ — рентабельность i -го проекта.

Для расчета показателей риска 1-го проекта рассчитаем средние значения случайных величин (индекс sr) и их дисперсию (D) по формулам:

$$Da_{4.1} = (\max a_{4.1} - \min a_{4.1})^2/12;$$

$$Db_{4.1} = (\max b_{4.1} - \min b_{4.1})^2/12$$

и занесем данные в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчетов

j	1	2	5	7	8	10	11
a_{j1}	—	—	1295	498 852	592	38 370	319
b_{j1}	108 948	3157	9800	—	—	—	—
$\min a_4$	$\max a_4$	a_{4sr}	Da_4				
220 749	221 821	221 285	95 765				
$\min b_4$	$\max b_4$	b_{4sr}	Db_4				
4798	5802	5300	84 001				

Поскольку в состав формул расчета выручки, затрат и финансового результата входят случайные параметры, данные величины тоже будут случайными. Для случайных величин произведем расчет средних (например, среднеарифметических) значений:

$B_{1.1sr}$ — среднее значение выручки от реализации электроэнергии;

B_{1sr} — среднее значение выручки;

U_{1mazsr} — среднее значение затрат на мазут;

U_{1sr} — среднее значение переменных затрат.

Затем рассчитаем дисперсии всех случайных величин: $DB_{1.1}$, DB_1 , DU_{1maz} , DU_1 , DF_1 по формулам:

$$DB_{1.1} = a_{5.1}^2 \times Da_{4.1};$$

$$DB_1 = DB_{1.1};$$

$$DU_{1maz} = b_{5.1}^2 \times Db_{4.1};$$

$$DU_1 = DU_{1maz};$$

$$DF_1 = DB_1 + DU_1$$

и произведем расчет показателей риска.

Результаты расчета приведем в табл. 4.

Полученные результаты показывают степень достижения цели при реализации 1-го инвестиционного проекта.

Таблица 4

Ожидаемые результаты при реализации 1-го проекта

Параметр	Значение, руб.
I_1	60 000 000
$B_{1.1sr}$	286 564 075
$DB_{1.1}$	160 600 858 133
$B_{2.1}$	295 320 384
$B_{3.1}$	12 240 030
B_{1sr}	594 124 489
DB_1	160 600 858 133
U_{1gaz}	343 948 836
U_{1mazsr}	51 940 000
DU_{1maz}	8 067 488 053 333
U_{1sr}	395 888 836
DU_1	8 067 488 053 333
F_1	138 235 653
DFI	8 228 088 911 467
t_1	48
<i>Laplas</i>	1
<i>Gaus</i>	0
P_{1sr}	138 235 653
DP_1	8 228 088 911 467
δP_1	1 147 386
Kr_1	1
R_1	35
$Ubyt_1$	0

Потери прибыли (ΔP_1) могут составить всего 1,14 млн руб. При этом убыток (U_{by1}) не прогнозируется, а рентабельность (R) остается высокой — 35% (без учета постоянных затрат). Отсюда можно сделать вывод о том, что риски недостижения поставленной цели проекта — получения прибыли в месяц пиковой тепловой нагрузки — невелики. Данная методика может быть применена для количественного расчета риска инвестиционных проектов наряду с традиционными методами.

Для второго проекта расчеты совершенно аналогичны, они представлены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Результаты расчетов

j	5	7	8	10	11
a_{j2}	1295	498 852	592	38 370	319
j	1	2	4	5	
b_{j2}	—	3157	—	9800	
min $a_{4,2}$	max $a_{4,2}$	$a_{4,2\text{ sr}}$	$Da_{4,2}$		
200 517	221 829	211 173	37 850 112		
min $b_{1,2}$	max $b_{1,2}$	$b_{1,2\text{ sr}}$	$Db_{1,2}$		
108 948	109 759	109 354	54 810		
min $b_{4,2}$	max $b_{4,2}$	$b_{4,2\text{ sr}}$	$Db_{4,2}$		
1068	5802	3435	1 867 563		

Таблица 6

Ожидаемые результаты при реализации 2-го проекта

Параметр	Значение
I_2	36 000 000
$B_{1,2\text{ sr}}$	273 469 035
$DB_{1,2}$	63 475 584 076 800
$B_{2,2}$	295 320 384
$B_{3,2}$	12 240 030
$B_{2\text{ sr}}$	581 029 449
DB_2	63 475 584 076 800
$U_{2\text{ gaz sr}}$	345 229 000
$DU_{2\text{ gaz}}$	546 272 862 244
$U_{2\text{ maz sr}}$	33 663 000
$DU_{2\text{ maz}}$	179 360 750 520 000
$U_{2\text{ sr}}$	378 892 000
DU_2	179 907 023 382 244
F_2	166 137 450
DF_2	243 382 607 459 044
t_2	11
$Laplas$	1
$Gaus$	0
$P_{2\text{ sr}}$	166 137 450
DP_2	243 382 607 459 044
ΔP_2	6 240 290
Kr_2	4
R_2	44
U_{by2}	0

Сформированный инвестиционный портфель по потребности энергетического предприятия нередко не отвечает возможностям его освоения и финансирования в текущем периоде, например, такие ограничения вносят установленные регулируемыми органами тарифы. Нередко после формирования инвестиционного портфеля возникает задача секвестирования, т. е. выбора между проектами, какие следует оставить в программе текущего года, а какие — отложить. Данную задачу можно формализовать следующим образом.

Выбрать из инвестиционного портфеля такие проекты, вероятность получения заданной прибыли по которым будет максимальной при минимальном риске ее получения.

Какой из рассмотренных энергетических проектов предпочтительнее оставить в портфеле в случае недостаточности средств для реализации обоих проектов, рассчитаем по следующей методике.

1. Находим разницу прибылей p_1 и p_2 по проектам:

$$Z = p_1 - p_2.$$

2. Находим дисперсию DZ :

$$DZ = Dp_1 + Dp_2.$$

3. $t = Z/\sqrt{DZ}$.

4. Вычисляем функцию Лапласа $\gamma(t)$.

5. Вычисляем функцию Гаусса $\beta(t)$.

6. Находим вероятность достижения заданной прибыли по первому проекту:

$$Ph_1 = \gamma(t).$$

7. Находим вероятность достижения заданной прибыли по второму проекту:

$$Ph_2 = 1 - \gamma(t).$$

8. Находим вероятную потерю прибыли по первому проекту:

$$Delta_1 = -Z[1 - \gamma(t)] + \sqrt{DZ}\beta(t).$$

9. Находим вероятную потерю прибыли по второму проекту:

$$Delta_2 = -Z\gamma(t) + \sqrt{DZ}\beta(t).$$

Результаты расчетов по рассматриваемым проектам приведем в табл. 7.

Вероятность получения предполагаемой прибыли по второму проекту 96%, в то время как по первому — всего 4%, соответственно вероятные потери прибыли по первому проекту 28 млн руб., а по второму — всего 251 тыс. руб. Таким образом, с точки зрения решаемой задачи в секвестированном портфеле целесообразно оставить второй инвестиционный проект, а первый следует отложить.

Таблица 7

Показатель	Проект 1	Проект 2
P_i	138 235 653	166 137 450
Dp_i	8 228 088 911 467	243 382 607 459 044
Z	-27 901 797	
DZ	251 610 696 370 511	
t	-2	
<i>Laplas</i>	0	
<i>Gaus</i>	0	
<i>Phi</i>	0,04	0,96
$Delta_i$	28 152 681	250 884

Если в портфеле три и более проектов, то решение рассматриваемой задачи выбора существенно усложняется. Приведем алгоритм для выбора одного из трех проектов в портфеле в общем виде, где параметры 3-го проекта соответственно обозначены индексом 3.

1. $Z_2 = p_3 - p_2$.
2. $DZ_2 = Dp_3 + Dp_2$.
3. $t_1 = Z_2 / (DZ_2)$.
4. Функция Лапласа $\gamma(t_1)$.
5. Функция Гаусса $\beta(t_1)$.
6. $W_2 = Z_2\gamma(t_1) + \sqrt{DZ_2} \beta(t_1)$.
7. $DW_2 = \gamma^2(t_1)DZ_2$.
8. $U_1 = p_2 + W_2$.
9. $DU_1 = Dp_2 + DW_2 - \gamma(t_1)Dp_2$.
10. $V_1 = p_1 - U_1$.
11. $DV_1 = Dp_1 + DU_1$.
12. $t_2 = V_1 / DV_1$.
13. Функция Лапласа $\gamma(t_2)$.
14. Функция Гаусса $\beta(t_2)$.
15. $Ph_1 = \gamma(t_2)$.
16. $Delta_1 = -V_1[1 - \gamma(t_2)] + \sqrt{DV_1} \beta(t_2)$.
17. $Z_1 = p_3 - p_1$.
18. $DZ_1 = Dp_3 + Dp_1$.
19. $t_3 = Z_1 / \sqrt{DZ_1}$.
20. Функция Лапласа $\gamma(t_3)$.
21. Функция Гаусса $\beta(t_3)$.
22. $W_1 = Z_1\gamma(t_3) + \sqrt{DZ_1} \beta(t_3)$.
23. $DW_1 = \gamma^2(t_3)DZ_1$.
24. $U_2 = p_1 + W_1$.
25. $DU_2 = Dp_1 + DW_1 - 2\gamma(t_3)Dp_1$.
26. $V_2 = p_2 - U_2$.
27. $DV_2 = Dp_2 + DU_2$.
28. $t_4 = V_2 / \sqrt{DV_2}$.
29. Функция Лапласа $\gamma(t_4)$.
30. Функция Гаусса $\beta(t_4)$.
31. $Ph_2 = \gamma(t_4)$.
32. $Delta_2 = -V_2[1 - \gamma(t_4)] + \sqrt{DV_2} \beta(t_4)$.
33. $Z_3 = p_2 - p_1$.
34. $DZ_3 = Dp_2 + Dp_1$.
35. $t_5 = Z_3 / \sqrt{DZ_3}$.
36. Функция Лапласа $\gamma(t_5)$.
37. Функция Гаусса $\beta(t_5)$.
38. $W_3 = Z_3\gamma(t_5) + \sqrt{DZ_3} \beta(t_5)$.
39. $DW_3 = \gamma^2(t_5)DZ_3$.
40. $U_3 = p_1 + W_3$.
41. $DU_3 = Dp_1 + DW_3 - 2\gamma(t_5)Dp_1$.
42. $V_3 = p_3 - U_3$.

$$43. DV_3 = Dp_3 + DU_3.$$

$$44. t_6 = V_3/\sqrt{DV_3}.$$

45. Функция Лапласа $\gamma(t_6)$.

46. Функция Гаусса $\beta(t_6)$.

$$47. Ph_3 = \gamma(t_6).$$

$$48. Delta_3 = -V_3[1 - \gamma(t_6)] + \sqrt{DV_3}\beta(t_6).$$

Аналогично производится выбор из i проектов инвестиционного портфеля. Рассмотренные алгоритмы реализуются в пакетах Microsoft Office Excel и могут быть использованы в решении практических задач расчета рисков и выбора энергетических инвестиционных проектов.

Источники

Балдин К. В. Риск-менеджмент: учеб. пособие. М., 2006.

Бартон Т., Шенкир У., Уокер П. Риск-менеджмент. Практика ведущих компаний. М., 2008.

Бланк И. А. Инвестиционный менеджмент. М., 2010.

Вяткин В. Н. Управление рисками фирмы. Программы интегративного риск-менеджмента. М., 2006.

Гончаренко Л., Филин С. Риск-менеджмент: учеб. пособие. М., 2007.

Чернова Г. В., Кудрявцев А. А. Управление рисками: учеб. пособие. М., 2006.

Шоломицкий А. Г. Теория риска. Выбор при неопределенности и моделирование риска. М., 2005.