



▶ **ЛЕГОТИН Федор Яковлевич**  
 Доктор экономических наук,  
 профессор кафедры экономики  
 предприятий

Уральский государственный  
 экономический университет  
 620144, РФ, г. Екатеринбург,  
 ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45  
 Тел.: (343) 221-17-84  
 E-mail: kafpp@mail.ru



▶ **ВОРОНИН Сергей Викторович**  
 Аспирант кафедры экономики  
 предприятий

Уральский государственный  
 экономический университет  
 620144, РФ, г. Екатеринбург,  
 ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45  
 Тел.: (343) 221-17-84  
 E-mail: kafpp@mail.ru

#### Ключевые слова

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ  
 ПРИБЫЛЬ  
 ОПТИМИЗАЦИЯ  
 РИСК  
 ОЖИДАЕМАЯ ПОЛЕЗНОСТЬ  
 ПОЛЕЗНОСТЬ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ  
 ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР

#### Аннотация

Предложен метод принятия решения на основе оптимизации таких показателей, как капитал предприятия, риск, прибыль и ожидаемая полезность.

## Методы принятия оптимальных решений при оценке эффективности капитальных вложений предприятия

На данном этапе развития экономической теории как науки представляет собой сплав трех составляющих: собственно экономики – как практики ведения хозяйства; математической составляющей – как ее модели; гуманитарной (поведенческой) составляющей, которая, по сути, является и истоком для первых двух, и их конечной целью. Поэтому принятие решения, как реальный процесс, всегда направлено на устранение некоторой конкретной финансовой или хозяйственной проблемы, при этом сама проблема всегда должна быть математически сформулирована, а возможные исходы должны некоторым образом быть ранжированы по их значимости (и не только для человека). Мы уже отмечали необходимость одновременного учета всех составляющих – практики, математики и человеческого фактора (см.: [1; 2]), их смешение, либо, наоборот, учет только одной составляющей не могут привести к оптимальному результату. Нами была рассмотрена оригинальная математическая модель принятия решения, которая отталкивается от таких показателей, как капитал компании, минимизация риска и максимизация прибыли [1], также мы предложили новый алгоритм построения функции полезности, который позволяет построить ее с более высокой достоверностью (функция полезности, по сути, и представляет гуманитарную составляющую в математической модели) [2]. В данной статье мы хотим проанализировать возможность их совместного учета для решения конкретных задач.

Вначале разберем идеальную ситуацию, когда лицо принимающее решение (ЛПР) является владельцем и управляющим некоторого предприятия. В этом случае можно предположить, что интересы самого ЛПР и предприятия максимально совпадают. Допустим, что нужно принять решение о начале производства некоторого вида продукта. При этом величина необходимых инвестиций и возможная прибыль, естественно, зависят как от вида продукта, так и от объема производства.

Оптимальным решением будет некоторый вариант  $F$  [1], отвечающий условию

$$F = (U - C) \cdot \bar{Q} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $U$  – совокупный капитал, которым располагает ЛПР (его финансовые возможности);  $C$  – величина необходимых инвестиций;  $\bar{Q}$  – математическое ожидание прибыли.

Основным отличием этой формулы от предлагаемых подходов учета риска является введение в нее такого показателя, как совокупный капитал компании. Это позволяет соотнести масштаб предполагаемых прибыли и риска для данного предприятия. Такой подход также закреплен в ГОСТ Р 51898-2002, где риск определяется как «Сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба» [3].

Для демонстрации рассмотрим данные из табл. 1<sup>1</sup>. В ней представлены предварительные выкладки по организации производства трех видов продуктов с различными объемами.

Из табл. 1 видно, что варианты 3, 4, 5, 6 представляются наиболее предпочтительными. Из них наилучшим выглядит вариант 5. На рис. 1, где представлена визуальная интерпретация табл. 1, хорошо видно, что выражение  $(U - C) \cdot \bar{Q}$  представляет собой площадь четырехугольника, ограниченного линиями:

$$U = 5000 \text{ ед., } C_i \text{ и } \bar{Q}_i.$$

Однако принятие решений только на основании постулата максимизации возможной прибыли без учета насыщения часто несет ошибку. Чем выше капитал предприятия, тем меньше должен быть процент риска. Но многие предприниматели, получив прибыль на начальном этапе, и в дальнейшем продолжают делать столь же рискованные операции, что в конечном счете приводит к разорению. Поэтому более реалистичным будет максимизировать функцию  $F$  (1) не по математическому ожиданию прибыли  $\bar{Q}$ , а по полезности этой прибыли [4], что позволит учесть фактор насыщения, а

<sup>1</sup> Более подробно эта ситуация рассмотрена в работе [1].

## Techniques to Find Balanced Solutions when Evaluating the Efficiency of a Company's Capital Investments

Таблица 1 – Учет величины вложений и ожидаемой прибыли при принятии решения

Объем производства, т/мес.	Вариант	Необходимая величина вложений (C)	Математическое ожидание прибыли ( $\bar{Q}$ )			$(U - C) \cdot \bar{Q}$
			Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3	
100	1	600	30			132000
	2	650		35		152250
	3	900			45	184500
220	4	2100	60			174000
	5	2300		70		189000
	6	3000			90	180000
350	7	4100	90			81000
	8	4500		105		52500
	9	6000			135	-135000

\* В качестве примера принята величина  $U = 5000$  ед.

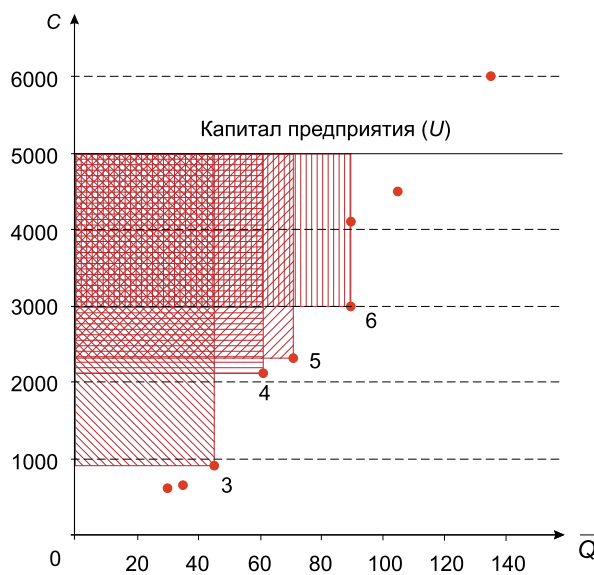


Рис. 1. Визуальное представление расчетов поиска оптимального решения

также личностные характеристики ЛПР. Вопрос: «А нужно ли мне это?», всегда подспудно должен стоять. Как построить реалистичную функцию полезности, подробно обсуждалось в работе [2].

Допустим, функция полезности ЛПР с сопоставимым доходом имеет вид

$$G(q) = 0,33 \cdot (q - 25)^{0,2},$$

где  $q$  – прибыль;  $G(q)$  – полезность прибыли.

На рис. 2 представлена эта функция применительно к значениям прибыли, приведенным в табл. 1.

Тогда, рассуждая аналогично, наилучшим решением необходимо признать вариант, удовлетворяющий условию

$$F = (U - C) \cdot G \rightarrow \max, \quad (2)$$

если точнее, то

$$F = (U - C) \cdot \bar{G} \rightarrow \max. \quad (3)$$

► **Fyodor Ya. LEGOTIN**

*Dr. Sc. (Ec.), Prof. of Enterprises Economics Dept.*

**Urals State University of Economics  
620144, RF, Ekaterinburg,  
ul. 8 Marta/Narodnoy Voli, 62/45  
Phone: (343) 221-17-84  
E-mail: kafpp@mail.ru**

► **Sergey V. VORONIN**

*Postgraduate of Enterprises Economics Dept.*

**Urals State University of Economics  
620144, RF, Ekaterinburg,  
ul. 8 Marta/Narodnoy Voli, 62/45  
Phone: (343) 221-17-84  
E-mail: kafpp@mail.ru**

### Key words

DECISION-MAKING

PROFIT

OPTIMIZATION

RISK

EXPECTED UTILITY

VALUE FOR THE COMPANY

HUMAN FACTOR

### Summary

The authors develop a technique to take decisions on the basis of optimization of the following factors – company's capital, risk, profit and expected utility.

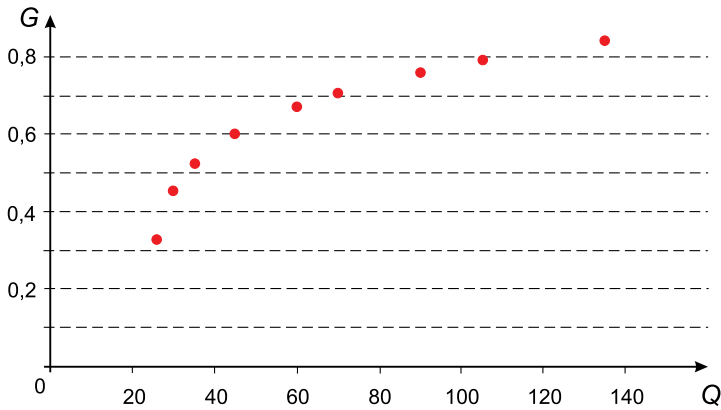
Рис. 2. График функции  $G(q) = 0,33 \cdot (q - 25)^{0,2}$ 

Таблица 2 – Принятие решений на основании функции полезности

Объем производства, т/мес.	Вариант	Необходимая величина вложений (C)	Ожидаемая полезность (G)			$(U - C) \times G$
			Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3	
100	1	600	0,46			2024
	2	650		0,52		2262
	3	900			0,60	<b>2460</b>
220	4	2100	0,67			1943
	5	2300		0,71		1917
	6	3000			0,76	1520
350	7	4100	0,76			684
	8	4500		0,79		395
	9	6000			0,84	-840

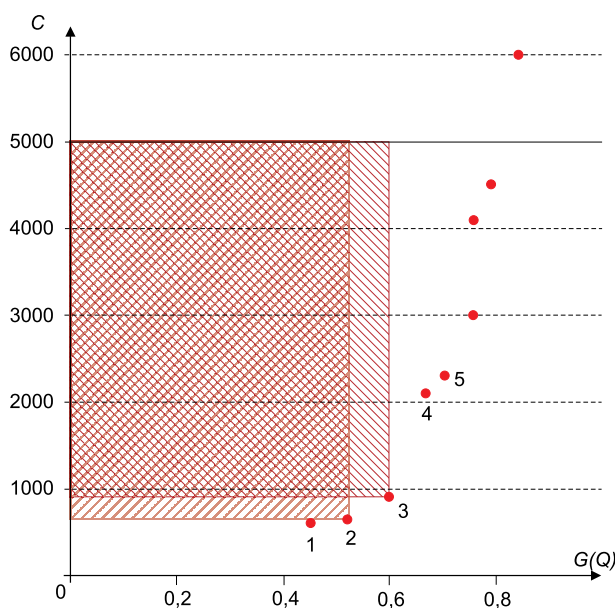


Рис. 3. Визуальное представление расчетов поиска оптимального решения на основе полезности исхода

Суть разницы формул в том, что в условии (2) используется величина полезности от ранее найденного математического ожидания прибыли, а в условии (3) – математическое ожидание самой полезности от возможных величин прибыли. Они дают одинаковые значения в нормальных условиях принятия решений, но в критических, наиболее рискованных точках рекомендуем применять формулу (3).

Используя данные табл. 1, функцию полезности  $G(q) = 0,33 \cdot (q - 25)^{0,2}$  и формулу (2), построим табл. 2.

Если на рис. 1 по оси абсцисс отложить не ожидаемую прибыль, а ее полезность, он примет вид, отраженный на рис. 3. Можно обратить внимание, что это приводит к смещению точек относительно оси ординат вправо.

Из табл. 2 и рис. 3 видно, что варианты 1, 2, 3, с объемом производства порядка 100 т/мес., имеют наибольшие значения. Из них наиболее целесообразным для ЛПР будет вариант 3. Как видим, произошла значительная корректировка. Но, несмотря на то что общая картина сильно изменилась, вариант 3 в обоих случаях показывает одно из лучших значений. Если учесть неизбежную погрешность, его можно считать наиболее удовлетворяющим условиям (4).

$$C \rightarrow \min, \bar{Q} \rightarrow \max, G \rightarrow \max. \quad (4)$$

Теперь проанализируем принятие решения наемным работником, т.е. менеджером. Сразу оговоримся, что мы рассматриваем идеального менеджера. Логичным будет предположить, что «идеальный менеджер» отталкивается от интересов предприятия, т.е. он принимает решения, максимизирующие полезность для предприятия. Встает вопрос: «Каким образом это сделать?».

Для построения функции полезности предприятия мы предлагаем использовать изменение его рыночной стоимости. (Конечно, взаимосвязь поведения функции полезности и рыночной стоимости предприятия требует дополнительного исследования, но мы используем ее здесь как тезис, как предположение.) Стоит обратить внимание, что рыночная стоимость это не что иное, как весовая значимость предприятия для рынка в целом. По сути, это простой коэффициент значимости подсистемы (в нашем случае – предприятия) для системы более высокого уровня (рынка). Таким образом, менеджер должен принимать такие решения, которые максимизируют коэффициент значимости

Таблица 3 – Характеристические данные примера

Вариант	Разовые затраты (С)	Отведенная часть пыли	Ресурс работы* (R)
1	0	0,5–0	800
2	2	0,75	2000
3	4	0,7	5000
4	15	0,8	12000
5	20	0,9	10000
6	30	0,95	10000

\* Ресурс работы принят как среднее от между пессимистичным, оптимистичным и наиболее вероятным количеством часов работы.

Таблица 4 – Учет величины вложений и полезности при выборе варианта ремонта

Вариант №	Разовые затраты (С)	$C_{\text{соот}} = (R_{\text{max}} / R_i) \times C_i$	Отведенная часть пыли (G)	Ресурс работы (R)	$(U - C_{\text{соот}}) \times G$
1*	–	–	–	–	–
2	2	12	0,75	2000	28,5
3	5	9,6	0,7	5000	28,28
4	15	15	0,8	12000	28
5	20	24	0,9	10000	23,4
6	30	36	0,95	10000	13,3

\* Вариант 1 не учитывается, так как признается неприемлемым.

вверенного ему участка для системы, в которую этот участок входит.

Если следовать логике сделанных предположений, то на уровне топ-менеджмента принимаются решения, максимизирующие коэффициент значимости предприятия на рынке в целом, на уровне среднего звена управления – решения, максимизирующие коэффициент значимости отдела (цеха) на предприятии, на уровне начального управленческого звена – решения, максимизирующие коэффициент значимости участка для отдела (цеха).

Сам менеджер может оценить эти коэффициенты и их изменение по степени ответственности за принятые им решения. К примеру, в одном случае, когда предприятие получает прибыль порядка 100 тыс. р., поощрение ограничивается устным образом, а их потеря выливается в устное взыскание. На другом предприятии (уровне) за аналогичные результаты можно рассчитывать на увеличение премии на 50% или полное ее лишение. На третьем это может привести к служебному повышению при благоприятном исходе или к увольнению в противном случае. Из этого можно сделать вывод, что для первого предприятия суммы порядка 100 тыс. р. являются несущественными

и его коэффициент значимости от их потери (прибыли) изменяется не сильно. Для второго предприятия такие суммы представляются более значительными, их потеря (прибыль) приводит к некоторым подвижкам на рынке, и изменение коэффициента значимости на этом рынке заметно. Для третьего такие же суммы представляются существенными и их потеря (прибыль) приводит к резкому относительному изменению. Но стоит обратить внимание, что ответственность за равную по величине потерю всегда выше. То есть потери всегда более ощутимы. В этом случае мы опять наблюдаем изменение полезности. Если подобные выкладки провести и для других сумм, то можно получить некоторую функцию, соответствующую полезности функции предприятия.

Для построения алгоритма разберем реальный пример из хозяйственной практики, и лучше на начальном (нижнем) уровне управления. В хозяйственной деятельности предприятия очень часто полезность можно выразить через натуральные показатели или их процентное отношение.

На участке размола проб отдела химанализа Свердловской агрохимслужбы вентиляционная система перестала

справляться с отводом образующейся пыли. Суть проблемы в том, что для отвода пыли используется старая, несколько модернизированная вытяжная вентиляция. Скорость потока воздуха в ней незначительна, из-за чего часть пыли оседает в помещении, а часть пыли в вентиляционном канале. Через некоторое время канал забился, двигатель стал перегреваться, КПД двигателя значительно снизился и отвод пыли стал неудовлетворительным.

Можно предложить несколько альтернативных вариантов решения (табл. 3):

- 1) ничего не делать;
- 2) раз в 2–3 года чистить вентиляцию;
- 3) почистить вентиляцию, поставить съемный фильтр и менять его по мере загрязнения, через 2–3 месяца;
- 4) почистить вентиляцию, поставить более высокооборотистый двигатель;
- 5) почистить вентиляцию, поставить вентилятор высокого давления;
- 6) поставить вентилятор высокого давления и протянуть новую вентиляционную систему.

Разница в эксплуатационных расходах принята несущественной, поэтому не учитывается.

В статье [1] мы отмечали, что задача максимизации прибыли (в свете вышесказанного – ее полезности) при минимизации вложений и риска аналогична задаче увеличения производительности оборудования (его полезности) при минимуме его цены и максимуме надежности. Решим данный пример аналогично.

Величину  $U$  примем равной начальной приведенной стоимости всего оборудования, числящегося на балансе участка. Естественно, мы не можем потратить на вентиляцию больше, чем ранее было потрачено на весь участок. Для нашего случая это сумма порядка 50 тыс. р. Чтобы соотнести между собой затраты, введем еще одну величину –  $C_{\text{соот}} = (R_{\text{max}} / R_i) \cdot C_i$ . Что касается полезности, то в данном случае обозначить ее очень просто, она равна доле отведенной пыли от образующейся.

Формула (2) примет вид

$$F = (U - C_{\text{соот}}) \cdot G \rightarrow \max. \quad (5)$$

Сведем полученные при расчете данные в табл. 4. Видно, что вариант 2 (чистка вентиляции раз в 2–3 года) представляется наиболее предпочтительным для участка. Этот пример доказывает, что простые неброские решения чаще всего и дают необходимый результат.

## Источники

1. Леготин Ф.Я., Воронин С.В. Выбор оптимальных экономических решений в сложных вероятностных моделях управления предприятием // Известия УрГЭУ. 2011. № 2.
2. Леготин Ф.Я., Воронин С.В. Метод построения степенной функции полезности на этапе выбора оптимальных экономических решений // Известия УрГЭУ. 2011. № 4.
3. Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты: ГОСТ Р 51898-2002. М.: Гостандарт России, 2002.
4. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение: пер. с англ. М.: Наука, 1970.

## References

1. Legotin F.Ya., Voronin S.V. Complex stochastic models for company management: finding balanced economic solutions // Izvestiya of the USUE. 2011. No. 2.
2. Legotin F.Ya., Voronin S.V. Approximation accuracy of economic decision-making applying exponential and logarithmic utility functions // Izvestiya of the USUE. 2011. No. 4.
3. Safety aspects. Guidelines for their inclusion in standards. GOST R 51898-2002. Moscow: Gosstandart Rossii, 2002.
4. Neumann J., Morgenstern O. Theory of games and economic behavior: translated from English. Moscow: Nauka, 1970.

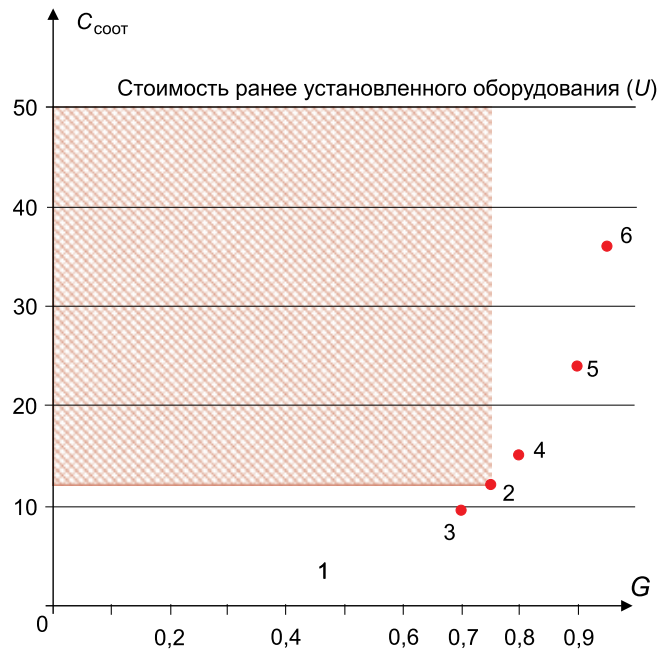


Рис. 4. Визуальная интерпретация варианта 2

На рис. 4 представлена визуальная интерпретация лучшего варианта.

**Вывод.** Принятие решений только на основании постулата максимизации возможной прибыли несет ошибку, так как этот подход не учитывает финансовые возможности предприятия, что становится актуальным в случае неблагоприятного исхода. Не менее важно учитывать и фактор насыщения, который отражает полезность исходов (как для предприятия в целом, так и для отдельного участка). В этой статье мы показали

возможность их одновременного учета при принятии решения. Данная методика применима на любом уровне управления, что позволяет ЛПР отработать его на ранних этапах развития, с тем чтобы избежать ошибок при реализации более крупных проектов.

Другой отличительной чертой метода является возможность визуального представления принятия решения (на каждом этапе мы делали рисунок, отражающий результаты), что обуславливает легкость его восприятия. ■