

ЛЕГОТИН Фёдор Яковлевич

Доктор экономических наук, профессор кафедры экономики предприятий

Уральский государственный экономический университет

620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Контактные телефоны: (343) 221-17-84, 221-17-21

e-mail: legotin@usue.ru

ВОРОНИН Сергей Викторович

Аспирант кафедры экономики предприятий

Уральский государственный экономический университет

620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Контактный телефон: (343) 264-05-54

e-mail: voronins@e1.ru



Применение оптимизационной модели принятия решений о реализации бизнес-процессов

Ключевые слова: принятие решений; оптимизация; риск; ущерб; доход; прибыль; полезность; совокупный капитал.

Предложен оптимизационный подход к принятию решений по таким параметрам, как минимум инвестиций, максимум прибыли и минимум риска. Особенности подхода являются отсутствие заданных по параметрам ограничений, простота, наглядность, применимость в финансовой и хозяйственной сферах управления. На конкретном примере рассмотрена ситуация принятия решения наемным работником (менеджером).

Принятие решений процесс во многом субъективный, и более того, зачастую ситуативный. Но это не означает, что данный процесс носит сумбурный или авантюристический характер, скорее, говорит о том, что оценка возможных результатов зависит как от самого субъекта, так и от времени принятия решения. Кроме того, человек не может всегда принимать верные и при этом лучшие решения, поэтому здесь самое главное, чтобы общая сумма результатов от принятых решений была максимально положительной. В данной работе, на основании общепринятых аксиом, предлагается достаточно оригинальный оптимизационный метод принятия решений, позволяющий минимизировать число ошибочных решений. Метод сочетает в себе простоту, наглядность и применимость на любом уровне управления предприятием.

«Цель процесса принятия решений заключается в выборе из существующих альтернатив наиболее предпочтительного направления проектных действий» [1]. Тем самым подразумевается, что принятие решений на любом уровне управления обуславливает обязательное наличие нескольких существующих альтернатив, из которых необходимо выбрать наиболее предпочтительный вариант. Показателем коммерческой предпочтительности принято считать прибыль, и тогда лучшим финансовым решением необходимо признать вариант, дающий максимум прибыли. Но сама прибыль обычно определяется как разность между доходами и затратами. То есть на самом деле используется не один параметр, а два. Но мы никогда не можем утверждать со стопроцентной уверенностью, что некоторый проект принесет такой-то доход. Можно говорить только о величине уверенности в получении этого дохода. Реальный же доход может оказаться

больше, меньше ожидаемого или совсем отсутствовать. Принимая такие выкладки, мы автоматически принимаем и еще один параметр – риск. Риск обычно воспринимается как отрицательная величина, тогда лучшим финансовым решением будет признан вариант, дающий максимальный доход при минимуме затрат и минимуме риска. В принципе, перед нами достаточно простая оптимизационная задача, когда мы должны искать не лучший, а именно оптимальный вариант.

Несмотря на «простоту», на данный момент времени разработанного инструментария решения такой оптимизационной задачи нет. В теории оптимального управления (ТОУ) рассматриваются только детерминированные модели с обязательным соблюдением достаточных условий наличия оптимальности [2]. По своей сути условия оптимальности сводятся к существованию единственной целевой функции при заданных ограничениях. Такие рамки резко сужают область возможного применения ТОУ, и многие экономические задачи, если не большинство, не попадают в эту область. Во-первых, экономические задачи не являются строго детерминированными, факторы неопределенности и риска присутствуют всегда. Во-вторых, выделить в них единственную целевую функцию редко удается. К примеру, перед руководителями всегда стоит дилемма: повышать эффективность производства (в ущерб надежности) или наращивать надежность (в ущерб эффективности). И то и другое важно [3]. И в-третьих, наложение ограничений также не всегда целесообразно, так как за их пределами может происходить резкий рост целевых показателей.

Соответственно, подобные задачи рассматриваются критериально: либо по минимизации расходов, либо по максимизации прибыли, либо по минимизации риска. Но вместе с тем критериально они носят неразрешимый характер: для получения большей прибыли необходимо вложение больших средств; требование снижения риска ведет за собой снижение прибыли; снижение вложений влечет рост риска. Как говорится, «третьего не дано», хотя именно третий вариант в этих парах нас и интересует, как и любого руководителя или предпринимателя. А третий вариант для этих пар – общий максимум дохода при минимуме затрат и с минимальным риском. И только в такой связке подобная оптимизационная задача может быть разрешена. В работе [4] было показано, что при условиях максимизации дохода и минимизации затрат и риска наиболее оптимальный вариант можно найти, используя уравнение вида

$$M = (K - C) \times \bar{Q} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где M – оптимизируемый показатель, который в данном случае можно трактовать как ожидаемый масштаб исходов от величины возможных инвестиций; K – капитал компании (или сумма доступных активов для данного уровня управления); C – величина необходимых инвестиций; \bar{Q} – среднее значение прибыли.

По своей сути эта формула определяет максимальную площадь четырехугольника, ограниченного линией суммы активов и координатными линиями возможных альтернатив, что делает процесс принятия решения очень наглядным: чем больше площадь такого четырехугольника, тем выше возможная эффективность принятого решения.

Сразу отметим, что на практике наиболее экономически эффективные предложения редко принимаются к исполнению, чаще всего выбираются более осторожные варианты, требующие меньших вложений и приносящие меньшую выгоду в стоимостном исчислении, но сопряженные со значительно меньшим риском. И чем выше уровень управления, тем меньший риск может позволить себе лицо, принимающее решение (ЛПР). Еще Р. Мехра и Э. Прескотт отмечали, что реальные данные о сравнительном спросе на акции и облигации, т. е. на рискованные и менее рискованные активы, могут быть объяснены только при значительно более высоких уровнях неприятия риска (примерно в 30 раз больших, «чем можно допустить исходя из разумных оценок и соображений») [5]. Это

означает, что у основных игроков на рынке – не у большинства, а у наиболее успешных – неприятие риска очень высоко. Таким образом, полезность дохода снижается, и всё большую полезность приобретают надёжность и стабильность. Однако предпринимательской деятельностью начинают заниматься именно люди, склонные к риску. Иначе говоря, при становлении бизнеса неприятие риска должно быть низким, но с ростом капитала компании оно должно увеличиваться с опережающей скоростью.

Можно предположить, что в данном случае мы наблюдаем объективное явление, которое отражает стиль наилучшего поведения: снижение относительной доли риска с ростом капитала предприятия, что, по сути, и отражает опережающий рост ответственности за принятое решение. А инструментом, который позволит учесть эту сторону принятия решений, послужит полезность ожидаемых результатов. При известной функции полезности уравнение (1) примет вид

$$P = (K - C) \times U(\bar{q}) \rightarrow \max, \tag{2}$$

где P – оптимизируемый показатель, который в данном случае необходимо рассматривать как ожидаемую совокупную полезность возможных исходов от величины принимаемых инвестиций; $U(\bar{q})$ – величина полезности в зависимости от математического ожидания возможной прибыли.

Алгоритм построения полезностной функции был разработан Дж. Нейманом и О. Моргенштерном [6]. Но если принять, что достичь как наилучшего, так и наихудшего значения доходов в принципе невозможно, то полезность дохода, равная единице, суть асимптота, а доход, равный нулю, вторая асимптота. Из этого следует, что мы должны получить равностороннюю гиперболу с асимптотами $s = 0$; $u = 1$. И мы автоматически приходим к формуле вида

$$u(s) = \frac{s - a}{s}, \tag{3}$$

где $u(s)$ – полезность дохода для ЛПП; s – доход ЛПП; a – точка пересечения графика с осью абсцисс.

Если принять, что функция полезности представляет собой гиперболическую зависимость, то нам достаточно найти любую ее точку. Наиболее удобной является точка $(2a; 0,5)$. Величина $2a$ – это сумма, которой готов рискнуть ЛПП ради увеличения своего дохода в 2 раза при шансах один к одному. На рис. 1 представлены точки, полученные в ходе опроса, проведенного методом кратных сравнений [7], одного из респондентов, и функция полезности, построенная аналитически.

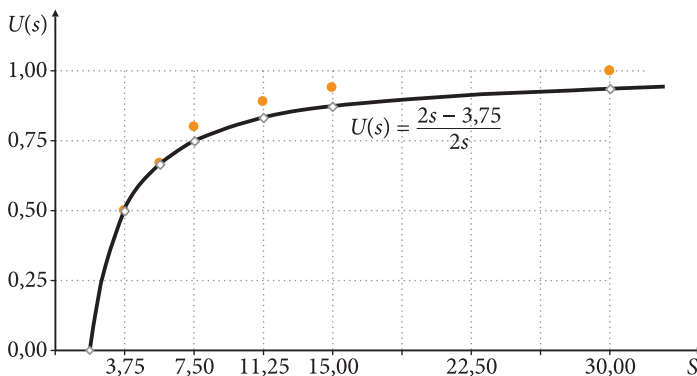


Рис. 1. Гиперболическая функция полезности

Для случая, когда ЛПР является наемным работником, вместо функции полезности дохода необходимо использовать функцию ответственности ЛПР, которая строится аналогично.

Рассмотрим данный подход на конкретном примере.

На Опытном заводе ВУХИН (Восточный углехимический институт) имеется участок ПСУ (пилотно-стендовых установок), на котором проводят различные эксперименты, максимально приближенные к производственным условиям (флотация, обогащение, брикетирование и другие сопутствующие операции). Также нарабатываются экспериментальные полупромышленные партии продукции для их дальнейшей апробации в конкретных технологических операциях. Имеющееся оборудование позволяет выпускать не только опытные партии, но и товарную продукцию, пользующуюся спросом на рынке. Одним из таких продуктов могут быть брикеты. Цехом проводятся эксперименты по возможности промышленного брикетирования продуктов, различных по исходному составу, компонентам и условиям использования. Само брикетирование, в случае положительного результата, производилось другими предприятиями. Перед цехом задача производства товарных брикетов никогда не ставилась.

Для начала производства товарных брикетов необходимо проведение некоторых работ, объем и стоимость которых зависят от вида брикетируемого материала и величины планируемого производства. По предварительной оценке на восстановление цеха необходимы средства в размере 1,2 млн р. На имеющемся оборудовании можно брикетировать коксовую мелочь, коксовую пыль и угольную мелочь, причем практически без переналадки, но из-за высокой доли ручного труда, значительного количества операций и большой доли пролеживания себестоимость продукции будет высокой. При реконструкции и дооснастке цеха (на что потребуется порядка 4 млн р. и дополнительные площади для отдельной площадки по сушке готового продукта) производительность может быть поднята почти в 3 раза. При установке усовершенствованного дополнительного оборудования можно производить брикетирование более тяжелых и дорогостоящих материалов, к примеру ферросплавов (стоимость дополнительных работ и оборудования увеличится еще на 800 тыс. и 2 млн р. для малого и большого производства соответственно).

Стоимость работ по любому материалу примерно одинакова, если брать выход по объему. Оплата работ тоже примерно одинакова, но расчет идет уже по тоннам. То есть чем плотнее материал, тем выгоднее его брикетирование, но тем значительней и конкурентная борьба. В данный момент существенно повлиять на сбыт какого-либо производимого продукта предприятие не может. В сущности, имеется восемь возможных стратегий поведения, но необходимо выбрать наилучшую (стратегию отказа от производства исключаем). Размер возможной прибыли в зависимости от спроса отражен в табл. 1

Таблица 1

Возможная прибыль проектов в зависимости от спроса, тыс. р. / мес.

Варианты производства	Спрос		
	минимальный*	порядка мощности малого предприятия	порядка мощности большого предпри- ятия и выше
1. Брикетирование коксовой мелочи на малом предприятии	– 1 200	260	260
2. Брикетирование коксовой мелочи на большом предприятии	– 4 000	260	800
3. Брикетирование коксовой пыли на малом предприятии	– 1 200	150	150

Окончание табл. 1

Варианты производства	Спрос		
	минимальный*	порядка мощности малого предприятия	порядка мощности большого предпри- ятия и выше
4. Брикетирование коксовой пыли на большом предприятии	– 4 000	150	460
5. Брикетирование угольной мелочи на малом предприятии	– 1 200	180	180
6. Брикетирование угольной мелочи на большом предприятии	– 4 000	180	520
7. Брикетирование ферросплавов на малом предприятии	– 2 000	440	440
8. Брикетирование ферросплавов на большом предприятии	– 6 000	440	1 300

Примечание. * В столбце минимального спроса указаны величины необходимых инвестиций как возможный понесенный убыток.

Перед началом производства было проведено предварительное исследование рынка. На основании исследования, путем согласования мнений трех экспертов, была предложена матрица уверенности наступления событий (табл. 2).

Таблица 2

Принимаемая вероятность величины спроса на производимую продукцию

Варианты производимой продукции	Спрос		
	отсутствует q	порядка мощности малого предприятия p_1	порядка мощности большого предпри- ятия и выше p_2
1–2. Брикеты из коксовой мелочи	0,4	0,4	0,2
3–4. Брикеты из коксовой пыли	0,1	0,6	0,3
5–6. Брикеты из угольной мелочи	0,4	0,3	0,3
7–8. Брикеты из ферросплавов	0,6	0,3	0,1

Для дальнейших рассуждений построим производные табл. 3 и рис. 2, которые будут отражать зависимость необходимой величины вложений от желаемой прибыли.

Таблица 3

Зависимость величины вложений от желаемой прибыли

Прибыль, тыс. р./мес.	Необходимые вложения, тыс. р.	Вариант
108	1 200	5
135	1 200	3
156	1 200	1
176	2 000	7
210	4 000	6
228	4 000	4
262	6 000	8
264	4 000	2

На рис. 2 хорошо видно, что нас могут заинтересовать только варианты 1, 7 и 2; это соответственно брикетирование коксовой мелочи на малом предприятии, брикетирование ферросплавов на малом предприятии и брикетирование коксовой мелочи на большом предприятии. Рассуждения здесь такие: варианты 5 и 3 по ожидаемой

прибыли уступают варианту 1, в то время как величины инвестиций у них равны, аналогичная ситуация для вариантов 6, 4 и 2, а вариант 8 уступает 2-му, так как величины возможной прибыли у них близки, но инвестиции для варианта 8 значительно выше.

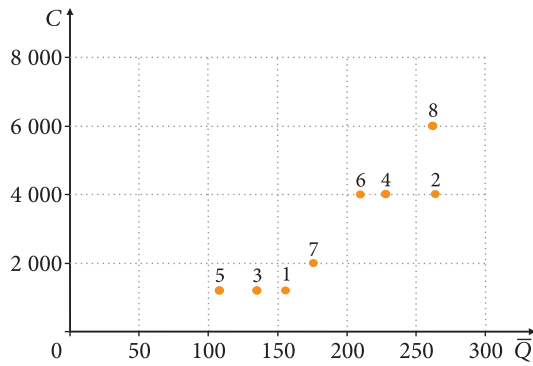


Рис. 2. Зависимость величины вложений от желаемой прибыли (графическое представление)

Отметим, что при анализе рисков постулатом является условие, что максимально возможный ущерб не должен превышать финансовых возможностей участников проекта. Исходя из этого условия принимается значение показателя K в формуле (1). Для данного случая величина K была принята на уровне 12 млн р. Ограничение обусловлено тем, что мы не можем позволить себе потратить на реконструкцию больше, чем ранее было потрачено на весь участок. В эту сумму входят начальная приведенная стоимость используемого оборудования (порядка 2 млн р.) и пропорциональная доля стоимости производственных помещений (порядка 10 млн р.).

Тогда для варианта 1 (брикетирование коксовой мелочи на малом предприятии) имеем:

$$M_1(q) = (12000 - 1200) \times 156 = 1\,372\,800 \text{ ед.}$$

Для варианта 7 (брикетирование ферросплавов на малом предприятии):

$$M_7(q) = (12000 - 2000) \times 176 = 1\,408\,000 \text{ ед.}$$

Для варианта 2 (брикетирование коксовой мелочи на большом предприятии):

$$M_2(q) = (12000 - 4000) \times 264 = \mathbf{1\,584\,000 \text{ ед.}}$$

Таким образом, брикетирование коксовой мелочи на большом предприятии представляется оптимальным вариантом при условиях минимума вложений, максимума прибыли и минимума риска.

В соответствии с представленными выкладками первоначально вариант 2 (крупное производство коксовых брикетов), как самый эффективный, разрабатывался наиболее интенсивно. Однако руководством было принято решение запустить производство коксовых брикетов в небольшом масштабе, и это решение будет вполне адекватным, если принимать во внимание еще одну величину – полезность исходов. Но полезность не для ЛПР, а для предприятия, интересы которого и представляет данное лицо [7].

Найдем функцию полезности для данного участка управления рассматриваемого предприятия, отталкиваясь от степени ответственности ЛПР. Допустим, это будет один из заместителей директора. Используем метод кратных сравнений [4].

Максимальное математическое ожидание прибыли по наилучшей из альтернатив – 264 тыс. р. в месяц. Прибыль предприятия обычно рассчитывается по итогам года, поэтому более практичным представляется переход к анализу годовых сумм – в нашем

случае 3,128 млн р. в год. Рассмотрим ситуацию, в которой ЛПП предлагается поставить часть прибыли предприятия против суммы в 6,336 млн р. ($2 \times 3,128$). Иначе говоря, при каких условиях ЛПП поставит часть прибыли предприятия против возможности увеличить эту прибыль, естественно за вычетом расходов. Величина 6,336 млн р. выступает только как относительная точка отсчета. Допустим, что для данного уровня управления матрица ответственности примет вид, представленный в табл. 4. Это матрица ответственности для любого ЛПП на этом уровне управления данного предприятия. Но отношение разных ЛПП к ней может быть различным [8]. Для одного она будет слишком осторожной, для другого, наоборот, авантюристичной, однако мы говорим об идеальном менеджере, для которого интересы предприятия представляют большую ценность, чем личные амбиции и страхи.

Таблица 4

Построение функции полезности прибыли для предприятия на основе меры ответственности ЛПП

Величина поставленной суммы			Количество черных шаров					Полезность
доли	тыс. р. / мес.	млн р. / год	1	1	1	1	1	
2n	528	6,336					+	0,94
1n	264	3,168				+		0,89
1/2n	132	1,584			+			0,80
1/4n	66	0,792		+				0,67
1/8n	33	0,396	+					0,50
			1	2	4	8	16	
			Количество белых шаров					

К точке с полезностью 0,5 мы приходим автоматически. А если принять, что искомая функция представляет собой гиперболу с асимптотами $q = 0$; $u = 1$, то нам достаточно ее одной и нет особой нужды проводить полное обследование. Надо лишь прийти к той сумме, которой ЛПП будет готов рискнуть при возможности увеличения прибыли предприятия в два раза с шансами один к одному. В нашем случае ЛПП готов нести ответственность за возможный ущерб в размере 400 тыс. р., если будет 50%-ная уверенность увеличения годовой прибыли предприятия на величину порядка 3 млн р. Функция ответственности ЛПП имеет вид

$$O_{\text{лпп}}(q) = \frac{2q - 0,396}{2q} = \frac{q - 0,198}{q}. \tag{4}$$

Принимаем, что значения функции ответственности ЛПП соответственно равны значениям функции полезности предприятия.

Для ранее полученных значений прибыли, используя формулу (4), найдем полезность и занесем в табл. 5. Также внесем в табл. 5 значения, получаемые из уравнения (2).

Таблица 5

Принятие решений на основании функции полезности

Вариант	Необходимые вложения С, млн р.	Прибыль, млн р./год	Полезность прибыли $U(\bar{q})$	$(K - C) \times U(\bar{q})$
1	1,2	1,872	0,89	9,66
2	4,0	3,168	0,94	7,50
3	1,2	1,620	0,88	9,48
4	4,0	2,736	0,93	7,42

Окончание табл. 5

Вариант	Необходимые вложения C , млн р.	Прибыль, млн р./год	Полезность прибыли $U(\bar{q})$	$(K - C) \times U(\bar{q})$
5	1,2	1,296	0,85	9,15
6	4,0	2,520	0,92	7,37
7	2,0	2,112	0,91	9,06
8	6,0	3,144	0,94	5,62

Можно заметить, что по налагаемым условиям (минимум вложений, максимум полезности и минимум риска) все варианты большого производства значительно уступают своим альтернативам. Среди вариантов с небольшим объемом производства вариант 1 (брикетирование коксовой мелочи на малом предприятии) представляется наиболее перспективным:

$$P_1(u) = (12 - 1,2) \times 0,89 = 9,61 \text{ ед.}$$

При данном подходе величина риска отдельно для каждой альтернативы не вычисляется. Риск заложен в математическом ожидании прибыли. В свою очередь, полезность прибыли и необходимые для этого затраты (как максимально возможный убыток относительно верхнего уровня) влияют на выбор конкретного варианта. Кратко можно сказать, что наш выбор предопределяют полезность и безопасность.

Источники

1. ГОСТ Р ИСО МЭК 15288-2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
2. Лагоша Б.А., Апалькова Т.Г. Оптимальное управление в экономике: теория и приложения : учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Финансы и статистика, 2008.
3. Леготин Ф.Я. Экономико-кибернетическая природа затрат. Екатеринбург : Изд-во УрГЭУ, 2008.
4. Леготин Ф.Я., Воронин С.В. Выбор оптимальных экономических решений в сложных вероятностных моделях управления предприятием // Изв. Урал. гос. экон. ун-та. 2011. № 2.
5. Mehra R., Prescott E. C. The Equity Premium: A Puzzle // Journal of Monetary Economics. 1985. Vol. 15. No. 2.
6. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение : пер. с англ. М. : Наука, 1970.
7. Леготин Ф.Я., Воронин С.В. Метод построения функции полезности на этапе выбора оптимальных экономических решений // Изв. Урал. гос. экон. ун-та. 2011. № 4.
8. Воронин С.В. Принятие решений на основании меры ответственности как способ решения агентской проблемы // Новые тенденции в развитии российской модели корпоративного управления : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург : Изд-во УрГЭУ, 2012. Кн. 2.