

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Е.С. Быкова, В.В. Ленина

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», г. Пермь, Российская Федерация

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКОГО МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Рассмотрена актуальная проблема, которая возникает при выработке многих деловых решений, – как сочетать богатый личный опыт руководителя с информацией, подготовленной его штабом и дополнительной информацией, привлеченной из внешних источников или подготовленной независимыми экспертами. Эту проблему устраняет байесовский метод управления риском. Метод имеет три преимущества: во-первых, оптимизирует ценность дополнительной информации, обеспечивая максимальное использование опыта руководителя как наиболее существенного фактора в принятии управленческих решений; во-вторых, отпадает необходимость выявления единичных рисков, поскольку метод позволяет оперировать с интегральным риском бизнеса; в-третьих, появляется возможность принимать однозначное решение о целесообразности проекта.

Ключевые слова: принятие решений, риск бизнеса, личный опыт руководителя, информация.

В условиях формирования инновационных задач перед лицом, принимающим решение (ЛПР), возникает дилемма сбора информации от экспертов, оценка уровня ее асимметричности и достоверности,

* Гусаков Борис Иванович – д-р экон. наук, профессор (Белорусский национальный технический университет, кафедра менеджмента; e-mail: b-99@yandex.ru).

Быкова Елена Сергеевна – канд. экон. наук, доцент (ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра экономики и управления промышленным производством; e-mail: elena.bykova555@yandex.ru).

Ленина Валентина Васильевна – канд. экон. наук, доцент (ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра экономики и управления промышленным производством; e-mail: vallenina@mail.ru).

а также прогнозирования результата проекта с учетом рисков экзогенного характера. Существующее разнообразие методов математического моделирования процесса принятия решений в большинстве своем абстрагируется от такого социально-культурного явления, как организационная культура. В условиях несоответствия скорости изменения организационной культуры и стратегии предприятия могут возникать такие неблагоприятные явления оппортунистического характера, как неточное исполнение планов, задержка в реализации задач, снижение качества сбора информации для будущих проектов и уровня контроля за исполнением на звеньях более низкого уровня [1]. Культура, оказываясь одним из наиболее инерционных элементов организации, может способствовать выбору не стратегически лучших способов выхода из кризисной ситуации, а лучших из тех, которые могут быть реализованы в существующей организационной структуре.

Одним из методов, позволяющих снизить влияние организационной культуры на процесс принятия решения, является байесовский метод управления рисками. Рассмотрим возможность его применения в условиях принятия решения об участии в тендере на выполнение работ.

Алгоритм применения байесовского метода заключается в поэтапном проведении экспертной оценки задачи относительно показателей, позволяющих априорно снизить возможный уровень асимметрии информации, через интерпретацию полученных данных в системе показателей самого ЛПР с учетом его опыта до верификации полученных данных в систему убежденности ЛПР.

В любой задаче выигрыша тендера основным критерием оценки является фиксированная цена проекта. На этапе сбора эндогенной информации от экспертов организации ЛПР создает условия снижения неопределенности в оценке за счет того, что все оперируют информацией о затратах проекта, имеющей низкий уровень риска сокрытия, искажения или мировоззренческой модификации необходимой информации. Индивидуальная верификация в многокритериальной задаче выбора и оценки затрат дает возможность каждому эксперту сделать однозначную оценку [2, 3]. Собственное мнение ЛПР позволяет разделить совокупность оценок на две группы – оптимистические и пессимистические.

Первый этап принятия решения заканчивается оценкой средней величины ошибки экспертов, формируемой на основе показателя «смещение оценки» (величины разности между прогнозируемым показателем и его фактическим значением, не известным ЛПР в момент

принятия решения). Несмещенная оценка имеет место, если экспертная оценка соответствует фактическому результату. Если отрицательные смещения оценки обозначить ϵ , а положительное – β , то распределение оптимистических, пессимистических оценок и их смещение можно представить графически (рис. 1). В данном примере использовались экспертные мнения 13 человек: 7 из них высказали оптимистические оценки, а 6 – пессимистические.



Рис. 1. Оптимистические и пессимистические оценки затрат на выполнение работ по контракту (ϵ – ошибка оптимистов, β – ошибки пессимистов, $m_{\text{сп}}$ – математическое ожидание)

На данной стадии оценки риска руководитель не знает о фактическом распределении затрат при осуществлении аналогичных контрактов, поэтому это показано штрихами. Однако ЛПР уверен, что при существовании фактического распределения имеется и отличие от результатов ЛПР, оценок экспертов [4].

Зная о смещении оценки, ЛПР представляет, что фактические затраты состоят из значения оценки конкретного специалиста и некоторой ошибки, свойственной данному специалисту. В этом случае полезно представить совокупную ошибку в виде случайной переменной. Ее среднее значение будет соответствовать математическому ожиданию смещения оценки, а дисперсия может использоваться как обобщающий показатель меры точности процесса оценки. Считается, что смещение оценок группы специалистов распределяется по нормальному закону. При этом относительная ошибка не зависит от величины оцениваемых затрат на выполнение контракта. Тогда можно принять,

что фактические затраты на контракт равны затратам, оцениваемым i -м специалистом, умноженным на некоторую случайную переменную, которая называется коэффициентом ошибки (ER – error ratio):

$$Z_{\text{ф}} = Z_i \times ER_i,$$

где $Z_{\text{ф}}$ – фактические затраты на контракт; Z_i – оценка затрат на контракт i -го специалиста; ER_i – коэффициент ошибки i -го специалиста.

На втором этапе интерпретации экспертных оценок относительно основных показателей проекта (в данной модели таким показателем является прибыль) решается задача перехода от затрат на контракт к ожидаемой прибыли на контракт. Если затраты являются нормально распределенной случайной величиной, то прибыль также будет нормально распределенной случайной величиной со средним значением, равным математическому ожиданию прибыли. Следовательно, ЛПР может принять прибыль за основную случайную переменную, а оценку ожидаемой прибыли – за источник неопределенности. Тогда коэффициент ошибки будет характеризовать ошибку в определении прибыли [5]. На основе данных, полученных от экспертов, строится модель априорного распределения прибыли.

Очевидно, что ЛПР откажется от контракта, если имеет место опасная для бизнеса область убытков. Какую область убытков считать опасной для бизнеса зависит от личности руководителя. Осторожный руководитель может отказаться от контракта в случае наличия области убытков. Рискованный руководитель допускает, что область ошибки не должна превышать 30 %. На этом этапе оценки важно, что ЛПР принимает обоснованное решение, опираясь на «полезность риска». В решение задачи включают дополнительную информацию о фактических проектах. При получении фактических данных рассчитывают апостериорные показатели распределений затрат и прибыли с учетом опыта руководителя.

При обработке дополнительной информация в байесовском методе управления рисками предусматривается наличие таких факторов, как опыт руководителя, его оценка полезности риска и требование к точности оценки прибыли, которое позволяет ограничить объем дополнительной информации. На основе перечисленных факторов происходит процесс моделирования априорных и апостериорных распределений прибыли.

Моделирование поэтапной оценки показателей контракта происходит на основе положения о том, что ошибку в оценке прибыли принимают за случайный процесс, который порождается последователь-

ностью независимых, нормально распределенных случайных величин затрат. Любая из этих величин имеет распределение, обозначаемое следующим образом:

$$f(X) = N(m, D),$$

где m – математическое ожидание (среднее значение оценок процесса); D – дисперсия нормального распределения.

В типичной ситуации руководитель действует так, как если бы абсолютное значение погрешности математического ожидания прибыли было известно, а значение математического ожидания не определено.

Для использования опыта руководителя удобно ввести отношение фактической и априорной дисперсии распределения прибыли. Это отношение можно интерпретировать как меру априорной убежденности руководителя относительно достоверности предварительных оценок:

$$c = D / D_{pr},$$

где c – априорная убежденность руководителя в достоверности предварительных оценок; D – фактическая дисперсия процесса; D_{pr} – априорная дисперсия процесса.

Если руководитель имеет малый опыт, он склонен давать большие значения погрешности экспертной оценки величины прибыли, следовательно, получаются большие значения априорной дисперсии прибыли и, соответственно, малые значения априорной убежденности.

Из этой интерпретации следует, чем меньше априорная (первоначальная) убежденность руководителя, тем больше он стремится к получению новых фактических данных, следовательно, для него больше степень неопределенности ситуации.

Интерпретация априорной убежденности происходит относительно значимости той или иной группы экспертов. Руководитель, как правило, выбирает в качестве базовой оптимистическую или пессимистическую оценку специалистов. Обычно его убежденность составляет от 40 до 90 % ($c = 0,4 \dots 0,9$).

Для неопытного руководителя рассчитывается интегральная априорная убежденность как произведение убежденности в правильности оптимистической и пессимистической оценок:

$$c = c_{\text{опт}} \times c_{\text{пес}},$$

где c – интегральная убежденность руководителя в достоверности предварительной оценки специалистов; $c_{\text{опт}}$ – априорная убежденность

руководителя в достоверности предварительной оптимистической оценки; $c_{\text{пес}}$ – априорная убежденность руководителя в достоверности предварительной пессимистической оценки.

Априорную убежденность руководителя можно формализовать следующим образом. Руководитель считает, что фактические параметры процесса могут отклоняться от математического ожидания на Δm единиц, а ошибка заводских экспертов ΔG единиц. Руководитель полагает, что ΔG всегда больше Δm . Тогда убежденность руководителя можно оценить даже при наличии только двух абсолютных оценок Δm и ΔG . Тогда численное значение убежденности определится как отношение квадрата отклонения математического ожидания прибыли фактического процесса к квадрату ошибки в оценке прибыли эндогенных экспертов:

$$c = \Delta m^2 / \Delta G^2.$$

Поскольку информации для моделирования априорного распределения прибыли у руководителя недостаточно, оно будет строиться условно. Математическое ожидание прибыли рассчитывается по следующей формуле (размах распределения определяется по оценкам экспертов)

$$m_{pr} = \frac{\bar{m}_{\text{опт}} \times c_{\text{опт}} + \bar{m}_{\text{пес}} \times c_{\text{пес}}}{c_{\text{опт}} + c_{\text{пес}}},$$

где m_{pr} – априорное математическое ожидание прибыли; $m_{\text{опт}}$ – среднее значение оптимистических оценок специалистов; $m_{\text{пес}}$ – среднее значение пессимистических оценок специалистов.

Следующим этапом метода является моделирование апостериорных распределений прибыли на основе дополнительной информации. Количественно это выражается в том, что нормальное априорное распределение при использовании нормально распределенных выборочных данных преобразуется в нормальное апостериорное распределение. Обычно оказывается, что 25 наблюдений достаточно, чтобы получить фактическую картину распределения прибыли. Процесс преобразования нормального априорного распределения в нормальное апостериорное распределение показан на рис. 2. На рисунке показано условное априорное распределение прибыли, два апостериорных распределения, которые по мере получения дополнительной информации или фактических данных, полученных при анализе каждой аналогичной ситуации, приближаются к фактическому распределению процесса.

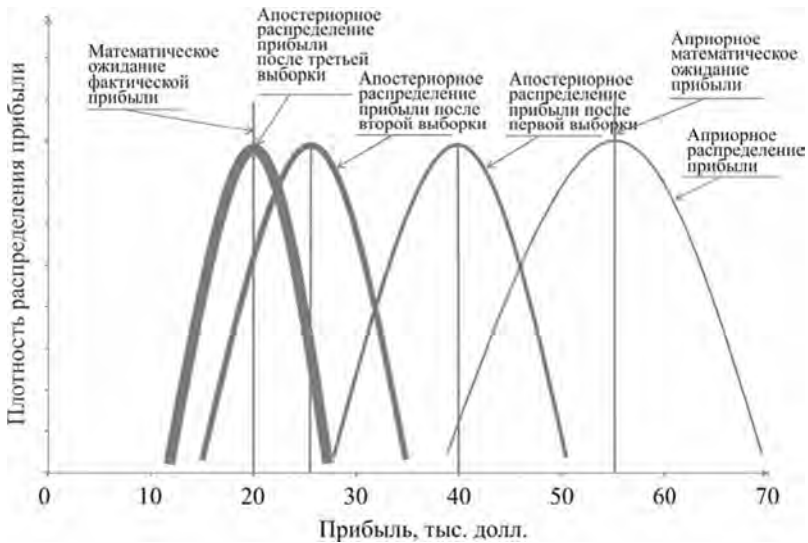


Рис. 2. Преобразование нормального априорного распределения в нормальное апостериорное распределение по мере роста выборки

Если происходит привлечение выборки из трех наблюдений для расчета апостериорного математического ожидания и апостериорной дисперсии процесса, то строится первое апостериорное распределение процесса:

$$m_{po} = \frac{c \times m_{pr} + (1 - c) \times n \times m_s}{c + (1 - c) \times n},$$

где m_{po} – апостериорное математическое ожидание процесса; m_s – среднее значение привлеченных наблюдений; n – количество привлеченных наблюдений.

На следующих этапах учитываются все привлеченные наблюдения, начиная с третьего этапа:

$$D_n = \frac{\sum^n (m_j - m_s)^2}{n},$$

где D_n – дисперсия выборки привлеченных наблюдений (на следующих этапах учитываются все привлеченные наблюдения, начиная с третьего этапа); m_j – значение j -го наблюдения.

$$D_{po} = \frac{c \times (m_{pr} - m_{po})^2 + (1-c) \times D_n \times n}{c + (1-c) \times n},$$

где D_{po} – апостериорная дисперсия процесса.

Далее проводится *оценка разброса значений процесса*. Определяется относительное отклонение априорного математического ожидания процесса от первого апостериорного математического ожидания, найденного на третьем этапе. Если относительное отклонение не превышает 3 %, то руководитель может принять решение о прекращении наблюдений. В противном случае привлечение дополнительных данных в количестве не менее трех продолжается.

$$\Delta Q_{po} = 100 \% \times (m_{pr} - m_{po}) / m_{po},$$

где ΔQ_{po} – относительное отклонение априорного математического ожидания процесса.

Апостериорная дисперсия распределения прибыли постепенно приближается к фактической дисперсии по мере того, как увеличивается число наблюдений. Если число наблюдений неограниченно возрастает, руководитель приобретает полную уверенность относительно математического ожидания процесса.

Для оценки погрешности апостериорного математического ожидания и апостериорной дисперсии выборки мы используем тот факт, что по мере того, как объем информации будет приближаться к 25 наблюдениям, разность между двумя последовательными значениями дисперсии будет стремиться к нулю. Соответственно будет стремиться к нулю разность среднеквадратичных отклонений математического ожидания:

$$\Delta W = \sqrt{D_{po(l-1)}} - \sqrt{D_{po(l)}} \rightarrow 0,$$

где ΔW – среднеквадратичная вариация (рассеивание) двух последующих дисперсий; $D_{po(l-1)}$ – значение апостериорной дисперсии при полной информации по предпоследней выборке; $D_{po(l)}$ – последнее значение апостериорной дисперсии при полной информации по последней выборке.

При наличии полной информации разность среднеквадратичных отклонений равна нулю. Это свойство выборки позволяет надежно определять погрешность апостериорного нормального распределения по формуле

$$q = 100 \% \times \Delta W / D_{po(t)},$$

где q – погрешность апостериорного нормального распределения.

Таким образом, прибыль, получаемую при наличии полной информации, можно рассмотреть как произведение ожидаемой прибыли, получаемой при наилучших априорных действиях, на коэффициент ошибки. Изменение прибыли, обеспеченной полной информацией, является, по сути, смещением априорной оценки. Априорную прибыль от контракта считаем нормально распределенной случайной величиной с известной дисперсией и неопределенным средним значением, а оценка руководителем своего априорного мнения позволяет непосредственно определить то, каким удельным весом должно обладать его мнение, а какой присваивается экзогенным фактическим данным аналогичных проектов.

Руководитель при наличии достаточной информации подпишет контракт, если кривая распределения прибыли располагается справа относительно нулевого значения оси абсцисс.

Библиографический список

1. Бараненко С.П., Шеметов В.В. Стратегическая устойчивость предприятия. – М.: Центрполиграф, 2004. – 493 с.
2. Айвазян С.А. Байесовский подход в эконометрическом анализе // Прикладная эконометрика. – 2008. – № 1 (9).
3. Hicks J. The Theory of Wages. – 2nd ed. – New York: Englewood Cliffs, 1963. – 173 p.
4. Moppic Y. Management Science: A Bayesian introduction. – New York: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1998. – 333 p.
5. Sharpe W., Alexander G., Bailey J. Investments. – New York: Prentice-Hall, 1999. – 379 p.