

## Формализация понятий приемлемого и толерантного риска

*И.М. Ажмухамедов, О.Н. Выборнова*

*Астраханский государственный технический университет*

**Аннотация:** Процесс управления рисками представляет собой комплексную проблему, обладающую рядом специфических особенностей. Неоднозначность самого понятия «риск» и многообразие проявлений риска и возможностей преодоления его неблагоприятных последствий усугубляются тем, что большая часть параметров, участвующих в процессе выработки управляющих решений, не имеют четких (числовых) характеристик. Оценки большинства концептов формулируются экспертами в вербальной форме. Для преодоления указанных трудностей в работе предложен метод численной оценки уровней приемлемого и толерантного рисков. Введенные метрики позволяют приступить к формализации процесса поиска и принятия оптимальных управленческих решений для приведения значения текущего риска к целевому уровню. Предложенная математическая модель может быть положена в основу соответствующего программного обеспечения с целью создания системы поддержки принятия решений в сфере риск-менеджмента.

**Ключевые слова:** риск-менеджмент, приемлемый риск, толерантный риск, текущий уровень риска, степень опасности ситуации.

### Введение

Актуальность проблемы оценки рисков и управления их уровнем основана, прежде всего, на том, что величина риска непосредственно влияет на оценку уровня безопасности: физической, экономической, информационной и т.п. Независимо от причин возникновения риска естественным желанием каждого субъекта является снижение объема возможных потерь [1].

Проблема риск-менеджмента (процесса управления рисками) является комплексной. Она включает в себя целый ряд различных направлений работы: выработку согласованного взгляда по вопросу уровня приемлемого риска; оценку актуального состояния системы в пространстве координат «вероятность возникновения негативных событий – ущерб от негативных событий»; поиск, принятие и реализацию оптимальных мер по приведению уровня риска к целевому значению. При этом имеют место, как

неоднозначность самого понятия «риск», так и многообразие проявлений риска и возможностей преодоления его неблагоприятных последствий [2, 3].

Кроме того, большая часть параметров, участвующих в процессе выработки управляющих решений, не имеют четких (числовых) характеристик. Оценки большинства концептов формулируются экспертами в вербальной форме [4]. Поэтому, риск-менеджмент является сложным, слабо структурированным и плохо формализуемым видом деятельности [5].

Несмотря на то, что проблеме риск-менеджмента посвящено большое число научных работ [например, 6-8] и даже имеется ряд стандартов, касающихся управления рисками (ГОСТ Р ИСО 31000-2010; ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005:2011; COSO ERM и др.), вопросы формального описания процесса управления и оценки их уровня остаются на сегодня недостаточно проработанными.

Исходя из этого, была сформулирована **цель данной работы**: предложить метод численной оценки уровней приемлемого и толерантного рисков, который можно было бы эффективно использовать для принятия обоснованных решений в сфере риск-менеджмента.

### **Решение задачи**

«Центральным» понятием процесса управления рисками является понятие приемлемого (допустимого) риска. Под приемлемым риском в общем случае понимается такой риск, с которым в данной ситуации (при имеющихся обстоятельствах) можно смириться [9, 10]. Под толерантностью к риску понимается объем риска, который организация в действительности может перенести при реализации специфических рисков [11]. Другими словами, толерантным риском считается максимальный уровень риска, который может быть покрыт за счет собственной прибыли/капитала.

Решения о том, какое количество риска компания желает или не желает принять, является решением корпоративного уровня. При математической

---

формализации величину риска обычно представляют как сочетание вероятности наступления некоторого события и последствий от него:

$$R = P \otimes U, \quad (1)$$

где  $P$  – вероятность наступления неблагоприятного события;  $U$  – его последствия (потери; ущерб);  $\otimes$  – некоторым образом определенная композиция (часто интерпретируемая как умножение).

Существующие методики оценки уровня риска предлагают различные трактовки формулы (1): в одних на первый план выдвигается вероятностная составляющая, в других – значение ущерба.

Однако следует отметить, что приводимые при этом формулы определяют абстрактные, лишенные физического смысла величины, которые сложно интерпретировать. Данные величины не являются для лица, принимающего решение (ЛПР), достаточно информативными и не дают ему возможности сделать обоснованный выбор решений по управлению рисками.

Поэтому представляется целесообразным другой подход к оценке приемлемого риска. Он основывается на предположении о том, что чем больше ущерб, тем меньше должна быть вероятность его возникновения для того, чтобы ЛПР готово было его принять.

Причем из природы самого понятия «приемлемый риск» следует, что:

$$\text{для } \forall U \exists ! P : P^*(U) = P. \quad (2)$$

Исходя из (2), в общем виде искомая зависимость может быть представлена следующим образом:

$$P^* = P^*(U), \quad (3)$$

где  $P^*(U)$  – монотонно убывающая функция, отражающая приемлемую вероятность возникновения события, приводящего к ущербу  $U$ ;  $U = U^*/U^{kp}$  – нормированное значение ущерба;  $U^* \in [U^{нз}; U^{kp}]$ ;  $U^{нз}$  – ущерб, не являющийся значимым для ЛПР ( $P^*(U^{нз})$  может быть близка к 1);  $\bar{U}^{нз} = U^{нз} / U^{kp}$  – нормированное значение незначимого ущерба;  $U^{kp}$  –

критический (максимально приемлемый для ЛПР) ущерб, вероятность возникновения которого должна стремиться к нулю:  $P^*(U^{kp}) = 0$ .

Таким образом, предлагается определить приемлемый риск в виде функциональной зависимости вероятности возникновения некоторого неблагоприятного события от ущерба.

В качестве  $P^*$  может быть использована, например, функция вида:

$$P = a \cdot e^{-b \cdot (U - \bar{U}^{нз})}, \quad (4)$$

где  $a$  и  $b$  – некоторые константы:  $a$  – соответствует вероятности принятия незначимого ущерба  $\bar{U}^{нз}$ ;  $b$  – характеризует скорость падения допустимой вероятности нанесения ущерба.

Предложенную функциональную зависимость можно представить графически в виде кривой приемлемого риска, построенной в координатной плоскости «ущерб – вероятность» (рис. 1). При этом прямоугольник с вершинами  $(\bar{U}^{нз}; 0)$ ;  $(\bar{U}^{нз}; 1)$ ;  $(1; 1)$ ;  $(1; 0)$  назовем *полигоном возможных значений риска*.

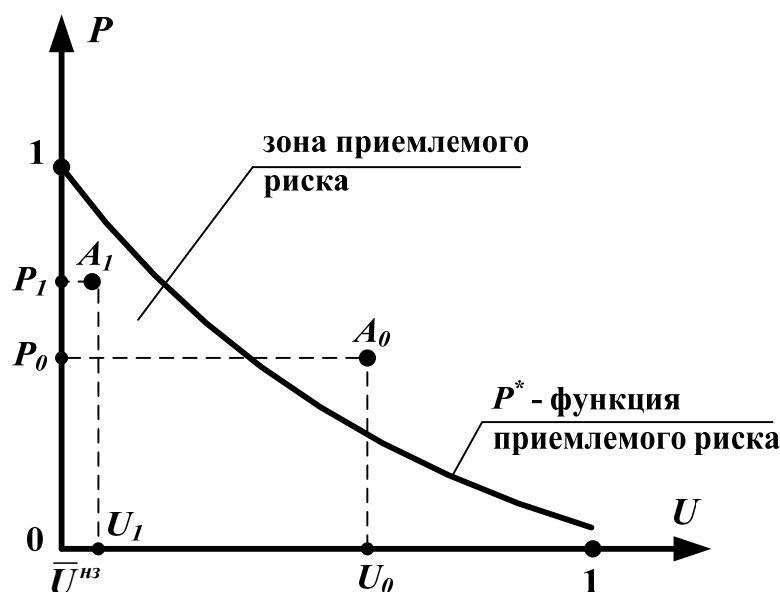


Рис. 1. – График функции приемлемого риска

Кривая толерантного риска проходит выше кривой приемлемого риска. Уравнение данной кривой имеет вид:

$$P^T = \beta \cdot P^*(U), \quad (5)$$

где  $\beta$  – коэффициент, отражающий уровень толерантного риска, закрепленный внутренними политиками компании (обычно равен 1,2 – 1,4) [см., например, 12-13].

При этом область, ограниченная осями координат и кривой  $P^*(U)$ , является зоной приемлемого риска. Вне этой области уровень риска является для ЛПР неприемлемым. На рисунке 1 точка  $A_1(U_1; P_1)$  находится в приемлемой зоне; точка  $A_0(U_0; P_0)$  – в неприемлемой.

Отношение площади зоны приемлемого риска к площади полигона возможных значений риска (прямоугольник со сторонами 1 и  $(1-\bar{U}^{H3})$ ) численно характеризует уровень приемлемого риска. Данная величина может быть найдена по формуле:

$$R^{np} = \frac{1}{1-\bar{U}^{H3}} \cdot \int_{\bar{U}^{H3}}^1 P^*(U) dU. \quad (6)$$

Подставив (4) в (6) и взяв интеграл, для определения уровня приемлемого риска получим:

$$R^{np} = \frac{a}{b \cdot (1-\bar{U}^{H3})} \cdot [1 - e^{-b \cdot (1-\bar{U}^{H3})}]. \quad (7)$$

Соответственно, уровень толерантного риска может быть найден по формуле:

$$R^T = \beta \cdot R^{np}. \quad (8)$$

На практике область приемлемого риска может быть построена по следующей схеме:

- а) ЛПР определяет конечное множество значений  $\hat{R}^* = \{(U_i; P_i^*)\}$ ;
- б) значения  $U_i$  нормируются по значению  $U^{*kp}$ ;
- в) заданные в опорных точках  $U_i$  значения  $P_i^*$  аппроксимируются непрерывной функцией вида (4).

В качестве примера на рисунке 2 в виде сплошной линии представлена аппроксимация данных этапа качественной оценки уровня риска по методике фирмы Microsoft «The Security Risk Management Guide» [14]. Значение величины достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,95$  показывает, что экспоненциальная кривая  $P = 1,19e^{-2,29U}$  хорошо описывает данную зависимость  $P^*(U)$ .

Чтобы определить текущий уровень риска в организации, необходимо рассмотреть структуру ее активов, которым может быть причинён ущерб, и выявить перечень возможных угроз этим активам. Затем с привлечением экспертов оценить вероятности причинения суммарного ущерба по всему множеству имеющихся активов. Учитывая, что суждения экспертов при этом обычно носят вербальный характер, для перехода к числовым оценкам целесообразно воспользоваться шкалой Харрингтона [15]:

$$\begin{aligned} \text{«Вероятность причинения ущерба Низкая (Н)»} &= 0; \\ \text{«Вероятность причинения ущерба Ниже Средней (НС)»} &= 0,29; \\ \text{«Вероятность причинения ущерба Средняя (С)»} &= 0,51; \\ \text{«Вероятность причинения ущерба Выше Средней (ВС)»} &= 0,72; \\ \text{«Вероятность причинения ущерба Высокая (В)»} &= 1. \end{aligned} \quad (9)$$

Таким образом, задается множество точек, аппроксимация которых функцией вида (4) дает возможность построить кривую текущего уровня риска (рис. 2).

Отношение интеграла от данной функции к площади полигона возможных значений риска позволяет численно определить уровень текущего риска:

$$R^{мек} = \frac{1}{1 - \bar{U}^{нс}} \cdot \int_{\bar{U}^{нс}}^1 P^{мек}(U) dU. \quad (10)$$

Разность между значениями приемлемого и текущего рисков численно характеризует абсолютное значение степени опасности ситуации:

$$\Delta^{abc} = R^{мек} - R^{np}, \quad (11)$$

где  $\Delta^{abc}$  – метрическая характеристика абсолютного значения степени опасности ситуации.

При  $\Delta^{abc} > 0$  уровень риска является неприемлемым (опасная зона), в противном случае – риск приемлем (безопасная зона).

Отношение значений абсолютной степени опасности и приемлемого риска определяет относительную степень опасности ситуации:

$$\Delta^{отн} = \Delta^{abc} / R^{пр}. \quad (12)$$

*Расчетный пример:*

В рамках расчетного примера в качестве функции приемлемого риска примем кривую, построенную на основе методики Microsoft [14]. Пусть множество опорных точек, описывающих текущее состояние уровня риска, имеет вид:  $\bar{R}_{тек} = \{(0,1;1); (0,3;0,72); (0,6;0,51); (0,8;0,29); (1;0,2)\}$ .

Необходимо оценить степень опасности ситуации.

На рисунке 2 приведены графики, построенные на основе исходных данных.

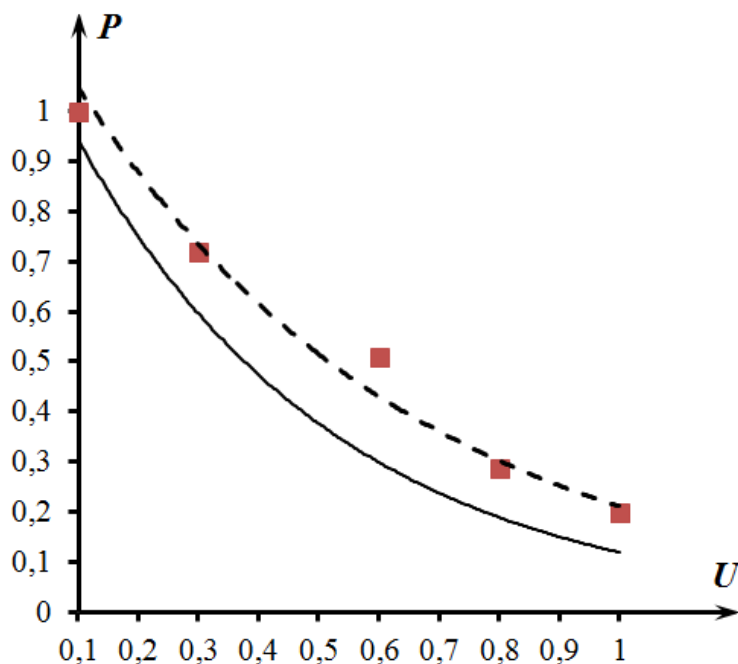


Рис. 2. – Кривые текущего (пунктирная линия) и приемлемого (сплошная линия) риска

Исходя из заданных условий, имеем:

- функция приемлемого риска:  $P^* = 1,19e^{-2,29U}$ ;
- функция текущего уровня риска:  $P^{тек} = 1,25e^{-1,78U}$  (степень достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,98$ );
- нормированное значение незначимого ущерба:  $\bar{U}^{нз} = 0,1$ .

Согласно формулам (7) и (10) вычислим интегральные показатели приемлемого риска и текущего уровня риска:

$$R^{np} = \frac{1,19}{2,29 \cdot (1 - 0,1)} \cdot [1 - e^{-2,29 \cdot (1-0,1)}] = 0,58 \cdot [1 - e^{-2,06}] = 0,5$$

$$R^{тек} = \frac{1,25}{1,78 \cdot (1 - 0,1)} \cdot [1 - e^{-1,78 \cdot (1-0,1)}] = 0,78 \cdot [1 - e^{-1,6}] = 0,62$$

Исходя из (11) и (12), получим абсолютную и относительную оценки степени опасности ситуации:  $\Delta^{abc} = 0,62 - 0,5 = 0,12$ ;  $\Delta^{отн} = 0,12 / 0,5 = 0,24$ .

### Заключение

Предложенный в работе подход к оценке рисков и введенные на его основе метрики позволяют формализовать процесс поиска и принятия оптимальных управленческих решений для приведения уровня текущего риска к целевому значению.

Разработанная математическая модель дает возможность приступить к разработке соответствующего программного обеспечения с целью создания системы поддержки принятия решений в сфере риск-менеджмента.

### Литература

1. Чернова Г. В. Кудрявцев А. А. Управление рисками. М.: Проспект, 2005. 160 с.
2. Управление рисками. URL: [center-yf.ru/data/menedzheru/upravlenie-riskami.php](http://center-yf.ru/data/menedzheru/upravlenie-riskami.php).



3. Выборнова О. Н. Онтологическая модель процесса оценки рисков // Вестник АГТУ. Управление, вычислительная техника и информатика. 2015. №2 (апрель). С. 97-102.

4. Дмитриев М. Н., Кошечкин С. А. Количественный анализ риска инвестиционных проектов. URL: [cfin.ru/finanalysis/quant\\_risk.shtml](http://cfin.ru/finanalysis/quant_risk.shtml).

5. Проталинский О.М., Ажмухамедов И.М. Системный анализ и моделирование слабо структурированных и плохо формализуемых процессов в социотехнических системах // Инженерный вестник Дона, 2012. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/916](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/916).

6. Аникин И.В. Методы оценки и управления рисками информационной безопасности в корпоративных информационных сетях: Монография. Казань: редакционно-издательский центр «Школа», 2015. 224с.

7. Zwikael O. The effectiveness of risk management: an analysis of project risk planning across industries and countries // Risk Analysis, 2011. Т.31. №1. pp.25-37.

8. Ковалева А.В. Экономико-математическая модель оценки стратегического риска при выборе стратегии развития промышленного предприятия // Инженерный вестник Дона, 2012. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/685](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/685).

9. Приемлемый риск как уровень безопасности производства. URL: [studme.org/12810419/bzhd/priemlemyy\\_risk\\_kak\\_uroven\\_bezопасности\\_proizvodstva](http://studme.org/12810419/bzhd/priemlemyy_risk_kak_uroven_bezопасности_proizvodstva).

10. Enterprise Risk Management – Integrated Framework: Executive summary. COSO, 2004. URL: [coso.org/ERM-IntegratedFramework.htm](http://coso.org/ERM-IntegratedFramework.htm).

11. Карл Берч. Риск Appetit: «Не откусывайте больше, чем Вы можете проглотить». URL: [cfin.ru/finanalysis/risk/Risk\\_Appetite.shtml](http://cfin.ru/finanalysis/risk/Risk_Appetite.shtml).

12. Политика управления рисками в ОАО «МРСК Центра». М., 2010. URL: [mrsk-1.ru/docs/regulitions7.doc](http://mrsk-1.ru/docs/regulitions7.doc).

---



13. Политика по управлению рисками АО «Казына Капитал Менеджмент». 2013. URL: [kcm-kazyna.kz/images/userfiles/files/risk%20rus.pdf](http://kcm-kazyna.kz/images/userfiles/files/risk%20rus.pdf).
14. Microsoft Methodology «The Security Risk Management Guide». – Microsoft, 2006. URL: [microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232](http://microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232).
15. Harrington E.C. The desirable function. Industrial Quality Control. 1965. V.21. no. 10. pp. 494-498.

### References

1. Chernova G. V. Kudrjavcev A. A. Upravlenie riskami [Risk management]. М.: Проспект, 2005. 160 p.
2. Upravlenie riskami [Risk management]. URL: [center-yf.ru/data/menedzheru/upravlenie-riskami.php](http://center-yf.ru/data/menedzheru/upravlenie-riskami.php).
3. Vybornova O. N. Vestnik AGTU. Upravlenie, vychislitel'naja tehnikka i informatika. 2015. №2. P. 97-102.
4. Dmitriev M. N., Koshechkin S. A. Kolichestvennyj analiz riska investicionnyh proektov [Quantitative risk analysis of investment projects]. URL: [cfin.ru/finanalysis/quant\\_risk.shtml](http://cfin.ru/finanalysis/quant_risk.shtml).
5. Protalinskij O.M., Azhmuhamedov I.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/916](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/916).
6. Anikin I.V. Metody ocenki i upravlenija riskami informacionnoj bezopasnosti v korporativnyh informacionnyh setjah [Evaluation methods and risk managements of information security in corporate information networks]: Monografija. Kazan': redakcionno-izdatel'skij centr «Shkola», 2015. 224p.
7. Zwikael O. The effectiveness of risk management: an analysis of project risk planning across industries and countries. Risk Analysis, 2011. T.31. №1. pp.25-37.
8. Kovaleva A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/685](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/685).



9. Priemlemyj risk kak uroven' bezopasnosti proizvodstva [Acceptable risk as level of safety of production]. URL: [studme.org/12810419/bzhd/priemlemyy\\_risk\\_kak\\_uroven\\_bezopasnosti\\_proizvodstva](http://studme.org/12810419/bzhd/priemlemyy_risk_kak_uroven_bezopasnosti_proizvodstva).

10. Enterprise Risk Management – Integrated Framework: Executive summary. COSO, 2004. URL: [coso.org/ERM-IntegratedFramework.htm](http://coso.org/ERM-IntegratedFramework.htm).

11. Karl Berch. Risk Appetit: «Ne otkusyvajte bol'she, chem Vy mozhetе proglotit'» [Risk Appetite: «Don't bite off more, than you can swallow»]. URL: [cfin.ru/finanalysis/risk/Risk\\_Appetite.shtml](http://cfin.ru/finanalysis/risk/Risk_Appetite.shtml).

12. Politika upravlenija riskami v OAO «MRSK Centra» [Risk management policy in JSC «IDGC of Centre»]. M., 2010. URL: [mrsk-1.ru/docs/regulitions7.doc](http://mrsk-1.ru/docs/regulitions7.doc).

13. Politika po upravleniju riskami AO «Kazyna Kapital Menedzhment» [Policy on risk management of JSC «Kazyna Capital Management»], 2013. URL: [kcm-kazyna.kz/images/userfiles/files/risk%20rus.pdf](http://kcm-kazyna.kz/images/userfiles/files/risk%20rus.pdf).

14. Microsoft Methodology «The Security Risk Management Guide». – Microsoft, 2006. URL: [microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232](http://microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232).

15. Harrington E.C. The desirable function. Industrial Quality Control. 1965. V.21. no. 10. pp. 494-498.