

## УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

В статье рассмотрены вопросы количественной оценки и возможности управления рисками.

**Ключевые слова:** Управление, риски, устойчивость системы, социально-экономическая система.

Одной из важнейших функций экономической жизни человека является устойчивое управление людскими, материальными и финансовыми ресурсами. Одним из показателей устойчивости являются риски, которые возникают в процессе функционирования социально-экономической системы (СЭС).

Безопасность — это отсутствие опасности, сохранность, надежность чего-либо. Следовательно, безопасным принято называть защищенный надежный объект.

Каждая СЭС в ходе функционирования подвержена внешним возмущениям со стороны внешней среды и внутренним возмущениям самой системы, что приводит к возникновению опасных ситуаций.

Сохранение целостности системы является условием ее безопасности, поскольку она определяет само существование системы.

В основе категориальной структуры теории рисков лежит понятие “опасность” — потери чего-либо. Это объективная закономерность, которая обуславливает процессы количественного и качественного изменения систем, воспринимаемых в форме угрозы жизненно важным интересам людей. Риск имеет объективное и субъективное происхождение.

К основным свойствам рисков следует отнести:

- всеобщность;
- системность;
- динамичность.

**Всеобщность** рисков проявляется в том, что они не случайный результат сознательной деятельности, а необходимое условие существования СЭС.

**Системность** рисков рассматривается как свойство, присущее любым видам целесообразной деятельности человека.

**Динамика** рисков заключается в том, что процесс формирования рисков является постоянным и не прекращающимся и находится в прямой зависимости с любой природной и человеческой деятельностью.

Некоторые авторы исследуют риски как форму неопределенности результата, который связан с особым видом хозяйственной деятельности. В рамках данного направления исследуются закономерности проявления рисков, которые в условиях функционирования рынка приводят к снижению безопасности функционирования системы.

По видам деятельности риски подразделяются на социальные, политико-правовые, техногенные, экономические и экологические.

**Социальные риски** — это риски, обусловленные увеличением потребностей человека и снижением ресурсной базы для удовлетворения этих потребностей. Увели-

---

\* Чертыковцев Валерий Кириллович (chert@sagmu.ru), кафедра экономики, Самарский государственный университет, 443011, Российская Федерация, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.

чиваются национальные, религиозные и трудовые конфликты. Характер этих рисков обусловлен неэффективным и нерациональным использованием творческих способностей и неэффективной системой социальной защиты населения.

**Политико-правовые риски** – это использование политической власти для сохранения неэффективных форм правления. Поддержание социально-политической стабильности с помощью ограничения прав и свобод, обеспечения устойчивого экономического роста с помощью внеэкономического принуждения и нерационального использования ресурсов, значительная часть которых направляется на поддержание и сохранение политического режима.

**Техногенные риски** – это риски, связанные с ошибками и размещения производственных и социальных объектов на конкретной территории, которые создают реальную угрозу жизни и здоровью людей.

**Экономические риски** – это результат экономических действий, обусловленных принятием решений о производстве и потреблении товаров, что приводит к неэффективному и нерациональному распределению и потреблению материальных и финансовых ресурсов.

**Экологические риски** – это риски, связанные с результатами хозяйственной деятельности и воздействием на биосферу, ведущими к росту угроз для жизни и здоровья не только людей, но и других объектов природного мира.

Многообразие форм проявления рисков предполагает и многообразие методов их оценки. Однако это не так. Это многообразие обусловлено отсутствием системного подхода к рискам.

Большинство теорий рисков базируется на методах теории вероятности. Статистический подход к анализу рисков только на основе теории вероятности, приводит к однобокому рассмотрению этого вопроса. Здесь отсутствует показатель тяжести риска.

Безопасность (Б) системы можно представить как обратную величину риска (R). Поскольку безопасность и опасность представляют собой полную группу несовместных событий то можно записать [1]

$$B + R = I, \quad (1)$$

Риск характеризуется ресурсными (материальными) – W и структурными (энтропийными) – H противоречиями в системе и определяется переходом системы из одного состояния  $x(t)$  (при котором в системе отсутствуют катастрофы) в другое  $\bar{x}(t+t)$  (когда в системе имеет место катастрофа).

$$\bar{x}(t+t) = R(W, H, t) \cdot x(t), \quad (2)$$

где  $R(W, H, t)$  – оператор фазового пространства состояний системы.

Фазовое пространство состояний системы включает в себя два взаимно пересекающихся подпространства материальное –  $R^S$  и структурное –  $R^H$ . Уравнение фазового пространства состояний, описывающее риск можно записать в виде:

$$R(W, H, t) = R^S R^H. \quad (3)$$

Материальное подпространство характеризует степень тяжести S события, а структурное – вероятность возникновения – P события.

Тяжесть события определяется потерей определенного количества ресурса –  $W_n$  в системе. Чем больше величина  $W_n$  в системе по отношению к полному количеству ресурса W системы, тем большей степени тяжести соответствует это событие последствия

$$S = W_n / W, \quad (4)$$

Структура системы, ее объекты и связи между ними, формирует частоту или вероятность  $P(\kappa)$  возникновения катастрофы – переход системы из состояния  $x(t)$  в  $\bar{x}(t+t)$ .

Величина  $P(\kappa)$  тождественна неопределенности (энтропии)  $H$  состояния СЭС. Чем больше хаос, неопределенность состояния системы, тем выше вероятность возникновения катастрофы, выше уровень риска

$$P(\kappa) \equiv H. \quad (5)$$

Из условия (1) вытекает, что вероятность катастрофы  $P(\kappa)$  и вероятность безопасности  $P(\beta)$  можно записать в виде:

$$P(\kappa) + P(\beta) = 1, 0. \quad (6)$$

В жестко детерминированных структурах с минимальной степенью свободы система обладает минимальной неопределенностью  $H$ , что приводит к снижению вероятности  $P(\kappa)$ .

Растет неопределенность системы  $H$ , а, следовательно, и  $P(\kappa)$ . Таким образом, в основе роста  $P(\kappa)$  лежит хаос, беспорядок – энтропия системы и наоборот, о чем больше информации  $I$  о состоянии системы, тем меньше величина  $P(\kappa)$  и больше  $P(\beta)$

$$P(\beta) \equiv I \quad (7)$$

Неопределенность состояния системы можно найти, используя уравнение Шеннона

$$H = - \sum_{i=1}^N P_i \log P_i, \quad (8)$$

где  $P_i$  – вероятность состояния системы при данной степени свободы  $S$ ;  $N$  – число объектов в структуре.

Максимальная энтропия в системы возникает при равновероятных событиях  $P_i = 1/N$ , тогда

$$H_{\max} = \log_2 N. \quad (9)$$

Как было показано выше оператор  $R(W, H, t)$  описывая переход из одного состояния системы  $x(t)$  в другое  $\bar{x}(t + t)$ , объединяет одновременно как энергетическую  $W$ , так и структурную –  $H$  стороны процесса риска в социальной среде.

Поскольку степень тяжести катастрофы  $S \equiv aW$ , а вероятность возникновения  $P$   $H$ , то из (3) вытекает, что количественную оценку риска можно записать в виде

$$R = PS. \quad (10)$$

Для управления рисками можно ввести нормы предельно допустимых рисков (ПДР), которые подразделяются на социальные, политико-правовые, техногенные, экономические и экологические.

В качестве нормативного ПДР –  $R_n$  могут выступать кривые уровня риска (рис. 1)

$$R_n = P_n S_n \quad (11)$$

где  $P_n$  и  $S_n$  – нормативно допустимые вероятность и степень тяжести катастрофы соответственно.

Все ПДР условно можно разбить на 5 уровней риска [2]:

- I уровень – экологические;
- II уровень – экономические;
- III уровень – техногенные;
- IV уровень – политико-правовые;
- V уровень – социальные.

Условием попадания в ту или иную категорию является

$$R_{n \min} < R < R_{n \max}, \quad (12)$$

где  $R$  – расчетный уровень риска за прошедший год;

$R_{n \min}$  и  $R_{n \max}$  – диапазон изменения риска  $i$ -й категории.

При  $R = R_n$  можно считать, что система находится в состоянии устойчивого равновесия.

При  $R > R_n$  бифуркационное состояние системы, движение к катастрофе.

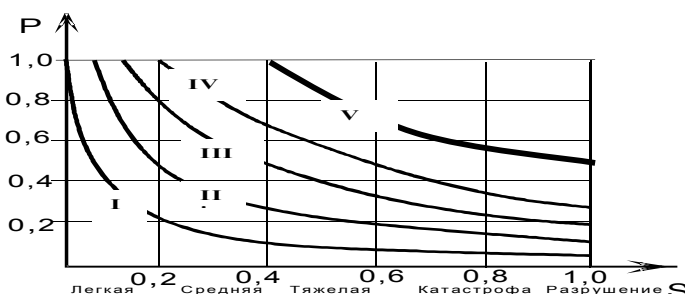


Рис. 1. Предельно допустимые риски

Одной из основных задач при управлении риском является обеспечение устойчивости экономической системы к катастрофическим скачкам.

Будучи частью мироздания, человек подчиняется его общим законам. Каждая связь, каждый вид взаимоотношений налагает на факторы новые обязанности и подчиняет новым видам законов. Как только появляются взаимоотношения — появляются и оковы, налагаются новые условия, приводящие к новым законам, которым эти факторы должны подчиняться.

Когда степень свободы высокая — система неустойчива, так как наблюдается большая неопределенность состояния системы, что увеличивает вероятность возникновения катастрофы. Однако и при очень низкой степени свободы, или ее отсутствии, система тоже ведет себя неустойчиво, она разрушается в результате того, что не может изменяться — подстраиваться под воздействием внешних возмущающих факторов. Человек вносит как устойчивость, так и элемент разрушения в систему. Степень предопределения жизни человека и устойчивости являются непосредственными функциями общей развитости человека и увеличиваются в строгой гармонии с его ростом.

Согласно Конституции РФ (разд. 1, гл. 2. Права и свободы человека и гражданина) проводить эксперименты на людях запрещено. Поэтому прежде чем приступить к управлению рисками целесообразно провести эксперименты на математических моделях.

Условие снижения или стабилизации риска можно записать как:

$$P S = R_n \tag{13}$$

где  $P$  и  $S$  — текущие значения частоты и тяжести катастрофы соответственно;  $R_n = P_n S_n$  — предельно допустимый уровень риска системы при допустимых значениях частоты  $P_n$  и тяжести  $S_n$ .

Для обеспечения снижения риска системы или его стабилизации в будущем необходимо выполнить условие

$$\frac{dR}{dt} = S \frac{dP}{dt} + P \frac{dS}{dt} = 0. \tag{14}$$

Учитывая, что научно-технический прогресс приводит к увеличению потребляемой энергии, а следовательно и к росту тяжести  $S$  катастрофы  $dS/dt > 0$ , то для выполнения условия (14) необходимо, чтобы  $dP/dt < 0$ .

Исходя из вышесказанного, можно составить систему уравнений, учитывающих процесс изменения  $P(t)$  и  $S(t)$  в будущем:

$$\left. \begin{aligned} P &= P_n - \frac{dP}{dt} t \\ S &= S_n + \frac{dS}{dt} t \end{aligned} \right\} \tag{15}$$

$$P_H \frac{dS}{dt} t - S_H \frac{dP}{dt} t - \frac{dS}{dt} \frac{dP}{dt} t^2 = 0 \quad (16)$$

Решив (16) относительно  $t$  имеем

$$t = - \frac{S_H \frac{dP}{dt} - P_H \frac{dS}{dt}}{\frac{dP}{dt} \cdot \frac{dS}{dt}} \quad (17)$$

Подставив  $dS/dt = -S/P \cdot dP/dt$  при  $dR/dt = 0$  из (14) в (17), найдем

$$t = \frac{P_H + P S_H / S}{dP / dt} \quad (18)$$

Умножив левую и правую части на  $dP/dt$ , получим

$$t \frac{dP}{dt} = P_H + P S_H / S \quad (19)$$

Продифференцируем (19) по  $t$ :

$$\frac{dP}{dt} + \frac{d^2 P}{dt^2} t = \frac{S_H}{S^2} P + \frac{S_H}{S} \frac{dP}{dt} \quad (20)$$

при  $t = T$  уравнение (20) принимает вид

$$\frac{d^2 P}{dt^2} = \frac{S_H - S}{S \cdot T} \frac{dP}{dt} + \frac{S_H}{S^2 T} P \quad (21)$$

Заменив  $dP/dt = Y$ , получим

$$\frac{dY}{dt} = - \left( \frac{S - S_H}{S \cdot T} Y - \frac{S_H}{S^2 T} P \right) \quad (22)$$

Разделив (22) на  $dP/dt = Y$ , получим

$$\frac{dY}{dP} = - \frac{\frac{S - S_H}{S \cdot T} Y - \frac{S_H}{S^2 T} P}{Y} \quad (23)$$

При  $S = S_H$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{1}{S \cdot T} \cdot \frac{P}{Y} \quad (24)$$

или

$$Y^2 + \left( - \frac{1}{2TT_0} \right) \cdot P^2 = A^2 \quad (25)$$

$$\text{где } A = \frac{P_{\max}}{\sqrt{-2TT_0}}; \quad T = \frac{P_H + P S_H / S}{dP / dt};$$

$P_{\max}$  – максимально допустимая вероятность возникновения катастрофы;

$T_0$  – исторический период времени развития процесса.

Нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка (25) указывает на то, что в системе возможны три вида переходных процессов.

При  $S = 2S_H$  фазовые траектории системы представляют из себя эллипс с полуосями  $A\sqrt{-S_H T}$  и  $A$ . В этом случае имеем устойчивые незатухающие колебания.

При  $S \neq 2S_n$ , если  $2S_n - S < 0$ , колебательный процесс будет затухающим.

При  $2S_n - S > 0$  процесс апериодический.

Наиболее устойчивым является апериодический процесс. Но он быстро затухает и прекращает свое существование, что, в конечном счете, ведет к разрушению системы. Колебательный незатухающий процесс – это процесс жизни, развития и движения. Он является наиболее устойчивым для живых систем.

Анализ этой модели показал, что изменяя параметры системы можно получить следующие виды переходных процессов СЭС [3]:

**Затухающий колебательный процесс** ( $-2S_n < S$ ):

$t:=0,0.1 \dots 20$        $A:=1$        $a:=0.1$        $f_0:=0$        $w:=1$

$P(t):=Ae^{-at}\sin(\omega t+f_0)+C_1$        $C_1:=0$  (рис. 2, а)

Как видно из рисунка переходный процесс в системе носит затухающий характер. Система устойчиво стремится к 0. С позиции устойчивости это хорошо, но с позиции развития это приведет систему к разрушению.

**Незатухающий колебательный процесс** ( $-2S_n = S$ ):

$t:=0 \dots 200$        $A:=1$        $a:=0$        $f_0:=0$        $w:=1$

$P(t):=Ae^{-at}\sin(\omega t+f_0)+C_1$        $C_1:=0$  (рис. 2, б)

Устойчивый незатухающий процесс указывает на то, что в рамках амплитуды колебательного процесса система ведет себя устойчиво и имеет возможность развиваться.

**Апериодический процесс** ( $-2S_n > S$ ):

$t:=0,0.1 \dots 20$        $A:=1$        $a:=1$        $f_0:=0$        $w:=1$

$P(t):=Ae^{-at}\sin(\omega t+f_0)+C_1$        $C_1:=0$  (рис. 2, в)

Апериодический процесс указывает на то, что система устойчива, но обладает большой степенью затухания, что будет мешать развитию процессов маркетинга.

**Дифференцирующий процесс:**

$t:=0,0.1 \dots 200$        $A:=1$        $a:=1$        $f_0:=1$        $w:=0.2$

$P(t):=Ae^{-at}\sin(\omega t+f_0)+C_1$        $C_1:=0$  (рис. 2, г)

Сильно затухающий плохо развивающийся процесс.

**Расходящийся процесс:**

$t:=0 \dots 200$        $A:=0.5$        $a:=-0.01$        $f_0:=0$        $w:=0.1$

$P(t):=Ae^{-at}\sin(\omega t+f_0)+C_1$        $C_1:=0$  (рис. 2, д)

Неустойчивый разрушительный процесс развития системы.

Разработанные модели позволяют с помощью информационных технологий моделировать и исследовать риски СЭС. Соответствующим образом, подбирая параметры системы можно обеспечивать ее устойчивое и эффективное развитие на основе имитационных моделей.

Поэтому в настоящее время назрела необходимость создания системы управления риском в обществе, целью которой являлось бы обеспечение устойчивого развития общества – обеспечение безопасности человека и окружающей его среды в условиях повышения качества жизни каждого индивидуума.

Предложено в основу решения данной проблемы положить четыре принципа управления риском, которые должны рассматриваться как взаимосвязанная система.

**Первый принцип.** Стратегическая цель управления риском – стремление к повышению уровня благосостояния общества (максимизация общей ожидаемой суммы материальных и духовных благ) при обязательном условии: никакая практическая деятельность, направленная на реализацию цели, не может быть оправдана, если выгода от нее для общества в целом не превышает вызываемого ею ущерба (принцип оправданности практической деятельности).

**Второй принцип.** Тактическая цель управления риском – увеличение среднестатистической ожидаемой продолжительности жизни в обществе, в течение ко-

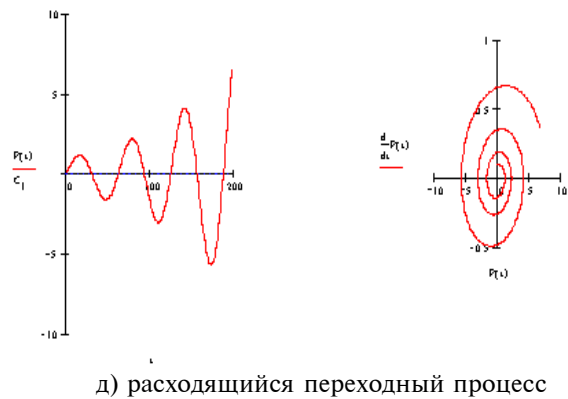
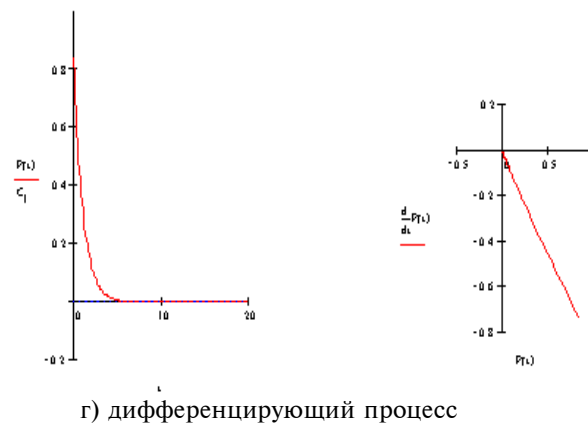
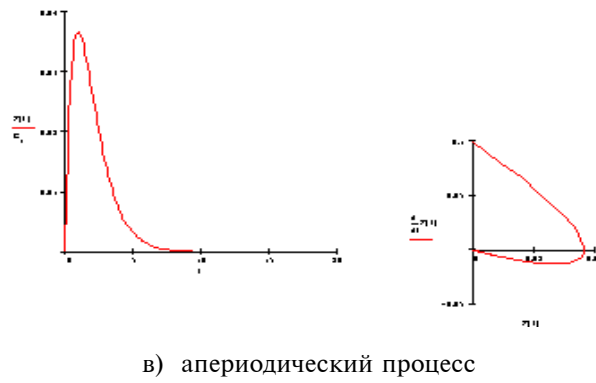
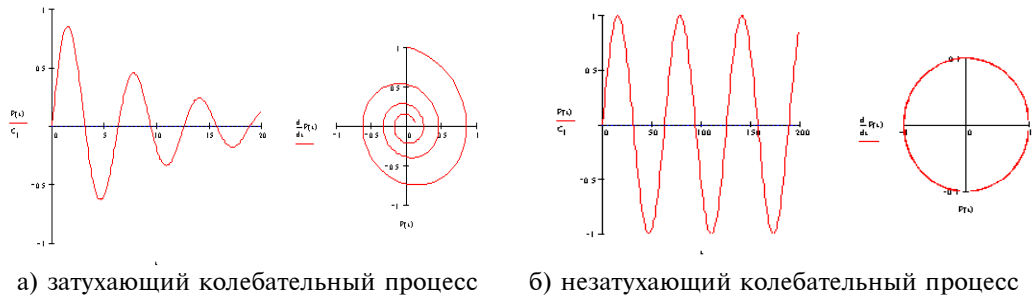


Рис. 2. Переходные процессы в имитационной модели

торой личность может вести полнокровную деятельность в состоянии физического, душевного и социального благополучия (принцип оптимизации защиты).

*Третий принцип.* Политика в области управления риском будет эффективной и последовательной только в том случае, если в управление риском включен весь совокупный спектр существующих в обществе опасностей и вся информация о принимаемых решениях в этой области без каких либо ограничений доступна самым широким слоям населения (принцип интегральной оценки опасностей).

*Четвертый принцип.* Политика в области управления риском должна строго ограничиваться рамками воздействия на экосистемы, не превышать предельно допустимые экологические нагрузки (принцип устойчивости экосистем).

Система должна иметь два уровня управления оперативно-тактический и стратегический. Учитывая три ветви власти, организационная структура состоит из трех контуров несвязного управления: исполнительного (оперативный уровень), законодательного и судебного (стратегический уровень).

*Первый уровень* – оперативно-тактический. Это уровень предприятий с различной формой собственности, где решаются задачи сегодняшнего дня, оперативные задачи организационно-технического характера. Основным управляющим воздействием на этом уровне рыночных отношений является экономическая заинтересованность (наказание и поощрение) – система социального страхования от производственного риска, штрафы за нарушения трудового законодательства, материальные и моральные издержки работодателей за потерю трудоспособности или смерть в результате несчастного случая или профессионального заболевания.

*Второй уровень* – стратегический, который должен обеспечивать устойчивость СЭС к катастрофическим скачкам в будущем. Это уровень районных, городских и областных администраций, законодательных, контролирующих и правовых органов власти.

### Библиографический список

1. Чертыковцев В.К. Логистика риска. Самара. СамИИТ. 2000.
2. Чертыковцев В.К. Информационная логистика: монография. Самара: Изд-во Самар. Гос. Экон. акад., 2004.
3. Чертыковцев В.К. Экономико-математические модели в маркетинговых процессах: монография. Самара: Изд-во Самар. Гос. Экон. ун-та, 2009.

### References

1. Chertykovtsev V.K. Logistics of risk. Samara, SamIIT, 2000 [in Russian]
2. Chertykovtsev V.K. Information logistics: monograph. Samara, Izd-vo Samar. Gos. Ekon. Akad., 2004 [in Russian].
3. Chertykovtsev V.K. Economic and mathematical models in marketing processes: monograph. Samara, Izd-vo Samar. Gos. Ekon. Un-ta, 2009 [in Russian].

*V.K. Chertykovtsev\**

### RISK MANAGEMENT

In the article the questions of numerical estimate and possibility of risk management are viewed.

**Key words:** management, risks, stability of a system, social and

---

\* *Chertykovtsev Valery Kirillovich* (chert@sagmu.ru), Department of Economics, Samara State University, Samara, 443011, Russian Federation.