

---

## Моделирование экономических механизмов управления уровнем риска

Новиков Д. А., Щепкин А. В.

*Институт проблем управления РАН, 117997 Россия, Москва, ГСП-4,  
Профсоюзная 65, Россия*

---

Система управления безопасностью от природных и техногенных катастроф должна быть ориентирована, в первую очередь, на предотвращение и уменьшение вероятности возникновения *чрезвычайных ситуаций* (ЧС), а также на сокращение масштабов последствий ЧС.

Для управления уровнем безопасности при техногенных и природных катастрофах необходимо иметь соответствующую шкалу оценок, определяющую уровень безопасности. Определение уровня безопасности начинается с формирования системы показателей, которые характеризуют состояние региона с точки зрения возможности возникновения ЧС. При этом следует осуществлять оценку локальных рисков возникновения ЧС и переходить от набора локальных оценок рисков к интегральной (комплексной) оценке риска.

Задачи комплексного оценивания, заключающиеся в переходе от детального к агрегированному описанию сложных систем, встречаются во многих областях хозяйственной деятельности. Например: оценка деятельности трудовых коллективов (выбор лучшего) [1], оценка приоритетных направлений развития науки и техники (иерархия приоритетов) [2], оценка привлекательности инвестиционных проектов (выбор наиболее эффективного) [3], оценка предложений по проектам законодательных и иных нормативных правовых актов [4].

Все эти задачи относятся к классу задач *комплексного оценивания* сложных социально-экономических объектов (проектов, программ, сценариев развития и др.). В последнее время для решения такого рода задач широко используется подход, основанный на формировании дерева оценок и вычислении на нем *интегральной оценки риска* (ИОР) или *комплексной оценки* (КО) [5].

В докладе рассматривается модель региона, в котором функционируют  $n$  хозяйственных объектов (например, *предприятий*), деятельность которых может привести к возникновению ЧС.

Ответственность за безопасность региона возложена на органы власти (). Полномочия, которыми располагает центр — это применение различных экономических механизмов, направленных на снижение риска [5, 6]. Например, распределение между предприятиями централизованного фонда, средства которого направляются предприятиями на повышение безопасности; стимулирование деятельности предприятий по снижению техногенного и природного риска; наложение штрафа на предприятия за превышение допустимого уровня риска; взимание платы с предприятий за риск и т. д.

В рыночной экономике эффективность функционирования предприятия определяется получаемой им *прибылью*. Если считать, что вся выпущенная предприятием продукция реализуется, то прибыль  $i$ -го предприятия можно записать в виде

$$f_i = c_i u_i - z_i(u_i) - v_i,$$

где  $u_i \geq 0$  — *объем продукции*, выпускаемой на  $i$ -м предприятии;  
 $c_i \geq 0$  — *цена продукции*, выпускаемой на  $i$ -м предприятии;  
 $v_i \geq 0$  — *затраты предприятия на предупредительные и/или природоохранные мероприятия*;

$z_i(u_i)$  — *затраты предприятия на выпуск продукции в объеме  $u_i$* .

В действительности предприятие заинтересовано не в увеличении прибыли как таковой, а лишь в той части прибыли, которая остается в его распоряжении, так как именно из прибыли предприятие осуществляет различные обязательные выплаты, такие как: налоги, всевозможные платежи, и, возможно, штрафы.

Размер обязательных выплат и показатели, от которых эти выплаты зависят, определяются действующим экономическим механизмом.

Обозначим через  $y_i$  *уровень безопасности*  $i$ -го предприятия. Параметры *экономического механизма* настраиваются в соответствии с наблюдаемым или измеряемым уровнем безопасности. Например, если  $\chi_i$  — размер штрафов за недостижение требуемого уровня безопасности  $x_i$ , то прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, может быть записана в виде  $f_i = c_i u_i - z_i(u_i) - \chi_i(x_i, y_i)$ , где

$$\chi_i(x_i, y_i) = \begin{cases} \chi_i(y_i), & \text{если } y_i < x_i \\ 0, & \text{если } y_i \geq x_i. \end{cases}$$

В случае, когда применяется экономический механизм платы за риск, то  $\chi_i(x_i, y_i) = \lambda_i(x_i - y_i)$ ,  $y_i \leq x_i$ , где  $\lambda_i$  — *цена риска* для  $i$ -го предприятия.

Если для управления уровнем риска используется механизм централизованного финансирования мероприятий по снижению уровня риска, то при этом в первую очередь должны быть решены вопросы, связанные с формированием централизованных фондов и, соответственно, определены процедуры распределения средств из этих фондов. Кроме того, должны быть известны мероприятия по снижению уровня риска, финансирование которых осуществляется из выделяемых средств.

И, наконец, при использовании механизма налогообложения как средства побуждения к снижению уровня риска

$$\chi_i = [\rho_0 - \rho(y_i)] [c_i u_i - z_i(u_i)],$$

где  $\rho_0$  — *базовая ставка налогообложения*,  $\rho(y_i)$  — *величина снижения базовой ставки в зависимости от уровня безопасности*.

В дальнейшем будем считать, что уровень безопасности  $i$ -го предприятия, зависит от объема выпускаемой им продукции  $u_i$  и объема средств  $v_i$ ,

направляемых на совершенствование технологии, на предупреждение возникновения нештатных ситуаций, укрепление производственной и технологической дисциплины, на природоохранные мероприятия. Т. е.  $y_i = y_i(u_i, v_i)$ , причем, если  $y$  интерпретируется как уровень риска, то

$$y_i(0, v_i) = 0, \quad \frac{\partial y_i(u_i, v_i)}{\partial u_i} \geq 0, \quad \frac{\partial y_i(u_i, v_i)}{\partial v_i} \leq 0, \quad \frac{\partial^2 y_i(u_i, v_i)}{\partial v_i^2} \geq 0;$$

если же  $y$  интерпретируется как уровень безопасности, то

$$\frac{\partial y_i(u_i, v_i)}{\partial u_i} \leq 0, \quad \frac{\partial y_i(u_i, v_i)}{\partial v_i} \geq 0, \quad \frac{\partial^2 y_i(u_i, v_i)}{\partial v_i^2} \leq 0.$$

Содержательно эти условия означают, что: при отсутствии производства отсутствует и риск; с ростом объема выпуска при неизменных затратах на природоохранные мероприятия уровень риска не убывает; с ростом затрат на природоохранные мероприятия при неизменном объеме выпуска уровень риска не возрастает; при неизменном объеме выпуска каждое последующее вложение средств в природоохранные мероприятия приносит всё меньший эффект (приводит к всё меньшему снижению уровня риска).

Так как в регионе могут находиться различные предприятия, и от аварий на этих предприятиях могут быть различные потери, то важно учитывать не только вероятность возникновения ЧС, но и от этих ЧС. Обозначим через  $W_i$  возможный полный ущерб в регионе при возникновении ЧС на  $i$ -м предприятии. В дальнейшем одной из важнейших характеристик возможной ЧС на  $i$ -м предприятии будем считать ожидаемый ущерб, который можно определить как  $E W_i$ . Если события, заключающиеся в возникновении ЧС на различных предприятиях, независимы, то возможный полный ущерб в регионе  $E W$ , связанный с деятельностью всех предприятий, расположенных на его территории, можно записать как

$$E W = \sum_{i=1}^n E W_i.$$

Ожидаемый ущерб отражает эффект негативного воздействия на эколого-экономическую систему.

В докладе оценивается эффективность применения различных механизмов управления риском.

### Литература

1. Бурков В. Н., Кондратьев В. В., Цыганов В. В., Черкашин А. М. *Теория активных систем и совершенствование хозяйственного механизма*, М. Наука, 1984.
2. Кузьмицкий А. А., Новиков Д. А. *Организационные механизмы управления развитием приоритетных направлений науки и техники*, М.: ИПУ РАН, 1993.

3. Андронникова Н. Г., Бурков В. Н., Леонтьев С. В. *Комплексное оценивание в задачах регионального управления*, М.: ИПУ РАН, 2002.
4. Кондратьев В. Д., Щепкин А. В. *Комплексное оценивание в области безопасности дорожного движения*, М.: ИПУ РАН, 2002.
5. Бурков В. Н., Новиков Д. А., Щепкин А. В. *Механизмы управления эколого-экономическими системами*, М. Физматлит, 2008.
6. Бурков В. Н., Грацианский Е. В., Дзюбко С. И., Щепкин А. В. *Модели и механизмы управления безопасностью*, М.: Синтез, 2001.