

Кафедра проблем управления МФТИ

**Управление эколого-
экономическими
системами**

Щепкин Александр Васильевич
sch@ipu.ru

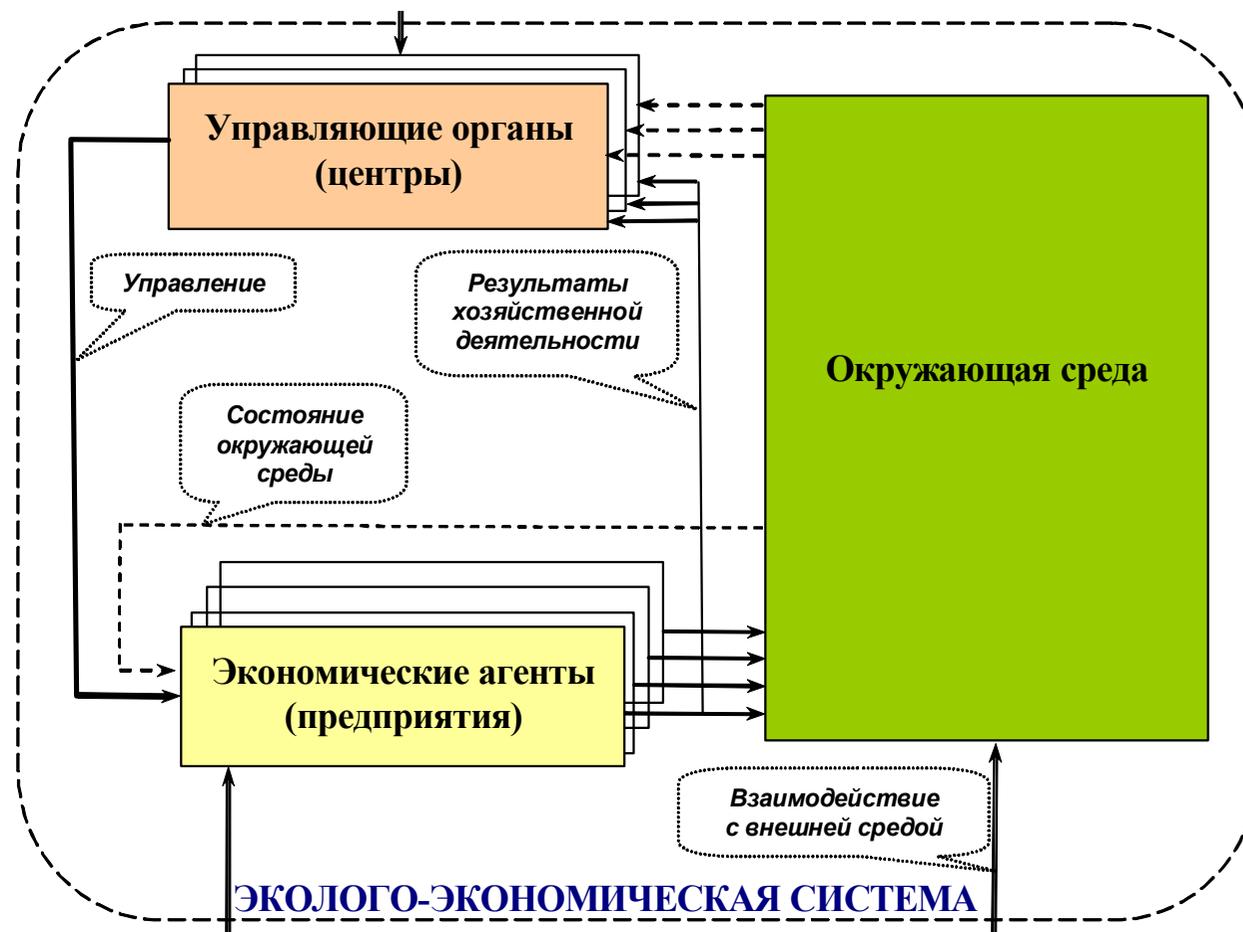
Устойчивое развитие - это процесс, отвечающий потребностям настоящего, но не лишаящий будущие поколения возможности удовлетворять свои потребности (то есть развитие, позволяющее на долговременной основе обеспечить стабильный экономический рост, не приводящий к деградиационным изменениям окружающей среды).

**Государственная научно-техническая
программа «Безопасность населения и
народнохозяйственных объектов с учетом
риска природных и техногенных
катастроф» (ГНТП «Безопасность»)**

**Проект «*Разработка и анализ
экономических и правовых
механизмов снижения уровня риска
природных и техногенных
катастроф при функционировании
потенциально опасных объектов*»**

МОДЕЛЬ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Эколого-экономическая система (ЭкЭС) – совокупность взаимосвязанных экономических, технических, социальных и природных факторов в окружающем человека мире.



специфика задач управления эколого-экономической системы

- ✓ **результаты деятельности управляемых субъектов имеют, как минимум, две составляющих результатов – «экономическая» и «экологическая»;**
- ✓ **интересы различных управляющих органов могут не только не совпадать с интересами предприятий, но и противоречить друг другу;**
- ✓ **затраты на регулярное получение достоверной и полной информации достаточно велики;**
- ✓ **существенными, а во многом и решающими, являются институциональные ограничения (нормативно-правовая база) деятельности предприятий и их взаимодействия с управляющими органами.**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА

Экологический риск – это *вероятность* наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Федеральный закон от 10
января 2002 г. № 7-ФЗ
«Об охране окружающей среды»

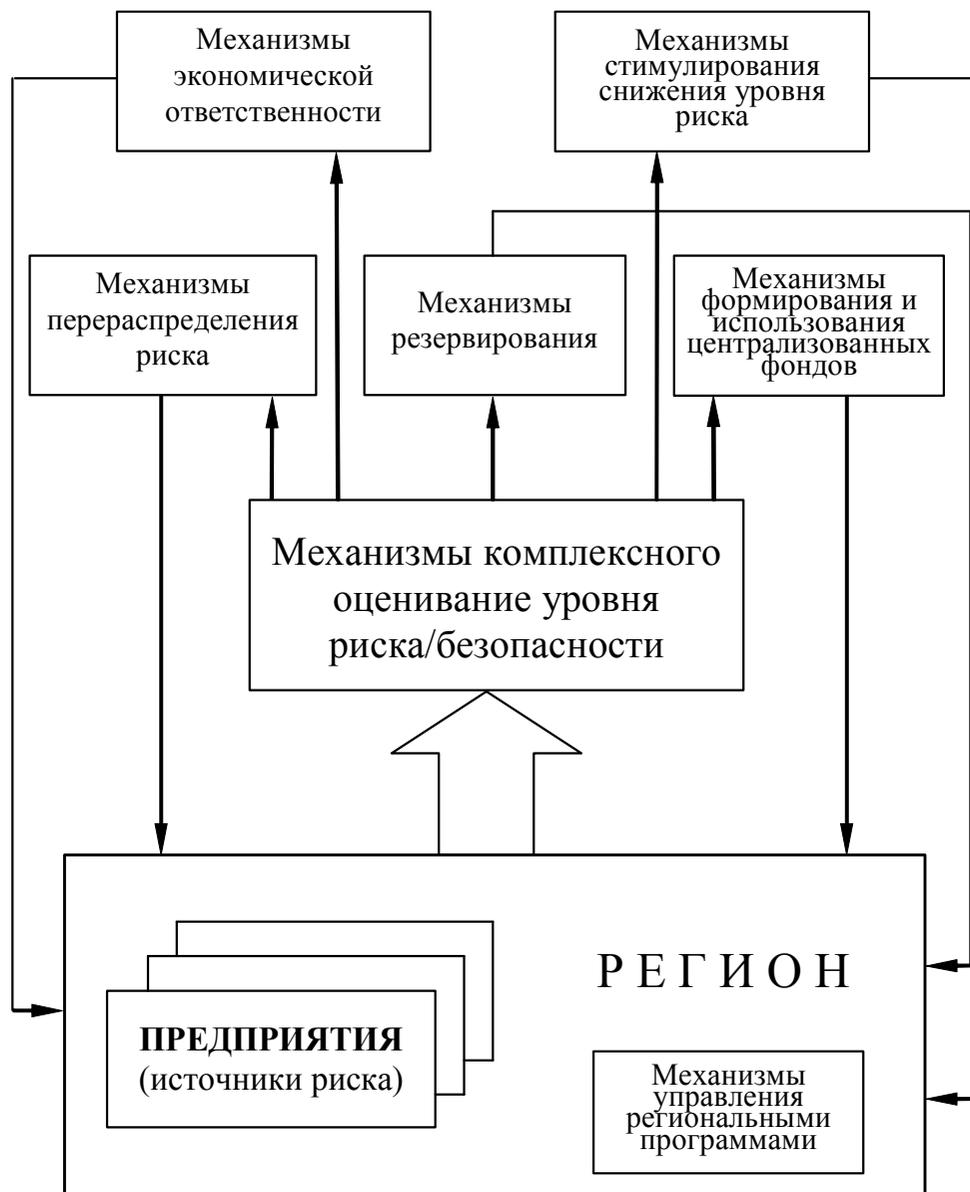
Экологическая безопасность – это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

x – риск (уровень риска) – вероятность возникновения чрезвычайной ситуации.

y – уровень безопасности – вероятность безаварийного функционирования.

$$x + y = 1$$

КОМПЛЕКС МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ



ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ

- 1. Механизмы экономической ответственности.** Система стандартов (норм, нормативов, квот), отклонение от которых ведет к определенным экономическим санкциям. Эта группа включает механизмы *штрафов, платы за риск, квоты.*
- 2. Механизмы стимулирования снижения уровня риска.** Механизмы льготного налогообложения, льготного кредитования мероприятий по повышению уровня безопасности, *механизмы финансирования снижения уровня риска, механизмы компенсации затрат на снижение уровня риска, механизмы снижения ожидаемого ущерба, механизмы экономической мотивации*
- 3. Механизмы перераспределения риска.** Механизмы *страхования (государственное, независимое и взаимное страхование).*
- 4. Механизмы резервирования на случай ЧС.** Механизмы *образования резервов трудовых ресурсов (пожарные, спасатели и др.), материальных ресурсов (запасы продовольствия, сырья, медикаментов, транспорт и др.), мощностей для быстрой организации производства продукции, необходимой для ликвидации или уменьшения потерь от чрезвычайных ситуаций.*
- 5. Механизмы использования бюджетных и внебюджетных фондов.** Механизмы *стимулирования повышения уровня безопасности, механизмы компенсации затрат на снижение уровня риска.*

ЗАДАЧА КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ РИСКА

На первом этапе устанавливается набор локальных рисков, которые характеризуют возможное развитие события с различных точек зрения;

На втором этапе весь набор локальных рисков разбивается на две подгруппы:

первая подгруппа – локальные риски, по которым показатели, используемые для оценки, могут быть точно рассчитаны (например, экономические показатели);

вторая подгруппа – локальные риски, по которым показатели рассчитать невозможно, и оценивается они экспертным путем (например, состояние уровня жизни);

на третьем этапе формируется балльная шкала оценок, с помощью которой эксперты оценивают локальные риски второй подгруппы;

на четвертом этапе формируются оценки локальных рисков, входящих во вторую подгруппу;

на пятом этапе определяется набор показателей, которые характеризуют локальные риски первой подгруппы;

ЗАДАЧА КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ РИСКА

на шестом этапе для каждого показателя локальных рисков из первой подгруппы формируются шкалы пересчета их значений в балльные оценки;

на седьмом этапе рассчитываются значения показателей локальных рисков из первой подгруппы;

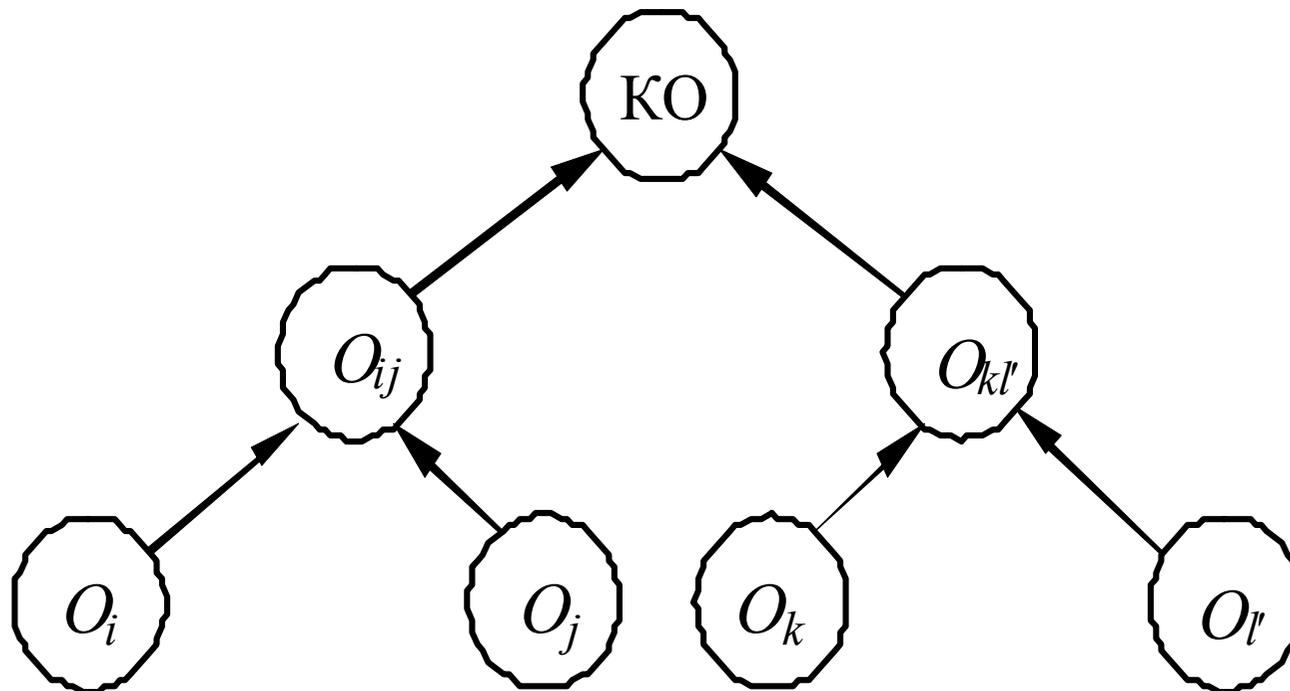
на восьмом этапе на основе сформированной шкалы пересчитываются значения показателей в балльные оценки риска;

на девятом этапе определяются пары локальных рисков, оценки которых будут сворачиваться в обобщенную оценку, и строится бинарное дерево свертки;

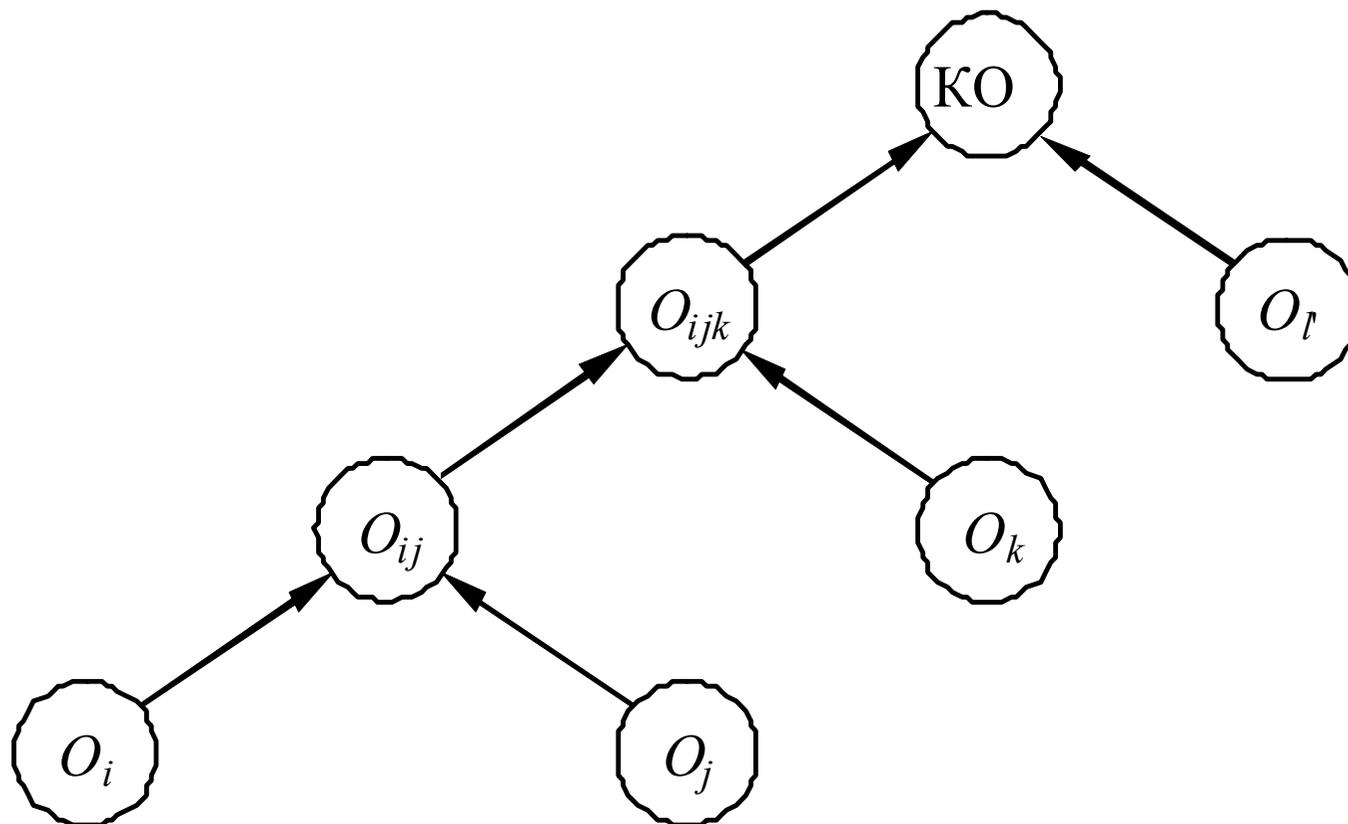
на десятом этапе для построенного бинарного дерева формируются соответствующие матрицы логической свертки;

на одиннадцатом этапе определяется комплексная (интегральная) оценка риска;

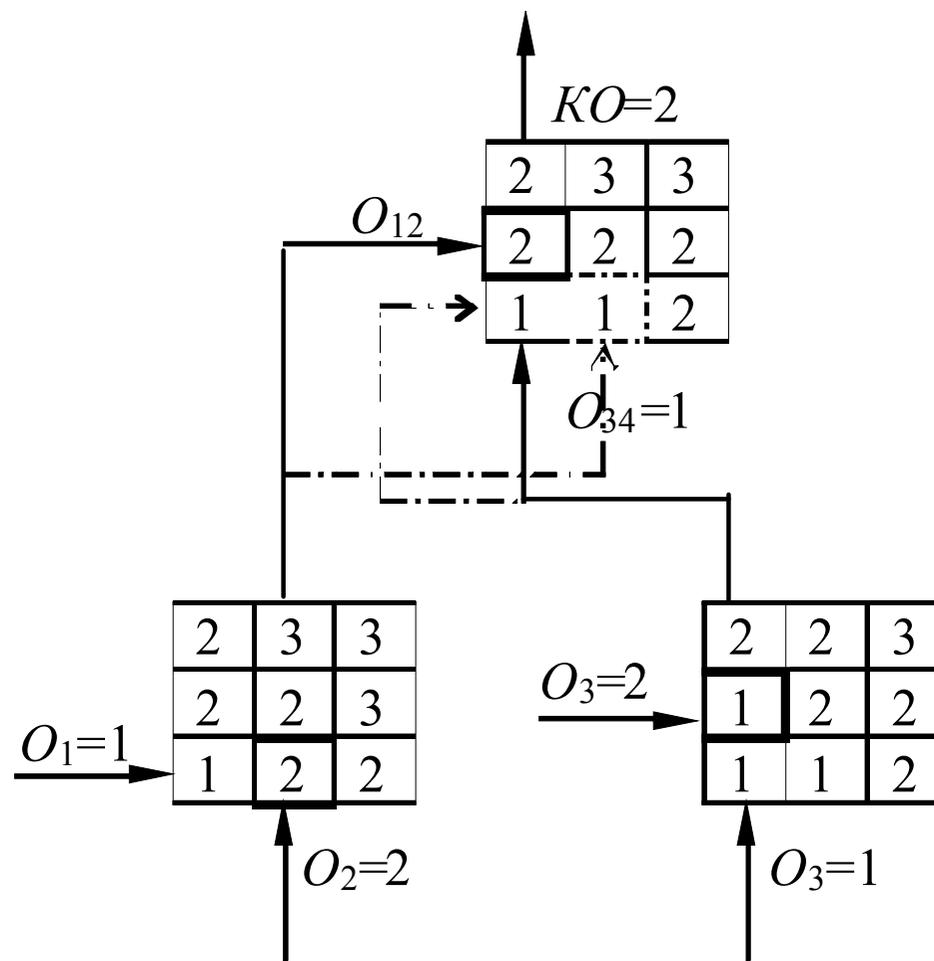
ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ БИНАРНАЯ СТРУКТУРА



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ БИНАРНАЯ СТРУКТУРА



Расчет КО для четырех локальных рисков



ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ

$f_i = c_i u_i - z_i(u_i)$ - прибыль предприятия

u_i - объем продукции, выпускаемой на i -м предприятии;

c_i - цена продукции, выпускаемой на i -м предприятии;

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

$$z(0) = 0, \frac{dz(u)}{du} > 0, \frac{d^2 z(u)}{du^2} > 0 \quad (1)$$

$$\left. \frac{dz(u)}{du} \right|_{u=0} = 0, \left. \frac{dz(u)}{du} \right|_{u \rightarrow \infty} \rightarrow \infty \quad (2)$$

$\chi_i = \chi_i(x_i)$ - экономический механизм

$f_i = c_i u_i - z_i(u_i) - \chi_i(x_i)$ - прибыль предприятия при действии экономического механизма.

$x_i(u_i, v_i)$ - уровень риска

v_i - объем средств, направляемых на снижение риска

$$x_i(0, v_i) = 0, \frac{\partial x_i(u_i, v_i)}{\partial u_i} > 0, \frac{\partial x_i(u_i, v_i)}{\partial v_i} < 0, \frac{\partial^2 x_i(u_i, v_i)}{\partial v_i^2} > 0 \quad (3) \quad 14$$

МЕХАНИЗМ СИЛЬНЫХ ШТРАФОВ

- \hat{x} допустимый уровень риска

$$f = cu - z(u) - \begin{cases} \chi(x), & \text{если } x > \hat{x}, \\ 0, & \text{если } x \leq \hat{x}. \end{cases}$$

$$\frac{df}{du} = c - \frac{dz(u)}{du} = 0 \quad (4)$$

u^* - решение уравнения (4).

$$f^* = cu^* - z(u^*)$$

$x(u^*, 0)$ - уровень риска на предприятии.

$$x(u^*, 0) > \hat{x} \quad (5)$$

$$x(u^{**}, 0) = \hat{x} \quad (6)$$

$$f^{**} = cu^{**} - z(u^{**}) \quad (7)$$

$$\begin{cases} cu - z(u) - v \rightarrow \max_{(u,v)} \\ x(u,v) = \hat{x} \end{cases} \quad (8)$$

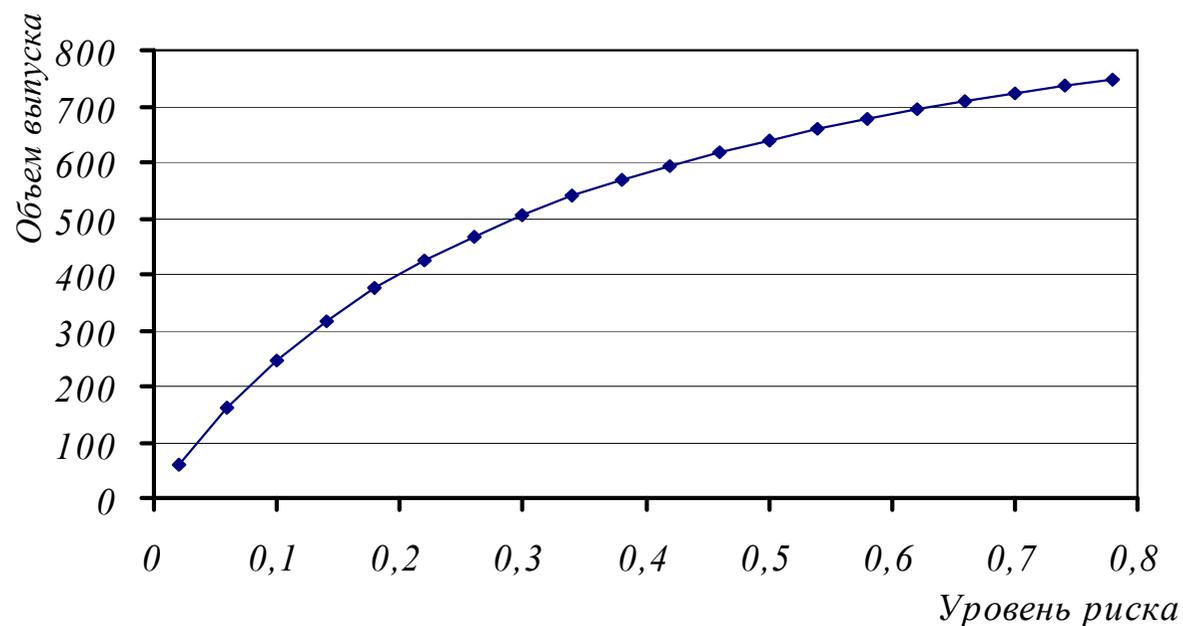
u' и v' решение задачи (8).

$$f' = cu' - z(u') - v' \quad (9)$$

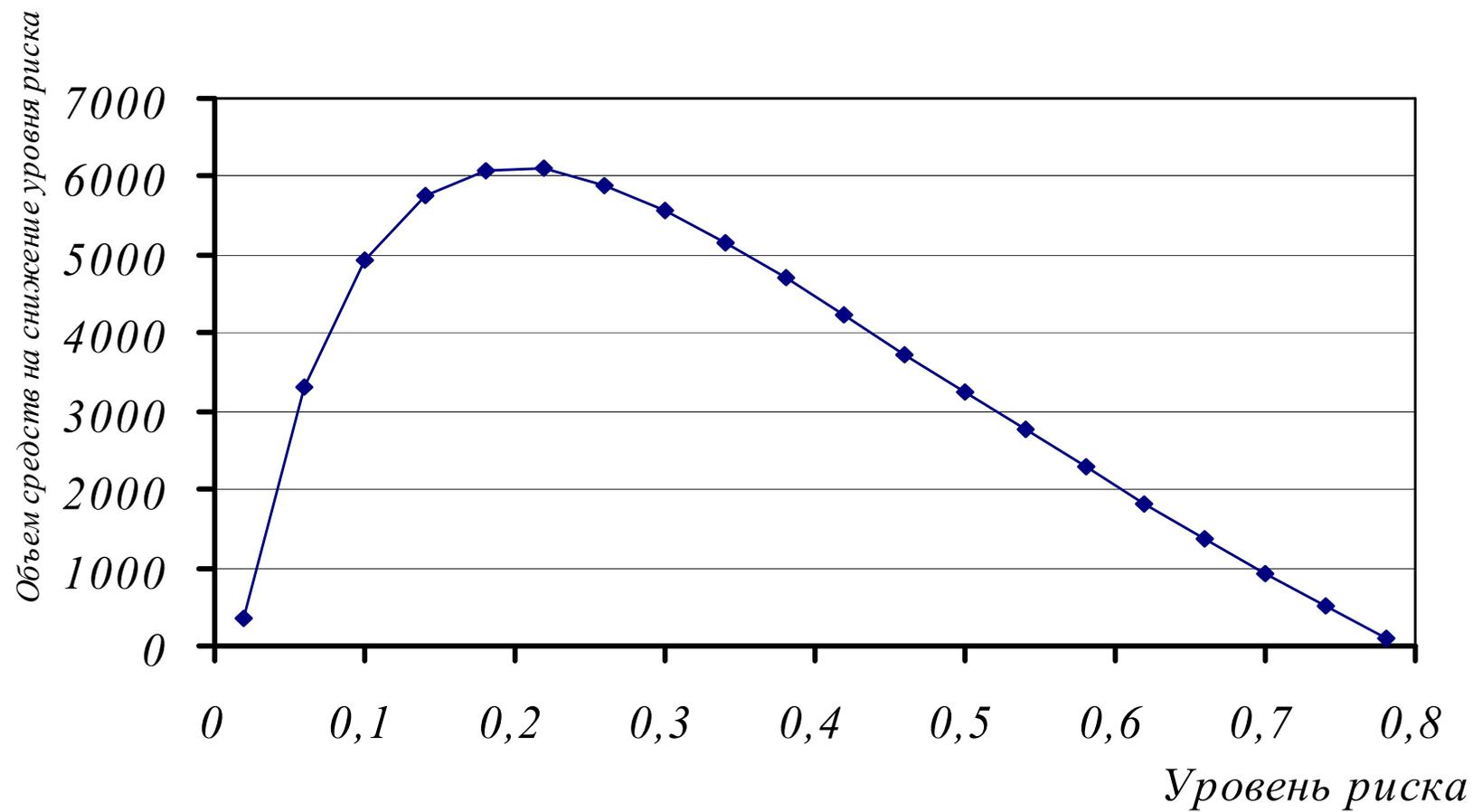
МЕХАНИЗМ СИЛЬНЫХ ШТРАФОВ

Если в системе действует механизм сильных штрафов, то предприятию всегда выгодно превысить объем выпуска u^{**} потратить при этом часть своих средств на снижение уровня риска.

Уменьшение допустимого уровня риска всегда приводит к уменьшению объема выпуска

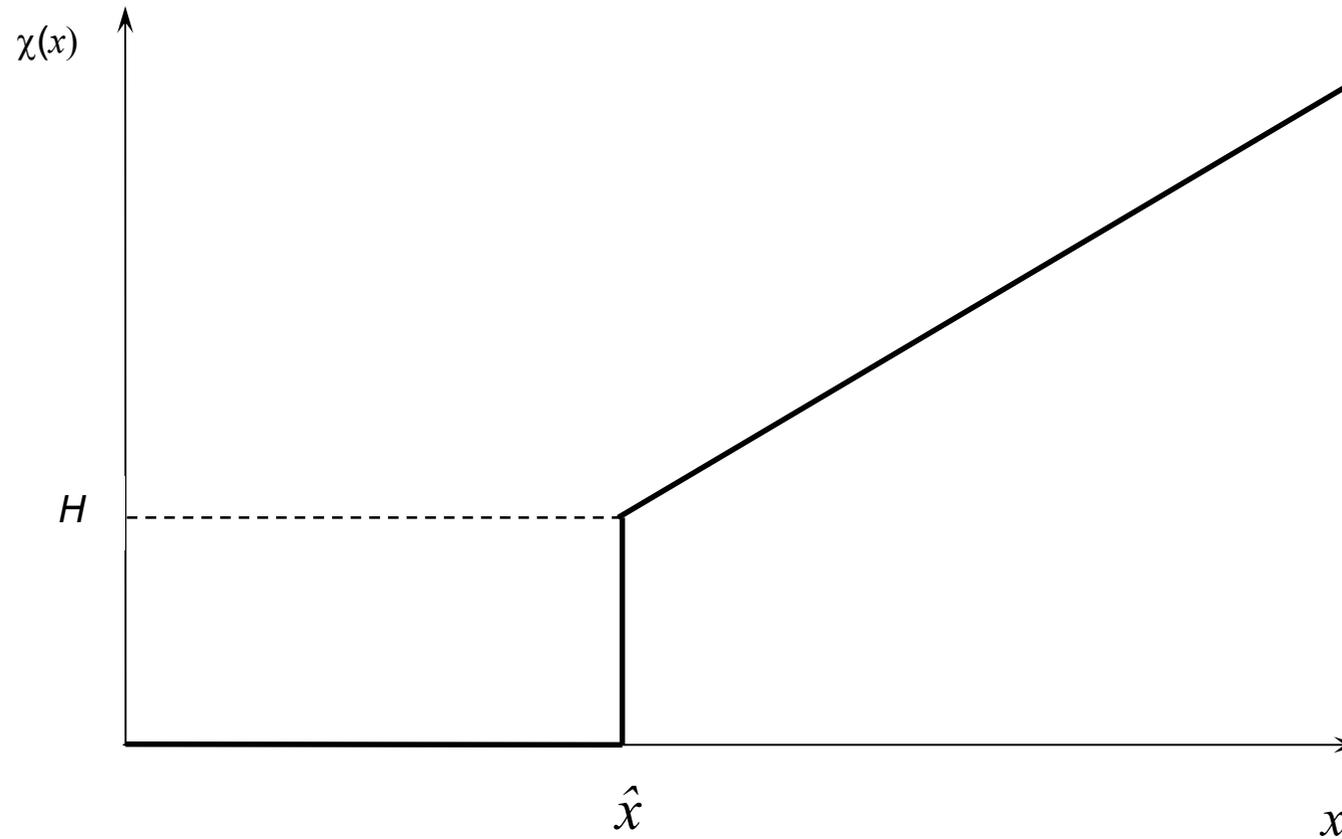


МЕХАНИЗМ СИЛЬНЫХ ШТРАФОВ



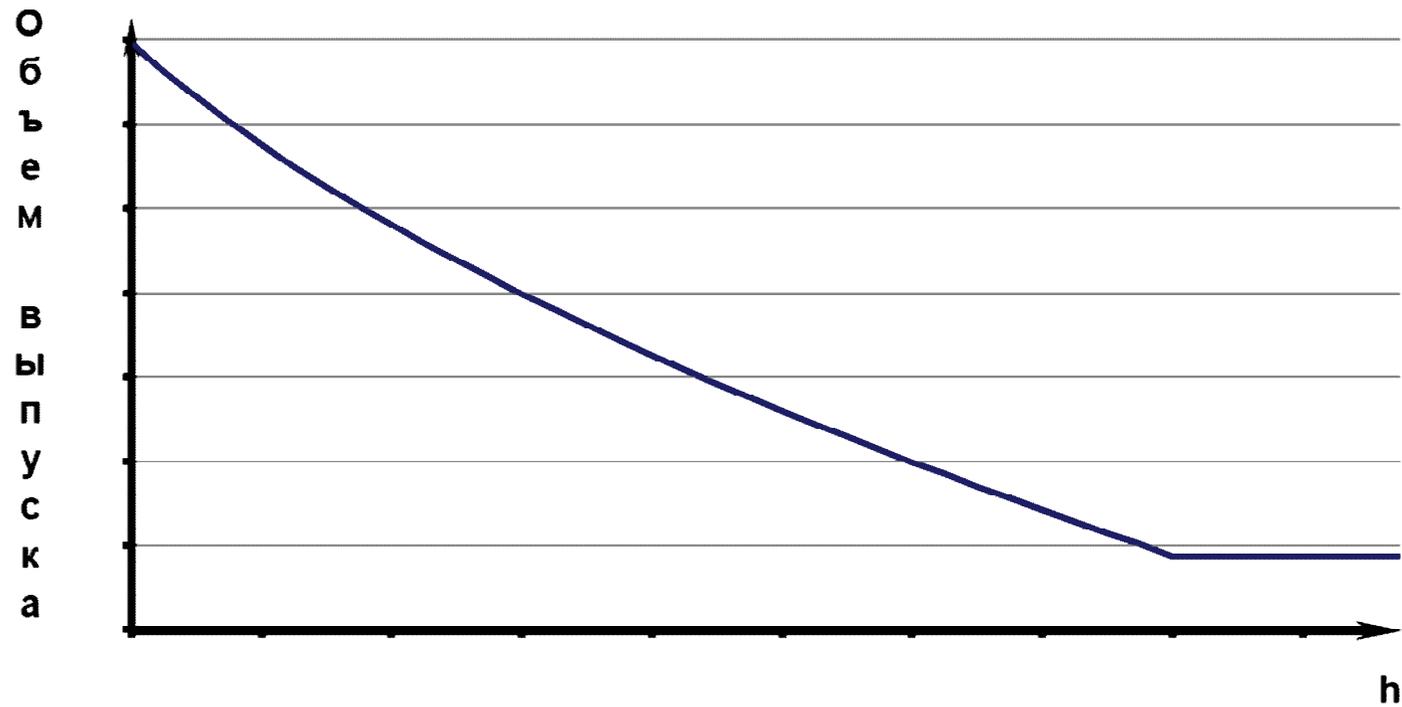
МЕХАНИЗМ ШТРАФОВ

$$\chi(x) = \begin{cases} H + h(x - \hat{x}), & \text{если } x > \hat{x} \\ 0, & \text{если } x \leq \hat{x} \end{cases}$$

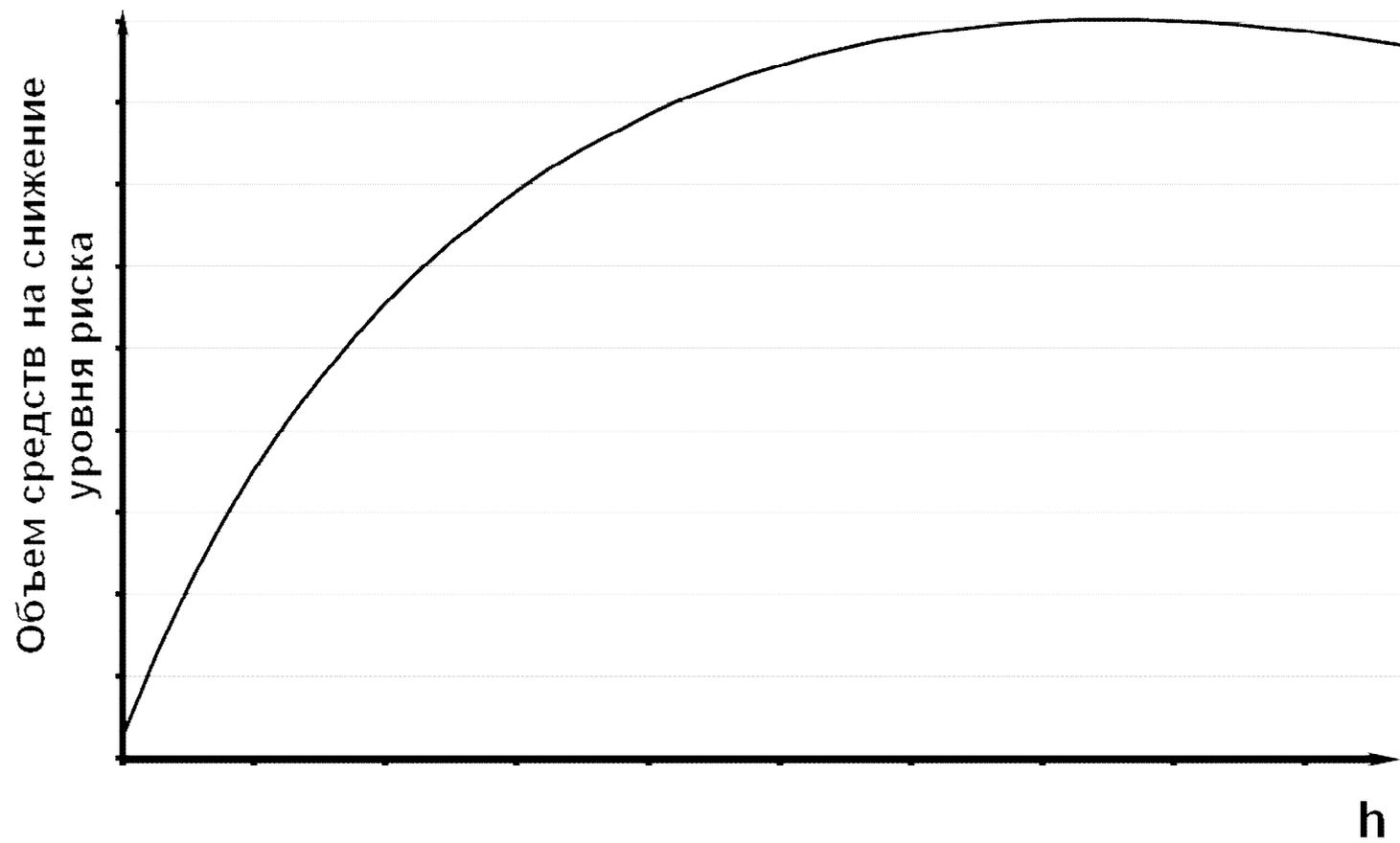


$$\chi(x) = \begin{cases} H + h(x - \hat{x}), & \text{если } x > \hat{x} \\ 0, & \text{если } x \leq \hat{x} \end{cases}$$

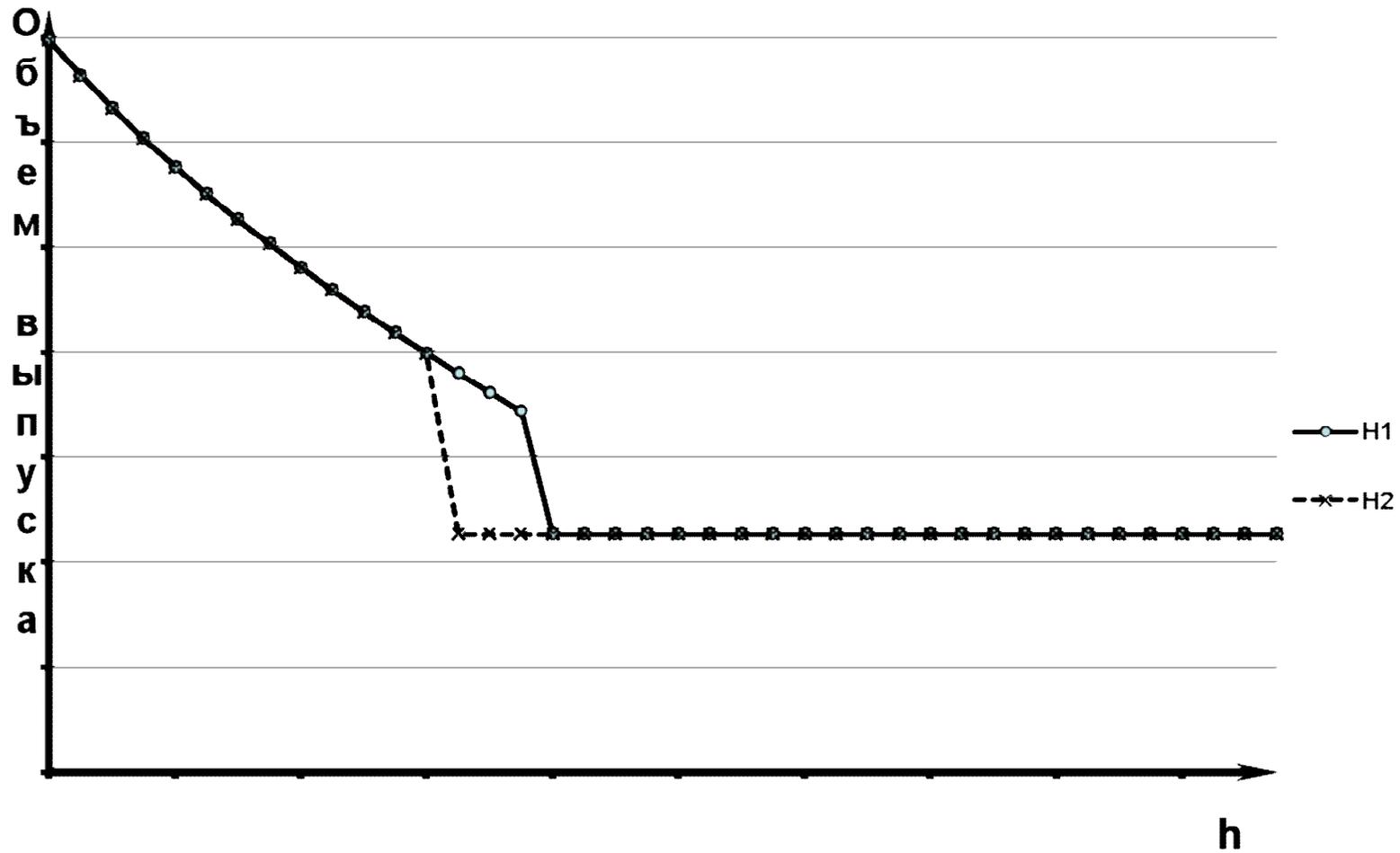
МЕХАНИЗМ ШТРАФОВ



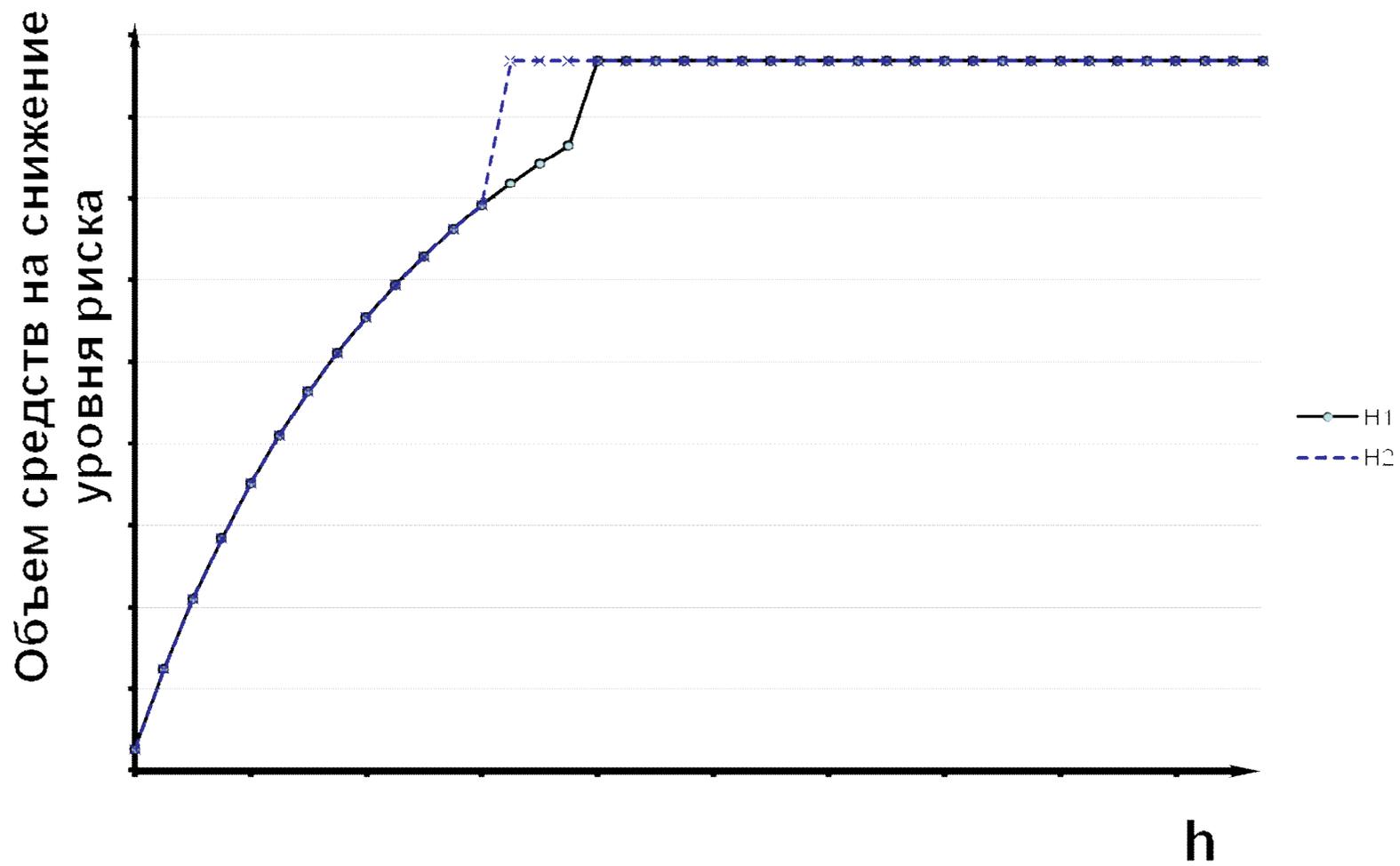
МЕХАНІЗМ ШТРАФОВ



МЕХАНИЗМ ШТРАФОВ



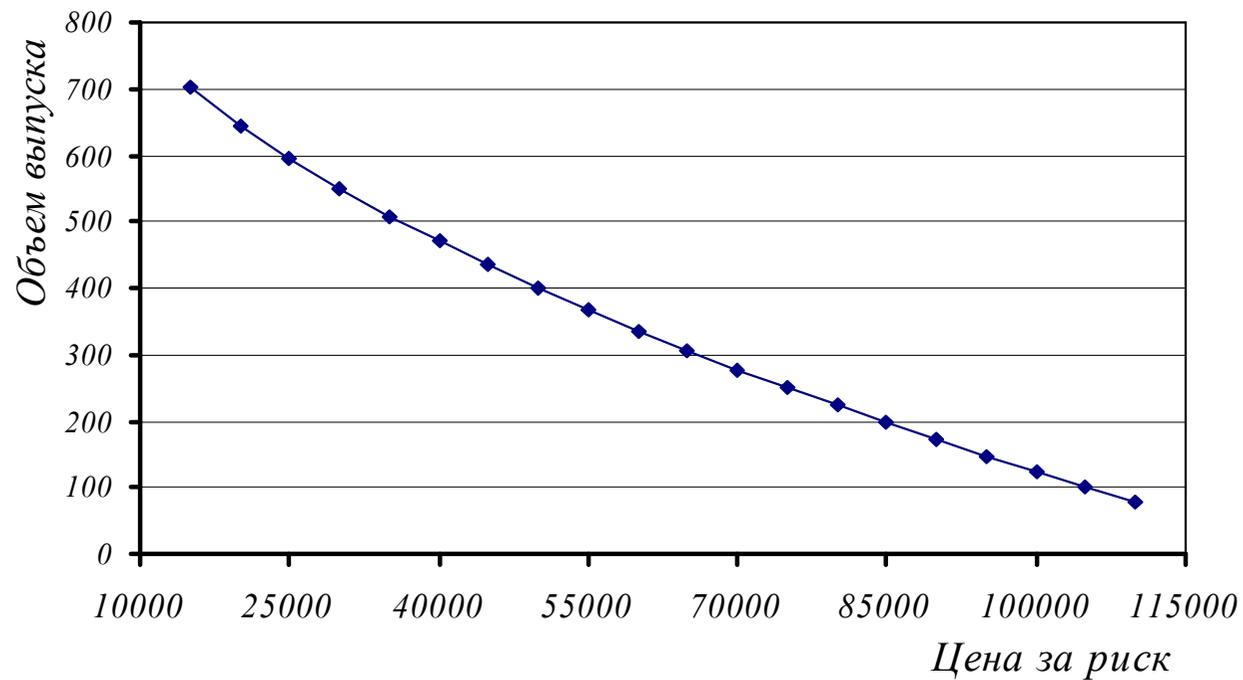
МЕХАНИЗМ ШТРАФОВ



МЕХАНИЗМ ПЛАТЫ ЗА РИСК

$f = cu - z(u) - \lambda x(u, v) - v$ - прибыль при действии механизма платы за риск

Увеличение цены риска всегда приводит к уменьшению объема выпуска.

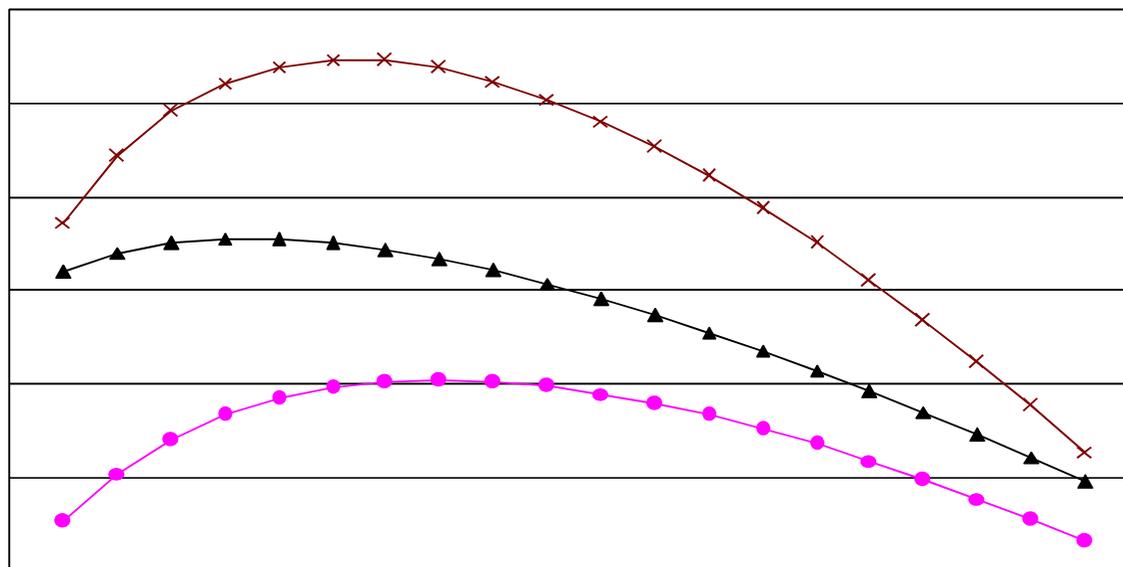


МЕХАНИЗМ ПЛАТЫ ЗА РИСК

При увеличении цены за риск, объем средств, направляемых на снижение риска сначала возрастает от нуля до некоторой величины, а потом убывает до нуля.

С ростом цены плата за риск сначала увеличивается, а потом уменьшается

—●— v^* —▲— плата за риск —×— $v^* + \text{плата за риск}$



Цена за риск

МЕХАНИЗМ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Собственные средства на снижение уровня риска предприятие выделяет в том случае, когда осуществляется контроль уровня риска (например, в виде штрафов или платы за риск).

Когда такого контроля нет, у предприятия нет экономических стимулов, отвлекать собственные средства на снижение уровня риска.

Если V – объем средств, выделенных предприятию на снижение риска, то объем собственных средств, направляемых предприятием на снижения риска, уменьшается на величину V при действии механизма платы за риск и механизма штрафов.

.

МЕХАНИЗМ КОМПЕНСАЦИИ ЗАТРАТ

Этот механизм предполагает компенсацию предприятию всех или части потраченных средств на снижение уровня риска. При действии этого механизма Центр заранее объявляет, какую часть потраченных предприятием средств он компенсирует из централизованного фонда. Здесь, также считается, что собственные средства на снижение уровня риска предприятие выделяет в том случае, когда в регионе осуществляется контроль уровня риска. Так, если Центр компенсирует $(1-b)$ -ю часть средств, израсходованных предприятием, то при действии механизма компенсации затрат прибыль предприятия будет определяться выражением

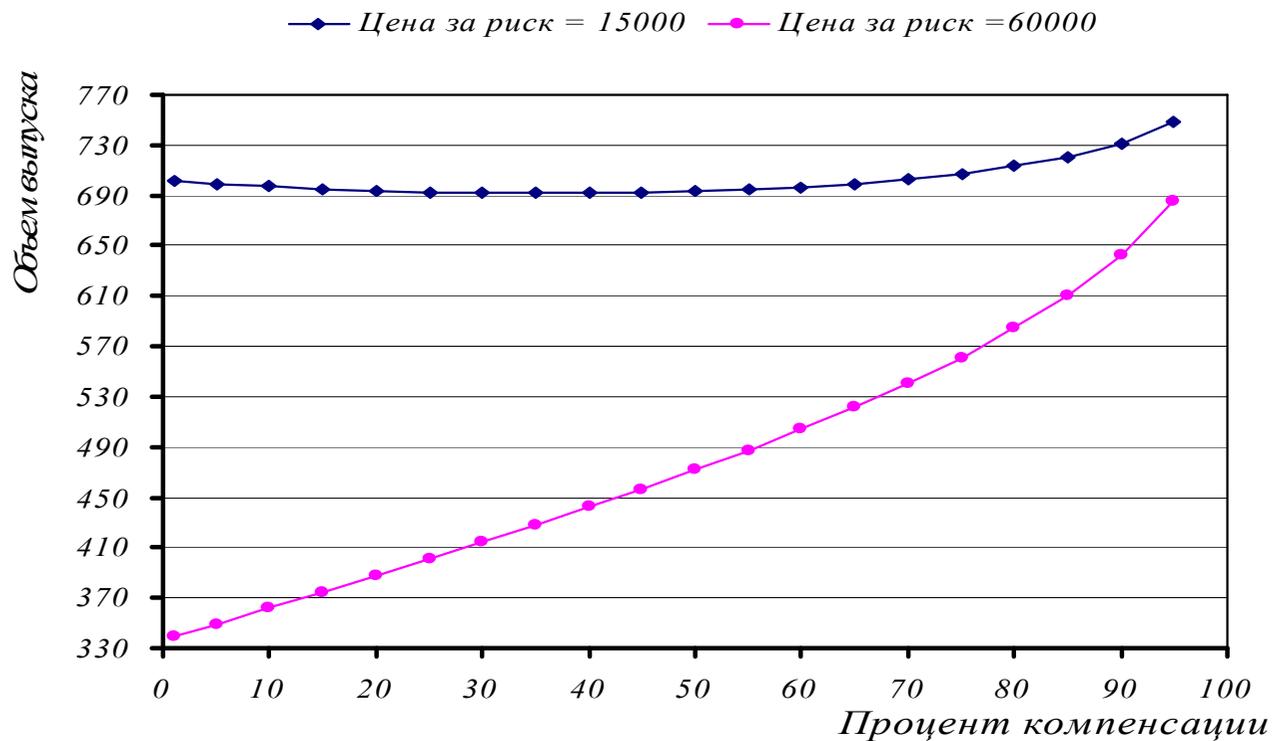
$$f = cu - z(u) - \lambda x(u, v) - bv$$

где $0 \leq b \leq 1$

МЕХАНИЗМ КОМПЕНСАЦИИ ЗАТРАТ

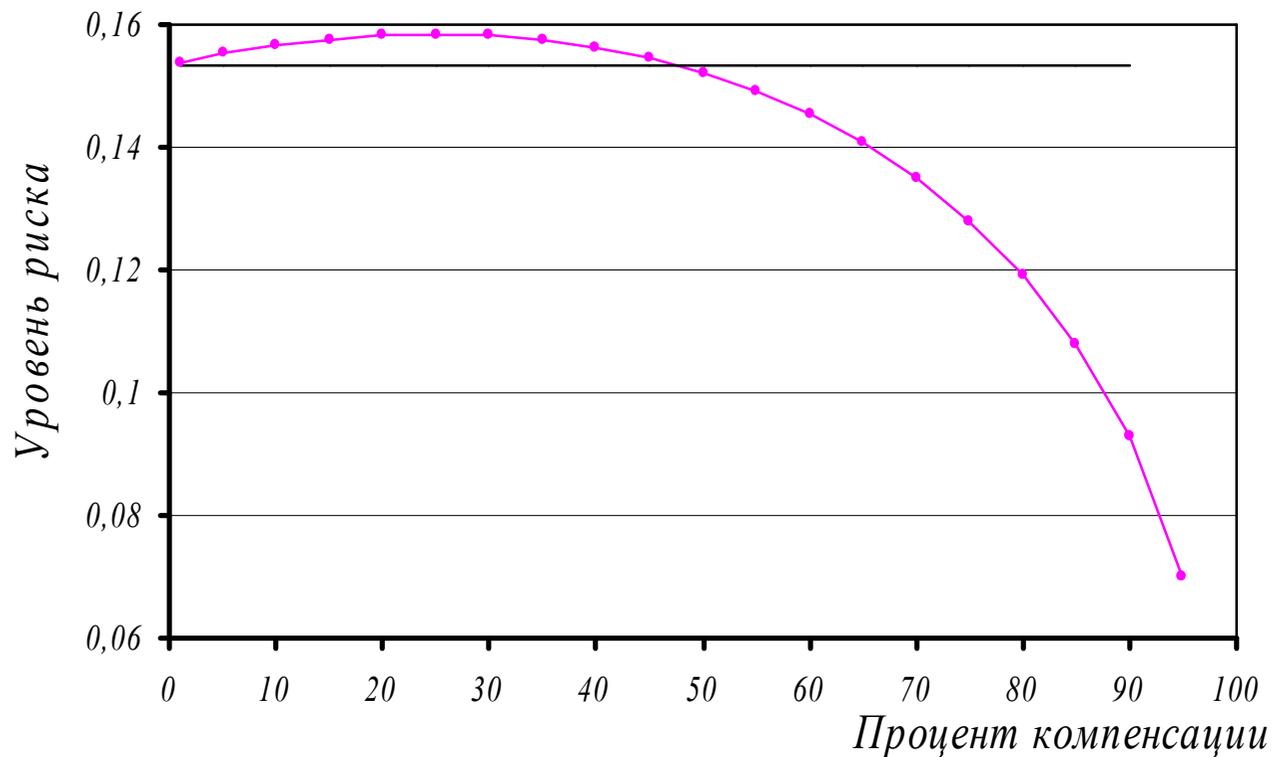
Чем большая часть средств компенсируется Центром, тем больше средств выделяет предприятие на снижение уровня риска.

Изменение объема выпуска продукции в зависимости от b определяется характером изменения функции $x(u, v)$ от u и v .



МЕХАНИЗМ КОМПЕНСАЦИИ ЗАТРАТ

Возможна ситуация, когда с увеличением процента компенсации затрат увеличивается и уровень риска на предприятии



МЕХАНИЗМ ПЛАТЫ ЗА РИСК В РЕГИОНЕ

Для всех предприятий региона задано единое значение цены платы за риск.

Если с ростом цены хотя бы на одном предприятии региона уменьшается плата за риск, всегда найдется такой вектор цен, что уровень безопасности в регионе не уменьшится, а суммарная плата за риск упадёт.

МЕХАНИЗМ ФИНАНСИРОВАНИЯ В РЕГИОНЕ

Механизм компенсации затрат в регионе

ЛИТЕРАТУРА

БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А., ЩЕПКИН А.В.

Механизмы управления эколого-экономическими системами / Под ред. академика С.Н. Васильева. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. – 252 с.

БУРКОВ В.Н., ГРАЦИАНСКИЙ Е.В., ДЗЮБКО С.И.,
ЩЕПКИН А.В.

Модели и механизмы управления безопасностью. – М.: Синтег, 2001. – 160 с.