

7-40 ГРНТИ 87



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ  
И ТЕХНОЛОГИЙ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

Сумський  
державний аграрний  
університет  
БІБЛІОТЕКА

# ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

№ 4 • 1999

МОСКВА



## СОДЕРЖАНИЕ

### УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

*Гусев А. А., Козьменко С. Н., Козьменко О. В.* Макроэкономическое регулирование инвестиционных потоков в предупреждении чрезвычайных ситуаций . . . . . 2

*Кузьмин И. И., Мисиков Б. Р., Сидоров М. А.* Проблемы управления трансграничными рисками: концепция "Энвайроментального паритета" . . . . . 14

### ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ

*Тихомиров Н. П., Телемтиков В. Е., Тихомирова Т. М.* Особенности экономического обеспечения природоохранной деятельности военных организаций . . . . . 23

*Матвеев М. В.* Перспективы получения прибыли при решении экологических проблем . . . . . 35

*Семенов В. П.* Инфляция, как природное явление. Маятник инфляции (Инфляция и валютный курс) . . . . . 38

### ОЦЕНКА НАТУРАЛЬНОГО И ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА КОМПОНЕНТАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕЦИПИЕНТАМ ОТ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Рюмина Е. В.* Экономические последствия опасных процессов . . . . . 80

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРАХОВАНИЕ

*Слепян Э. И.* Экологическое страхование . . . . . 89

### МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Геворкян С. Г.* Распространение продольных волн в неоднородно наследственно-стареющих средах . . . . . 104

### РЕФЕРАТЫ

*Костин И. М.* Исследование путей повышения эффективности использования инвестиций в интересах развития отечественных предприятий, конкурентоспособных на международном рынке . . . . . 110

### ДЕЛОВЫЕ НОВОСТИ

Ответственный за выпуск к. т. н. *И. И. Потапов*

ЛР № 021074 от 02.09.96

Адрес редакции: 125315, Москва, ул. Усиевича, 20. Тел. 152-55-00

Производственно-издательский комбинат ВИНТИ.

140010, Люберцы, Московской обл., Октябрьский проспект, 403.

Тел. 554-21-86

Заказ 30420

РОССИЙСКАЯ  
АКАДЕМИЯ НАУК

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
(ВИНИТИ)

# ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Обзорная информация

Выпуск № 4

Издается с 1995 г.

Москва 1999

Выходит 6 раз в год

---

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор — чл.-корр. РАН *Ю. М. Арский*

### Члены редколлегии:

*к. т. н. Л. Г. Алейникова, ст. н. с. А. Г. Ганжа,  
д. э. н. А. А. Гусев, академик РАН Н. Н. Моисеев,  
к. ф. н. И. И. Потапов (зам. главного редактора),  
д. э. н. И. А. Рубанов, д. э. н. Н. П. Тихомиров,  
к. э. н. Т. М. Урмаева (ученый секретарь редколлегии),  
к. э. н. С. П. Яшукова*

Наш адрес: 125315, Москва, ул. Усиевича, 20  
Всероссийский институт научной и технической информации  
Отдел научной информации по глобальным проблемам  
Телефон 152-55-00

© ВИНТИ, 1999  
© ЦЭП, 1999

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ  
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПОТОКОВ  
В ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Д. э. н. А. А. Гусев

(Директор научного направления ИПР РАН),

д. э. н. С. Н. Козьменко, к. э. н. О. В. Козьменко

(Украинская академия банковского дела)

Работа выполнена при финансовой поддержке РФГФ  
(проект № 99-02-00297)

Социальным результатом проведения комплекса мер по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС) является: сохранение жизни и здоровья граждан, проживающих на потенциально опасных территориях, снижение природного и техногенного риска, сокращение уровня их заболеваемости, увеличение продолжительности жизни и периода активной деятельности; создание благоприятных условий для гармоничного, творческого развития личности; обеспечение безопасного и стабильного развития домохозяйств, организаций и фирм; поддержание экологического равновесия; сохранение эстетической ценности природных и антропогенных ландшафтов и пр.

В качестве экономического результата мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций выступает сумма следующих величин: разница между потенциально возможными затратами материальных и финансовых ресурсов на проведение аварийно-спасательных работ в чрезвычайной ситуации, в случае осуществления мероприятия и в случае его отсутствия (возможен вариант полного предотвращения чрезвычайной ситуации); прямой предотвращенный экономический ущерб от потенциальных нарушений и разрушений окружающей природной и антропогенной среды в результате стихийного бедствия, техногенной аварии или военных действий; косвенный предотвращенный экономический ущерб от потенциальных нарушений и разрушений окружающей природной и антропогенной среды в результате стихийного бедствия, техногенной аварии или военных действий.

Экономический результат конкретного мероприятия по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций — есть величина конечная. Максимум экономического результата соответствует либо полному предупреждению катастрофы, либо полной нейтрализации влияния катастрофы на состояние окружающей природной и антропогенной среды и, соответственно, на показатели функционирования субъектов экономики. Но величине максимум экономического эффекта в этом случае равен полному предотвращенному экономическому ущербу.

Затраты на предотвращение разрушительных действий потенциально возможных чрезвычайных ситуаций формируются в основном из за требо-

димости проектирования и строительства систем жизнеобеспечения, планирования использования земель, модификации условий строительства на потенциально опасных площадках, усиленного внимания проектированию и/или модернизации объектов, совершенствования технологий и пр., что учитывает риски стихийных бедствий, антропогенных аварий и военных действий, и пути эффективного сокращения подобных рисков.

Экономический ущерб является составляющей полных издержек, сопряженных с потенциальной опасностью территорий, производств и военных действий. Кроме экономического ущерба в издержки, обусловленные предрасположенностью к чрезвычайным ситуациям, входят затраты на осуществление превентивных мероприятий. Чем больше затраты на предупреждение чрезвычайных ситуаций, тем меньше экономический ущерб.

ЧС, обусловленные стихийными явлениями или техногенными авариями, стали довольно частым явлением, а их последствия — весьма ощутимыми на самых разных уровнях хозяйственной деятельности, вплоть до государственного. Тем не менее, вопросам научно-методического обеспечения превентивных и локализационных мер должного внимания не уделяется. С определенными проблемами мы сталкиваемся уже на стадии исследования понятийно-категорийного аппарата. В частности, масса разночтений касается определения самих понятий аварии, катастрофы, стихийного бедствия, да и ЧС. Поэтому, сделаем некоторые предварительные терминологические замечания.

Под ЧС понимается обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате катастрофического события и сопряженная с человеческими жертвами, с ущербом окружающей природной среде и здоровью людей, со значительными материальными потерями и нарушением условий жизнедеятельности.

Катастрофа (стихийное явление или техногенная авария) — широкомасштабное, относительно случайное событие, представляющее серьезную угрозу с непредусмотренными последствиями для социо-эколого-экономических систем.

Стихийные явления — чисто природные явления или процессы, которые практически не подчиняются влиянию человека и характеризуются неопределенностью во времени и неоднозначностью последствий. В том случае, если оказывается непосредственное и существенное влияние на людей или созданные ими ценности, стихийные явления определяются как стихийные бедствия.

Крупная техногенная авария — это событие (выброс вредных веществ, пожар, взрыв), произошедшее в результате неконтролируемых изменений в ходе эксплуатации технического объекта, ведущее к серьезной опасности (непосредственной или с замедленным эффектом) для здоровья людей и окружающей среды.

Управление ЧС — это процесс воздействия на релевантные факторы с целью предупреждения, локализации или уменьшения негативных последствий. В качестве релевантных рассматриваются факторы влияния (характеристики потенциальных катастроф) и факторы восприятия (характеристика реципиентов).

На сегодняшний день управление ЧС зачастую осуществляется уже после наступления катастрофы, т. е. когда уже пострадали люди и имеют место экономические потери. К примеру, в результате последнего землетрясения в г. Нефтегорске погибло 1989 человек, ранено 400 человек, прямой экономический ущерб превысил 230 млрд. руб. (в ценах на 01.06.95), в то время как предварительное усиление зданий до сейсмостойкости в 7 бал-

лов обошлось бы в 100 млрд руб. Таким образом, необходимость и эффективность управления ЧС еще до наступления криво графа (даже если саму катастрофу предотвратить невозможно), таким образом, очевидна.

В управлении ЧС возможно выделение пяти следующих этапов.

Первый этап — предкатастрофный. Осуществляются инвестиции в антикатастрофные мероприятия, производятся необходимые текущие затраты по обслуживанию объектов, предназначенных для предупреждения катастроф или снижения их мощности. Протяженность этапа может быть от нескольких месяцев до нескольких десятков лет.

Второй этап — непосредственно катастрофическое событие, сопряженное с гибелью людей разрушением материальных ценностей. Этот этап длится от нескольких минут до нескольких дней, а то и месяцев.

Третий этап — это аварийно-спасательные, мобилизационные, эвакуационные работы. Его протяженность — от нескольких дней до нескольких месяцев.

Четвертый этап — это ремонтно-восстановительные работы, когда необходимо осуществлять затраты по восстановлению или строительству новых зданий, сооружений, инженерно-транспортных коммуникаций и пр. Его протяженность — от нескольких месяцев до двух—трех лет.

Пятый этап — это этап проявления отдаленных последствий катастрофы. На этом этапе имеют место потери и затраты, обусловленные экологическими нарушениями, циклическими процессами в экономике, гибелью людей или ухудшением их здоровья и т.п. Он может длиться от нескольких месяцев до десятков лет.

Эффективность управления ЧС во многом определяется наличием достоверной информации о последствиях катастрофического события.

Последовательность вероятностной оценки реализации катастрофических рисков может быть представлена следующим образом.

1). Определяется стационарная компонента функции катастрофического риска

$$X_i = n_i S_i, \quad (1)$$

где  $X_1, X_2, \dots, X_k$  — стационарная компонента функции катастрофического риска, т. е. число объектов (люди, здания, культурные ценности...), находящихся на потенциально опасной территории  $i$ -го типа;  $n_1, n_2, \dots, n_k$  — число территорий  $i$ -го типа с заданной вероятностью опасности катастрофы;  $S_1, S_2, \dots, S_k$  — максимальное число объектов, которые могут находиться на территории  $i$ -го типа.

2). Оценивается функция катастрофического риска

$$R(t) = \sum_{i=1}^k X_i Z_i(t), \quad (2)$$

$$Z_i(t) \approx \{N_1^i, N_2^i, \dots, N_k^i\},$$

где  $Z_1(t), Z_2(t), \dots, Z_k(t)$  — динамическая функция социально-экономического наполнения рассматриваемых территорий;  $N_j^i$  — число объектов, имеющих динамическую компоненту и некоторую вероятность катастрофического нарушения.

3). Оценивается функция распределения вероятностей катастрофического риска

$$P_{n_i}(N_i^i) = \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i}} \right)^n e^{-\frac{u_i - \mu_i}{2\sigma_i^2}} \quad (3)$$

4). Определяется математическое ожидание дискретно распределенной случайной величины

$$M(R_i(t)) = Z_i(t) \sum_{i=1}^k n_i S_i \sum_{j=1}^k N_j^i P_j. \quad (4)$$

5). Определяется математическое ожидание квадрата отклонения функции катастрофического риска от ее математического ожидания

$$D(R_i(t)) = M[R_i(t) - M(R_i(t))]^2. \quad (5)$$

Проблема стоимостной оценки риска катастроф в данной работе нами не рассматривается, так как они исследуются в целом ряде научных работ.

Модель выбора стратегии антикатастрофного инвестирования при наличии нескольких альтернативных проектов может быть представлена следующим образом:

$$\begin{cases} (C_1 + C'_1) \rightarrow \min \\ (C_2 + C_3 + C_4) + (U_p + U_k) \rightarrow \min, \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} (C_1 + C'_1) \leq K_L \\ (C_1 + C'_1) \neq 0, \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} (C_1 + C'_1) = 0 \\ (C_2 + C_3 + C_4) + (U_p + U_k) \rightarrow \max, \end{cases} \quad (8)$$

$$C_1 = \sum_{t_0}^{t_{KV}} \frac{K_t + Z_{1t}}{(1+r)^t}, \quad (9)$$

$$C'_1 = \sum_{t_{KV}}^{t_K} \frac{Z_{1t}}{(1+r)^t}, \quad t_K = f(\alpha, \beta, \gamma, \dots) \quad (10)$$

$$C_2 = \sum_{t_K}^{t_{AC}} \frac{Z_{2t}}{(1+r)^t}, \quad (11)$$

$$C_3 = \sum_{t_{AC}}^{t_{pV}} \frac{Z_{3t}}{(1+r)^t}, \quad (12)$$

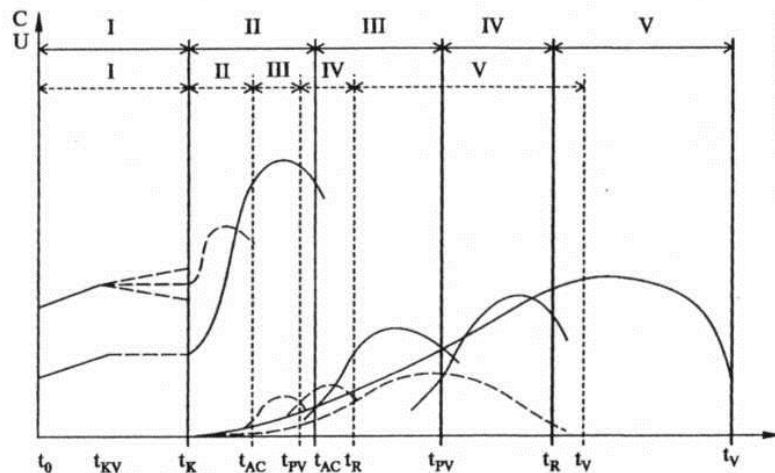
$$C_4 = \sum_{t_{pV}}^{t_V} \frac{Z_{4t}}{(1+r)^t}, \quad (13)$$

$$U = \sum_{t_K}^{t_V} \frac{(U_P + U_Q)}{(1+r)^t}, \quad (14)$$

где: 1, 2, 3, 4, 5 — этапы управления ЧС;  $t_0$  — начало осуществления антикатастрофных мер;  $t_{KV}$  — время завершения капитальных вложений в



антикатастрофные объекты;  $t_K$  — время наступления катастрофического события;  $t_{AC}$  — время начала аварийно-спасательных, эвакуационных и мобилизационных работ;  $t_{PV}$  — время начала ремонтно-восстановительных работ;  $t_R$  — время завершения этапа ремонтно-восстановительных работ;  $t_V$  — время полной ликвидации последствий ЧС;  $C$  — затраты в предупреждение катастроф и на ликвидацию последствий ЧС;  $U$  — полный экономический ущерб от ЧС;  $U_P$  — косвенный экономический ущерб от ЧС;  $U_Q$  — прямой экономический ущерб от ЧС;  $Z$  — текущие издержки;  $K$  — капитальные вложения;  $K_L$  — лимитированные капитальные вложения;  $r$  — коэффициент дисконтирования;  $\alpha, \beta, \gamma, \dots$  — переменные, характеризующие вероятность наступления катастрофы (отрасль, регион, степень износа основных фондов и пр.).



Схематическое отражение издержек, формирующихся на различных этапах ЧС (---- вариант с достаточным объемом инвестиций в предупреждение ЧС; — — — вариант с недостаточным объемом инвестиций)

Схематически издержки, формирующиеся на различных этапах ЧС, представлены на рисунке. Здесь иллюстрируется эффективность варианта с достаточным уровнем финансирования антикатастрофных мероприятий.

Как показано на графиках функций, протяженность всех этапов по первому сценарию развития катастрофической ситуации (период аккумуляции затрат в предупреждение катастроф и ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций плюс период аккумуляции прямого и косвенного ущерба) существенно меньше, нежели по второму. Что самое важное, по первому сценарию при незначительном плановом увеличении издержек на предкатастрофном этапе намного снижаются совокупные издержки на остальных этапах развития чрезвычайной ситуации.

Таким образом, очевидно, что сумма затрат, имевших место на стадиях осуществления капитальных вложений должна стремиться к минимуму и сумма затрат и ущерба (прямых и косвенных) также должна стремиться к минимуму.

При этом сумма первых, естественно, не может равняться нулю (в этом случае вторые стремятся к максимуму) и должна находиться в пределах некоего лимита инвестиционных ресурсов, определяемого их наличием в государственном бюджете и возможностями привлечения из альтернативных источников.

Вообще, при управлении ЧС, исходя из положения о необходимости реализации управленческих действий еще на предкатастрофной стадии, разумно было бы решить следующую задачу: определить все катастрофические опасности и оценить по ним потенциальные ущербы, а затем направить финансово-инвестиционные потоки в те районы, где ожидается наибольший ущерб. Но, во-первых, должными методиками оценки полного ущерба отечественная наука и практика пока не располагают, во-вторых, не все потери можно оценить в чисто стоимостном выражении.

Как известно, на сегодняшний день имеющиеся ресурсы (например, резервный или страховой фонд правительства) расходуются на ликвидацию последствий свершившихся катастроф. Даже если имеется некоторый фонд, выделенный на осуществление превентивных мер, то его распределение редко базируется на научной основе.

Поэтому в условиях имеющей место в стране острейшей дефицитности финансовых, материальных и иных ресурсов реализация в обозримом будущем крупномасштабных инвестиционных программ социальной направленности весьма сомнительна. В сложившейся ситуации, как никогда важно точное определение направления инвестирования имеющихся ограниченных средств как по проектам (программам), так и по конкретным территориям.

Предположим, что имеется некоторое число территорий (областей, регионов) на которых с той или иной степенью вероятности может произойти крупная катастрофа природного или техногенного характера с ее дальнейшим развитием до масштабов чрезвычайной ситуации. Эти территории в той или иной степени претендуют на получение из бюджета или иных централизованных источников определенных средств на проведение превентивных мер (допустим, на разработку и реализацию целевой комплексной антисейсмической программы).

Какому из регионов отдать предпочтение в финансировании? Надо ли распределить ресурсы между всеми регионами поровну, или между несколькими регионами или, вообще, направить все в один регион?

Какой показатель принять в качестве доминантного, чтобы при выборе одного региона из нескольких, находящихся под угрозой потенциальной катастрофы, вложение ресурсов было оптимальным? С одной стороны, это может быть район, в котором под угрозой гибели или травматизма находится наибольшее число людей. С другой стороны, предпочтение может быть отдано тому региону, где возможны наибольшие разрушения жилой застройки или нанесен максимальный материальный ущерб. При рассмотрении проблемы с точки зрения будущего планеты, предпочтительнее может оказаться тот район, в котором в опасности находятся редкие виды животных и растений.

Так какому же все-таки региону выделить ограниченные инвестиционные ресурсы?

Предлагаемая ниже схема рационализации инвестирования в предупре-

ждение катастроф (распределения ограниченных инвестиционных ресурсов между несколькими претендующими на них регионами) основана на следующих методологических посылах.

В каждом регионе имеется некоторый набор потенциальных катастрофических опасностей, которые в случае их реализации наносят определенный ущерб социо-эколого-экономическому потенциалу этого региона, т. е. ухудшают условия жизни людей, загрязняют окружающую природную среду, увеличивают расходы коммунальных служб, уменьшают результаты деятельности организаций и т. д. Кроме того, в связи с тем, что регионы в рамках государства тесно связаны между собой (финансово-экономические потоки, миграция населения, перенос загрязняющих веществ и т. д.), катастрофические события, имевшие место в одном из них, косвенно оказывают влияние на социо-эколого-экономический потенциал и других регионов.

Установив уровень потенциальной катастрофной социо-эколого-экономической уязвимости по каждому региону и оценив степень влияния (связность) регионов между собой, можно проранжировать их по степени потребности в антикатастрофных инвестициях.

Предлагаемая схема определения приоритетных направлений инвестирования в предупреждение катастроф и ЧС, основана на построении индексов социо-эколого-экономической уязвимости (СЭЭУР) и связности (СЭЭСР) регионов.

Алгоритм реализации этой схемы выглядит следующим образом.

1). Формируется перечень из  $i$ -х потенциальных катастрофических опасностей (например, землетрясения, лесные пожары, наводнения и т. п.), характерных для каждого  $j$ -го региона (с позиции СЭЭУР от этих опасностей) в рамках некоторой значительной территории (например, для административных областей в рамках экономического района):

$$G_i^j, \quad i = \overline{1, k}, \quad j = \overline{1, p}. \quad (15)$$

2). Выявляются факторы, которые определяют наличие и возможные масштабы конкретной потенциальной катастрофической опасности. Такой набор факторов формируется по каждому виду опасности для

$$G_i^j \approx \{L_{1j}^i, L_{2j}^i, \dots, L_{qj}^i\} \equiv \{L_{mj}^i\}, \quad m = \overline{1, q}. \quad (16)$$

3). Выявляются факторы, являющиеся значимыми (определяющими) с позиции СЭЭСР. Для  $j$ -ого региона с  $i$ -ой опасностью это

$$\{Z_1^{ji}, Z_2^{ji}, \dots, Z_m^{ji}\}. \quad (17)$$

4). С привлечением экспертов определяются весовые коэффициенты факторов, являющихся значимыми с позиции СЭЭСР. Процедуре определения весовых коэффициентов должно предшествовать ранжирование выбранных факторов. Для  $j$ -ого региона с  $i$ -ой опасностью весовые коэффициенты

$$\{K_1^{ji}, K_2^{ji}, \dots, K_m^{ji}\}, \quad (18)$$

5). Аналогично определяются весовые коэффициенты факторов СЭЭУР для

$$F_l^j \approx \{P_{1j}^l, P_{2j}^l, \dots, P_{qj}^l\} \equiv \{P_{lj}^l\}, \quad l = \overline{1, q}; \quad j = \overline{1, p} \quad i = \overline{1, k}. \quad (19)$$

6). Устанавливаются нормативные величины факторов, значимых с позиции СЭЭУР для

$$D_i^j \approx \{S_{1j}^i, S_{2j}^i, \dots, S_{qj}^i\} \equiv \{S_m^i\}, \quad m = \overline{1, q}. \quad (20)$$

7). Устанавливаются нормативные величины факторов, значимых с позиции СЭЭСР для

$$H_l^j \approx \{Y_1^{ji}, Y_2^{ji}, \dots, Y_m^{ji}\} \equiv \{Y_l^i\}, \quad l = \overline{1, m}. \quad (21)$$

8). На основании фактических и нормативных данных о выявленных факторах связности вычисляются агрегатные индексы СЭЭСР

$$Q_{ji} = 1 + \sqrt{\sum_{l=1}^m K_l^{ji} \left( \frac{Z_l^{ji} - Y_l^{ji}}{Y_l^{ji}} \right)^2} \quad (22)$$

и строится матрица индексов связности каждого региона с каждым в рамках рассматриваемой территории

$$\|Q_{ij}\| \quad i = \overline{1, p}, \quad j = \overline{1, p}. \quad (23)$$

9). На основании фактических и нормативных данных о выявленных факторах уязвимости, вычисляются агрегатные индексы СЭЭУР для каждого региона по каждому виду опасности

$$M_{ji} = 1 + \sqrt{\sum_{l=1}^q P_{lj}^i \left( \frac{L_{lj}^i - S_{lj}^i}{S_{lj}^i} \right)^2}. \quad (24)$$

10). Осуществляется ранжирование регионов в пределах шкал по выделенным опасностям СЭЭУР

$$M_{ij} > M_{i(j+1)} \Rightarrow M_{i1}, M_{i2}, \dots, M_{iq}. \quad (25)$$

11). Определяются весовые коэффициенты различных видов опасности в целом для рассматриваемой территории

$$\{x_1, x_2, \dots, x_q\}. \quad (26)$$

Вычисляются суммарные коэффициенты СЭЭУР

$$N_j = \sum_{l=1}^k M_{jl} x_l. \quad (27)$$

Затем осуществляется ранжирование регионов по суммарной опасности по критерию социо-эколого-экономической уязвимости

$$N^i > N^{i+1} \Rightarrow \{\overline{N^1}, \overline{N^2}, \dots, \overline{N^p}\}. \quad (28)$$

По полученному ряду можно сделать вывод о порядке и объемах распределения некоторого ограниченного объема инвестиционных ресурсов на антикатастрофные мероприятия для различных регионов в зависимости от их социальной, экономической и экологической уязвимости.

12). Определяются суммарные коэффициенты СЭЭСР

$$C_j = N^j \sum_{i=1}^p \bar{Q}_{ji}. \quad (29)$$

Осуществляется ранжирование регионов по суммарной опасности по критерию СЭЭСР

$$C^i > C^{i+1} \Rightarrow \{\bar{C}^1, \bar{C}^2, \dots, \bar{C}^p\}. \quad (32)$$

По полученному ряду можно сделать вывод о распределении инвестиционных ресурсов на антикатастрофные мероприятия для различных регионов в зависимости от их социальной, экономической и экологической связности.

13). В окончательном виде для рассматриваемой территории осуществляется ранжирование регионов по их суммарной потребности в антикатастрофных инвестициях, т. е. СЭЭСР плюс СЭЭУР.

Довольно сложным при работе над данной схемой является вопрос выбора значимых факторов.

Например, при рассмотрении такой опасности, как землетрясение, для определения СЭЭУР, это могут быть:

- 1). Плотность основных производственных фондов, (руб./га);
- 2). Плотность основных непроизводственных фондов, (руб./га);
- 3). Фондоотдача основных производственных фондов, (руб./руб.);
- 4). Обеспеченность населения территории сейсмостойким жилищным фондом, ( $m^2$ /чел);
- 5). Обеспеченность населения территории несейсмостойким жилищным фондом, ( $m^2$ /чел);
- 6). Плотность "систем жизнеобеспечения" (транспорт, связь, инженерные коммуникации), (руб./га);
- 7). Сейсмичность, (балл);
- 8). Плотность экологически опасных производств, (усл. т/га);
- 9). Плотность населения, (чел/га);
- 10). Плотность и значимость исторических архитектурных и иных культурных памятников (балл);
- 11). Плотность и значимость природных заповедников, заказников, памятников природы, национальных парков и иных охраняемых природных территорий (балл);
- 12). Плотность экологически опасных производств с потенциальными негативными возможностями трансграничных воздействий в случае аварии, (усл. т/усл. т);
- 13). Объем экспорта продукции из региона, (руб.);
- 14). Объем импорта продукции в регион, (руб.);
- 15). Плотность средств производства с высокой "циклическостью" ("каскадность") косвенных потерь от землетрясения (руб./руб.);
- 16). Рекреационные потоки населения (чел-мес/га)
- 17). Наличие социальных, природных и природно-антропогенных факторов с потенциальной возможностью (в случае появления возмущения) развития стихийных бедствий, определяемое через среднесуточную величину экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций по региону (руб./год).

При этом, факторы 1-11 характеризуют СЭЭУР, а факторы 12-17 — СЭЭСР.

В связи с возможными землетрясениями в состав факторов важно включить не только удельные показатели "насыщенности" территории зданиями, сооружениями, коммуникациями, населением и т. п., но и "производительность" региона по продукции (фондоотдача), что существенно для градации территорий по комплексу возможных последствий от крупных природно-антропогенных нарушений.

Показатели объема экспорта продукции из региона и доля средств производства с высокой "циклическостью" косвенных потерь связаны с формированием косвенного ущерба от землетрясения по потерям продукции и производственных мощностей.

Параметр рекреационных потоков населения существенен для сейсмических рекреационных зон. Для других регионов этот фактор может быть несущественным.

Среди приведенных факторов особо следует выделить седьмой (сейсмичность) и семнадцатый (наличие социальных, природных и природно-антропогенных факторов с потенциальной возможностью развития стихийных бедствий, определяемое через среднесуточную величину экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций по региону). Эти факторы являются неуправляемыми. Поэтому они либо вообще могут быть исключены из рассмотрения, либо при их учете потребуются специальные методические дополнения. Это может быть отнесено также к признакам десяти и одиннадцатых, ибо они являются, по нашему мнению, частично управляемыми.

В общем виде можно записать:

$$X_i = \gamma_{ik}(S_k), \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, \dots, m,$$

где  $X_i$  — зависимость управляемых факторов (1-6, 8-14);  $\gamma_{ik}$  — форма зависимости;  $S_k$  — неуправляемые факторы.

Выбор факторов, которые являются определяющими в формировании социально-экономического индексов и, тем более, оценка их относительных весов, потребуют применения экспертных методов. В случае отсутствия традиционно применяемого "антисейсмического норматива" по тому или иному фактору, его определение также является задачей экспертов.

Один из этапов определения индексов заключается в определении (отыскании) таких нормативных (перспективных, идеальных, стандартных) показателей, которые бы характеризовали каждый релевантный фактор для каждого конкретного региона и оценке фактических данных об этих факторах также для каждого региона.

Следует подчеркнуть, что конечный индекс отражает результирующий показатель по комплексу внутренних и внешних факторов, а конкретное состояние рассматриваемых в нем факторов по отношению к их эталонным значениям может быть определено при имеющихся ресурсах из относительно локализованных народнохозяйственных задач при оптимизации программ ресурсообеспечения, охраны окружающей среды, жилищного строительства и т. д. При этом заметим, что осуществление отдельных программ, в частности повышения качества природной среды, влияет на рост благосостояния по целому комплексу его элементов.

Рассмотрим систему основных факторов, определяющих СЭЭУР и СЭЭСР, приведенных выше, с точки зрения отношений между показателями  $S_i$  и  $L_i$ , где  $S_i$  — перспективный "антисейсмический норматив"  $i$ -го фактора, а  $L_i$  — фактическое его "состояние".



Следует записать, что с позиции здравого смысла необходимо соблюдать следующие соотношения:

$$S_1 \leq L_1 \quad S_2 \leq L_2 \quad S_3 \geq L_3 \quad S_4 \geq L_4 \quad S_5 \leq L_5 \quad S_6 \geq L_6 \quad S_7 \leq L_7 \quad S_8 \leq L_8 \quad S_9 \leq L_9 \\ S_{10} \leq L_{10} \quad S_{11} \leq L_{11} \quad S_{12} \leq L_{12} \quad S_{13} \geq L_{13} \quad S_{14} \geq L_{14} \quad S_{15} \geq L_{15} \quad S_{16} \geq L_{16} \quad S_{17} \geq L_{17}.$$

Здесь все факторы рассматриваются и, естественно, нормируются с точки зрения сейсмичности. Поясним нормировку на примере основных производственных фондов. Для общего случая и в силу сложившейся практики, фактический уровень обеспеченности территорий производственными фондами далек от желаемого, но при этом необходимо чтобы  $S_{\text{общ.}} \leq L_{\text{общ.}}$ . При рассмотрении этого же фактора с точки зрения сейсмичности мы исходим из положения, что чем ниже концентрация основных производственных и производственных фондов в сейсмоопасном регионе, тем лучше, т. е. в данном случае мы должны стремиться к  $S_{\text{сейсм.}} \geq L_{\text{сейсм.}}$ .

“Нормативные” показатели плотности экологически опасных производств и доли экологически опасных производств с потенциальными негативными возможностями трансграничных воздействий должны разрабатываться на базе и с учетом ассимиляционного потенциала территорий. Исследования в области ассимиляционной емкости территорий ведутся довольно давно и посвящены, в основном, реакции окружающей среды на воздействие вредных примесей. Для конкретных территорий могут быть установлены значения пороговых величин концентрации тех или иных загрязнителей и их сочетаний, при которых экосистемы сохраняют свои основные свойства.

По-видимому, в значительной мере на отклонение от эталона будут влиять весовые коэффициенты (веса)  $k_i$ . При задании  $S_i$  важно выдерживать единообразие, поскольку нас интересуют не столько абсолютные значения индекса, сколько их относительные сопоставления.

Любой метод введения и вычисления рассматриваемых индексов можно в общем виде представить как некоторое отображение исходных данных, т. е.  $k_i, L_i, S_i$ , в искомый коэффициент в виде соотношения по которому в дальнейшем можно оценивать изучаемый объект. В обоснование выбора зависимости можно применить аксиоматический подход, основанный на введении и анализе требований к “идеальному методу”.

Чтобы охватить наиболее общий случай, удельный вес фактора  $i$  рассмотрим как функцию  $f_i(x)$ , вид которой будем определять номером фактора и общего количества факторов. Этой функцией является вектор  $x \in R^n$ , компоненты которого  $(x_1 = L_i/S_i)k_i, i = 1, \dots, n$  равны значениям исходных индексов-факторов.

Представляется целесообразным требовать от зависимости  $f_i^m(x), i = 1, m$  при любом  $m \geq 2$  выполнения следующих свойств.

- 1). Сумма удельных весов всех факторов равняется единице

$$\sum_{i=1}^m f_i^m(x) = 1.$$

- 2). Фактор, не влияющий на числовое значение результирующего индекса, имеет нулевой удельный вес. Если  $x_i$ , то  $f_i^m(x) = 0$ ;

- 3). Операция агрегирования не влияет на значения удельного веса факторов, не участвующих в агрегировании.

- 4). Малые изменения исходных данных приводят к малым изменениям результатов.

Однако, следует отметить, что можно сформулировать также и другие столь же естественные требования.

Выражение для  $Q_{ji}, M_{ji}$  (формулы 22, 24) будет обладать следующими свойствами:

- 1). Если  $L_i = S_i, i = 1, m$ , то  $Q = 1, M = 1$ ;
- 2). Если  $L_i \neq S_i$  для некоторых  $i$ , то  $Q > 1, M > 1$ ;
- 3). Если для заданных  $k_i$  и  $S_i$  имеем  $L'_i = L''_i = S_i$  для всех  $i$  кроме  $i = j$ ,

и

$$L'_j > L''_j > S_j \text{ или } L'_j < L''_j < S_j, \text{ то } Q' > Q'', M' > M'',$$

и

$$Q' = 1 + \sqrt{k_j \left| \frac{L'_j - S_j}{S_j} \right|}, \quad Q'' = 1 + \sqrt{k_j \left| \frac{L''_j - S_j}{S_j} \right|},$$

$$M' = 1 + \sqrt{k_j \left| \frac{L'_j - S_j}{S_j} \right|}, \quad M'' = 1 + \sqrt{k_j \left| \frac{L''_j - S_j}{S_j} \right|}.$$

- 4). Если  $|(L_i - S_i)/S_i| = a$  для всех  $i$ , то  $Q = 1 + a, M = 1 + a$ ;
- 5). Если  $L_i = S_i$  для всех  $i$ , кроме  $i = m, d$  и  $|(L_m - S_m)S_m| = |(L_d - S_d)/S_d| = a$  и

$$k_m > k_d, \quad Q^{(m)} > Q^{(d)}, \quad M^{(m)} > M^{(d)},$$

и

$$Q^{(m)} = 1 + \sqrt{k_m a}, \quad Q^{(d)} = 1 + \sqrt{k_d a}, \quad M^{(m)} = 1 + \sqrt{k_m a}, \quad M^{(d)} = 1 + \sqrt{k_d a}.$$

Отношение фактических данных к эталонным можно рассматривать как степень опасности последствий от землетрясения по комплексу внутренних и внешних социо-эколого-экономических признаков. Чем ближе это отношение к единице, тем меньше опасность указанных последствий. Система таких оценок по сейсмоопасным регионам позволит произвести ранжирование территорий с точки зрения осуществления превентивной политики и создания резервов по смягчению прямых и косвенных последствий от возможных землетрясений.

Для рекреационных территорий возможно, что  $k_{14} > k_i, i = 1, 2, \dots, 15, 16, 17$ . Или  $k_{13} > k_{15}$ , полагая, что потери от экспорта будут существеннее для региона, чем импорт продукции. Значительность весов предполагается для факторов  $k_7$  и  $k_{15}$ . Последний существенен ввиду того, что косвенный ущерб, как правило, на порядок выше прямого. Или  $k_5 > k_4$  ввиду повышенной опасности для населения, живущего в сейсмоопасном жилье.

Реализация данного алгоритма на практике позволит осуществить оптимизацию ограниченных инвестиционных потоков по их мощности и направленности.

Управление чрезвычайными ситуациями, особенно на стадии получения, распределения и осуществления капитальных вложений, должно быть прерогативой государства и осуществляться в рамках государственных комплексных программ. Нормы расходования бюджетных ресурсов должны быть научно обоснованными. Но, естественно, только за счет бюджетного финансирования проблему снижения вероятности чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий решить невозможно. Безопасность населения

и сохранность имущества должна обеспечиваться путем совершенствования технологий в процессе проектирования, строительства и функционирования потенциально опасных объектов. Очевидной становится необходимость финансирования мероприятий, связанных с безопасностью жизнедеятельности населения в ЧС, а также с компенсацией затрат по ликвидации последствий катастроф, на основе реализации концепции оптимального регулирования ограниченных финансово-инвестиционных потоков. Кроме того, необходимо привлечение инвестиционных ресурсов за счет альтернативных источников финансирования. Таковым, по нашему мнению, в первую очередь, должно стать экологическое страхование. Обеспечить альтернативные финансовые ресурсы для финансирования превентивных мероприятий может страхование катастрофических рисков, реализуемое в рамках традиционных схем