

– они сложны, поскольку могут принимать различные формы в зависимости от устройства зоны, на которой они применяются;

– они многофункциональны, так как некоторые из них могут, кроме гидравлической функции, обеспечивать и другие функции. Например, шоссе является резервуарной структурой, которая обеспечивает движение автотранспорта и одновременно хранит воду;

– они зависимы от физической, общественной или учредительной сред (концепции эксплуатации и управления).

Если добавить, что в нашей повседневной жизни мы редко сталкиваемся с информацией, освещающей эти альтернативные технологии, а также учитывая отсутствие организаций, которые их могут предлагать и способны реализовывать, то становится понятным, почему они ещё не нашли должного применения. Но за ними – будущее.

УДК 355.586: 65.012.122

АКТУАРНЫЙ ПОДХОД К ВОПРОСАМ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

*ДЗЮНДЗЮК Б.В., МАСЛОВ П.Н.,
НАУМЕЙКО И.В., ДЗЮНДЗЮК В.Б.*

Предлагается страховая линейная модель финансирования и создания системы защиты локальной структуры. Критическими ограничениями данной модели являются: а) вид функции f в критерии; б) сам критерий, в качестве которого выбрано математическое ожидание.

1. Введение

В работе [1] были рассмотрены общие черты мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности, а также промышленной безопасности и страхования риска. Отметим, что собственно страхование риска является действенной мерой накопления денежных ресурсов для периода восстановления, однако к мероприятиям по обеспечению безопасности не относится. Связь и распределение ресурса между этими двумя этапами (априорный – перспективное обеспечение (и управление) безопасности, и апостериорный – восстановление за счет страховых выплат) могут быть рассмотрены как рисковое капиталовложение, что является темой последующих статей.

В настоящей работе основные задачи по обеспечению безопасности рассматриваются в терминах страховой (актуарной) математики, что дает возможность использовать ряд хорошо разработанных подходов и моделей.

2. О применимости страховых моделей

Отметим, что страховые модели применимы в основном там, где ущерб, полученный одним участником (в результате редкого случайного события), равно-

Литература: 1. Ботус Б.О., Ржевский Б.Н., Федоров Н.Ф. Канализационные сети. М.: Изд-во лит. по строительству, 1968. 252 с. 2. Azzout Y., Barraud S., Cres F.N., Alfakin E. Techniques alternatives en assainissement pluvial. Technique et Documentation - Lavoisier, 1994. 372 p.

Поступила в редколлегию 31.01.2000

Рецензент: канд. физ.-мат. наук Костенко А.Б.

Евдокимов Андрей Анатольевич, аспирант кафедры информатики Харьковского государственного автомобильно-дорожного университета. Научные интересы: рациональное управление трубопроводным транспортом. Адрес: Украина, 61166, Харьков, ул. Ленина, 5, кв. 30.

Самойленко Николай Иванович, д-р техн. наук, заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования Харьковской государственной академии городского хозяйства. Научные интересы: компьютерные технологии, автоматизированное проектирование, математическое программирование. Адрес: Украина, 361003, Харьков, пр. Московский, 2/2, кв. 130.

мерно, или по какому-то детерминированному закону распределяется (возмещается страховой выплатой) среди всех участников, которых достаточно много, или они вносят свои “страховые премии” страховщику достаточно долго. Под эту схему подходит случай регионально-отраслевой системы обеспечения промышленной безопасности, когда затраты на безопасность производства состоят из двух частей: А – финансирование собственных (локальных) мероприятий и В – финансирование (мобильных) средств совместного использования: отраслевых спасательных отрядов, территориальных медицинских и пожарных формирований, сил МЧС, а также работа предприятий по утилизации и захоронению вредных отходов производства. Последняя часть затрат частично (В1) имеет форму налогов (государственных и местных), что эквивалентно обязательному страхованию [2]. Не обязательная часть затрат (В2) может быть представлена в терминах оптимизации и страхования риска предприятия. Рассмотрим первый случай, описываемый страховой моделью – когда затраты на обеспечение локальной безопасности предприятия (А) распределены во времени: после фиксированного первоначального взноса (A_0) затраты A_i разделены на периоды (i) равномерно, по закону, подлежащему определению [3]. В настоящей работе рассматривается схема А.

3. Старховая линейная модель финансирования и создания системы защиты локальной структуры

Считаем, что:

1. Сумма A_0 первоначальных затрат на защиту определяется законодательно и оптимизации не подлежит.
2. Чрезвычайная ситуация (ЧС) – событие единичное и случайное. Вероятности его наступления P_i в период i и распределение ущерба S известны ($P(S)$).

Вложенные в систему защиты средства компенсиру-

ют ущерб по закону: $s - f\left(\sum_0^k A_i\right)$, где f – известная

функция; k – номер текущего периода; A_i – величина нетто-премии i -го периода ($i \leq k$).

Рассмотрим сначала простейший случай: $S = \text{const}$, f – коэффициент пропорциональности. Величина на-

копленной суммы к моменту наступления ЧС $\sum_{i=1}^k A_i$

является случайной. Ее вероятности совпадают с вероятностью P_k для ЧС. При равновозможности ЧС в любой отрезок времени i (с вероятностью p),

очевидно, имеем $P_k = (1-p)^{k-1} \times p$. При отсутствии достоверной статистики о зависимости момента ЧС от времени (распределение по времени суток, месяцам и зависимость от общего времени работы объекта) это распределение может быть принято в качестве первого приближения [4]. Для большинства объектов, в действительности, величина p не постоянна, а резко убывает при $k = 1; 2$, и затем медленно растет. Таким образом, критерием является математическое ожидание

$$\min M \left[S - f \sum_{i=1}^k A_i \right] = S - f \times \max_{k=1}^N P_k \times \sum_{i=1}^k A_i \quad (1)$$

Критерий линеен при очевидных ограничениях $0 \leq A_i \leq S_i$, где $S_i \leq S$ – ограничения по финансированию каждого периода. Поскольку $f, P_k \geq 0$, то решение задачи также очевидно: $A_i = S_i$. Введение дисконтного множителя $v = 1/(1+e)$, где e – процентная ставка [3], а также введение ограничений на общую сумму затрат

$$\sum_{i=1}^k A_i \leq A^{(k)} < \sum_{i=1}^k S_i < S$$

приводит к классической задаче линейного программирования с неотрицательными параметрами и переменными. Тогда критерий (1) принимает вид

$$S - f \times \max_{\{A_i\}} \sum_{k=1}^N P_k \times \sum_{i=1}^k A_i v^i \quad (2)$$

При таком подходе допущение 2 можно снять, так как наличие нескольких ЧС можно в первом приближении учесть в функции распределения ущерба по времени, а величина ущерба S в критерии (1) после взятия математического ожидания, не зависит от A_i . Итак, зависимости $s(k)$ и $p(S)$ по-прежнему существенны. Для зависимости ущерба от времени $S(k)$ естественно предположить еемедленный и плавный рост. В выражении (2) для математического ожидания

$$S = \sum_{k=1}^N s(k) P_k$$

Здесь, как и в (1), N – общее запланированное количество рабочих циклов объекта, например, годы работы до капитального ремонта.

Если известна зависимость $P(S)$, то от критериев (1) или (2) следует брать еще одно математическое ожидание:

$$\int ds p(s) - f \times \max_{i=1}^k P_k \sum_{i=1}^k A_i v^i$$

Этот критерий по-прежнему линеен по A_i . Отметим, что его второе слагаемое от распределения убытков не зависит.

4. Заключение

Критическими ограничениями данной модели являются:

- вид функции f в критерии (1);
- сам критерий, в качестве которого выбрано математическое ожидание ЧС.

Естественным развитием модели учета ущерба при вероятном отклонении от среднего в сторону увеличения (как это делается при страховании), а также ослабление ограничений на вид функции f (исследование возможных нелинейностей).

Литература: 1. Дзюндзюк Б.В., Маслов П.Н., Наумейко И.В., Дзюндзюк В.Б. Актуарные модели перспективного управления защитой в эргатических системах / Радиоэлектроника и информатика. 1999. №4. С. 115. 2. Кутиков В.Б. Основы финансовой и страховой математики. М: Дело, 1998. 205 с. 3. Бурроу К. Основы страховой статистики. М: Анкил, 1992. 4. Мусеев Е.Н. Математические задачи системного анализа. М: ФМ, 1981. 312 с.

Поступила в редколлегию 12.12.99

Рецензент: д-р техн. наук Ширенков И. А.

Дзюндзюк Борис Васильевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой охраны труда ХТУРЭ. Научные интересы: электромагнитная безопасность. Увлечения и хобби: автомобиль. Адрес: Украина, 61022, Харьков, 22, ул. Бориса Чичибабина, 2, кв.94, тел. 40-93-60, 43-10-20.

Маслов Петр Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры охраны труда ХТУРЭ. Научные интересы: электромагнитная безопасность. Увлечения и хобби: теннис. Адрес: Украина, Харьков, пр.Гагарина, 15 г, кв. 78, тел. 40-93-60, 52-27-61

Наумейко Игорь Владимирович, канд. техн. наук, доцент ХТУРЭ. Научные интересы: математическое моделирование. Увлечения и хобби: йога. Адрес Украина, 61120, Харьков, пр.Тракторостроителей, 65 г, кв. 90, тел. 40-93-60, 10-40-48.

Дзюндзюк Вячеслав Борисович, канд. техн. наук, начальник информационного отдела Академии управления при президенте Украины. Научные интересы: системный анализ. Увлечения и хобби: музыка. Адрес: Украина, Харьков, ул. Ахсарова, 18, кв.114, тел. 21-88-84, 37-50-38.