

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ

УДК [004.021+519.86]:368.025.1

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТЯМИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ СОБЫТИЙ И УЩЕРБОВ ОТ НИХ В РАМКАХ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

Ю. М. Брумштейн, О. Н. Выборнова

Введение

Вопросы управления рисками (УР) неблагоприятных событий (НС) весьма актуальны для различных сфер деятельности. Как примеры укажем следующие направления: обеспечение надежности эксплуатации сложных технических систем [1, 2], защита различных видов объектов [3]; управление информационной безопасностью организаций [4]; управление социотехническими системами [5, 6], управление экологической безопасностью урбанизированных территорий [7]; выбор мест проживания [8]; выбор гражданами рекреационных решений [9]; обеспечение безопасности жизнедеятельности отдельных физических лиц, их групп и пр. Задачи УР могут рассматриваться в различных постановках. Однако вопросы дифференцированного управления вероятностями возникновения НС (ВННС) и ущербов от НС (УНС) в существующих работах рассмотрены недостаточно полно. Поэтому *целью данной статьи* является комплексное рассмотрение задач дифференцированного управления ВННС и УНС для обеспечения допустимых уровней рисков, в том числе сложных технических систем (СТС).

Общая характеристика проблематики статьи

Аналогично [10] будем рассматривать задачу УР для некоторого объекта за период времени T , который мы разобьем на ν промежутков времени, каждый из которых имеет длительность t . Пусть для анализируемого объекта возможны I видов НС. Примем, что для каждого промежутка времени t вероятности возникновения НС представлены вектором $\{P_i\}_{i=1...I}$, а ущербы от этих событий (в случае их реализации) – вектором $\{U_i\}_{i=1...I}$. Величины рисков для этих НС ($\{R_i\}_{i=1...I}$) в простейшем случае целесообразно представить как

$$\{R_i = P_i U_i\}_{i=1...I}. \quad (1)$$

Для суммарного риска ($R^{(sum)}$) примем аддитивную модель

$$\{R^{(sum)} = \sum_{i=1}^I R_i\}. \quad (2)$$

С целью объективной оценки степени опасности частных рисков $\{R_i\}$ или их суммарного значения ($R^{(sum)}$) может быть полезным нормировать эти значения. В случае коммерческих фирм такая нормировка возможна, например, на величину активов организации; для сложных технических систем – на величину их исходной стоимости или предполагаемого положительного эффекта от использования за весь период эксплуатации.

Ранее [11] была обоснована целесообразность при осуществлении риск-менеджмента представления текущих ситуаций в отношении отдельных видов НС в виде изображающих точек (ИзТ) на плоскости, задаваемой ортогональными осями координат: ущерб от реализации НС (горизонтальная ось); вероятность возникновения НС (вертикальная ось). В отличие от [11] будем использовать для горизонтальной оси значения ущерба, выраженные в рублях (т.е. не нормированные), так как этот вариант проще с позиций экспертной оценки допустимых рисков (см. далее).

Совокупность (ансамбль) указанных ИзТ по всем I видам НС характеризует ситуацию в отношении рисков для рассматриваемого объекта в целом (рис. 1) – при существующих уровнях затрат, относящихся к УР.

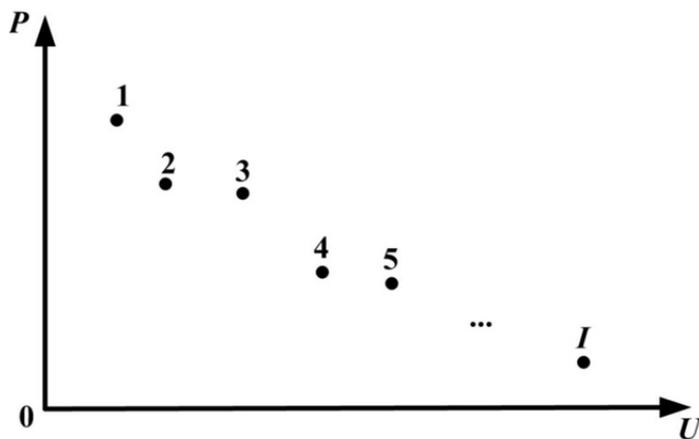


Рис. 1. Графическое представление рисков для совокупности НС

В рамках УР для объекта возможно решение следующих задач: оценка допустимости частных рисков, соответствующих отдельным видам НС (т.е. ИзТ на рис. 1); изменение положения отдельной ИзТ (частная задача); изменение положений совокупности ИзТ при отсутствии и наличии ограничений на суммарные затраты и пр. В данной статье мы не будем учитывать влияние на величины затрат ограничений по необходимым срокам изменения положений ИзТ и по располагаемым трудовым ресурсам.

Кривая приемлемого риска и методы ее построения

Ранее [11] было обосновано использование в качестве кривой приемлемого риска (КПР) таковой экспоненциальной зависимости: проходит через точку $P = 1; U = 0$; при $U \rightarrow \infty$ значение P монотонно стремится к нулю. Для простоты примем далее, что КПР для всех видов НС является общей.

Область, находящаяся ниже КПР, соответствует допустимым уровням рисков. Саму КПР также отнесем к этой области.

При расположении ИзТ выше КПР риски НС считаются недопустимо высокими.

В [11] было предложено в аналитической форме представлять КПР зависимостью вида

$$P = \alpha \exp(-bU). \quad (3)$$

Коэффициенты α и b в (3) могут быть найдены экспертным оцениванием положений отдельных точек КПР группой экспертов при заданных значениях U и последующей аппроксимацией этих оценок по методу наименьших квадратов (МНК) (рис. 2). Если для экспертов исполь-

зуются весовые коэффициенты, отражающие весомость их мнений, то может быть применено предварительное взвешенное усреднение оценок для допустимых P от всех экспертов для каждой градации U или обобщенный МНК (например, по [12]).

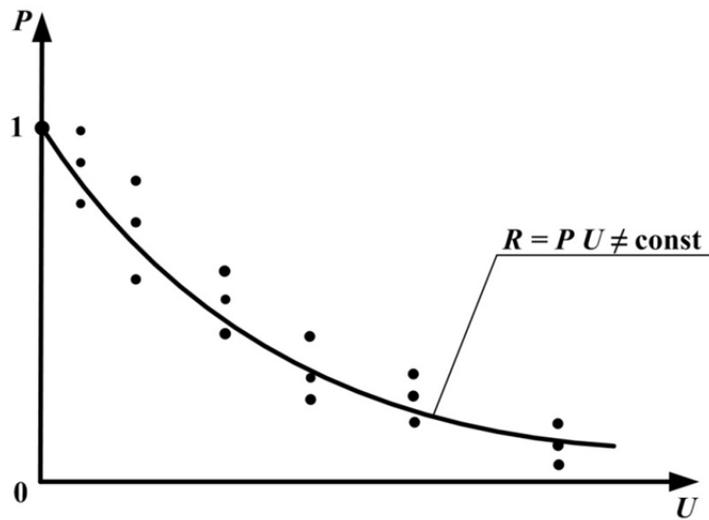


Рис. 2. Экспертные оценки трех экспертов для приемлемых величин вероятностей НС в зависимости от ущербов

Отметим, что в общем случае на линии КПП на рис. 2 величина риска не является постоянной.

Экспоненциальная форма для КПП – не единственно возможная. В частности, при малых уровнях ущербов для них может сохраняться постоянное значение допустимой вероятности равной «1», вплоть до какого-то критического значения (U^*), и лишь затем начинаться экспоненциальный спад (рис. 3,а).

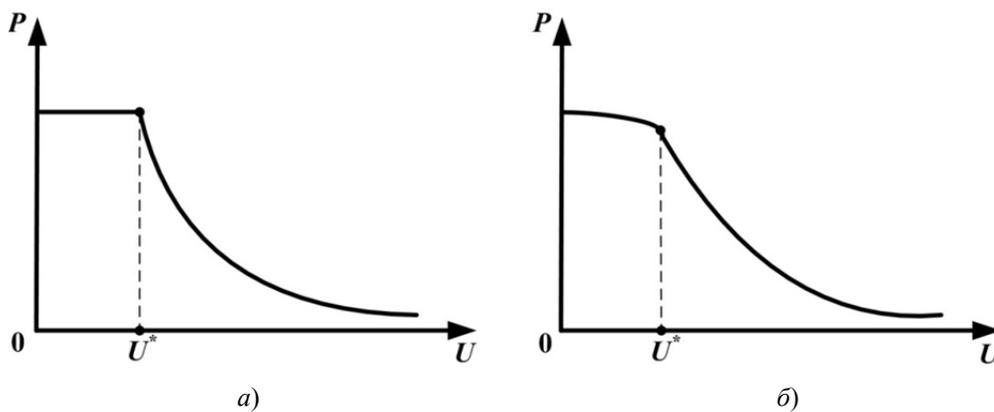


Рис. 3. Форма КПП при наличии зон «толерантности» к риску:
а – абсолютной; б – относительной

Аппроксимация зависимости (рис. 3,а) может быть осуществлена отдельно на двух указанных участках.

Альтернативой является использование КПП типа показанной на рис. 3,б с участком «относительной» толерантности в виде

$$P = \alpha / (a + bU^2 + cU^3 + dU^4), \quad (4)$$

где коэффициенты a, b, c, d могут быть найдены на основании экспертных оценок (см. например, рис. 2) по методу МНК. Для этой цели в случае аппроксимации по (4) можно использовать средство «поиск решения», имеющееся во многих электронных таблицах, например, в Microsoft Excel.

Снижение единственного вида риска до допустимой величины при отсутствии ограничений на затраты

Примем для определенности, что КПП имеет вид экспоненты, описываемой (3), и текущее (исходное) положение ИзТ (A_0) находится выше КПП (рис. 4).

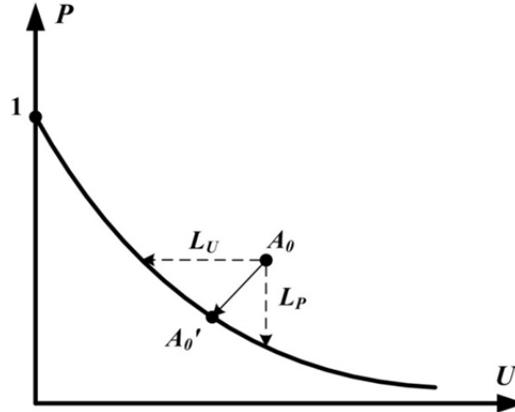


Рис. 4. Экспоненциальная форма КПП

В рамках УР необходимо обеспечить смещение ИзТ от текущего положения (A_0) в такую точку на КПП, чтобы дополнительные затраты (ДЗ) на обеспечение такого смещения были минимальны. В рамках рассматриваемой постановки задач мы не учитываем время обеспечения перемещения ИзТ; ограничения на трудозатраты, необходимые для этой цели и пр.

Примем, что смещение ИзТ по горизонтальной оси за счет единицы ДЗ («Е» с размерностью «рубль»), направленных на уменьшение ущерба от НС, определяется по формуле

$$\Delta_U = -\gamma_U E, \tag{5}$$

где γ_U – безразмерный коэффициент пропорциональности (знак минус используется, так как положительные ДЗ должны приводить к уменьшению ущерба). Тогда для смещения ИзТ по горизонтали из точки A_0 до КПП на расстояние L_U (рис. 4) необходимы ДЗ в размере

$$Z_U^* = L_U / \Delta_U = -L_U / (\gamma_U E). \tag{6}$$

Аналогично смещение ИзТ по вертикальной оси за счет единицы ДЗ, направленных на уменьшение вероятности НС, определяется по

$$\Delta_P = -\gamma_P E, \tag{7}$$

где γ_P – коэффициент пропорциональности, имеющий размерность «1/рубль»). Тогда для смещения ИзТ из положения A_0 по вертикали до КПП (на расстояние L_P по рис. 4) необходимы ДЗ в размере

$$Z_P^* = L_P / \Delta_P = -L_P / (\gamma_P E). \tag{8}$$

Указанные два вида затрат могут комбинироваться с целью минимизации суммарных ДЗ, обеспечивающих перемещение ИзТ на КПП. Например, для СТС снижение вероятности НС может достигаться применением более надежных (и, как следствие, дорогостоящих) радиоэлектронных компонентов; использованием более качественной (и дорогостоящей) системы охлаждения; увеличением объемов приемо-сдаточных испытаний при вводе СТС в эксплуатацию и пр. Снижение ущербов от выхода из строя блоков аппаратуры (это НС) может обеспечиваться за счет использования в СТС автоматически подключаемых резервных блоков. Однако для бортовой аппаратуры такие решения, кроме стоимостей, могут ограничиваться еще и допустимыми весогабаритными показателями изделий.

Подчеркнем, что смещения ИзТ по горизонтальной и вертикальной осям при одинаковых ДЗ будут разными из-за отличий величин γ_U и γ_P . Поэтому перемещение ИзТ из исходного по-

ложения (A_0) в «геометрически ближайшую» точку на КПП в общем случае не минимизирует сумму ДЗ.

Аналитическое решение для определения точки на КПП, обеспечивающей минимум ДЗ (без ограничения их величин) для экспоненциальной зависимости P от U для КПП по (3), было получено в [11].

Для произвольной зависимости $P = f(U)$ координаты «целевой точки» на КПП (это A'_0 на рис. 4), в которую следует сместить A_0 с минимальными ДЗ, можно определить с использованием СПР ЭТ. При этом «изменяемой ячейкой» будет та, в которой размещено значение U . Величина P определяется расчетом с использованием функций рабочего листа ЭТ по принятой зависимости $P = f(U)$. Координаты исходного положения ИзТ (точка A_0) и значения коэффициентов γ_P, γ_U задаются в отдельных ячейках на листе ЭТ. В двух вспомогательных ячейках рассчитываются компоненты величины ДЗ, обеспечивающие смещение A_0 в A'_0 на КПП по горизонтали и вертикали. Сумма этих двух компонент ДЗ определяется в целевой ячейке, значение в которой должно быть минимизировано. Дополнительных ограничений при использовании СПР в данном случае не требуется. Полученная с использованием СПР пара значений (U и P) будет определять искомую точку A'_0 на КПП.

В типичных случаях оптимальное решение (положение A'_0 на КПП) будет единственным. Например, при численном равенстве $|\gamma_P| = |\gamma_U|$ постоянным ДЗ, которые необходимы для смещения A_0 на КПП, будет отвечать участок КПП в виде дуги окружности с центром в точке A_0 (т.е. будет бесконечно много равноценных решений). При $|\gamma_P| \neq |\gamma_U|$ вместо дуги окружности будет иная кривая.

Снижение риска в случае единственного вида НС и наличия ограничений на затраты

Пусть имеющихся средств на ДЗ недостаточно для перемещения ИзТ из текущего положения до КПП. Тогда представляется рациональным осуществлять смещение ИзТ в направлении той оптимальной точки на КПП (A'_0), которая может быть достигнута при неограниченных средствах на ДЗ (см. выше), направление смещения ИзТ определяется соотношением компонент ДЗ, обеспечивающих смещения по горизонтали и вертикали. Недостаток средств на ДЗ будет определять расстояние от фактически смещенной ИзТ до КПП.

Для лица, принимающего решения (ЛПР), связанного с УР, это означает необходимость либо «примириться» с тем положением ИзТ, которое может быть достигнуто при использовании располагаемых средств, либо изыскать недостающие средства.

При решении той же задачи с использованием СПР необходимо осуществлять одновременный подбор горизонтальной и вертикальной координат для смещенного положения ИзТ (в изменяемых ячейках должны размещаться фактические значения U и P , соответствующие смещенной ИзТ). Уменьшения рисков за счет смещения ИзТ по сравнению с ее исходным положением (т.е. точкой A_0) по горизонтали и вертикали целесообразно рассчитывать в отдельных ячейках. Сумма этих уменьшений (рассчитываемая в отдельной ячейке) как раз и будет являться целевой функцией, которую необходимо максимизировать с использованием СПР.

Основным дополнительным условием при таком использовании СПР будет постоянство величины суммарных ДЗ (соответственно располагаемым денежным ресурсам).

Кроме того, целесообразно задать еще одно дополнительное условие, определяющее расположение смещенной ИзТ над КПП.

Управление рисками в случае нескольких видов НС и неограниченных средств на УР

Примем для простоты, что НС не связаны друг с другом ни в отношении вероятностей их возникновения, ни в отношении ущербов при их реализации. Этот случай схематично показан на рис. 5, причем каждому из I видов НС соответствует своя ИзТ (в частных случаях они могут совпадать, т.е. накладываться друг на друга).

Будем также считать, что КПП является общей по отношению ко всем видам НС. Однако «чувствительности» величин рисков по отношению к ДЗ целесообразно принимать индивидуальными для каждого вида НС. Как следствие, мы будем иметь не единственную пару коэффициентов (γ_P, γ_U) , а два массива $\{\gamma_P^{(i)}\}_{i=1...I}; \{\gamma_U^{(i)}\}_{i=1...I}$. Примем, что значения коэффициентов в этих массивах могут быть оценены экспертно и/или на основе существующей статистики.

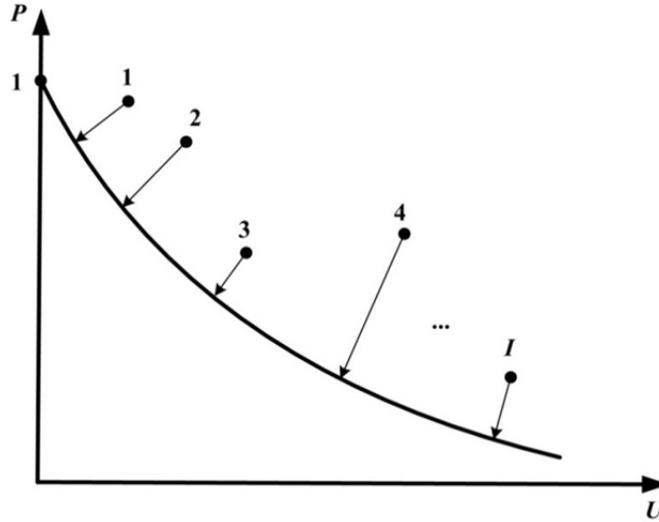


Рис. 5. Пример варианта неблагоприятных событий с отсутствием связи между ними

В случае неограниченного количества средств минимум ДЗ, обеспечивающий смещение всех I ИзТ на КПП, в общем случае будет достигаться при разных направлениях перемещений для каждой из ИзТ (эти направления определяются отношениями коэффициентов $\{\gamma_P^{(i)} / \gamma_U^{(i)}\}_{i=1...I}$).

Для каждой из I ИзТ задача их перемещений может решаться независимо от других согласно алгоритму, описанному в предыдущем разделе. При этом ДЗ для отдельных видов НС суммируются.

Подчеркнем, что возможны и принципиально иные интерпретации задач перемещения ИзТ, представленных на рис. 5: единственный вид НС для I различных СТС; коллектив из I физических лиц, для которых необходимо управлять рисками одного вида НС или безопасности жизнедеятельности в целом. При этом для таких задач описанные выше алгоритмы сохраняются.

Управление рисками в случае нескольких видов НС и ограниченных средств на УР

Если средства на УР ограничены и не обеспечивают возможность смещения всех ИзТ на КПП, то для ЛПП возможны различные варианты принятия решений.

1. Все НС ранжируются по приоритету их важности для ЛПП тем или иным образом. Затем последовательно принимаются решения, обеспечивающие перемещение отдельных ИзТ на КПП в порядке убывания приоритетов НС – вплоть до исчерпания имеющихся средств. При этом для последней из перемещаемых ИзТ средств может оказаться недостаточным, и она «не дойдет» до КПП.

2. Для всех ИзТ принимаются решения, обеспечивающие их смещения по направлениям векторов, соответствующих случаю неограниченного объема располагаемых средств на ДЗ, уже рассмотренному в предыдущем разделе. Доли смещения вдоль этих векторов (одинаковые для всех ИзТ) будут соответствовать отношению величин «фактически имеющихся средств» и «средств, необходимых для смещения всех ИзТ на КПП».

3. Для совокупности ИзТ решается задача подбора индивидуальных долей смещений вдоль их векторов смещений (см. пункт 2) с целью максимального уменьшения суммы рисков по всем НС.

Весовыми коэффициентами при этих долях $\{d_i\}_{i=1...I}$ будут величины уменьшений рисков на единицу длины смещения вдоль каждого вектора $\{\Psi_i^{(E)}\}_{i=1...I}$. Целевая функция (C_3)

$$C_3 = \sum_{i=1}^I d_i \Psi_i^{(E)} \quad (9)$$

должна быть максимизирована.

Используемые ограничения:

а) доли смещений должны находиться в пределах: нижние границы – «0» (отсутствие смещения ИзТ); верхние границы – «1», т.е. смещение ИзТ до КПП;

б) суммы ДЗ, обеспечивающих смещения всех ИзТ по направлениям векторов смещений, должны оставаться постоянными (соответствующими принятому ограничению на расходы).

4. «Выравнивание» отклонений всех смещенных положений ИзТ по отношению к оптимальным для них точкам на КПП. Обозначим отклонения ИзТ, рассчитываемые по длинам перпендикуляров от смещенных ИзТ до КПП, через $\{r_i\}_{i=1...I}$. Вычислим $r_{\min} = \min\{r_i\}_{i=1...I}$. Будем считать, что располагаемых средств, предназначенных на ДЗ по УР, достаточно для смещения всех ИзТ по отношению к КПП до r_{\min} или меньше.

В данной задаче надо минимизировать общее для всех ИзТ расстояние до КПП – это целевая функция. При этом величины $\{d_i\}_{i=1...I}$ (доли смещений вдоль соответствующих векторов смещений) являются расчетными значениями, они могут быть различными для разных ИзТ. Ограничения – аналогично подп. а и б в п. 3.

5. Постановки задач по пп. 1–4 данного раздела могут быть также модифицированы путем введения дополнительных ограничений на ДЗ для управления отдельными видами НС, а также некоторыми линейными комбинациями этих ДЗ.

Анализ возможных направлений перехода к нечетким постановкам задач

Можно указать несколько таких направлений.

1. При нечетких оценках величин P для исходных положений ИзТ на рис. 1–5 вместо точек будем иметь некоторые «области размытия» (ОР) в виде вертикальных отрезков (ИзТ «1» на рис. 6,а). Аналогично, для нечетких оценок U ОР будут горизонтальными отрезками вместо точек (ИзТ «2» на рис. 6,а). В общем случае нечеткие оценки возможны для P и U одновременно. Если эти оценки не связаны между собой, то ОР будут иметь форму прямоугольников (ИзТ «3» на рис. 6,а). При наличии взаимосвязей между оценками P и U ОР могут представлять собой область, вписанную в этот прямоугольник, например, эллипс (ИзТ «4» на рис. 6,а). Принимаемые доверительные вероятности при проведении границ ОР будут определять их размеры. Более высоким доверительным вероятностям будут, очевидно, соответствовать меньшие размеры ОР. В рамках УР эти ОР надо смещать в направлении КПП: в минимальном варианте, чтобы центр ОР переместился на КПП (ИзТ «1» на рис. 6,б); в максимальном так, чтобы ОР целиком переместилась под КПП (ИзТ «2» на рис. 6,б).

2. Нечеткость оценок для скалярных величин (γ_P, γ_U) или для массивов $\{\gamma_P^{(i)}\}_{i=1...I}$; $\{\gamma_U^{(i)}\}_{i=1...I}$ приводит к тому, что вместо единственных оптимальных точек типа A_0' на КПП будут участки ограниченного размера, куда нужно смещать ИзТ (рис. 6,в).

3. Нечеткость оценок для КПП будет приводить к ее «размытию» по вертикальной оси (оси вероятностей), т.е. превращению в полосы с изменяющейся по мере изменения U толщиной. В случае групп точек, соответствующих трем экспертным оценкам (см. рис. 2) уравнение типа (3) для верхней границы полосы размытия может быть определено по МНК на основе положений верхних точек; для средней линии – на основе средних точек; а для нижней границы – на основе нижних точек. При этом необязательно все нижние (верхние, средние) (см. рис. 2) точки будут принадлежать одним и тем же экспертам.

В случае размытой КПП могут приниматься такие решения по перемещению ИзТ: на «среднюю линию» (ИзТ «1» на рис. 6,з); на нижнюю (ИзТ «2» на рис. 6,з) или верхнюю (ИзТ «3» на рис. 6,з) границы полосы размытия.

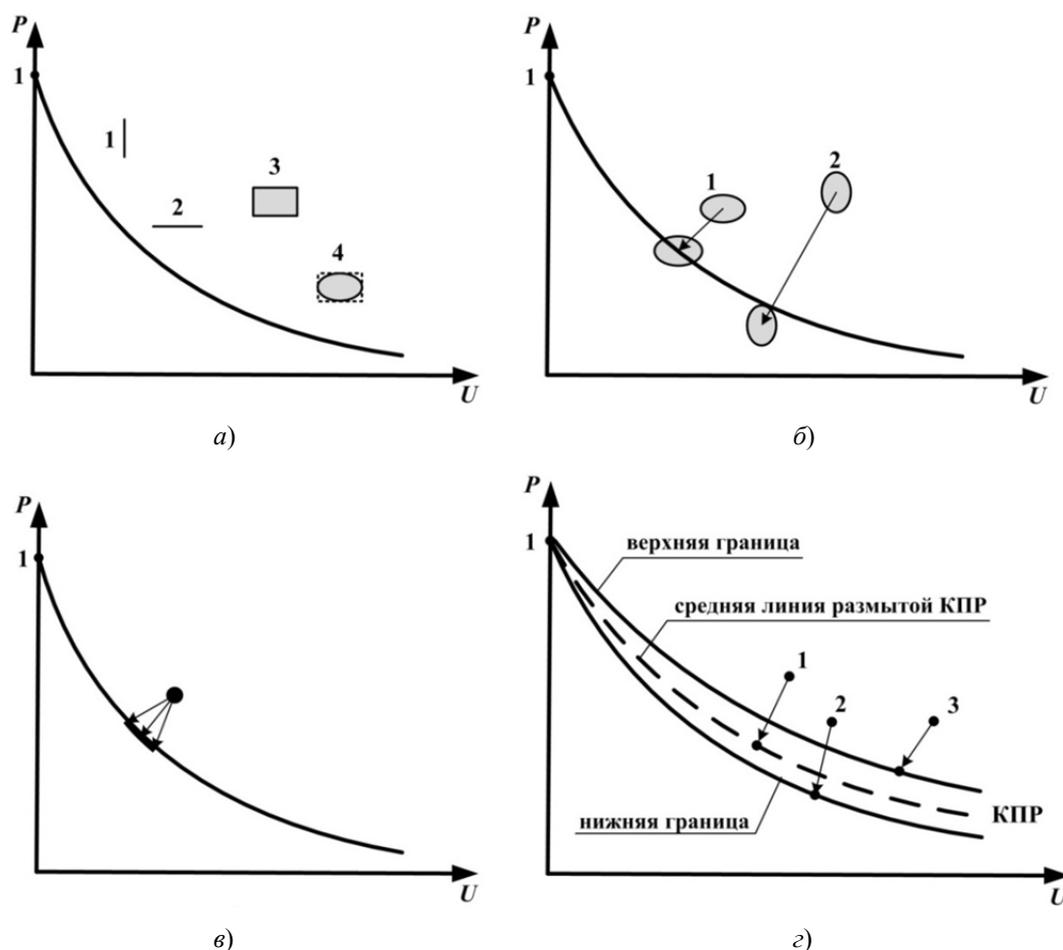


Рис. 6. Некоторые варианты нечетких постановок задач в отношении УР

4. Еще одним фактором нечеткости может быть вероятностный характер смещения ИзТ под действием ДЗ. В техническом плане этот случай можно считать аналогом варианта «2».

5. Указанные выше варианты нечеткости могут также рассматриваться в различных сочетаниях друг с другом, например «1» и «3».

Отметим также, что в рамках нечетких постановок более актуальными становятся вопросы «устойчивости решений» по сочетаниям исходных данных, это касается, в частности, большинства пунктов предыдущего раздела.

Выводы

1. В рамках риск-менеджмента дифференцированное управление вероятностями НС и ущербов от них позволяет повысить эффективность принятия и реализации решений; оптимизировать затраты средств на управление надежностью и качеством работы СТС и других видов систем.

2. Рассмотренные в данной статье постановки задач допускают различные модификации, в том числе в отношении учета специфики конкретной предметной области, особенностей разработки и эксплуатации различных категорий СТС.

3. С целью информационно-аналитической поддержки принятия решений на основе описанных алгоритмов целесообразна разработка специального программного обеспечения, включающего средства настройки на предметную область.

Список литературы

1. Юрков, Н. К. Риски отказов сложных технических систем / Н. К. Юрков // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 1. – С. 18–24.
2. Козлитин, А. М. Развитие теории и методов количественной оценки риска аварий сложных технических систем / А. М. Козлитин // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – № 4, вып. 3. – С. 115–124.

3. Бецков, А. В. Безопасность и надежность системы защиты объекта / А. В. Бецков // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 1. – С. 35–40
4. Аникин, И. В. Методы оценки и управления рисками информационной безопасности в корпоративных информационных системах : моногр. / И. В. Аникин. – Казань: Школа, 2015. – 224 с.
5. Ажмухамедов, И. М. Синтез управляющих решений в слабо структурированных плохо формализуемых социотехнических системах / И. М. Ажмухамедов // Управление большими системами. – М. : ИПУ РАН, 2013. – Вып. 42. – С. 29–54.
6. Zwikael, O. The effectiveness of risk management: an analysis of project risk planning across industries and countries [Text] / O. Zwikael, M. Ahn // Risk Analysis. – 2011. – Т. 31, № 1. – P. 25–37.
7. Санжапов, Б. Х. Модель принятия решений при обеспечении экологической безопасности развития урбанизированных территорий / Б. Х. Санжапов, А. А. Мурадов // Известия ВолГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – 2012. – № 10 (97). – С. 135–138
8. Кузнецов, М. А. Оценка привлекательности расположения жилого здания в городском массиве / М. А. Кузнецов, Е. А. Исаев // Известия ВолГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – 2015. – № 2 (157). – С. 122–127.
9. Баламирзоев, Н. Л. Анализ номенклатуры рисков для отдельных туристов в условиях развития информационных технологий / Н. Л. Баламирзоев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 4. – С. 72–86.
10. Брумштейн, Ю. М. Анализ некоторых моделей группового управления рисками / Ю. М. Брумштейн, О. Н. Выборнова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 4. – С. 64–72.
11. Ажмухамедов, И. М. Введение метрических характеристик для решения задачи оценки и управления рисками / И. М. Ажмухамедов, О. Н. Выборнова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 4. – С. 10–22.
12. О возможных модификациях метода наименьших квадратов при построении математических моделей процессов по экспериментальным данным / Ю. М. Брумштейн, Д. А. Каргина, А. П. Бухонов, А. А. Боркова // Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (г. Новочеркасск, 24 февраля 2009 г.) / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2009. – С. 14–16.

Брумштейн Юрий Моисеевич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра информационных технологий,
Астраханский государственный университет
(414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а)
E-mail: brum2003@mail.ru

Выборнова Ольга Николаевна

аспирант,
Астраханский государственный университет
(414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а)
E-mail: olga.vyb.90@gmail.com

Аннотация. Для каждого из n промежутков времени величины рисков, связанных с возможностями наступления неблагоприятных событий, рассматриваются как произведения вероятностей наступления таких событий на ущербы от их реализации. В рамках риск-менеджмента обоснована целесообразность дифференциации затрат (усилий), направленных на снижение вероятностей неблагоприятных событий и ущербов от них. Введено понятие кривой приемлемого риска. Обсуждены возможные виды таких кривых, подходы к их аппроксимации аналитическими выражениями. Для единственного вида неблагоприятных событий предложен алгоритм оптимизации затрат, обеспечивающих смещение изображающей точки, соответствующей фактическому сочетанию

Brumshiteyn Yury Moiseevich

candidate of technical sciences, associate professor,
sub-department of information technologies,
Astrakhan State University
(414056, 20a Tatishcheva street, Astrakhan, Russia)

Vybornova Olga Nikolaevna

postgraduate student,
Astrakhan State University
(414056, 20a Tatishcheva street, Astrakhan, Russia)

Abstract. For each of n time intervals, risks sizes, connected with adverse events opportunities, are considered as products of such events probabilities and their realization damages. In article is proved expediency for differentiation of expenses (efforts), directed to decreasing of adverse events probabilities and their damages within risk management. The concept of acceptable risk curve is entered. Authors are discussed possible types of such curves, approaches to their approximation by analytical expressions. For the single type of adverse events is offered the algorithm of expenses optimization, providing shift of the representing point, corresponding to the actual combination «probability – damage», from the starting position to the acceptable risk curve. Also in the article are considered approaches to risk management in

«вероятность–ущерб», от исходного положения на кривую приемлемого риска. Рассмотрены также подходы к управлению рисками при недостаточности средств, необходимых для обеспечения такого смещения единственной изображающей точки. Для совокупности нескольких возможных видов неблагоприятных событий принято, что кривая приемлемого риска является общей для них. В этом случае предложены модели управления затратами для двух постановок задач: при отсутствии ограничений на суммарные затраты (перемещение всех изображающих точек, соответствующих сочетаниям «вероятность–ущерб», на кривую приемлемого риска); при наличии ограничения на суммарные затраты (рассмотрено несколько разных подходов). Указаны также некоторые варианты нечетких постановок рассмотренных задач и возможных подходов к их решению. Сделан вывод о целесообразности разработки компьютерной системы поддержки принятия решений, основанных на дифференцированном управлении вероятностями неблагоприятных событий и ущербами от них.

Ключевые слова: неблагоприятные события, вероятности реализации, ущербы, управление рисками, затраты на управление, дифференциация затрат, кривая приемлемого риска, ограничения на затраты, оптимизация направлений затрат.

УДК [004.021+519.86]:368.025.1

Брумштейн, Ю. М.

Дифференцированное управление вероятностями неблагоприятных событий и ущербов от них в рамках риск-менеджмента / Ю. М. Брумштейн, О. Н. Выборнова // Надежность и качество сложных систем. – 2016. – № 1 (13). – С. 63–72.

conditions of means insufficiency, necessary for ensuring such shift of the single representing point. For the set of several adverse events possible types it is assumed, that the acceptable risk curve is common for them. In this case authors are offered models of expenses management for two tasks statements: in the absence of restrictions for total expenses (movement of all representing points, corresponding to the combinations «probability-damage», on the acceptable risk curve); in the presence of total expenses restriction (some various approaches are considered). Also in the article are specified some variants of considered tasks in indistinct statements and possible approaches to their decision. The conclusion is drawn about development expediency of computer system for decision making support, based on the differentiated management of adverse events probabilities and their damages.

Key words: adverse events, realization probabilities, damages, risk management, management costs, expenses differentiation, acceptable risk curve, expenses restrictions, optimization of expenses directions.