

В результате решения этого уравнения, с учетом того, что функции выигрыша M_y должны принимать максимальные значения, получим следующее соотношение:

$$\alpha = k_1 / (k_1 + k_2) .$$

Смешанная стратегия поведения игрока P_1 запишется в виде следующего соотношения:

$$F(x) = [k_1 / (k_1 + k_2)] I_0(x) + [k_2 / (k_1 + k_2)] I_s(x) .$$

Из этого соотношения следует, что стратегия первого игрока состоит в концентрации всех средств на одном из рынков сбыта, а вероятность выбора рынка обратно пропорциональна его значимости.

Из изложенного выше видно, что разновидность способов решения игры и, соответственно, построения игровой модели определяется исходными данными, которые описываются в предметной области задачи, которую необходимо решить, допустимостью введения различных условий и ограничений на способ функционирования участников игровой модели и возможностью интерпретации описания задачи в рамках того или иного математического аппарата или использования, для описания отдельных фрагментов, общей модели игры и процессов ее реализации.

1. *Воробьев Н.Н.* Теория игр. Лекции для экономистов-кибернетиков. Ленинград: ЛГУ, 1974.
2. *Вентцель Е.С.* Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.
3. *Оуэн Г.* Теория игр. М.: Мир, 1971.
4. Экономическая кибернетика. \ *Под ред. И.М. Сыроежина*, ч.2, Ленинград: ЛФЭИ, 1973.

Поступила 28.01.2009г.

УДК 683.03

Б.В.Дурняк, Я.Равецки

МЕТОД СИНТЕЗА СРЕДСТВ АНАЛИЗА РЕШЕНИЙ И СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕШЕНИЯ

При использовании систем принятия решений или систем анализа предлагаемых решений, всегда существует задача оценки принятого решения с точки зрения возможности негативных последствий, при использовании решения для управления процессом. Это обусловлено известными причинами, примером которых могут служить факторы, определяющие управляемый процесс, которые в силу объективных причин могут быть

неизвестными на этапе формирования решения, неправильное формирование и интерпретация цели реализации планируемого управления и целый ряд других причин влияющих на успешность управления [1].

Одним из широко распространенных и часто используемых параметров характеризующих негативные последствия или возможность их возникновения, является представление о риске. Этот параметр связывается с событиями или отдельным событием, которые, по своей природе, являются достаточно далеки от тех событий, которые связываются с целью управления некоторым процессом. Как правило, события или последствия обуславливающие актуальность использования понятий риска, что равносильно предположениям о возможности возникновения в результате выполнения управления негативных событий в объекте управления, имеет место в случае возможности или необходимости учета следующих факторов или требований к процессу управления:

- возможность существования недостаточной адекватности принятого *UR* по отношению к цели управления, которая сформулирована по отношению к соответствующему процессу или объекту,

- возможность установления меры неопределенности исходной информации, которая, наряду с другими средствами или исходными данными, используется для анализа *PR* по управлению,

- в случае поэтапной реализации управляемого процесса в соответствии с *UR*, при которой не могут быть обеспечены требуемые параметры управления на столько, что бы можно было исключить негативные последствия реализуемого управления, возникновение которых может привести к последствиям, которые дискредитируют принятое *UR*,

- если к процессу или объекту управления предъявляются критические требования по допустимым отклонениям от заданных результатов управления.

Понятие о риске по отношению к процессу, поскольку, риск может соотноситься исключительно с событиями, которые могут произойти, предполагает существование некоторых процессов, которые является диаметрально противоположным представлению о критериях управления а также представлениям о оптимальности управления в соответствии или по отношению к определенным параметрам управляемого процесса. Поэтому, понятие риска требует существенного расширения тех представлений о объекте или процессе, по отношению к которому решается задача управления.

Первый фактор, как и все остальные приведенные факторы, которые обуславливают необходимость определения параметра риска, означает, что на исходном этапе проведения анализа *PR* по управлению отсутствуют возможности определять меру адекватности полученного модифицированного решения. В случае построения системы *SAR*, в качестве одного из параметров характеризующего его работу, вступает параметр

достоверности P^D , которые определяются системой решения задачи управления. В рамках разрабатываемого подхода, определение этого параметра основывается на анализе процесса функционирования самой системы. Поэтому, данный фактор можно считать одним из ключевых.

Возможность установления меры неопределенности исходной информации в рамках SAR предполагает необходимость использовать средства интерполяции, для восстановления неизвестных данных, если известная информация не полная. Поэтому, этот фактор, для SAR , не определяет необходимости использования параметра риска.

В качестве одного из параметров характеризующих SAR используется параметр P^E , который определяет количество этапов реализации UR . Рассмотрим особенности механизма формирования соответствующего параметра. В качестве исходных данных, кроме PR , которое подлежит анализу системой, в SAR вводится значение параметра P^T , которое задает интервал времени, в течении которого должно быть принято UR , как следствие $SAR(PR) \rightarrow UR$. Для того, чтобы в рамках преобразований, которые проводятся в SAR , можно было контролировать реальную величину P^T и, фактически, ΔT_i , которое задается параметром P^T , используется средняя скорость преобразований, с которой работает SAR . Такая скорость $V^S(SAR)$ определяется на тестовых данных. В соответствии с P_i^T и V^S в рамках SAR определяется допустимое количество базовых циклов эволюционных преобразований. Таким образом, обеспечивается условие остановки процессов преобразований, которые связаны с проведением анализа PR . При этом, формируются определенные значения параметров P^D и P^U , которые в конечном случае могут не оказаться в определенном смысле оптимальными с точки зрения реальных процессов, происходящих в объекте управления, при инициации соответствующего управляющего решения UR . При общей организации работы SAR по анализу PR и параметров P^D и P^U , в систему вводятся рекомендуемые величины P^D и P^U . Значения этих величин определяются на основе использования модели риска. Модель риска $MR(UR)$, для UR строится на основе статистических данных с использованием моделей или теоретических средств теории вероятностей [2]. В этом случае, модель отображает основные закономерности процессов происходящих в объекте, которым, в данном случае, является коммерческая или производственная организация в целом. Это означает, что процесс ее функционирования отображается в обобщенных координатах, с использованием таких параметров, как затраты на производство или функционирование объекта, инвестирование развития предприятия, управление оборотом предприятия и т.д. Для построения моделей риска, решается задача определения правила выбора решения. Такой

выбор состоит в следующем. Предполагается, что существуют случайные события, которые интерпретируются как негативные с точки зрения процесса функционирования фирмы. В данном случае, мера негативности, к которому приводит возникновение случайного события имеющего отношение к фирме, определяется в потерях измеряемых в денежных единицах. Рассмотрение причин возникновения рискованных событий, как событий случайных, обосновывается тем, что процессы принятия решений, а тем более процессы анализа принятых решений по определению корректны и соответствуют цели планируемого управления. При этом, предполагается, что случайные негативные события или события риска, которые могут произойти, могут касаться исключительно тех затрат, с которыми связано управляющее решение UR и ни каким образом не влияет на создание рискованной ситуации по отношению к процессу функционирования фирмы, которое осуществлялось или осуществляется до реализации принятого UR . В связи с этим, решение задачи определения риска выполнения UR основывается на использовании модели принятия решения при известных статистических данных о возникновении рискованных ситуаций. Естественно предположить, что такие данные основываются не на регистрации реально имевших место в прошлом рискованных ситуаций, а на анализе их возникновения, при условии, что соответствующая рискованная ситуация была преодолена. В рамках данного подхода выбирается модель, которая основывается на суисс принципе, который известен, как швейцарский принцип [3]. Формально, соответствующая модель запишется в виде соотношения:

$$Eg(x - \lambda D) = g((1 - \lambda)D), \quad \lambda \in [0, 1],$$

где D - величина инвестирования или затрат, которая определяется реализацией UR , x - случайная величина возможного ущерба с функцией распределения $F(x)$, λ - величина окончательно определяющая правило выбора, например, если $D = (1 + \lambda)Ex$, то λ - означает на сколько затраты на инвестирование должны быть выше среднего значения потерь, при возникновении страхового случая, $g(x)$ - вещественная функция, обладающая свойствами $g'(x) > 0; g''(x) \geq 0$. По существу, D представляет собой функционал, заданный на множестве функций распределения, принимающий действительные значения и может зависеть от характеристики λ , которая определяет конкретное правило выбора. Для рассматриваемого случая, при $\lambda = 0$ этот переходит в обобщенный принцип среднего значения, который формально записывается в виде соотношения:

$$D = g^{-1}(E(x)).$$

При $\lambda = 1$, он переходит в принцип нулевой полезности вида $u(x) = -g(x)$. Если имеет место $g(x) = a^{-1}(\exp\{ax\} - 1); a > 0$, то приходим к экспоненциальному принципу, который формально описывается следующим соотношением:

$$D = a^{-1} \log(E \exp\{ax\}) .$$

Если $\lambda = 1$ и $g(x) = x \exp\{ax\}$, то получаем принцип Экмера, который описывается в виде следующего соотношения:

$$D = (E x \exp\{\lambda x\}) / (E \exp\{\lambda x\}) .$$

Таким образом, швейцарский принцип выбора является обобщающим по отношению к ряду других более простых принципов.

В конечном итоге, модель риска, основанная на принятом принципе выбора объемов инвестирования, которое связано с UR , позволяет определить величину возможных потерь на основании данных о возникновении рискованных ситуаций, функция распределения которой известна с заданным приближением.

С целью формирования общего представления о взаимосвязях между отдельными компонентами, которые участвуют в процессе управления и процессе принятия или формирования управляющего решения, на рисунке 1 приведена функциональная схема взаимодействия базовых составляющих общей системы управления фирмой.

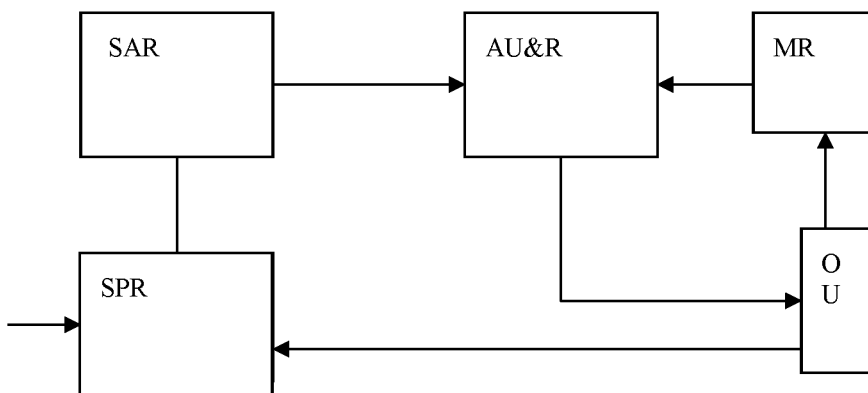


Рис. 1. Функциональная схема взаимодействия отдельных функциональных блоков в системе управления фирмой, использующей систему анализа принятых решений

Сокращения, которые приняты на рис. 1:

- SPR – система принятия решений,
- SAR – система анализа принятого решения,
- OU – объект управления,
- MR – модель риска управления,
- AU&R – модель совместного анализа UR и величины риска, который может быть связан с UR .

Поскольку система SAR реализует анализ PR , а базовыми компонентами этой системы являются средства эволюционных преобразований, то необходимо коротко остановиться на связи этих

преобразований с процессом анализа принятого решения PR . Как видно из рисунка 1 на выходе системы PR формируется управляющее решение, которое может отличаться от поступившего на вход системы принятого решения PR . Поэтому, рассмотрим следующие ситуации:

- ситуацию, когда PR является оптимальным с точки зрения всех параметров и критериев, которые участвуют в процессе принятия решения и имеет место $PR \rightarrow UR$,

- ситуация, когда PR , в результате анализа подвергается модификации с целью формирования UR , которое допустимо с точки зрения эволюционных процессов, характеризующих функционирование объекта управления и имеет место $SAR(PR) \rightarrow UR$,

- ситуацию, когда UR не может быть реализована в пределах одного шага управления объекта и требуется разделить процесс управления и, соответственно, UR на ряд последовательных управляющих действий, что запишется в виде соотношения:

$$SAR(PR) \rightarrow \{UR_1 \rightarrow UR_2 \rightarrow \dots \rightarrow UR_n\}.$$

Отметим также, что функциональный узел, приведенный на рисунке 2.1, который реализует совместный анализ определенной в MR величины риска R и сформированного управляющего решения UR , как правило, совмещается с системой SAR , а R используется в качестве входного параметра для SAR .

Одним из возможных элементов анализа является разделение анализируемого объекта на составляющие элементы, согласно классическим представлениям о анализе [4]. В случае системы SAR , кроме PR , система использует ряд дополнительных входных данных, к которым относятся:

- допустимое время принятия решения в целом или параметр P^T ,
- данные о предшествующей решению реализации управляющего воздействия или UR_{i-1} , которое остается в системе SAR , которая обслуживает соответствующую фирму.

Принятое решение, сформированное системой SPR , представляет собой совокупность предписаний, которые могут быть представлены в формальном виде, определяющем в целом управляющие действия. Такая совокупность может обладать собственной структурой, которая описывает причинно следственные связи между отдельными элементами. Примем, что PR может быть ориентировано на автоматизированное исполнение, поскольку, для современных фирм является характерным использование информационных технологий, которые обслуживают все сферы деятельности фирмы, начиная от финансовой сферы и кончая сферами учета всех факторов имеющих отношение к управляемой фирме. Если предполагается использование человеческих средств, для реализации PR , то все компоненты PR , представленные формально, дополняются интерпретационными описаниями на естественном языке исполнителя. Поэтому, остановимся на формальном

представлении PR . Управляющее воздействие, в большинстве случаев, касается изменения значений параметров, которые используются в процессе функционирования фирмы, введения новых параметров с указанием их связи с используемыми параметрами а также совокупности преобразований в отдельных компонентах управляемого объекта, которые не всегда могут интерпретироваться как изменения значений параметров, как их исключение или введение. Поэтому, рассмотрим следующие способы формального описания отдельных компонент PR .

Формальное описание решения о изменении значений управляемого параметра:

$$P_i^* = \varphi_i(P_{i-1}, P_0, d_i),$$

где P_i^* - значение параметра P_i , которое должно быть установлено в результате реализации UR , φ_i - функция, которая описывает способ изменения значений параметра P_i и все дополнительные данные, которые необходимы, для реализации изменения P_i , например, предыдущее значение P_i равно P_{i-1} , начальное значение P_i равно P_0 и другие данные d_i , например, допустимые границы значений параметра P_i и т.д.

Формальное описание процесса введения новых параметров, которое формируется системой SPR , может быть представлено следующим образом:

$$P_i^* = L\{P_i * \varphi_i(P_j, P_g) * P_{i+1} * \dots * \varphi_n[P_1, P_2, \varphi_i(P_j, P_g)] * \dots * P_m\},$$

где P_i^* - новый параметр, $P_i, P_j, P_g, P_{i+1}, P_1, P_2, P_m$ параметры, которые уже используются в OU , φ_i, φ_n - аналитические функции для определения величины промежуточных или вспомогательных параметров $P_i^V = \varphi_i(P_j, P_g)$, которые используются в других φ_i и, в конечном случае, участвуют в формировании нового параметра P_i^* , связь которого с используемыми параметрами описывается логической формулой L , $*$ - логические функции. В большинстве случаев, функции φ_i не используются, а значение параметра P_i^* определяется на основе априорных данных или на основе данных полученных о функционировании OU . Поэтому, функция L , по существу, описывает логическую зависимость P_i^* от других, уже используемых параметров, которая представляет собой структурное описание OU в системе координат параметров объекта.

Формальное описание преобразований компонент OU , как правило, отображает изменение их связей и зависимостей на логическом уровне, поскольку функциональные связи описывают объективные закономерности, которые должны соблюдаться в процессах функционирования предприятия или фирмы. Описание преобразований представляется в виде цепочки вывода

некоторой новой зависимости в OU между параметрами. При этом, такая зависимость может быть дополнительной и не обязательно должна предполагать замену уже существующих зависимостей. Это основывается на том, что существующие зависимости, которые присутствуют в составе описания OU , могут не использоваться в дальнейших функциональных процессах, которые инициируются в OU . Таким образом, соответствующие фрагменты PR можно представить в виде следующего соотношения:

$$\{\sigma_1[L_1(P_1, \dots, P_i)] \rightarrow \sigma_2[L_2(P_1, \dots, P_j)] \rightarrow \dots \rightarrow \sigma_m[L_m(P_1, \dots, P_m)]\} \rightarrow Q_i(P_1, \dots, P_k),$$

где σ_i - допустимое в OU логическое преобразование некоторого элемента $L_i(P_1, \dots, P_q)$.

Представление PR в рамках модели $HC(G)$ может состоять в следующем. В случае изменения значений параметров, каждый параметр идентифицируется хромосомой $P_i \Rightarrow hr_i$. Величина значения параметра кодируется с помощью генов $(ge_{i1}, \dots, ge_{im})$.

Представление PR в виде новых параметров в модели $HC(G)$ реализуется следующим образом. Новый параметр P_i^* представляет собой некоторую числовую величину, описание интерпретации этой величины и формальное описание связи этой величины с другими параметрами. В этом случае, новый параметр и параметры, которые с ним связаны в рамках $HC(G)$, представляют собой отдельную популяцию хромосом. Значения этих параметров кодируются также как и в первом случае. Это означает, что популяция представляет собой следующую совокупность хромосом:

$$PO_i = \{hr_1, \dots, hr_i^*, \dots, hr_m\}.$$

Связи между этими хромосомами описываются с помощью дополнительных функций $HC(G)$ и их параметров, например, распределения вероятностей случайных величин соответствующих псевдослучайных генераторов и т.д.

Совокупности преобразований в отдельных компонентах, которые представляются последовательностью логических формул, описывают последовательность популяций, в каждой из которых содержатся соответствующие параметры и их значения в виде совокупности хромосом. Преобразование σ_i некоторой популяции осуществляется на основе моделирования логической преобразующей функции. Исходя из классической схемы вывода Генцена [5], можно показать, что логические преобразования с помощью этой системы сводятся к добавлению или удалению переменных, если не использовать преобразований логических формул с кванторами. Таким образом, этот вид описания PR можно представить в виде последовательности популяций с соответственно

сформированными вспомогательными функциями. Формально, такое отображение PR в $HC(G)$ можно представить в виде следующего соотношения:

$$\{\sigma_1[L_1(P_1, \dots, P_j)] \rightarrow \sigma_2[L_2(P_1, \dots, P_j)] \rightarrow \dots \rightarrow \sigma_m[L_m(P_1, \dots, P_m)]\} \Rightarrow \\ \Rightarrow [PO_1 \rightarrow PO_2 \rightarrow \dots \rightarrow PO_m] \Rightarrow [PO_n \rightarrow Q_i(P_1, \dots, P_k)]$$

В рамках $HC(G)$ сохраняется популяция, которая отображает текущее состояние OU и предшествующее UR_{i-1} . Когда в $HC(G)$ передается новое PR_i , то в соответствии с приведенной выше интерпретацией, формируется на основе PR_i новая популяция. В этом случае инициируется очередной цикл базовых преобразований популяции $PO_i(PR_i)$ совместно с популяцией $PO(OU_i)$ с учетом популяции $PO_{i-1}(UR_{i-1})$. Преобразование $PO_i(PR_i)$ реализуется в соответствии с дисциплиной использования вспомогательных функций. Под дисциплиной использования вспомогательных функций подразумевается их модификация таким образом на каждом из полных циклов, которые в совокупности составляют основной цикл $HC(G)$, которая способствовала бы приближению популяции $[PO(OU_i) \& PO_{i-1}(UR_{i-1})]$ к $PO_i(PR_i)$. Эволюционное приближение $PO_i \rightarrow PO_{i+1}$ определяется в соответствии со следующим определением.

Определение 1. Эволюционным приближением популяции PO_{i-1} к PO_i называется последовательность модификаций $f^V, f^C, f^D, f^S, f^P, f^W$ таким образом, что бы текущая популяция приводила к увеличению параметров P^D и P^U .

Способы соответствующей модификации тесно связаны с определением значений параметров P^D и P^U .

1. Systemowo-komputerowe wspomaganie zarzadzania wiedza / Red. R.Rulikowski, Z.Bubnicki, J. Kasprzyk, Warszawa, Wyd.: EXIT, 2006.
2. Бочаров П.П., Печенкин А.В. Теория вероятностей. Математическая статистика. М.: Гардарики, 1998.
3. Булинская Е.В. Теория риска и перестрахование. Часть 1 Упорядочивание рисков. М.: МГУ, 2001.
4. Greco S., Matarazzo B., Slowinski R. Rough set theory for multieriteria decision analysis. EJOR, 129, 2001.
5. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. М.: Наука, 1971.

Поступила 9.02.2009г.