

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА, ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Прогнозирование является достаточно многогранным процессом и одной из важных особенностей этого процесса является степень точности полученных в результате его использования данных. Поэтому, одной из основных характеристик процесса прогнозирования является точность получения данных. Очевидно, что проверить точность результатов прогнозирования в полной мере можно лишь на основе сравнения реальных данных с прогнозируемыми данными. Реальные значения прогнозируемых данных можно получить только после истечения интервала времени прогнозирования. Одной из важных особенностей произвольного прогнозирования является определение интервала времени, через который может произойти событие, которое характеризуется спрогнозированными данными. Чаще всего, такое событие имеет негативный характер по отношению к ситуации, которая имеет место в момент инициализации процесса прогнозирования. Поэтому, интервал времени прогнозирования должен быть таким, чтобы было возможным в течении некоторого интервала времени осуществить противодействие соответствующим негативным событиям. Если соответствующий интервал времени окажется недостаточным для осуществления противодействия негативному событию, то возникает опасность того, что в определенном объекте негативное событие может произойти. В этом случае, становится актуальной задача определения меры опасности, к которой может привести возникновение негативного события, последствия воздействия которого могут быть большими или меньшими в зависимости от точности полученных в результате прогнозирования данных или в зависимости от величины интервала прогнозирования, в течении которого можно реализовать воздействие направленное на нейтрализацию возможного негативного воздействия прогнозируемого события. В связи с этим, рассмотрим особенности использования оценки меры негативного изменения в следствии такого воздействия. Одним из возможных способов такой оценки является измерение величины риска использования данных, которые получены в результате прогноза и, соответственно, величины негативного воздействия прогнозированного события. Рассмотрим следующие виды результатов негативного воздействия спрогнозированных событий, которые зависят от степени точности спрогнозированных данных:

- аварийные ситуации на предприятии (*AS*),
- возникновение противоречивых состояний (*PS*),

- критические состояния в течении процесса функционирования предприятия (KS),
- конфликтные состояния процесса (KS),
- неоптимальное функционирование (NF).

Аварийные ситуации в процессе функционирования соответствуют максимальному значению риска, которым оценивается негативное воздействие прогнозируемых событий. Характеризуется оно тем, что соответствующий TP не может продолжать своего функционирования в следствии того, что возникшие события привели к невосстанавливаемым изменениям параметров TP . Как правило, аварийные ситуации приводят к прекращению процесса функционирования TP . Противодействие аварийным ситуациям состоит в упреждающей остановке процесса функционирования TP . Это связано с тем, что особенностью аварийной ситуации является распространение негативного воздействия TP на ближайшее окружение. Поэтому, в качестве противодействия аварийным ситуациям используется его прерывание с полной остановкой соответствующих TP .

Критические ситуации по своему воздействию на TP являются предшествующими аварийным ситуациям. Принципиальным отличием критической ситуации от аварийной ситуации является то, что она допускает возможность такого превентивного управляющего воздействия на TP , при котором нет необходимости прерывать TP или останавливать его полностью. Противодействие KS связано с нерегулярным управляющим воздействием на управляемый объект. Нерегулярным управляющим воздействием является такое воздействие, когда значения параметров управления превышают некоторый заданный порог. Примером может служить следующая ситуация. Пусть некоторое предприятие располагает заданным максимально допустимым финансовым ресурсом. Если, для реализации управляющих воздействий достаточно заданных значений объемов финансирования, то такое управление является регулярным. Если для реализации управляющего воздействия необходим ресурс, превосходящий заданный порог, то управление связано с воздействием связанным с критической ситуацией и является не регулярным. Достаточно часто такое управление называется критическим [1].

Возникновение противоречивых ситуаций в TP , к которым приводят определенные прогнозируемые события, являются предпосылкой для возникновения критических ситуаций. Принципиальные отличия PS от KS составляют следующие особенности:

- противоречивая ситуация, которая возникает в TP может быть устранена посредством модификации TP и осуществление управляющих воздействий в этом случае не достаточно,
- противоречивая ситуация может развиваться вследствие воздействия целого ряда событий, последнее из которых определяется как такое, которое приводит к возникновению PS ,

- противодействие PS требует реализации ряда этапов различных управляющих воздействий, что приводит к необходимости увеличения времени интервала прогнозирования.

Конфликтные состояния, возникающие в TP , представляют собой ситуации, в которых возникают различные альтернативные возможности продолжения процесса функционирования. Каждый из вариантов процесса функционирования является допустимым и отличаются они лишь параметрами, которые могут изменяться в течении последующего управления TP . Если конфликт предлагает альтернативные решения или продолжения процесса функционирования, то возникает задача определения меры различия между возможными альтернативными решениями конфликта. В связи с этим, целесообразно ввести меру конфликтности. Логично принять, что мера конфликтности некоторой ситуаций изменяется от нуля, когда различие отсутствует, что соответствует существованию одного решения, до ситуации, когда альтернативные решения отличаются настолько, что представляют собой противоречивую ситуацию.

Неоптимальное управление является наименее опасным с точки зрения обеспечения функционирования TP в ближайший период времени и поэтому не будем рассматривать этот тип изменения с точки зрения его негативного воздействия на TP в целом.

Приоритеты, определяющие уровень требований к методам и механизмам прогнозирования в зависимости от типа прогнозируемого события можно представить в виде следующей последовательности:

$$(NF \rightarrow KN \rightarrow KS \rightarrow PS \rightarrow AS) \vee (NF \rightarrow KN \rightarrow PS \rightarrow AS) \quad (1)$$

В связи с целями прогнозирования, прогноз разделяют на прогнозирование аварий (PA), прогнозирование противоречивых событий (PP), прогнозирование конфликтов (PK), прогнозирование критических состояний (PN) и прогнозирование изменений оптимальности функционирования (PO). Принимая во внимание соотношение (2.4), можно утверждать, что величина риска, как оценка качества прогнозирования, является величиной относительной, поскольку, существуют различные цели прогнозирования, которые определяют их приоритеты и существует возможность реализовывать различные методы определения риска. К таким методам можно отнести следующие:

- абстрактная оценка риска состоит в сравнении значений, которые получены в результате прогнозирования, со значениями, которые будут реализованы процессами, поведение которых прогнозируется,
- оценка риска использования спрогнозированных значений параметров может основываться на анализе методов прогнозирования, которые не увязываются непосредственно с прогнозируемым процессом,
- оценка риска может основываться на анализе метода прогнозирования и анализе модели процесса, по отношению к которому решается задача прогноза.

Кроме перечисленных подходов, при решении задачи определения величины риска, исследуется зависимость между мерами противодействия, которые могут быть предприняты, для исключения негативного воздействия прогнозируемых факторов, и возможными последствиями негативного воздействия факторов, по отношению к которым решается задача прогнозирования.

Наиболее распространенные методы определения величины риска принятия тех или иных решений по управлению предприятием основываются на использовании модели, которая описывает процессы, по отношению к которым, по существу, прогнозируется нештатное событие, производится оценка такого события и вычисляется значение базового параметра, который интерпретируется в рамках конкретной предметной области, как величина риска [2]. Как правило, такая величина представляет собой определенные потери, которые может понести организация, процесс функционирования которой исследуется. В связи с этим, рассмотрим подходы к решению различных задач прогнозирования и определим соответствующий способ вычисления величины риска. Прогнозирование изменения оптимальности процесса функционирования рассматривать не будем, поскольку этот фактор является промежуточным между оптимальным управлением и функциональным управлением TP . В соответствии с соотношением (1) рассмотрим прогнозирование конфликтов PK .

Рассмотрим формальные способы отображения процесса прогнозирования на общем уровне его описания и ряд требований к этому процессу, к которым относятся:

- процесс прогнозирования в рамках управления TP осуществляется непрерывно,
- управление TP осуществляется с упреждением, которое возможно благодаря прогнозированию развития TP ,
- процесс прогнозирования управляется посредством изменения интервала прогнозирования и управления количеством этапов прогнозирования,
- прогнозирование может быть комплексным или точечным.

Необходимость в непрерывности проведения прогнозирования в процессе управления TP обусловлена тем, что величина риска возникновения негативных факторов всегда присутствует, особенно в той части процессов функционирования, которые касаются проведения значимых или стратегических решений по управлению. Примерами стратегических решений могут служить: управление финансовой частью предприятия, управление процессами инвестирования, управление процессами расширения предпринимательской деятельности и т.д. Особенностью этого типа фрагментов функционирования TP является их достаточно высокая инертность, а интервал между отдельными действиями достаточно большой и в большинстве случаев является достаточным интервалом времени, который необходим для решения задач прогнозирования. В этом случае,

непрерывность процесса прогнозирования означает, что прогнозирование используется каждый раз, когда предстоит принимать решение о реализации стратегического управляющего воздействия. Второе требование, в большей мере связано с процессом управления и определяет процедуру прогнозирования, как необходимую компоненту процесса управления TP .

В общем случае, процесс прогнозирования можно представить в виде следующего соотношения:

$$\phi(h_i, \tau_i) \rightarrow (t_i, H_i),$$

где h_i - событие или параметр, по отношению к которому реализуется прогнозирование, τ_i - интервал прогнозирования, $t_i = t_0 + \tau_i$ - момент времени, в который должно возникнуть прогнозируемое событие. В этом случае, точность прогнозирования определяется разностью:

$$\Delta h_i = (H_i - h_i).$$

Событие h_i чаще всего описывается некоторой моделью процесса, в рамках которого соответствующее событие может происходить. Величина риска, в этом случае, определяется на основе оценки Δh_i . Естественно, что в соответствующем соотношении, для определения риска R , используется H_i^* , которая принимается, как величина, для которой имеет место $H_i^* \rightarrow H_i$. В большинстве случаев, h_i представляет собой модель прогнозируемого процесса, с помощью которой определяется H_i^* . В качестве модели объекта управления рассматривается логическая модель $L(TP)$. Поэтому, рассмотрим возможный метод решения задачи прогнозирования и, соответственно, формирования функции ϕ , а также рассмотрим способ определения и интерпретации величины риска, который основывается на данных о текущей ситуации h_i в TP и данных, о возможной ситуации, которые получены на основе анализа модели $\phi(h_i, \tau_i)$.

Модель $L(TP)$ представляет собой логическую функцию [3], в которой переменные принимают одно из двух значений, идентифицирующихся соответствующими подмножествами из диапазона значений переменных. Такое разбиение множества значений переменных основывается на интерпретации в конкретном TP . Соответствующая модель описывает состояние TP в момент времени t_i . Время, как параметр, в рамках такой модели явным образом не участвует. Следовательно, для того, чтобы осуществить переход $L^T(TP) \rightarrow \phi(h_i, \tau_i)$, необходимо ввести параметр времени t_i . Для решения этой задачи, введем следующие понятия:

- понятие временной метки δ_i ,
- понятие обусловленной временной модификации Δ_i .

Временная метка δ_i будет размещаться перед логической переменной в виде $\{\delta_i x_i\}$ и будет обозначать момент времени t_i из интервала $\Delta t_i = t_{i0} + t_{ic}$. Исходя из того, что с течением времени изменяются значения параметров TP или значения x_i , то целесообразно принять, чтобы один из аспектов введения переменной времени состоял в том, чтобы, при вычислении значения соответствующей логической переменной, при вычислении значения всей формулы $L(TP)$, учитывалось то ее значение, которое она имела в момент t_i в пределах интервала Δt_i . Этот интервал времени определяет длительность одного цикла функционирования TP . Циклы функционирования предприятия представляют собой достаточно естественные особенности для всех постоянно функционирующих предприятий. Таким образом, в рамках такого расширения модели $L(TP)$ появляется возможность учитывать динамику изменений в $L(TP)$, при использовании в такой модели h_i из $\phi(h_i, \tau_i)$. В рамках такого расширения $L^T(TP) \rightarrow h_i(TP)$ существует возможность расширить динамические особенности отображения процесса функционирования TP , при использовании $h_i(TP)$. Такое расширение реализуется путем указания номера цикла, значения логических переменных, которые необходимо использовать, при решении задачи прогнозирования. В этом случае, примером функции h_i может служить следующее соотношение:

$$h_i = [(x_{i1} \& \beta_{i1} \delta_{i1} x_{ij}) \rightarrow (\delta_{i2} x_{ik} \vee x_{i(k+1)})],$$

где β_{ij} - номер цикла, из которого необходимо взять значение x_{ij} в момент времени δ_{i1} . Если β_{ij} не употребляется, то значение переменной x_{ik} берется в момент δ_{i2} текущего цикла. Если перед переменной не используется δ_{ij} , то значение переменной выбирается из текущего момента времени функционирования TP . Таким образом, функция ϕ_i позволяет отобразить h_i в виде некоторого динамического представления TP . Очевидно, что τ_i из $\phi(h_i, \tau_i)$ тоже должен быть явно отображен в рамках ϕ_i . Пусть $\tau_i > \Delta t_i$, тогда все β_{ij} , которые использовались в $L(h_i)$ выбираются в пределах циклов, максимальное значение которых равно $(\tau_i / \Delta t_i) = \max$. Если $\tau_i < \Delta t_i$, то β_{ij} не используются, а δ_{ij} используется только в том случае, если δ_{ij} попадает в диапазон $[t_{i0}, \tau_i]$. В случае, когда $\tau_i < \Delta t_i$, функция $\phi(h_i, \tau_i)$ осуществляет краткосрочный прогноз. Если $\tau_i > \Delta t_i$, то $\phi(h_i, \tau_i)$ осуществляет долгосрочный прогноз.

Результатом прогнозирования в рамках данного рассмотрения $L^T(TP) \rightarrow \phi(h_i, \tau_i)$ может быть утверждение о том, что через интервал времени τ_i соответствующая логическая формула будет равной «0» или «1».

Одно из этих значений означает нарушение процесса функционирования TP . В этом случае, возникает вопрос о способе оценки величины риска того, что прогнозируемая ситуация в TP в действительности будет иметь место. Для того чтобы можно было корректно такую оценку формировать, рассмотрим следующее расширение представлений о $L^T(TP)$. Как уже отмечалось, для момента t_i состояние TP может быть описано в виде $L^T(TP)$. Но в состав общего описания W на уровне логического отображения, в том числе и TP , входит система аксиом L_i^A , система функций целей L_i^C и система вывода логических формул Ξ . Очевидно, что отдельная реализация TP в виде $L^T(TP)$ не только соответствует моменту t_i , но и соответствует определенной цели L_i^C . Поэтому, описание TP предприятия состоит из системы логических формул, каждая из которых описывает отдельный фрагмент технологического процесса. Если отдельный фрагмент обладает различными версиями его реализации, то количество формул, которые описывают отдельный фрагмент, увеличивается, в зависимости от количества вариантов его реализации. Формально эту систему формул можно представить в виде:

$$L^P(TP) = \{L^T(TP), L_1, L_2, \dots, L_m\},$$

где $L^T(TP)$ - полная логическая формула для TP соответствующая цели $L_i^C(TP)$ и отображающая TP в момент t_i , L_i - логическая формула фрагмента i -ого процесса TP . Примем, что для отдельной $L_i^C(TP)$ набор формул $\{L_{i1}, \dots, L_{ik}\}$ задан. Тогда, этот набор формул, для различных значений t_i будет определяться различными наборами значений переменных x_{ik} , что не обязательно приводит к различным значениям формул L_{ij} . Полную систему формул для всех определенных целей L_1^C, \dots, L_k^C запишем в виде следующей системы:

$$L^P(TP) = \{[L_1^T(TP), L_{11}, \dots, L_{1m}], \dots, [L_k^T(TP), L_{k1}, \dots, L_{kq}]\} \quad (2)$$

Логическая модель $L_i^T(TP)$, которая соответствует $L_i^C(TP)$ и временному сечению δt_i , разбивается на отдельные подформулы, каждая из которых соответствует одному фрагменту TP или $\phi_i(P_{i1}, \dots, P_{ik}) \Rightarrow l_i(x_{i1}, \dots, x_{ik})$. Каждый фрагмент выбирается таким образом, чтобы в рамках этого фрагмента не было входных и выходных переменных, которые являются носителями внешних возмущений. Это означает, что соответствующий фрагмент l_i зависит от переменных, которые использовались во фрагментах l_{i-1}, \dots, l_{i0} и переменных $x_{i,(q+1)}, x_{i,(q+2)}, \dots, x_{i,(q+m)}$, которые вводятся в соответствующий новый фрагмент l_i .

Временные сечения δt_i , по сути, являются псевдвременными, поскольку привязываются к различным фрагментам. Это означает, что очередной δt_i соответствует началу фрагмента l_i из $L_i^T(TP)$. Величина цикла работы TP , которая описывается одним $L_i^T(TP)$, начинается в момент времени δt_i и соответствует первому фрагменту l_i из $L_i^T(TP)$ и завершается последним фрагментом, который соответствует формуле $L_i^C(y^V)$.

Поскольку, логическая модель используется для решения целого ряда задач связанных с функционированием TP предприятия [4], то необходимо коротко их проанализировать. К этим задачам относятся:

- задачи управления процессами функционирования TP на логическом уровне,
- задача прогнозирования изменений в TP , которые обуславливаются различными факторами и могут привести к негативным воздействиям на TP ,
- задача определения риска возникновения негативных для TP изменений,
- задача формирования противодействия возможным негативным изменениям или событиям, которые могут возникать в рамках TP .

Задача управления TP на основе использования $L^P(TP)$, реализуется на уровне управления логикой функционирования TP и в рамках данной работы рассматривается только в той степени, которая определяется решением задач прогнозирования и вычисления величины риска возникновения негативных событий в TP .

Более детально рассмотрим остальные задачи. Первой из таких задач является задача прогнозирования возникновения в TP событий, которые могут негативно влиять на процесс функционирования TP . Как уже отмечалось, рассмотрим метод решения задачи прогнозирования KN . Актуальность прогнозирования конфликтных ситуаций, в первую очередь, определяется тем, что мера конфликта, который возник, может изменяться в диапазоне, верхняя граница которого является противоречивостью, которая может привести к критической ситуации, а последняя может развиваться в аварийную ситуацию. В связи с этим, необходимо определить, как проявляется конфликтная ситуация на уровне логической модели $L_i^T(TP)$. Процесс функционирования TP на уровне логической модели может быть представлен в виде цепочки вывода текущих логических формул $L_i^T(TP)$ в виде:

$$L^P(TP) = L_1^T(TP) \rightarrow L_2^T(TP) \rightarrow \dots \rightarrow L_i^T(TP), \dots, L_n^{T(C)}(TP),$$

где $L_n^{T(C)}(TP)$ - текущее логическое описание процесса функционирования, которое соответствует этапу достижения цели или этапу завершения одного полного цикла функционирования TP . Пусть имеем некоторый шаг вывода

$L_i^T(TP) \rightarrow L_j^T(TP)$. Все шаги вывода реализуются на основе правил вывода системы Ξ . Элементами, которые могут использоваться, при реализации вывода, являются логические формулы L_{ij} из соотношения (2.). Одними из базовых правил системы Ξ являются: правило MP , которое реализуется в соответствии со схемой $(A, A \rightarrow B) \mapsto B$, правило подстановки (PP), которое реализуется в соответствии со схемой подстановки $[L(A), B] \mapsto L[A(B)]$ и правила замены (PZ), которое реализуется в соответствии со схемой $[L(A), B] \mapsto L(B)$, где A и B могут представлять собой отдельные формулы. Формулы B во всех схемах могут заимствоваться из множеств $\{L_{11}, \dots, L_{ij}, \dots, L_{im}\} \subset \{L_1^P, \dots, L_n^P\}$ и множеств $\{L_1^A, \dots, L_k^A\}$ и $\{L_1^P, \dots, L_n^P\}$. Совокупность этих множеств будем называть множеством логических формул составляющих резерв логической модели $L^W(TP)$ или резервным множеством $V^R[L^W]$.

Определение 1. Конфликтная ситуация в $L^T(TP)$ может возникнуть только в том случае, если для вывода всех $L^P(TP)$ используется на каждом шаге вывода все множество $V^R[L^W]$.

1. *Banek T., Kulikowski R.* Management of intellektual capital/ Bulletin of the Polish Academy of Siences, Sci. Tech. 51(3),2003.
2. *Прохоров Ю.В., Королев В.Ю., Бенине В.Е.* Аналитические методы математической теории риска, основанные на смешенных гаусовых моделях.//Вестник Московского университета. Сер.15: «Вычислитель. матем. и киберн. Специальный выпуск» 2005, с. 94-112.
3. *Мендельсон Э.* Введение в математическую логику. М.: Наука, 1971.
4. *Балабанов П.В., Соколов Ю.А.* К вопросу о сущности рисков.//Современные наукоемкие технологии. 2005, N23, с. 56-63.