

МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ

О. В. Морозова

Усть-Каменогорский филиал Российского экономического университета
имени Г. В. Плеханова, Усть-Каменогорск, Казахстан

В статье автором предложена методика оценки и прогнозирования качества контроля в системе управления бизнес-процессами сложной многопараметрической системы. Результаты оценивания представляются в количественной и качественной формах. Для расчета ошибок контроля разработаны вероятностные модели ложного и необнаруженного брака. Для качественного оценивания функционирования системы разработаны нечеткие модели. Вероятностные модели позволяют исследовать влияние статистических характеристик агентов моделирования на ошибки и риски контроля. В качестве рисков рассматриваются риск производителя и риск потребителя. Достоверность и результативность моделирования проверяются компьютерным экспериментом на базе имитационного алгоритма. Разработанные математическая модель и имитационный алгоритм носят универсальный характер и могут использоваться в различных научно-технических практических приложениях. Рассмотрен конкретный пример оценки рисков принятия решений в задаче управления качеством кадров в системе высшего образования, для чего привлекается теория нечетких множеств. Для оценки качества кадров используется дифференцированный подход по совокупности таких показателей, как опыт, образование, квалификация, здоровье, возраст. В связи с тем что указанные показатели трудно оценивать количественно, используется нечеткий подход на базе лингвистических показателей. Для свертки дифференцированных показателей в конечную интегральную оценку «человеческий ресурс» предложено математическое выражение. Автором предложена новая многоподходная методика количественного оценивания рисков принятия решений в многопараметрической системе контроля и управления по дифференцированным и интегральным функциональным показателям объекта.

Ключевые слова: система, модель, вероятность, контроль, бизнес-процесс, образование, норматив, достоверность, ошибки, риски.

MODELS OF QUALITY ESTIMATION OF MULTI-PARAMETRIC MANAGEMENT OF COMPLICATED SYSTEMS

Oxana V. Morozova

Ust-Kamenogorsk Branch of the Plekhanov Russian University of Economics,
Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

The author puts forward methodology of estimating and forecasting control quality in the system of managing business processes of the complicated multi-parametric system. The results of estimation are given in qualitative and quantitative forms. In order to calculate errors in control probabilistic models of false and unfound rejects were developed. For qualitative estimation of the system functioning imprecise models were developed. Probabilistic models make it possible to study the impact of statistic characteristics of modeling agents on control errors and risks. Producer's risk and customer's risk are considered as risks. Truthfulness and effectiveness of modeling can be checked through computer experiment on the basis of imitation algorithm. The mathematic model and the imitation algorithm have universal nature and can be used in different scientific and technical practical applications. The article describes a concrete example of estimating risks of decision-making in personnel quality management in higher education. To do this the theory of imprecise multitudes is used. To estimate the personnel quality a differentiated approach by totality of such parameters as experience, education, qualification, health, age is applied. As these parameters can hardly be estimated quantitatively, the imprecise approach on the basis of linguistic indicators is used. To combine differentiated indicators in the final integral assessment 'human resource' the

mathematic expression was put forward. The author advanced a new multi-approach methodology of quantitative estimation of risks of decision-making in multi-parametric system of control and management through differentiated and integral functional indicators of the unit.

Keywords: system, probability, control, business process, education, standard, truthfulness, errors, risks.

Качество функционирования сложной системы представляет собой интегрированную композицию показателей (параметров), дифференцированно отражающих промежуточные результаты. Параметры должны количественно отражать текущие значения некоторых наиболее важных процессов по данным измерительной информации. Любой процесс управления включает функцию контроля, содержащую процедуры измерения и сравнения измеренного значения параметра с нормативным уровнем. Дальнейший алгоритм управления зависит от свойств и значений контролируемого параметра, норматива (нормативов), условий принятия решения и обратной связи для регулирующих воздействий на объект контроля, так как без обратной связи управление теряет всякий смысл и превращается в созерцание происходящего. Процедура измерения может осуществляться различными методами и средствами: техническими инструментальными средствами, экспертными методами или их сочетанием с формальными подходами. Если исследуется система управления социально-экономическим процессом, то процедура измерения, как правило, содержит экспертную методику, что вносит значительную долю субъективной составляющей.

Первый этап при разработке системы управления – это выбор цели. Правильно выбранная цель играет ключевую роль в дальнейшей жизнеспособности и эффективности функционирования системы. Д. Надлер и Х. Шозо [6] отмечают, что иногда на формулирование цели уходит больше года. При этом основная сложность состоит в определении перспективной временной точки, для которой формулируется цель. Если эта точка очень далека, то цель будет иметь низкий управляющий потенциал – высокую энтропию

целевой траектории. В случае близкой целевой перспективы будет велик соблазн быстро решить проблему. При этом значительно увеличится вероятность ухода в сторону от оптимальной траектории развития системы, что приведет к необоснованно частой коррекции цели. Выбор этой временной координаты является отдельной задачей в управлении сложной системой и представляется в некотором смысле искусством.

В качестве примера можно рассмотреть такую сложную социально-экономическую систему, как систему высшего образования, а также действующую во многих вузах систему менеджмента качества (СМК). Анализ образовательного законодательства и внедренных проектов систем управления качеством на базе стандартов ИСО и опубликованных работ по указанной проблематике показывает, что к формулировке цели подходят зачастую без глубокого анализа и обоснования. Как правило, перечень целей в этих работах насчитывает порой больше десятка. В работе Ю. Б. Гермейера [1] математически доказывается единственность существования цели в сложной системной динамике, куда следует отнести процесс управления качеством образования. Наличие множества целей приводит к увеличению беспорядка в системе (энтропии) и, как следствие, к неэффективному использованию имеющихся ресурсов, что и наблюдается практически в настоящее время в системе образования (и не только в ней). Наличие нескольких целей вполне возможно, если образовательный процесс состоит из нескольких слабо связанных (некоррелированных) процессов, но это надо доказать известными методами, что может сделать математик в тандеме с системотехником.

Было бы крайне желательно на данном этапе предпринять попытку синергетиче-

ского анализа. В последнее время использование терминов из области синергетики происходит довольно часто. Главным недостатком этого направления (метадисциплины) является отсутствие рекомендаций для практического применения. Автором этого названия является Герман Хакен [10]. Синергетика как новая научная парадигма опирается на три основополагающих принципа: нелинейность, открытость и диссипативность. Диссипативность определяется следующим образом: «если допустимо не единственное состояние системы, а целая совокупность состояний, согласных с законами сохранения и связями, наложенными на систему, то реализуется то состояние, которому соответствует минимальное рассеяние энергии, или, что то же самое, минимальный рост энтропии» [4]. На примере системы образования это можно интерпретировать следующим образом: «совокупность состояний, согласных с законами сохранения и связями, наложенными на систему», определяется существующим законодательством, положениями и инструкциями, ограничивающими деятельность объектов образования и науки. Далее «реализуется то состояние, которому соответствует минимальное рассеяние энергии, или минимальный рост энтропии», что на практике проявляется при отсутствии стимулов к творческой работе. Таким образом, «возрастает степень упорядоченности», что крайне нежелательно [2]. В данном случае увеличение энтропии было бы полезным фактом – это множество научных идей, а рассеяние энергии – это творческая активность.

Одним из важнейших свойств синергетики является когерентность, которую можно интерпретировать обобщением таких понятий, как корреляция, кооперативность и т. д. Когерентность в синергетике трактуется как синоним макроскопического порядка, возникающего благодаря самоорганизационным процессам. Порядком определяется устойчивость (робастность) и любое другое состояние системы. Порядок в любой системе может быть двух

видов: равновесный и неравновесный. Равновесие в системе образования достигается жестким регулированием рабочих процессов, уравниловкой в конечной оценке деятельности отдельных структур вуза и работников. Как следствие, снижается мотивация к развитию. Однако это равновесие может мгновенно нарушиться малозначимыми и, как правило, неконтролируемыми переменными. Ключевая идея синергетики состоит в том, что сложные системы качественно и одномоментно меняют свое макроскопическое состояние в результате изменений, происходящих на микроуровне. Поэтому особое внимание следует уделить малозначимым параметрам и слабым сигналам бифуркации, которые необходимо диагностировать на ранних стадиях развития процессов. Подобные малозначимые параметры, способные при определенных условиях привести к катастрофе, И. Пригожин назвал джокерами [8. – С. 96–97]. Такими малозначимыми элементами в системе образования являются студенты и, как ни странно, преподаватели. В существующем менеджменте этим объектам и параметрам практически не уделяется внимания, все внимание сосредоточено на макропоказателях и макропроцессах.

Процессы и методы принятия решений в системе образования во многих случаях уже не поддаются традиционным программированным методам управления, так как в них начинают доминировать стохастическая динамика и нелинейность. Одна из причин тому состоит в стремительном проникновении в образовательные процессы экономики, в которой тоже не все в порядке.

Если сконцентрировать внимание на образовательных объектах – вузах, то внутри образовательных процессов появляется множество явлений спонтанного происхождения, инициированных верхним уровнем управления, что ограничивает возможность моделирования и прогнозирования последствий подобных явлений.

В 1986 г. Джеймс Лайтхил, президент Международного союза чистой и прикладной математики, сделал следующее сенсационное заявление: он извинился от имени своих коллег по Международному союзу за то, что в течение трех веков образованная публика вводилась в заблуждение апологией детерминизма, основанного на системе Ньютона, тогда как можно считать доказанным, по крайней мере с 1960 г., что этот детерминизм является ошибочной позицией. Особенно этот факт проявляется на примере деятельности вузовской администрации в ее безуспешных попытках полностью контролировать и устранять даже мелкие нарушения, для чего привлекается масса народа и затрачиваются огромные ресурсы.

В начале 1980-х гг. в вузах внедрялась система АСУП «Контроль исполнительской дисциплины и нарушений трудовой дисциплины». Анализ результатов 3-летней эксплуатации данной системы показал, что какой был процент нарушений, таким он и остался. С этой «инновацией» решено было расстаться. Таким образом, фактор случайности сводит к нулю результаты всех подобных попыток и это надо принять как закономерность. При объяснении возникающих динамических непонятных вещей существует гипотеза, что в подобных случаях действуют некие механизмы, являющиеся неотъемлемой частью эволюции системы. Из этого следует, «что существующие свойства и классические определения системы чрезмерно упрощают суть происходящих процессов» [7].

Фактор случайности порождает риски. В литературе была опубликована точка зрения ученых, обсуждавших главные проблемы XXI в. Были определены две проблемы, одна из которых – «научитесь управлять рисками». Многочисленные исследования в различных отраслях подтверждают, что управление рисками – одна из важнейших технологий нашей цивилизации, обеспечивающей прогресс человечества. Вся деятельность системы образования и науки пронизана рисками, что

делает проблему оценки, прогнозирования и управления рисками в этой сфере одной из сложных и наиболее актуальной.

После этапа научного обоснования цели приступают к поиску путей ее достижения и определению задач, которые необходимо при этом решить. В сложных системах каждая задача оперирует десятками или сотнями параметров-индикаторов качества. Поэтому объективными и субъективными методами следует осуществить анализ и диагностику имеющегося множества параметров и их весовую оценку по критериям информативности, функциональной и экономической важности, доступности их контроля и т. д. Наличие необоснованно большого количества первичной (диагностической) информации, которая по своей природе к тому же является нечеткой, даже с использованием современных компьютерных технологий не только становится крайне трудоемким занятием, но и приводит к обратному эффекту в обеспечении качества принимаемых решений [6]. Поэтому для повышения качества и технологичности системы управления прибегают к инструментам формализации процесса принятия решений – математическому моделированию результата. Математическая модель может иметь описательное назначение с целью более глубокого изучения процесса при варьировании ее параметров, осуществлять количественное прогнозирование результата при имеющихся ресурсах и условиях, а также дает возможность определить, что необходимо иметь или сделать для получения желаемого результата.

В процессе разработки модели возникает вопрос о методике оценивания и прогнозирования результативности управления. Оценивать можно дифференцированно по одному или ряду наиболее важных параметров в порядке их приоритета либо по агрегированному показателю. Агрегирование некоторой совокупности параметров с использованием процедуры нормирования и их весовой оценки позволяет получить синергетический показатель

качества процесса и придает целевую ориентацию в принятии решения. Все множество параметров (индикаторов качества) с системных позиций рассматривается как информационное обеспечение нижнего уровня в структуре управления процессом (процессами).

В качестве инструментов формализации нами предлагается многоподходная методика с привлечением экспертного оценивания, теории нечетких множеств, математической статистики, агентного и имитационного моделирования. Широкий спектр разделов привлекаемого математического аппарата обоснован тем, что данная задача относится к типу слабоструктурированных и многофакторных. Моделирование осуществляется в условиях, которые принято относить к условиям статистической неопределенности или нечеткости.

Под статистической неопределенностью понимается условие, при котором известны законы распределения параметров и показателей в агентной композиции исследуемой системы. В процессе моделирования образовательной среды имеется значительная доля субъективной составляющей, которая привносится как управленческим персоналом, так и профессорско-преподавательской средой, которые по-разному строят приоритеты в процессах обеспечения качества образования, что также увеличивает степень неопределенности.

Рассмотрим качество управления некоторой сложной многопараметрической системой. В качестве функционального процесса исследуем контроль, который является неотъемлемой функцией любой системы управления и процесса принятия решений. В качестве обеспечивающей части системы рассмотрим кадровое обеспечение, которое является ключевым фактором современного бизнеса.

В данной задаче процесс контроля качества рассматривается как многоагентная система, где можно выделить следующие агенты: агент – внешняя среда; агент – объект контроля; агент – процесс измерения;

агент-норматив; агент – система принятия решений. При этом не рассматривается процесс регулирования объекта с целью восстановления его функциональных норм.

Показатели качества процесса согласно существующим регламентам не должны выходить за некоторые допустимые нормативы. Нормативы (пределы) могут быть односторонние (снизу или сверху) и двусторонние. Случай двустороннего ограничения называется допусковым.

Обязательной процедурой контроля является измерение, которое рассматривается как самостоятельный агент, который обладает независимыми в процессе контроля характеристиками – погрешностями, законами распределения погрешностей. Во время исследования многоагентной системы эти характеристики могут варьироваться с целью поиска оптимальных значений. Этот подход относится и к другим агентам.

Термин и процедура «измерение» в данном контексте могут широко использоваться для любого объекта (параметра, процесса, события) независимо от его природы [3]. Под средствами измерения понимаются инструментальные средства (приборы), а также приборы и методики измерения, методики и ресурсы выявления данных по документам, субъекты и используемые ими для измерения ресурсы, в том числе информационные. Результатом измерения всегда является число (или совокупность чисел), дающее количественную оценку измеряемой величине в некоторых заранее выбранных единицах. Множество результатов измерения – это множество чисел из некоторого интервала возможных значений.

Контроль – это последовательность процедур измерения, сравнения измеренного значения с нормативами и принятия решения по альтернативным принципам «контролируемый объект годен», «контролируемый объект не годен». Окончательное решение «годен – не годен» даже в автоматизированных информационных системах, как правило, принимается человеком.

В связи с тем что процесс измерения сопровождается случайными погрешностями, на этапе сравнения с нормативами возникают ошибки контроля. В этом контексте ошибки носят системный технологический характер. Ошибки контроля принято делить на ошибки, называемые ложным и необнаруженным браком. Количественно эти ошибки оцениваются соответствующими вероятностями, в данном случае $P_{\text{лб}}$ – вероятность ложного брака, $P_{\text{нб}}$ – вероятность необнаруженного брака. Этим вероятностям также придают смысл соответственно риска производителя работ и риска потребителя [5].

Таким образом, первоначально возникает общая задача разработки математических моделей для количественного оценивания указанных ошибок (рисков) в функции статистических характеристик всех агентов многоагентной модели: объекта контроля, средств и методов измерения, нормативов, процесса принятия решений. На первом этапе моделирования будем считать, что нормативы – величины детерминированные.

Для интегральной оценки качества измерительной информации довольно часто используется показатель достоверности. Достоверность контроля – это степень уверенности в том, что измеренные значения

истинно отражают состояние объекта [3]. Выражение для оценки достоверности имеет следующий вид: $D = 1 - (P_{\text{лб}} - P_{\text{нб}})$.

Первым вариантом модели будет случай однопредельного ограничения контролируемого параметра S снизу нормативом S_n . С вероятностной точки зрения нас будут интересовать два события:

- истинное значение параметра выше норматива ($S_i > S_n$), т. е. контролируемый параметр находится в норме (годен), а измеренное значение в результате случайной погрешности оказалось ниже норматива ($S_i < S_n$) (не годен), что является ложным браком;

- истинное значение параметра ниже норматива ($S_i < S_n$), т. е. контролируемый параметр находится в поле «не годен», а измеренное значение в результате случайной погрешности оказалось выше норматива ($S_i > S_n$) (годен), что является необнаруженным браком.

Первоначально предполагается, что плотности распределения контролируемого параметра $f(S)$ и случайной погрешности $\varphi(y)$ аппроксимируются нормальными законами. Тогда выражения для оценки вероятностей $P_{\text{лб}}$ и $P_{\text{нб}}$ будут иметь следующий вид [3]:

$$P_{\text{лб}} = \sum_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{z_i} e^{-\frac{z^2}{2}} dz, \quad (1)$$

$$P_{\text{нб}} = \sum_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_i}^{+\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz. \quad (2)$$

Переменная t является центрированной переменной по отношению к среднему значению контролируемого параметра и нормированной по отношению к среднему квадратическому отклонению функции плотности распределения параметра. Переменная z является нормированной величиной по отношению к среднему квадратическому отклонению функции плотности распределения погрешности измерения [5]. Аналитические модели (1) и (2) позволяют исследовать и количественно оценить влияние всех статистических харак-

теристик системы контроля на возможные риски $P_{\text{лб}}$ и $P_{\text{нб}}$. Алгоритм имитационной модели для данного случая представлен на рис. 1.

В данном случае выдвигается гипотеза о том, что распределения контролируемого параметра и погрешности измерения аппроксимируются нормальными законами, где $f(V)$ – функция плотности распределения контролируемого параметра с характеристиками $V_{\text{ср}}$ и σ_v ; $\varphi(V_{\text{изм}})$ – функция плотности распределения погрешности измерения с параметром $\sigma_{\text{изм}}$.

Первый блок является вводом исходных статистических характеристик законов распределения и количества имитационных циклов N . Второй, третий и четвертый блоки являются генераторами случайных чисел. Блоки 5 и 6 содержат логическое условие IF (разветвление) $V_H < V_i < V_B$ и

$V_H < V_{изм} < V_B$. Блоки 7 и 9 являются счетчиками событий. В блоке 10 осуществляется вычисление рисков $P_{лб}$ и $P_{нб}$, а в блоке 11 вычисляется интегральный показатель – достоверность. Блок 8 является разветвлением.

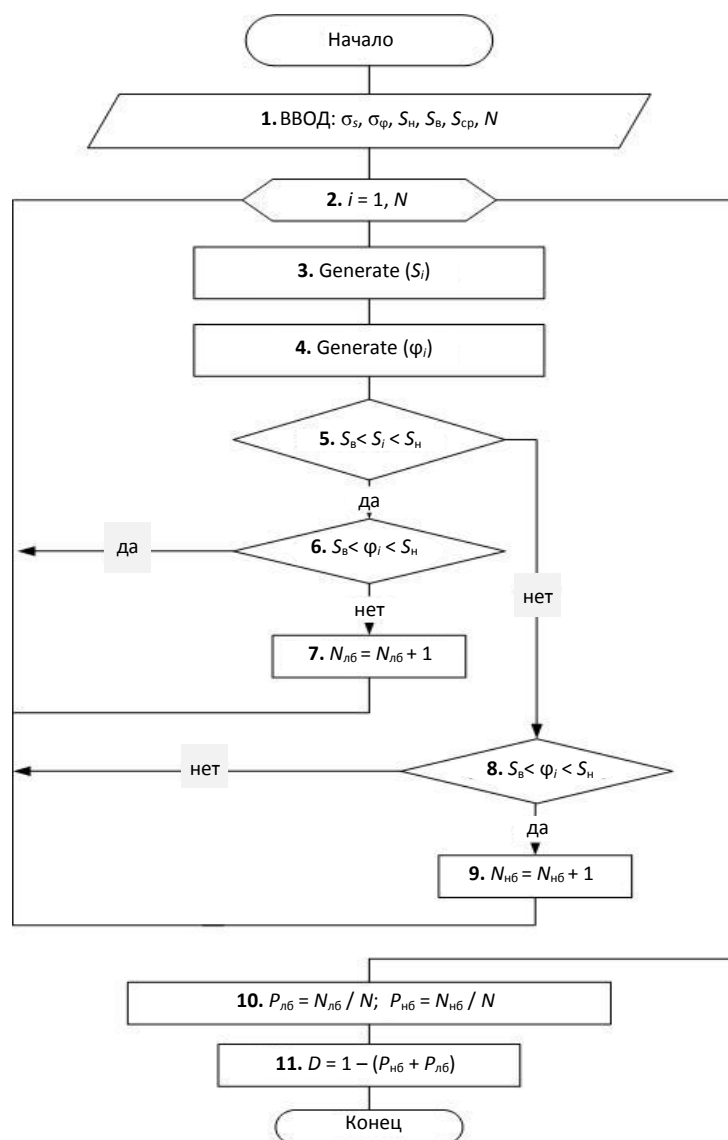


Рис. 1. Алгоритм формирования ошибок контроля

Дальнейшая логика моделирования аналогична предыдущему случаю с той разницей, что ложным браком будет считаться и случай, если измеренное значение ложно окажется не только за верхним нормативом V_B , но и за нижним нормативным значением V_H , т. е. за пределами допуска $\Delta = V_B - V_H$. Разработанная имитационная

модель может использоваться как дескриптивная в описательных целях для изучения процессов возникновения рисков, их зависимости от статистических характеристик исследуемых процессов, а также как модель прямого счета для количественной оценки рисков при заданных количественных параметрических значениях.

Используя выражения (1) и (2), а также запрограммированный имитационный алгоритм, был реализован компьютерный

эксперимент. Результаты эксперимента представлены на рис. 2 и 3.

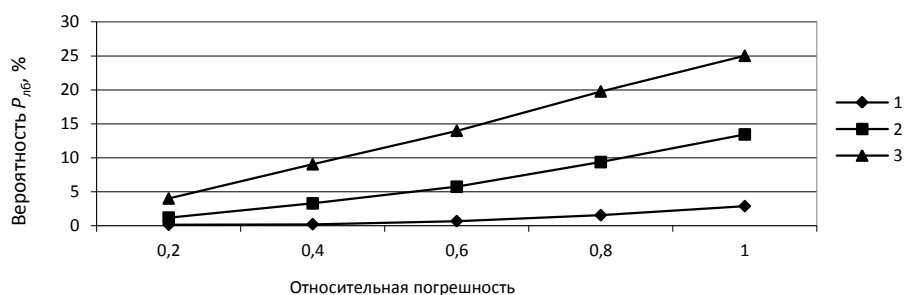


Рис. 2. Результат компьютерного моделирования при детерминированных нормативах (вероятность $P_{лб}$)

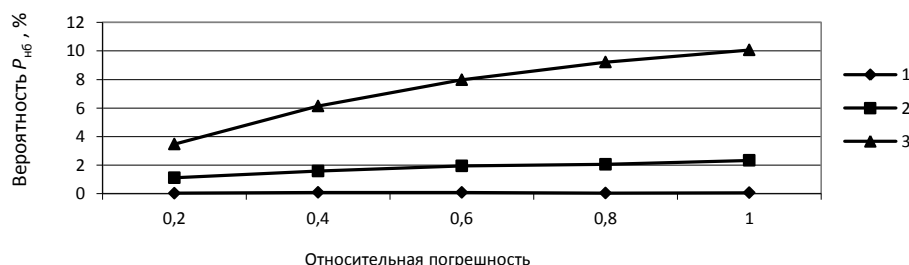


Рис. 3. Результат машинного моделирования при детерминированных нормативах (вероятность $P_{лб}$)

На данных рисунках относительная погрешность представляется отношением величины неопределенности – среднего квадратического отклонения (СКО) средства измерения к неопределенности – СКО контролируемого параметра для трех вариантов нормативных значений: 1 – среднее значение параметра $\pm 3\sigma_{\phi}$ погрешности; 2 – среднее значение параметра $\pm 2\sigma_{\phi}$ погрешности; 3 – среднее значение параметра $\pm \sigma_{\phi}$ погрешности.

Как следует из результатов компьютерного эксперимента, представленного на рис. 2 и 3, наибольшему влиянию подвержена вероятность (риск) ложного брака $P_{лб}$. При значении погрешности измерения σ_{ϕ} , соизмеримого с величиной σ_s , этот риск достигает 25%. При этом, как видно на графиках, влияние вариации нормативов существенно выше, чем влияние погрешности. Визуальный анализ тенденций графических зависимостей дает основание сделать заключение о нелинейном характере данных связей. Полученный графиче-

ский материал представляется возможным использовать для оценки и прогнозирования рисков при различных сочетаниях неопределенностей в качестве *номограмм*. Найденные риски в каждом конкретном случае принимаемого решения будут иметь свои социально-экономические последствия в зависимости от специфики задачи или проекта.

В современном бизнесе довольно часто возникает необходимость приобретения уже действующего хозяйствующего субъекта. Наряду с существующей методикой аудита действующих бизнес-процессов, оценки финансового состояния, материальной части и т. д. большое и даже решающее значение приобретает качество кадров. Для этой цели в литературе и на практике предлагается довольно много различных методов, где в основном используется дифференцированный подход, который не позволяет дать общую качественную оценку кадровому обеспечению. Актуальность этой задачи возрастает в свя-

зи с тем, что большинство предприятий уже располагают современной компьютерной техникой, и внедрение для этой цели специального программного обеспечения, реализующего математическую модель, не представляется проблематичным. Так как в данной задаче – разработке интегрального оценивания качества кадров – приходится оперировать не только количественными данными, но и лингвистической информацией, то представляется наиболее эффективным использование математического аппарата нечетких множеств.

Качество кадров часто оценивается такими показателями, как X_1 – опыт, X_2 – образование, X_3 – квалификация, X_4 – здоровье, X_5 – возраст. В связи с тем что указан-

ные показатели не имеют четких количественных оценок, в качестве математического обеспечения следует использовать аппарат нечетких множеств, который можно реализовать на примере показателя «возраст работника» (X_1). В соответствии с методикой нечеткого моделирования на первом этапе осуществляется фазификация [11]. Зададим для найденных показателей область определения лингвистических термов и построим функции принадлежности для каждого лингвистического терма. Лингвистическая переменная X_5 – возраст работника. $X_5 = [0; 100]$. Термы – {«молодой», «средний», «зрелый», «пожилой»}. Функция принадлежности представлена на рис. 4.

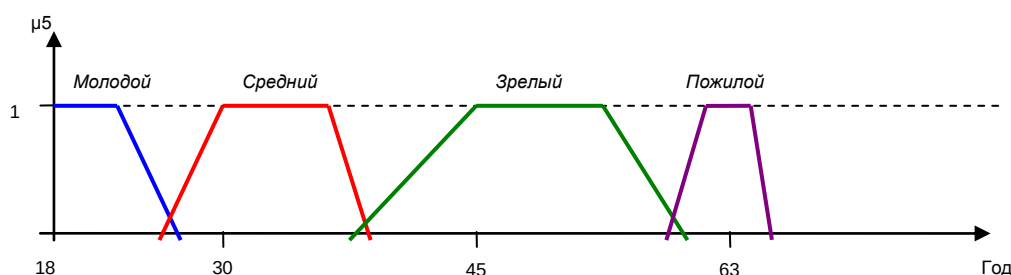


Рис. 4. Функция принадлежности лингвистической переменной «возраст работника»

Каждой лингвистической переменной в соответствии с методикой [5] присваивается вес ω_i . Аналогично присваивается вес термам ω_{ij} , где i – номер лингвистической переменной, j – порядковый номер терма

соответствующей лингвистической переменной.

По результатам экспертизы вес термов и лингвистической переменной X_5 приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Экспертные оценки весомости лингвистической переменной и термов переменной X_1

Наименование лингвистической переменной	Вес ω_5	Вес термов ω_{5j}			
		Терм 1	Терм 2	Терм 3	Терм 4
Возраст работника X_5	0,101	0,151	0,199	0,302	0,348

В качестве функций принадлежности термов лингвистических переменных в модели процесса оценки качества кадров приняты трапеции как наиболее универсальные формы. Аналитическая форма трапецеидальной функции принадлежности имеет следующий вид:

$$MF(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ 1, & b \leq x \leq c; \\ 1 - \frac{x-c}{d-c}, & c \leq x \leq d; \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

где a, b, c, d – параметры трапеции.

Параметры трапеций для всех термов лингвистических переменных определя-

ются также экспертными методами или по результатам специального эксперимента.

Интегральная оценка качества кадров Q_1 будет найдена как свертка по всем показателям X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 . Функция свертки находится после дефазификации каждой

лингвистической переменной. Дефазификация осуществляется с использованием α -срезов на функциях принадлежности по следующей формуле:

$$Q_i = \omega_i [x_{ij} \cdot (\alpha_{il} \cdot \omega_{ij} + \alpha_{il+1} \cdot \omega_{ij+1})]. \quad (3)$$

Эта формула поясняется рис. 5.

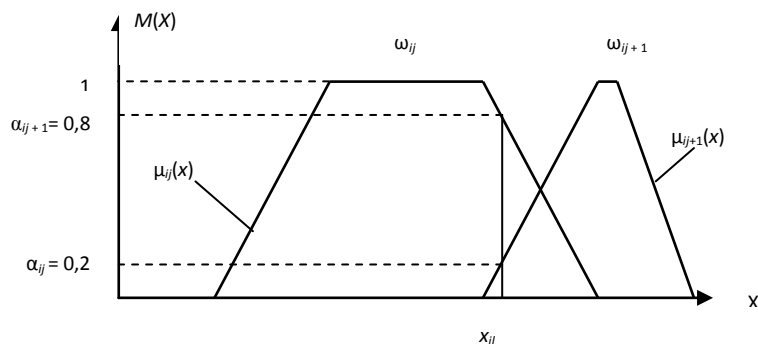


Рис. 5. Дефазификация нечеткого результата x_{il} – «возраст работника»

На рис. 5 приведен пример лингвистической переменной «возраст работника». Этот показатель стоит под номером 5. Допустим, что возраст некоторого работника равен x_{5j} . Отмечаем это значение на оси x и проводим перпендикуляр до пересечения с гранями двух соседних термов, которым в данном случае соответствуют функции принадлежности $\mu_{51}(x)$ – молодой и $\mu_{52}(x)$ – средний. Точки пересечения проецируем на ось принадлежности лингвистической переменной $M(X)$ – «возраст» и получаем два значения – α_{ij} и α_{ij+1} , называемые α -срезами. Допустим, истинное значение возраста работника $x_{5j} = 28$ лет. Этот возраст принадлежит одновременно нечетким переменным «молодой» с уровнем принадлежности 0,2 и «средний» с уровнем принадлежности 0,8. «Ценность» возраста в данном случае определяется весом, приведенным в табл. 1, поэтому срезы α нужно «взвесить», умножив на соответствующий вес $\alpha_{il} \cdot \omega_{ij} + \alpha_{il+1} \cdot \omega_{ij+1}$.

Так как показатель «возраст» тоже имеет весомость ω_5 , то необходимо результат $(\alpha_{il} \cdot \omega_{ij} + \alpha_{il+1} \cdot \omega_{ij+1})$ умножить на вес ω_5 . Полученное значение Q_1 следует интерпретировать как возрастную человеческий ресурс.

Выборочная совокупность групповых оценок качества образовательного объекта

включает: Q_1 – качество кадров; Q_2 – качество учебно-методического процесса; Q_3 – качество научно-исследовательской работы; Q_4 – качество изобретательской деятельности; Q_5 – количество новых внедренных технологий; Q_6 – качество материально-технической базы; Q_7 – внешние оценки качества специалистов, такие как имидж университета и качество подготовки специалистов. Интегральные групповые оценки $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6$ являются свертками дифференцированных оценок первого уровня системы управления. Второй уровень содержит интегральный показатель как свертку оценок первого уровня оценок из выражения

$$Q_{\text{сум}} = \sum \omega_i Q_i / \sum \omega_i, i = 1, 6.$$

Полученная численная оценка не воспринимается лицом, принимающим решения, как сигнал для адекватной управленческой реакции. Необходимо эту информацию преобразовать в привычную для субъективного восприятия качественную лингвистическую форму.

Преобразование найденных количественных данных в качественные и наоборот довольно широко осуществляется в подобных задачах при помощи функции желательности Харрингтона [9]. Для этого значение отдельного (дифференциального) показателя, переведенного в безразмерную

шкалу желательности, обозначается через x_y и называется частной желательностью. Шкала желательности имеет интервал от $x_y = 0$, что соответствует неприемлемому уровню для данного показателя, до $x_y = 1$, что соответствует максимальному качеству.

Эта шкала имеет стандартные отметки, представленные в табл. 2, что соответствует некоторым расчетным точкам из уравнения

$$x = (e^{-e})^{-y}. \quad (4)$$

Т а б л и ц а 2

Стандартные отметки желательности

Желательность	Стандартные отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1,00–0,80
Хорошо	0,80–0,63
Удовлетворительно	0,63–0,37
Плохо	0,37–0,20
Очень плохо	0,20–0,00

Для окончательной качественной оценки можно воспользоваться выражением (4) или табл. 2.

Допустим, интегральная оценка качества кадров $Q_{\text{сум}} = 0,65$. Это значение находится по табл. 2 в интервале между 0,63 и 0,80, что оценивается как «хорошо».

Таким образом, для управления качеством принятия решений в сложной многопараметрической системе, повышения достоверности и оперативности этого процесса необходимо привлекать формальные методы. В управлении качеством многопараметрических систем решающую роль играет процесс контроля, на этапе которого формируются риски управления. Предлагается осуществлять контроль по двум алгоритмам: дифференцированно по совокупности индикаторов качества функционирования системы и по интегральному показателю, агрегирующему дифференцированные оценки. Результаты контроля представляются в количественной и качественной формах. Контроль содержит процедуры измерения, сравнения измеренного результата с нормативом, принятия решения. Риски являются ошибками контроля и количественно оцениваются вероятностью ложного и необнаруженного брака. Для количественного измерения ошибок контроля разработаны вероятностные модели оценки ложного и необнаруженного брака, а для качественного оценивания функционирования системы управления разработаны нечеткие модели. Предлагаемая методика рассматривается на примере оценки и прогнозирования качества образовательной деятельности вуза.

функционирования системы и по интегральному показателю, агрегирующему дифференцированные оценки. Результаты контроля представляются в количественной и качественной формах. Контроль содержит процедуры измерения, сравнения измеренного результата с нормативом, принятия решения. Риски являются ошибками контроля и количественно оцениваются вероятностью ложного и необнаруженного брака. Для количественного измерения ошибок контроля разработаны вероятностные модели оценки ложного и необнаруженного брака, а для качественного оценивания функционирования системы управления разработаны нечеткие модели. Предлагаемая методика рассматривается на примере оценки и прогнозирования качества образовательной деятельности вуза.

Список литературы

1. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследований операций. – М. : Наука, 1971.
2. Данилов Ю. А., Кадомцев Б. Б. Что такое синергетика? // Нелинейные волны: Самоорганизация. – М. : Наука, 1983. – С. 5–16.
3. Корнев В. А., Макенов А. А. Современные методы моделирования процессов принятия решений в системах управления : монография. – Усть-Каменогорск : Изд-во ВКГУ им. С. Аманжолова, 2008.
4. Моисеев Н. Н. Логика универсального эволюционизма и кооперативности // Вопросы философии. – 1989. – № 8. – С. 52–66.
5. Морозова О. В., Романова Е. В., Корнев В. А. Моделирование бизнес-процессов сложных организационно-технических систем : монография. – М. : Изд-во МЭСИ, 2015.
6. Надлер Д., Шозо Х. Мышление прорыва. – Минск : ООО «Попурри», 1999.
7. Назаретян А. П. Цивилизационные кризисы в контексте универсальной истории. (Синергетика – психология – прогнозирование). – М. : Мир, 2004.

8. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант : пер. с англ. – М. : Прогресс, 1994.
9. Раджабов Р. К., Корнев В. А., Мakenov А. А., Морозова О. В., Зубайдов С. Моделирование микроэкономики : монография. – Душанбе : Ирфон, 2017.
10. Хакен Г. Синергетика. – М. : Мир, 1980.
11. Zadeh L. A. Fuzzy Sets // Information and Control. – 1965. – Vol. 8 (3). – P. 338–353.

References

1. Germeier Yu. B. Vvedenie v teoriyu issledovaniy operatsiy [Introduction to the Theory of Researches of Operations]. Moscow, Science, 1971. (In Russ.).
2. Danilov Yu. A., Kadomtsev B. B. Chto takoe sinergetika? [What is Synergetics?]. *Nelineynye volny: Samoorganizatsiya* [Nonlinear Waves: Self-Organization]. Moscow, Science, 1983, pp. 5–16. (In Russ.).
3. Kornev V. A., Makenov A. A. Sovremennye metody modelirovaniya processov prinyatiya resheniy v sistemah upravleniya, monografiya [Modern Methods of Modeling of Decision-Making Processes in Control Systems, monograph]. Ust'-Kamenogorsk, VKGU Publishing House of S. Amanzholov, 2008. (In Russ.).
4. Moiseev N. N. Logika universal'nogo evolyucionizma i kooperativnosti [Logic of Universal Evolutionism and Cooperativity]. *Voprosy filosofii*, 1989, No. 8, pp. 52–66. (In Russ.).
5. Morozova O. V., Romanova E. V., Kornev V. A. Modelirovanie biznes-processov slozhnykh organizatsionno-tekhnicheskikh sistem, monografiya [Modeling of Business Processes of Difficult Organizational and Technical Systems, monograph]. Moscow, MESI Publishing House, 2015. (In Russ.).
6. Nadler D., Shozo H. Myshlenie proryva [Thinking of Break]. Minsk, LLC Popurri, 1999. (In Russ.).
7. Nazaretyan A. P. Civilizacionnye krizisy v kontekste universal'noy istorii. (Sinergetika – psihologiya – prognozirovaniye) [Civilization Crises in a Context of Universal History. (Synergetics – Psychology – Forecasting)]. Moscow, World, 2004. (In Russ.).
8. Prigozhin I., Stengers I. Vremya, haos, kvant [Vremya, Chaos, Quantum], translated from English. Moscow, Progress, 1994. (In Russ.).
9. Radzhabov R. K., Kornev V. A., Makenov A. A., Morozova O. V., Zubaydov S. Modelirovanie mikroekonomiki, monografiya [Modeling of Microeconomics, monograph]. Dushanbe, Irfon, 2017. (In Russ.).
10. Haken G. Sinergetika [Synergetics]. Moscow, World, 1980. (In Russ.).
11. Zadeh L. A. Fuzzy Sets. *Information and Control*, 1965, Vol. 8 (3), pp. 338–353.

Сведения об авторе

Оксана Викторовна Морозова

кандидат философских наук, заведующая кафедрой бизнеса, информатики, юриспруденции и общеобразовательных дисциплин Усть-Каменогорского филиала РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: Усть-Каменогорский филиал ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 070002, Усть-Каменогорск, ул. 30 Гв. Дивизии, д. 22.
E-mail: mov-777@mail.ru

Information about the author

Oxana V. Morozova

PhD, Head of the Department for Business, Informatics, Jurisprudence and General Disciplines of the Ust-Kamenogorsk Branch of the PRUE.
Address: Ust-Kamenogorsk Branch of the Plekhanov Russian University of Economics, 22 30 Gvardeiskoi divizii Str., Ust-Kamenogorsk, 070002, Kazakhstan.
E-mail: mov-777@mail.ru