

УДК 620.179.16

И.Ф. Погребняк, А.В. Шарко

КОНЦЕПЦИЯ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

У даній роботі сформульовані положення, якими запропоновано доповнити концепцію ситуаційного управління в умовах багатокритеріальності та невизначеності інформації, основаної на перетворенні інформації стану в інформацію управління.

Введение. Многогранность принятия решений в условиях неопределенности требует постоянного совершенствования системно-образующего представления практической материализации результатов производственной деятельности, адекватного современным условиям функционирования предприятий в трансформационной среде.

Ситуации, возникающие в процессе работы производственного объекта, в большинстве случаев непредсказуемые по причине динамичности изменения внешней среды, воздействия на объект различных факторов, нарушений в системе управления.

Существующая система критериев принятия управленческих решений оставляет открытой проблему выбора критерия ситуационного управления с учетом разнообразных интересов, участвующих в достижении корпоративных целей в условиях неопределенности, что приводит к неоднозначности выбора оптимального решения в разных информационных ситуациях.

Проблема создания концепции ситуационного управления, мотивированного интересами информационной поддержки принятия управленческих решений, на современном этапе является актуальной [1,2,3].

Анализ публикаций по обозначенной проблеме обнаруживает постоянный интерес к решению задач управления в условиях неопределенности [4,5], однако общих рекомендаций по выбору наиболее предпочтительных решений из множества имеющихся альтернатив ситуационного управления мотивированного интересами в условиях многообразия информационных ситуаций и критериев принятия решений не существует, поэтому любые шаги в решении этой проблемы чрезвычайно полезны.

Целью работы является разработка концепции ситуационного управления мотивированного разнонаправленными интересами.

Изложение основного материала. При разработке концепции решения ситуационных задач управления необходимо для каждого типа конкретной ситуации найти соответствующую последовательность процедур управления, включающую в себя информационное обеспечение, совокупность критериев и методы принятия решений.

Концепция управления, реализующая основные положения теории принятия решений, постулирует наличие аппарата управления конкретных реальных целей, на достижение которых направлены все его действия. При этом наиболее предпочтительными считаются решения, согласованные со структурой предпочтений главного органа управления на реализацию единой корпоративной цели. Это дает возможность строить нормативные процедуры, которые помогают ему формализовать его предпочтения и выполнять процесс принятия решений путем сравнения результатов свойств решений, которые признаны основными.

Мотивация стратегического управления производственной деятельностью различными участвующими в процессе хозяйствующими субъектами объясняется их заинтересованностью в распределении финансовых результатов предприятия как объекта интересов, который сам по себе является динамичным и стохастическим. Это значит, что существует некоторая переменная, называемая состоянием, наблюдение и обнаружение за изменением которой является необходимым внешним условием, побуждающим хозяйствующие субъекты к выбору управляющих действий, ориентированных на реализацию их интересов с наилучшим результатом. Однако, поскольку цель управления априори не задана и формируется внутри производственной системы, а содержательный и формальный смысл ориентации не определен, то наблюдение и оценка состояния производственного объекта не является достаточным условием осуществления выбора альтернатив управления.

Достаточным условием осуществимости выбора альтернатив управления является установление отношения хозяйствующего субъекта к состоянию, определяемому ситуацией. Управляющая альтернатива выбирается в зависимости от ситуации, которая при этом нуждается в диагностике в соответствии с состоянием. Заинтересованность хозяйствующего субъекта дальнейшим развитием производственной деятельности и круг его интересов, лежащий в основе ситуационного управления,

обнаруживает их неоднородность и многоаспектность, т.е. наличие частных интересов, являющихся компонентами интересов субъекта.

Структура интересов хозяйствующих субъектов не указывает отношения на объектах производственной структуры, на основе которых можно было бы формализовать проблему управления, для чего необходимы дополнительные предположения и гипотезы, обеспечивающие конструктивную возможность формализации проблемы. Достижение таких качественных характеристик и успешность результатов реализации интересов определяется их предпочтениями относительно текущего состояния предприятия. Такие предпочтения носят априорный характер и характеризуют эффективность отношения к управляющим действиям. Основанием для формализации направленного выбора управляющих воздействий могут служить качественные характеристики, выражающие отношение производственной деятельности предприятия к ситуации, в которой может пребывать процесс реализации интересов, вследствие изменения внешней среды его функционирования. Уточнение этого аспекта управленческой деятельности может выглядеть следующим образом: качественная характеристика, определяющая отношение субъекта к состоянию с точки зрения априорных представлений об успешности реализации интересов в дальнейших исследованиях и рассматриваниях будет считаться ситуацией.

Пользуясь краткой терминологией модели стратегического управления мотивированного интересами, ситуацией будем считать внешнюю среду хозяйствования, а состоянием – производственную деятельность.

Поскольку состояние является экзогенной величиной, а ситуация эндогенной, то это накладывает на задачу управления мотивированного интересами в условиях неопределенности информации необходимость выполнения соответствия определенной конкретной ситуации возможному случайному состоянию производственной системы. В теории принятия решений [6, с. 18] соотнесения конкретной ситуации необходимому состоянию называется диагностикой. С учетом сформулированных постулатов реализации интересов хозяйствующих субъектов с наилучшим результатом и соотношения конкретной ситуации наблюдаемому состоянию можно заключить, что окончательный выбор управления зависит от состояния, вызванного поведением внешней среды, и ситуации, в которой находится производственный объект в момент управления. Согласно предлагаемой концепции ситуационного управления, с учетом разнообразных интересов участвующих в достижении корпоративных целей, руководитель должен принимать управляющие решения двух типов:

- экзогенные, объективные, порожденные изменением динамических свойств производственного объекта;
- эндогенные, субъективные, порождаемые заинтересованностью хозяйствующего субъекта к реализации своих интересов.

Содержательный смысл концепции ситуационного управления, мотивированного интересами, должен заключаться в обеспечении выбора наиболее предпочтительных альтернатив управления из множества имеющихся альтернатив с учетом сложившейся ситуации.

Новизной принятия решений в предлагаемой концепции ситуационного управления является использование для решения задач выбора альтернатив управления наряду с методами оптимизации методов многокритериальной классификации. Если оптимизация основана на сопоставлении объектов между собой, то многокритериальная классификация реализуется путем сопоставления объекта с классами с целью выбора одного из них.

Нахождение допустимого множества альтернатив и методы их отбора при ситуационном управлении, мотивированному разнонаправленными интересами, оцениваются по степени их приближения к стратегическим целям в рамках методов многокритериальной классификации.

Отношения предпочтения представляются двухместным предикатом P . Порядковые ординальные предпочтения P , устанавливаемые на множестве X при $x_i \succ x_k$, $x_i, x_k \in X$ обозначим через $P_{ord}(x_i, x_k)$.

Бинарное отношение $P_{ord} \subset X \times X$, представляющее собой совокупность предикатов $P(x_i, x_k)$, для всех пар $(x_i, x_k) \in R_{ord}$ будет решением задачи выбора на языке бинарных отношений.

Одним из способов нахождения наилучшей альтернативы является ранжирование отношения R_{ord} , где каждой альтернативе $x_i \in X$ из диапазона $[1, N]$ присваивается целое число.

Если альтернатива x_i более предпочтительна, чем альтернатива x_k ($x_i \succ x_k$), то ей присваивается меньший по величине ранг: $\rho(x_i) < \rho(x_k)$, где число ρ задает рейтинг или ранг альтернативы.

Одним из способов структуризации множества альтернатив является их классификация, каждый класс в которой представляет подмножество исходного множества альтернатив. При этом классы неупорядочены друг относительно друга, и нельзя сказать какой из них лучше.

Для оценки предпочтений в условиях неопределенности количественных оценок довольно часто используется вербальная или словесная шкала. Примером вербальных лингвистических шкал могут служить шкалы оценок качества продукции (табл. 1) и шкала оценок знаний учащихся (табл. 2).

Порядковая шкала не является единственной шкалой, сопоставляемой словесной шкале. На основании статистического анализа большого числа данных Харрингтона предложен подробно описанный в [7] интегральный показатель, являющийся эквивалентом словесной шкале качества.

Таблица 1

Шкала оценок качества продукции

Качество	Ранг
Очень высокое	1
Высокое	2
Среднее	3
Низкое	4
Очень низкое	5

Таблица 2

Шкала оценок знаний учащихся

Знания	Ранг
Отличные	5
Хорошие	4
Удовлетворительные	3
Неудовлетворительные	2
Плохие	1

Для повышения объективности такой комплексной оценки с целью объединения различных откликов на управляющие воздействия, выражаемые в качестве выпускаемой продукции, вводится искусственная метрика, в которой набор данных каждого отклика ставится в соответствие с некоторым стандартным аналогом, т.е. рассчитать частные желательности функции Харрингтона d_i

$$d_i = \exp[-\exp(-y)] = e^{-e^{-y_i}}, \tag{1}$$

где y_i – значения i – того частного отклика.

Значение частного отклика, переведенное в безразмерную шкалу желательности d_u ($u = 1, 2, \dots, n$).

Нормированная функция желательности устанавливает соответствие различных по смыслу и шкалам приоритет показателей процессов со шкалой вариантов решения задачи общего состояния любого объекта, в том числе и производственного.

Шкала желательности имеет интервал от 0 до 1. Значение $d_u = 0$ соответствует абсолютно неприемлемому уровню качества, а значение $d_u = 1$ самому лучшему значению этого свойства (табл. 3).

Таблица 3

Интервальная шкала качества

Ранг	Качество	Интервал числовых значений
1	Очень хорошее	0,8-1,0
2	Хорошее	0,63-0,80
3	Удовлетворительное	0,37-0,63
4	Плохое	0,20-0,37
5	Очень плохое	0

Понятие «очень хорошо» соответствует значению на шкале желательности $1 < d_u < 0,8$. Понятие «очень плохо» $0 > d_u > 0,2$ и т.д. Выбор отметок по шкале желательности Харрингтона 0,63 и 0,37 объясняется удобством вычислений $0,63 \approx 1 - \left(\frac{1}{e}\right)$, $0,37 \approx \frac{1}{e}$. Значение $d_u = 0,37$ соответствует границе допустимых значений.

Соответствие между соотношениями предпочтения в графической форме представлено на рис. 1, где на оси ординат нанесены значения желательности, изменяющиеся от 0 до 1, а по оси абсцисс – значения отклика в кодированной шкале, записанные в условном масштабе.

За начало отсчета выбрано значение, соответствующее желательности 0,37. Выбор данной точки связан с тем, что она является точкой перегиба кривой, что в свою очередь создает определенные удобства при вычислениях. Это же касается и значения желательности 0,63.

Обобщенная функция желательности вычисляется как среднее геометрическое частных желательностей

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i}, \tag{2}$$

где n – число анализируемых показателей.

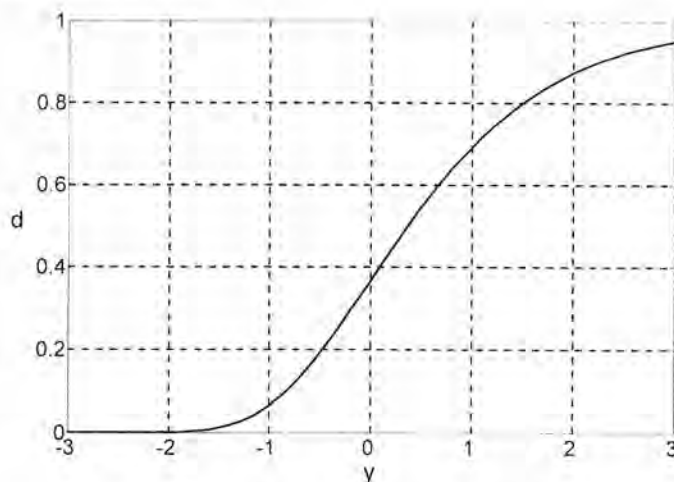


Рис. 1. Функция желательности.

Число значений в описанных словесных шкалах не обязательно ограничивается пятью. Для сопоставления свойств сущностей сравниваемых объектов или стратегий их изменения Саати Т. [8] предложил сравнительную шкалу (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная шкала качества

Мера превосходства	Кратность предпочтения	№ п/п
Равное	1	1
Умеренное	3	2
Существенное	5	3
Значительное	7	4
Абсолютное	9	5

За меру превосходства в этой шкале принята кратность предпочтения, в которой первый элемент пары (x_i, x_j) может превосходить второй в k – раз, где $k = 1,3,5,7,9$. Шкала Саати имеет 5 значений. Максимальное значение шкалы 9 принято на основе психологической границы размерности задачи 7 ± 2^{13} .

Ключевые задачи принятия решений по стратегическому управлению производственными объектами в условиях неопределенности информации при своей реализации с помощью оптимизационных и экспертных подходов несут элементы субъективизма. Так, использование шкалы отношений сопряжено для лица, принимающего решение с определенными методическими трудностями, по количественной оценке приоритетности использования стратегий и их результативности, например в 5,6 или 7 раз. Эти градации шкалы очень близки для того, чтобы обеспечить приемлемую точность субъективного восприятия. Расширение интервалов значений кратности превосходства и выбор только нечетких значений градации шкалы является положительным моментом сравнительной шкалы качества и характеризует ее пригодность для структуризации альтернатив управления промышленным производством.

В отличие от общей задачи классификации, где отношения между классами произвольны, в принятии решений по ситуационному управлению, мотивированному разнонаправленными интересами, существенно установление предпочтений между классами. Задачи классификации традиционно решаются в рамках распознавания образов: отнесение неизвестного объекта к одному из известных классов. Этой задаче присуща неопределенность границ между соседними классами.

Характер границ между классами различен. Например, рукописное написание букв «и», «к», «н», «п» плохо различается, что соответствует размытости границ между классами (рис. 2. а).

Аналогично и для задач ситуационного управления в условиях неопределенности ситуаций, определенных по сравнительной шкале качества Саати [8], где разница на порядок в кратностях предпочтений равна семи, неопределенность границ между классами в условиях равной вероятности может быть представлена рис. 2 б. Для сопоставления сущностей сравниваемых объектов в этой шкале, где первый элемент превосходит последующий в «к» раз, разница между классами не постоянна (рис. 2 в).

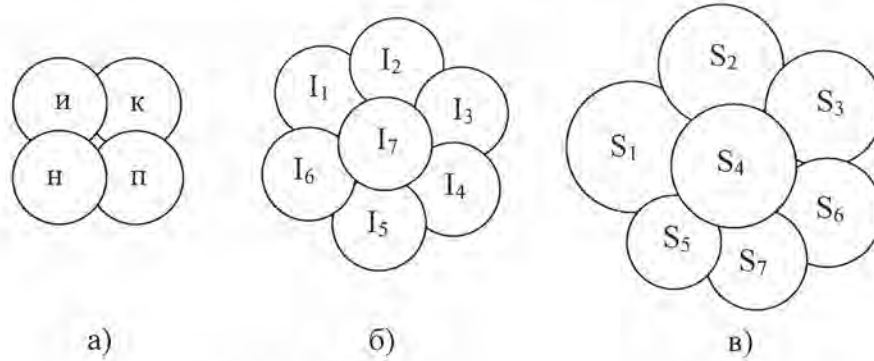


Рис. 2. Графическое представление классов; а) для букв; б) для равновероятных ситуаций; в) для неравновероятных производственных ситуаций

При многокритериальной классификации по характеризующим признакам возможны градации на классы с четкими и нечеткими границами.

При классификации объектов на классы с четкими границами k – тому классу $k = \overline{1, m}$ ставится в соответствие диапазон $[c_{kj, \min}, c_{kj, \max}]$ значений j – того признака $j = \overline{1, n}$. Отсюда число диапазонов значений признака, участвующего в классификации объектов должно соответствовать числу классов. Две границы двух крайних классов обычно совпадают с границами шкалы j – того признака.

Граница между k – тым и l – ным смежными классами на шкале j – того признака будет четкой, если отсутствует пересечение поставленных им в соответствие диапазонов значений

$$[c_{kj, \min}, c_{kj, \max}] \cap [c_{lj, \min}, c_{lj, \max}] = \emptyset. \tag{3}$$

Диапазон значений j – того признака для смежных классов могут иметь либо общую границу ($c_{kj, \min} = c_{lj, \max}$), либо вообще не иметь общей границы ($c_{kj, \min} > c_{lj, \max}$).

Принадлежность объекта x_i к k – тому классу, $k = \overline{1, m}$ по j – тому признаку оценивается относительно центра класса c_{kj}^* . За него принимается середина диапазона, представляющая k – тый класс по j – тому признаку, $j = \overline{1, n}$

$$c_{kj}^* = \frac{c_{kj, \max} + c_{kj, \min}}{2}. \tag{4}$$

Продифференцировав последнее выражение по переменным k и j , получим величину относительного отклонения i – того объекта по j – тому признаку от центра класса

$$\delta_{y_{kj}} = \frac{2|y_{jk} - c_{kj}^*|}{c_{kj, \max} - c_{kj, \min}}. \tag{5}$$

Функция принадлежности i – того объекта k – тому классу по j – тому признаку $\lambda_{kj}(i)$ определяется как дополнение величины $\delta_{y_{kj}}$ до 1, т.е.

$$\lambda_{kj}(x_i) = 1 - \delta y_{kj}. \tag{6}$$

В случае, когда объект x_i характеризуется более чем одним признаком $n > 1$ решается задача многокритериальной оптимизации, в которой используется средневзвешенная сумма функций принадлежности k – тому классу по каждому из признаков

$$\lambda_k(x_i) = \sum_{j=1}^n \omega_j \lambda_{kj}(x_i), \quad k = \overline{1, m}, \tag{7}$$

где ω_j – вес j –того признака.

Поскольку в общем случае существует частичная принадлежность i –того объекта k –тому классу по n –признакам $\lambda_k(x(i)) \in [0,1]$, $k = \overline{1, m}$, класс h^* , которому принадлежит объект x_i определяется по максимальной величине функции принадлежности.

$$h^* = \arg(\max_k \lambda_k(x_i)). \tag{8}$$

Из этой формулы вытекает условие различимости классов по отношению к объекту x_i : k –тый и l –тый классы различимы, если

$$\lambda_k(x_i) \neq \lambda_l(x_i), \tag{9}$$

$$\max(\lambda_k(x_i), \lambda_l(x_i)) \geq \eta_{kj}, \tag{10}$$

где η_{kj} – порог классификации.

Следует отметить ограниченную применимость метода многокритериальной классификации с четкими границами для ее использования в концепции управления развитием производственных объектов, вызванную неопределенностью влияния внешней среды на условия функционирования промышленного производства. Поскольку выбор управляющих альтернатив определяется информационной ситуацией, наличие и существование которой носит вероятностный характер, классификация информационных ситуаций по степени их принадлежности к какому-либо классу не обладает высокой точностью, т.к. связана с априорными сведениями о вероятностях, назначаемыми экспертами, носящими элемент субъективизма.

При классификации объектов на классы с нечеткими границами двух смежных классов выделяется область значений l –признака, в которой i –тый объект частично принадлежит каждому из этих классов. Согласно работе Л. Заде [9], смежные k –й и l –й классы трактуются как нечеткие множества с функциями принадлежности $\mu_k(x_i) > 0$ и $\mu_l(x_i) > 0$ (рис. 3). Они характеризуются непустым пересечением соответствующих k –му и l –му классам диапазонов значений j –го признака:

$$[c_{kj, \min}, c_{kj, \max}] \cap [c_{lj, \min}, c_{lj, \max}] = [c_{lj, \min}, c_{kj, \max}]. \tag{11}$$

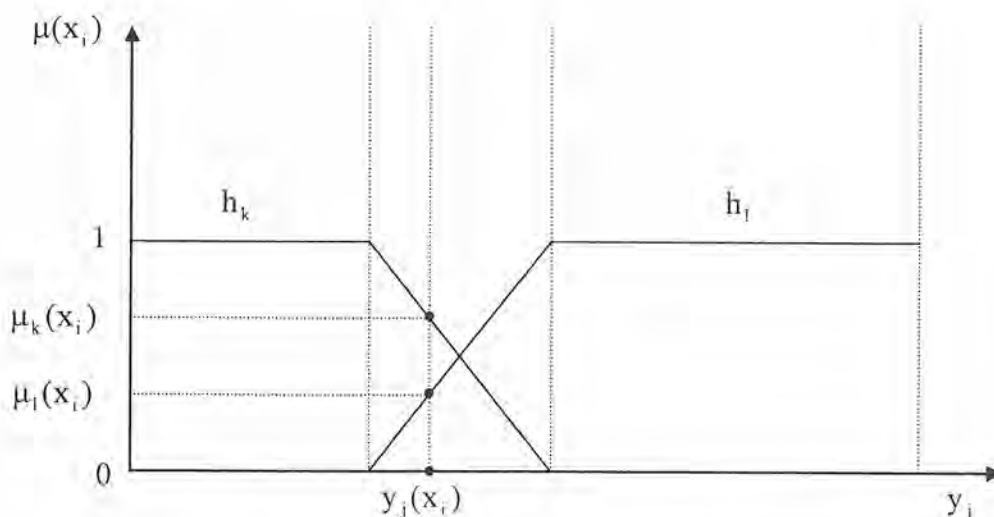


Рис. 3. Классы с нечеткими границами

При попадании значения $y_j(x_i)$ в общий диапазон $[c_{j,\min}, c_{k_j,\max}]$ для k -го и l -го классов возможно частичное соответствие i -го объекта каждому из этих классов. Так же как и в случае четких границ классов, определяется класс h^* , которому объект x_i принадлежит в большей степени.

Нечеткое дискретное множество A , определенное на универсальном множестве X , представляется совокупностью упорядоченных пар вида

$$A = \{(x, \mu(x)) | x \in X\} \text{ или } A = \{\mu(x) / x | x \in X\}. \quad (12)$$

Вид функции принадлежности $\mu_A(x)$ определяется свойством. Если отсутствует информация о промежуточных значениях функции $\mu_A(x)$ в интервале неопределенности, то наиболее просто считать ее линейной.

Когда свойство P_A нечеткого множества A изменяется относительно некоторой центральной группы элементов, функция $\mu_A(x)$ имеет как монотонно увеличивающуюся, так и монотонно убывающую составляющие.

Пусть элемент x частично принадлежит каждому из множеств. Мера его принадлежности определяется с учетом топологии множеств.

Операции над обычными четкими множествами A и B определяются, исходя из 100-процентной принадлежности элементов к одному из них, т.е. если $x \in A$, то $\mu_A(x) = 1$, а $\mu_B(x) = 0$, и наоборот.

Применим операции нечеткой логики для формирования нечетких обобщающих функций. Нечеткое решение D задачи находится как пересечение нечетких цели и ограничения: $D = G \cap C$, выражаемое через функции принадлежности следующим образом:

$$\mu_D(x) = \min\{\mu_G(x), \mu_C(x)\}. \quad (13)$$

В отличие от поиска лучшего объекта по наилучшему свойству, при распознавании классов следует выявить класс, которому в наибольшей степени принадлежит i -тый объект по j -му признаку. Эту цель реализует операция объединения нечеткой логики:

$$h^* = \arg(\max_j(\mu_j(x_i))). \quad (14)$$

Для выполнения многокритериальной классификации критерий, реализующий принцип крайнего пессимизма Вальда, представляет собой минимаксную обобщающую функцию:

$$\mu_k(x) = \min_j[\omega_j \cdot \max_k(\mu_{k,j}(x))]. \quad (15)$$

В данной формуле используются обе операции нечеткой логики: \min и \max . Весовой коэффициент ω_j при j -той функции принадлежности позволяет учитывать важность признака, по которому выделен ближайший к i -му объекту класс h^* .

Для выявления ближайшего класса по усредненной относительно всех признаков функции принадлежности применяется формула

$$\mu_k(x_i) = \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot \mu_{kj}(x_i), \quad k = \overline{1, m}. \quad (16)$$

Как и в случае многокритериальной оптимизации, результаты многокритериальной классификации неоднозначны и зависят от предпочтений ЛПР, по которым он выбирает обобщающую функцию.

Использование классов с нечеткими границами, как правило, влечет частичную принадлежность i -го объекта, $i = \overline{1, N}$, k -му классу, $k = \overline{1, m}$, по n критериям ($\mu_k(x_i) \in [0, 1]$). Класс h^* , к которому относится объект x_i относится в больше степени, определяется по максимальной величине функции принадлежности. Различие величин функций принадлежности объектов k -му классу, $k = \overline{1, m}$ позволяет упорядочивать их по степени принадлежности каждому из классов.

В свою очередь, частичная принадлежность i -го объекта разным классам дает возможность упорядочивать классы по близости i -му объекту.

По результатам классификации можно выполнять сквозное упорядочение объектов, используя методы и векторной, и скалярной оптимизации. В первом случае классам присваиваются ранги в порядковой шкале, и выполняется многомерная сортировка объектов по их функциям принадлежности всем классам.

При использовании для сквозного упорядочивания объектов методов скалярной оптимизации выбирается обобщающая функция, а классам назначаются весовые коэффициенты. В том случае, когда неизвестна зависимость важности классов от их качества, обычно используется линейная зависимость. Весовые коэффициенты классов вычисляются на основе их рангов по формулам

$$r'_k = n - r_k + 1 \text{ и } \omega_k = \frac{r'_k}{\sum_{k=1}^m r'_k}, \quad k = \overline{1, m}, \quad (17)$$

где r_k – ранг;

ω_k – вес k – го класса.

В общем случае метод скалярной оптимизации дает более точные результаты, поскольку учитывает все функции принадлежности.

Методы оптимизации и многокритериальной классификации дополняют друг друга и могут использоваться совместно с целью взаимного уточнения моделей выбора.

В условиях неопределенности и ограниченности информации для принятия стратегических решений по управлению производственными объектами концепция ситуационного управления, мотивированного интересами, должна быть дополнена правилами диагностики сложившейся ситуации, оценке ее лицом, принимающим решение, разработке правил управления и соответствующих управленческих процедур.

Концепция ситуационного управления, мотивированного интересами в условиях многокритериальности и неопределенности информации, основана на преобразовании информации состояния в информацию управления.

Исходя из этого, концепция ситуационного управления, мотивированного интересами, должна дополниться следующими основными положениями:

- наблюдение и обнаружение состояния производственного объекта как необходимое условие управления;
- определение отношения субъекта к состоянию внешней среды, определяемому сложившейся ситуацией, как достаточное условие выбора;
- необходимость диагностики ситуаций недоступных непосредственному наблюдателю;
- выбор правил управления по критерию ожидаемой полезности;
- выбор правил диагностики по критерию риска.

Выбираемые правила управления и диагностики взаимосвязаны определенным образом и взаимозависимы, поэтому наилучшее управляющее решение может быть получено при достижении некоторого устойчивого компромисса между максимальной ожидаемой полезностью и минимальным риском. Отыскание и использование подобного равновесия является внутренней целью управления.

Концепция управления производственными объектами обнаруживает наличие двух аспектов заинтересованности – эволюции объекта интересов и выбора его структуры. В ситуационном управлении, мотивированном интересами, проявляется третий аспект интересов, который связан с необходимостью диагностики ситуации в зависимости от наблюдаемого состояния. В соответствии с этими тремя аспектами, в информационной структуре предлагается задание соответствующих множеств: множества управляющих альтернатив Y , множества структурных альтернатив G и множества альтернатив диагностики X , к которым должны быть доставлены функция полезности и переходная функция.

Выводы. Предложенная концепция ситуационного управления, постулирующая выбор управляющих альтернатив, которые являются количественными характеристиками, представляющими априорное отношение субъекта к состоянию системы, направлена на снижение факторов субъективности и неопределенности в системах поддержки принятия решений.

Сформулированные положения концепции ситуационного управления, мотивированных разнообразными интересами, хозяйствующих субъектов являются методологическим обоснованием формализации принятия решения проблем управления производственными системами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рогальский Ф.Б. Математические методы анализа экономических систем / Ф.Б. Рогальский, Я.Е. Курилович, А.А. Цокурено. – К.: Наукова думка. – 2001. – т. 1. – 435с.
2. Пономаренко О.І. Пономаренко В.О. Системні методи в економіці, менеджменті та бізнесі / О.І. Пономаренко, В.О. Пономаренко. – К.: Либель, 1995. – 240 с.
3. Шарко М.В., Рогальський О.Ф. Інформаційна підтримка управлінських рішень щодо інноваційної діяльності / М.В. Шарко, О.Ф. Рогальський // Економіка і прогнозування. – 2004. – №2. – С. 131-138.
4. Трухаев Р.И. Методы принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. – М.: Наука, 1981. – 258с.
5. Погребняк И.Ф. Аксиоматический подход анализа критериев принятия решений в условиях неопределенности / И.Ф. Погребняк // Компьютерное моделирование в наукоемких

- технологиях: Труды Научно-технической конференции с международным участием, 18-21 мая 2010 г. – Харьков, 2010 г. – С. 275-278.
6. Баранов В.В. Процессы принятия управляющих решений, мотивированных интересами / В.В. Баранов. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2005. – 296 с.
 7. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений / Ю.П. Адлер. – М.: Наука, 1976. – 132 с.
 8. Саати Томас Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Л. Томас Саати [пер. с англ.]. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.
 9. Zadeh L.A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. – IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., 1973. – vol. SMC-3.

ПОГРЕБНЯК Ирина Федоровна – аспирант кафедры общей и прикладной физики Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

- интеллектуальные системы принятия решений;
- методы обработки многомерных данных.

ШАРКО Александр Владимирович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой общей и прикладной физики Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

- интеллектуальные системы принятия решений;
- методы обработки многомерных данных.