

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ**

Эффективным инструментарием для оперативного поиска и обоснования решений в условиях неопределенности социально-экономических ситуаций в сфере образования становятся принципы выбора решений на базе теории нечетких множеств. При наличии перечня причин, вызывающих сложную ситуацию, таблицы принятия решений становятся средством, позволяющим алгоритмически задать действия и мероприятия по оперативному устранению негативных ситуаций при различных сочетаниях причин.

*Ключевые слова:* нечеткие множества, математический аппарат теории нечетких множеств Л. Заде, таблицы принятия решений, количественные оценки контролируемых и неконтролируемых, управляемых и неуправляемых параметров, случайные и неслучайные возмущающие воздействия.

A.F. Shupletsov  
Yu.A. Skorobogatova

**METHODICAL PECULIARITIES OF ESTIMATION OF EDUCATION  
EFFICIENCY USING FUZZY SETS THEORY**

Fuzzy sets theory-based principles of choosing solutions are becoming an efficient tool in educational sphere for quick search and substantiation of solutions in the context of unstable socio-economic situations. With a whole list of causes of a complicated situation, the tables of solutions are becoming a means of plotting an algorithm of actions and measures for timely eliminating negative situations caused by various combinations of factors.

*Keywords:* fuzzy sets, mathematical apparatus of fuzzy sets theory of L.Zade, tables of solutions, quantitative estimation of controlled and parametres, random and non-random disturbances.

Многоплановость поведения субъекта образования в исследовании этого процесса требует применения системного подхода как к образовательному учреждению, так и к образовательному процессу. Эффективным инструментарием для оперативного поиска и обоснования решений в условиях неопределенности социально-экономических ситуаций в сфере образования, курируемого региональной и муниципальными администрациями, становятся принципы выбора решений. В литературе описаны разные модификации моделей поиска решений, представленные такими авторами, как Е. Козаков, Ф. Максудов, А. Мусаев, А. Шеломенцев и др.

Исследование проблем, связанных с получением числовых оценок влияния системы качественных социальных показателей на экономическую деятельность учреждений образования, актуально для процесса в системе отношений «регион — муниципалитет». Подобные оценки порой сложно выразить функционально через систему конкретных критериев, а решение такой задачи имеет большое прикладное значение.

Теория нечетких множеств и применяемые на ее основе базовые правила и процедуры принятия решений в условиях неопределенности приобретают все большую актуальность<sup>1</sup>. Описание ситуации в экономике образования, установление и систематизация причинно-следственных связей макро- и микроситуаций и определение их приоритета позволяют найти варианты выхода из сложной ситуации недофинансирования образовательной деятельности в региональной экономике.

Нечеткая ситуация характеризуется условиями, когда причины возникновения, приоритет и стратегия их устранения известны, но хотя бы по одному из единичных критериев нельзя получить количественную оценку. Информация по таким критериям имеет качественное (словесное) описание. Например, технологичность образования в одном образовательном учреждении хуже, чем в другом, рассматриваемая программа обучения в одном учреждении хуже, чем сопоставимая с ней, а метода и критериев для надежного их сопоставления нет и т.д.

В процессах устранения подобных проблем при отсутствии числовых оценок может быть использован математический аппарат теории нечетких множеств. Л. Заде ввел в оборот понятие размытого (нечеткого) множества, ставшего одной из перспективных и активно используемых концепций при создании процедур принятия решений в условиях неопределенности с применением таблиц принятия решений и нечетких алгоритмов<sup>2</sup>.

К нечетким множествам при выборе и принятии решения относятся характеристики, описывающие условия и состояние процессов по оказанию образовательных услуг, которые представлены в качественной форме, т.е. заданы с помощью нечисловой информации: <недостаточное финансирование>, <низкое качество учебников> и т.д. Модификатор — термин, входящий в определения значений лингвистических переменных (<не>, <очень>, <больше>, <меньше>, <достаточно>, <вполне>, <более или менее >)<sup>3</sup>.

Нечеткие алгоритмы представляют собой упорядоченную последовательность инструкций, среди которых могут быть нечеткие рекомендации типа «при уменьшении финансирования, в случае недостатка

<sup>1</sup> Ситуация определяется наличием отклонений негативного характера по одному или нескольким комплексным критериям, оценивающим конечные результаты: отсев учащихся, качество образовательных услуг, выпуск учащихся и др.

Макроситуация определяется наличием негативных отклонений по одному или нескольким возмущающим факторам: ресурсному, технологическому, организационно-трудовому, производственно-бытовому и другим, характеризующимся групповыми критериями.

Микроситуация представлена наличием негативных отклонений по одному или нескольким единичным критериям внутри каждой группы факторов.

Микроситуации являются истинными причинами возникновения ситуаций. Макроситуация возникает вследствие одной или совокупности микроситуаций, ситуация является следствием одной или совокупности макроситуаций.

<sup>2</sup> Теория нечетких множеств — область математики, в которой вместо общепринятых количественных методов используется математический аппарат, оперирующий четырьмя новыми понятиями: лингвистическая переменная, нечеткое множество, нечеткие отношения, нечеткие алгоритмы [1].

<sup>3</sup> Нечеткими отношениями, высказываниями называются условные предложения, в которых условие или следствие либо то и другое имеют нечеткий смысл. Например, если финансирование образовательного учреждения «недостаточно», то выпуск учеников с оценкой выше среднего балла «мал». Понятия «недостаточно», «мал» рассматриваются как элементы нечетко определенных множеств.

численности учащихся при комплектовании классов можно увеличить недельную нагрузку педагогу».

При наличии перечня причин, вызывающих сложную ситуацию, таблицы принятия решений (ТПР) являются средством, позволяющим алгоритмически задать действия и мероприятия, необходимые для оперативного устранения негативной ситуации при различных сочетаниях причин. ТПР определяют, какие условия должны быть рассмотрены, прежде чем можно будет переходить к тому или иному действию, какие рекомендации надо осуществить для устранения ситуации, а также дают информацию для оценки эффективности принятого решения. Их достоинства, доступность для специалистов любой квалификации, простота модификации — таковы основные причины роста популярности метода<sup>1</sup>.

ТПР описывают четыре части, связанные с факторами, условиями, действиями и рекомендациями<sup>2</sup>: {Факторы} → {Условия} → {Действия} → {Обоснования, рекомендации}. Традиционная таблица условий в ТПР состоит из двух частей: левая — описание ситуации в виде факторов (макро-, микроситуации), правая — сочетания нормальных условий бизнес-процессов (0 — отклонений нет) и условий, когда проявляются отклонения (1 — отклонения имеются). Первое проявление нечеткости состоит в неявном описании критериев — оценок ситуации, причин из-за невозможности их определить (сколько микроситуаций и какие именно повлияли на возникновение макроситуаций).

Из-за случайного характера процессов неизвестно, какое истинное значение имеет каждая переменная в образовательном процессе, являющаяся причиной возникновения микроситуаций, в текущий момент времени. Специалисты образовательного учреждения при отсутствии точных числовых оценок, кроме значений 0 (отклонений нет) или 1 (отклонения имеются), могут предложить и промежуточные значения, например «отклонений почти нет», «отклонения незначительные», «отклонения значительные» и т.д. В этом случае возникает нечеткость формулирования условий образовательной ситуации, и для описания ее в таблице условий требуется применение нечетких переменных.

При выборе решения по управлению сложными процессами при организации (управлении) муниципального образования в условиях неопределенности приходится не только оперировать количественными оценками контролируемых и управляемых параметров, но и учитывать влияние неконтролируемых, а иногда и неуправляемых случайных и неслучайных возмущающих воздействий. При разработке решающих правил для подобной ситуации вырабатывается стратегия устранения возмущений с учетом ее развития.

<sup>1</sup> Под таблицами принятия решений понимается средство компактного представления логических правил, используемых для выбора действий, которые следует выполнять в соответствии с условиями и порядком решения рассматриваемой ситуации (см.: [2]).

<sup>2</sup> Факторы — любые возмущающие воздействия, приводящие к возникновению макро- и микроситуаций. Для оперативного выявления (распознавания) ситуации факторы-причины систематизируются в виде деревьев причин. Условия характеризуют ситуацию в разрезе и охватывают возможные сочетания факторов (причин макро- и микроситуаций). Действия — перечень того, что надо осуществить при каждом сочетании факторов (причин), чтобы выработать решающее правило для выдачи рекомендаций по устранению ситуации, включая алгоритмы расчетов для обоснования выбора решения по управлению производственным процессом.

Правила выбора эффективного решения по устранению причин его невыполнения формируются в зависимости от характера проявления в образовательном процессе нечеткости ситуации:

1. Правило нормы. Условие нормального протекания образовательного процесса

$$B_{\phi}^{\sigma} = \sum_{i=1}^n B_{\phi i}^p,$$

где  $B_{\phi}^{\sigma}$  — выработка (часовая нагрузка) педагогического коллектива за день;  $B_{\phi i}^p$  — выработка  $i$ -го педагога за день;  $n$  — число исполнителей.

Если ежедневное (еженедельное) выполнение этого условия обеспечивает стабилизацию выполнения общего задания, является нормой и не требует ситуационного управления, то система стимулирования труда в коллективе предусматривает дополнительное премирование за перевыполнение всего задания. Тогда педагоги стремятся перевыполнить дневные задания (при наличии таких обстоятельств), и с течением времени накапливается некоторый резерв  $P_{\sigma}$  перевыполнения общего задания.

2. Правила распознавания ситуации и формирования ограничений. Если возникает ситуация невыполнения выработки (дневной или недельной) хотя бы одним педагогом, появляется угроза невыполнения всего задания (угрожающая ситуация). Верхним пределом ее ограничения являются условия учебного процесса, когда объем невыполнения нормы выработки одним или несколькими исполнителями  $\sum \Delta_{ij}$  равен резерву.

Ситуация становится критической (на грани срыва), когда объем невыполнения нормы выработки  $\sum \Delta_{ij}$  несколькими педагогами больше резерва, при этом возникает случайное невыполнение всего задания.

Ситуация критическая, когда все исполнители не выполняют задание по трудноустраняемым причинам (некомплект контингента учащихся либо педагогов). В подобной ситуации возникает хроническое невыполнение нагрузки, которое является неслучайным.

В формализованном виде эти правила могут быть описаны в трех вариантах:

– угрожающая ситуация, если  $\sum \Delta_{ij} > \Delta_j = P_{\sigma}$ , где  $\Delta_j$  — невыполнение задания всеми педагогами в  $j$ -й день;  $\Delta_{ij}$  — невыполнение нормы выработки  $i$ -м педагогом в  $j$ -й день. Необходимо осуществить поиск по дереву причин, усилить контроль;

– ситуация на грани срыва, если  $\sum \Delta_{ij} > \Delta_j > P_{\sigma}$ . Необходимо принять решение о вмешательстве в учебный процесс, выполнить типовые рекомендации по ликвидации легкоустраняемых причин по видам образовательной деятельности с учетом человеческого фактора;

– ситуация критическая, если  $B_{\phi}^{\sigma} < \text{общего задания}$ . Необходимо вмешиваться в образовательный процесс, формировать множество критериев, принимать типовые и уникальные решения.

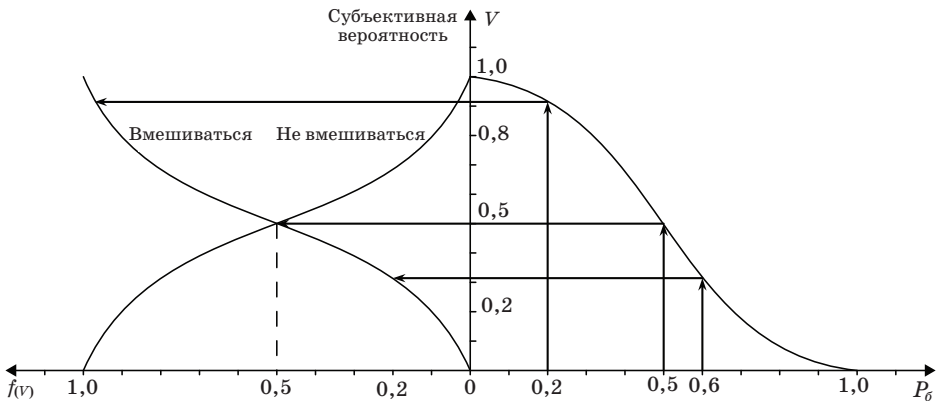
Применение этих правил определяет оценку ситуации с точки зрения необходимости вмешательства в процесс управления образовательной деятельностью.

3. Решающие правила выбора стратегии оперативного устранения ситуации формируются для ликвидации неприемлемых ситуаций в образовательном процессе. Оценивая альтернативы, определяют стратегию поиска, обоснования и выбора решения. Эффективная стратегия устранения негативного воздействия выявляется как по числовой, так и по нечисловой информации. В этом случае следует формализовать решающие правила.

На рисунке в качестве одного из примеров приведена номограмма для оценки альтернатив и выбора решения в ситуации невыполнения задания. Для ее построения использована функция принадлежности по лингвистической переменной <низкий>, так как в рассматриваемой ситуации, как правило, уровень перевыполнения, а следовательно, и  $P_\delta$  низкий. Номограмма выражает зависимость  $P_\delta$ , функции принадлежности и функции предпочтительности альтернатив (вмешательства и невмешательства в процесс управления образовательной деятельностью). По наибольшей предпочтительности в зависимости от принимаемой субъективной вероятности и  $P_\delta$  выбирается решение о характере вмешательства в процесс. Для выбора решения используются таблицы условий и действий традиционного типа, но рекомендации о вмешательстве в процесс управления выдаются в виде нечеткого алгоритма.

При возникновении ситуации невыполнения задания в любой  $j$ -й день недели, когда имеется накопительная числовая информация о выработке, стратегия поиска управляющих воздействий осуществляется в следующем порядке:

1. Если невыполнение дневного задания  $\Delta_j$  не превышает перевыполнения  $P_\delta$ , сложившегося за отработанный период, то принимается решение не вмешиваться в ход образовательного процесса. Решающее правило выражается неравенством  $\Delta_j < P_\delta \rightarrow stop$ .



Номограмма оценки альтернатив в образовательном процессе

2. Если невыполнение дневного задания равно объему перевыполнения за отработанный период, т.е.  $\Delta_j = P_\delta$  тогда следует усилить контроль за очередным этапом учебного процесса, чтобы предотвратить развитие негативной ситуации, выявить по дереву причины нарушения. Если имеется уверенность, что до конца месяца ситуация не изменится, можно принять решение в процесс не вмешиваться.

3. Если невыполнение задания больше объема перевыполнения за сложившийся период ( $\Delta_j > P_\delta$ ), то необходимо выявить педагогов, не выполняющих норматив, осуществить поиск причин невыполнения по соответствующему дереву и реализовать типовые рекомендации по их устранению. Для этого проводится одновременный поиск причин невыполнения задания по всем группам факторов и в соответствии с выявленным приоритетом по каждой из них осуществляется переход к устранению выявленных макро- и микроситуаций.

4. Если обнаружены сверхнормативные потери времени, требуется перейти к оперативному поиску и устранению их причин. Решается задача минимизации потерь.

5. Если обнаружены повышенные расходы ресурсов, надо перейти к решению задачи их минимизации при ограничениях на плановое задание.

6. Если выявлено большое отклонение от учебных программ, следует перейти к оперативному поиску причин ухудшения качества работы образовательного учреждения и установить приоритет причин.

Анализ связей в образовательном процессе с учетом воздействия факторов внешней среды на результат управленческой деятельности позволяет оценить их влияние на учащихся через экономические, социальные, педагогические и научные аспекты деятельности. Сам по себе продукт управленческой деятельности учреждения (качество подготовки ученика) имеет многокритериальную оценку, зависящую от социальных характеристик личности и синергетического эффекта, от многоцелевого управления.

Необходимость сокращения разрыва между потребностью в финансировании образовательного учреждения и ресурсами, выделяемыми регионом и муниципалитетом на образовательную деятельность, определяет целесообразность продолжения подобных исследований. Ресурсный потенциал образовательного учреждения (образовательного процесса, реализуемого на территории муниципалитета), представляя собой многофакторную и многокритериальную систему с качественными и количественными характеристиками, иерархическим их представлением, ориентирует на решение подобных задач с использованием моделей, построенных на основе теории нечетких множеств.

#### Список использованной литературы

1. Заде Л. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений / Л. Заде. — М.: Знание, 1974.
2. Карповский Е.Я. Принципы принятия многокритериальных управленческих решений в организации производства / Е.Я. Карповский, М.И. Кулагина. — М., 1985.

#### Referenses

1. Zade L. Osnovy novogo podkhoda k analizu slozhnykh sistem i protsessov prinyatiya reshenii / L. Zade. — M.: Znanie, 1974.
2. Karpovskii E.Ya. Printsipy prinyatiya mnogokriterial'nykh upravlencheskikh reshenii v organizatsii proizvodstva / E.Ya. Karpovskii, M.I. Kulagina. — M., 1985.

#### Информация об авторах

*Шуплецов Александр Федорович* — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики предприятия и предпринимательской деятельности, Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск, e-mail: ssa@isea.ru.

*Скоробогатова Юлия Александровна* — кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики предприятия и предпринимательской деятельности, Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск, e-mail: skorobogatova-ya@isea.ru.

#### Authors

*Shupletsov Aleksandr Fyodorovich* — Doctor of Economics, Professor, Chairholder, Chair of Enterprise Economy and Entrepreneurship, Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk, e-mail: ssa@isea.ru.

*Skorobogatova Yulia Aleksandrovna* — PhD in Economics, Associate Professor, Chair of Enterprise Economy and Entrepreneurship, Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk, e-mail: skorobogatova-ya@isea.ru.