

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

На правах рукописи

**Гагиева Вилюят Абдухалиловна**

**Разработка методики принятия педагогических решений  
на основе агрегирования нечетких суждений экспертов**

Специальность: 5А521911- Профессиональное образование

**ДИССЕРТАЦИЯ**

На соискание ученой степени магистра

Работа рассмотрена

и рекомендована к защите  
Зав.кафедрой ПТО

Научный руководитель  
д.т.н.,проф. Усманов Р.Н.

\_\_\_\_\_д.п.н.,проф. Тайлаков Н.А.

«\_\_»\_\_\_\_\_2010 г.

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2010 г.

Тошкент 2010

	Содержание
	Введение
Глава 1.	Принципы принятия педагогических решений на основе экспертных методов
1.1.	Краткая характеристика педагогических процессов в информационном отношении
1.2.	Сущность проведения педагогических измерений и экспертиз
1.3.	Принятие групповых решений на основе экспертных оценок
	Выводы к главе 1
Глава 2.	Методические основы организации педагогической экспертизы
2.1.	Основные этапы проведения педагогической экспертизы
2.2.	Основные сведения о принципах теории нечетких множеств
2.3.	Способы оценки компетентности экспертов в процессе педагогической экспертизы
2.4.	Организация работы с экспертами в процессах принятия педагогических решений
	Выводы к главе 2
Глава 3.	Моделирование процесса принятия решений на основе нечетко-множественного подхода
3.1.	Предпосылки принятия педагогических решений на экспертной основе
3.2.	Алгоритм и программа выбора рациональной альтернативы
	Выводы к главе 3
	Общие выводы
	Литература

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Узбекистане ведутся интенсивные исследования по повышению эффективности педагогических исследований. Одним из путей решения этой задачи является применение в педагогике математических методов на базе современных информационных технологий (СИТ). Применение математических методов позволяет внести строгость и ясность в понимание исходных данных, постановки задачи, её решения, интеграции получаемых результатов. Обработка больших массивов данных с применением современных программных средств (Excel, Matlab, Maple, Mathcad и т. д.) позволяет анализировать их, учитывать большое количество факторов, определяющих интересующее педагога вопросы.

Следует отметить то, что при проведении педагогических исследований в большинстве случаев приходится иметь дело, как правило с информацией нечислового характера, обработка которой на базе применения традиционных математических методов является слабо изученным звеном в педагогических исследованиях. Следует отметить, что значительная часть информации о педагогических системах имеет неколичественный, вербальный характер, представляющий собой опыт, знания и интуиции специалистов - экспертов и выраженный в лингвистической форме.

Однако, такая информация, которую принято называть нечёткой исходной информацией, в традиционных методах моделирования практически не используется или используется слабо, косвенно, что объясняется отсутствием научно обоснованной методики непосредственного использования нечёткой информации в процессе моделирования, принятия решений (ПР).

Одним из путей решения такой проблемы - применение методологии математического моделирования слабоформализуемых процессов (СФП), основанных на принципах теории нечетких множеств (ТНМ), предложенной американским ученым Л.Заде в 1965 году. Дальнейшее развитие применения принципов ТНМ в процессы моделирования СФП связана с доказанной Б.Коско теоремой FAT-Fuzzy Approximation Theorem, согласно которой любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечеткой логике. Теоретические основы нечеткого моделирования СФП получены в работах Р.Ягера, Д.Дюбуа, А.Прада, Т.Саати, Е.Санчеса, Б.Фазлоллахи, М.Джамшиди, Е.Мамдани, М.Сугэно, Д.А.Поспелова, А.Н.Аверкина, А.П.Ротштейна и других ученых.

Значительный вклад в развитие методологии нечеткого моделирования и интеграции теории нечетких множеств, в решение крупных народнохозяйственных задач внесли ученые Узбекистана. Это работы Ф.Б.Абуталиева, Т.Ф.Бекмуратова, Н.Р.Юсупбекова, Р.З.Салахутдинова, М.А. Рахматуллаева, Н.А.Игнатъева, А.З.Марахимова, Р.Н.Усманова, М.Я.Мухатдинова, Д.Т.Мухамадиевой и др.

Весьма важным направлением приложения принципов ТНМ в смысле проектирования и принятия эффективных педагогических решений представляется образовательный процесс в учебных заведениях, что характеризуется доминированием информации субъективного, лингвистического характера, что в целом объясняется отношением педагогических систем к категории гуманистических. Поэтому значительная часть информации, касающаяся педагогических систем, представляется в виде вербальных оценок большинства параметров учебного процесса, например, таких как посещаемость студентами учебных занятий, их успеваемость, усвоение ими тем, теоретических или практических занятий и т.д. Проблема получения комплексной, объективной оценки качества организации педагогического процесса требует использования в процессах принятия решений всей доступной информации, включая информацию количественного (рейтинговые баллы студентов, количество пропущенных занятий и т.д.), а также лингвистического (опыт, знания преподавателей, отношения между различными составляющими педагогических систем, представленных в виде лингвистических оценок) характера. Следует отметить и слабую приспособленность традиционных методов количественного анализа для формализации расплывчатых определений и описаний педагогических явлений.

Ныне актуальными являются вопросы развития методологических и теоретических основ математического моделирования сложных систем(СС) в условиях нечеткой исходной информации на базе интеграции современных информационных технологий, методов исследования и обеспечения непосредственного участия лица, принимающего решение (ЛПР) в системе принятия решений. Интеграция в данном случае понимается как объединение всех способов формализации характеристик СС (концептуальных, количественных, качественных, в том числе нечетких) в рамках единой вычислительной системы с целью обеспечения их целенаправленного взаимодействия для эффективного функционирования исследуемой системы в целом.

Комплексные педагогические исследования в высшей школе показывают, что совершенствования методов и средств изучения различных сторон деятельности

обучаемого тормозится отсутствием научно обоснованных и сопоставимых критериев оценки результатов наблюдений и экспериментов в педагогических исследованиях. Из психолого-педагогических исследований направленных на решение различных задач высшей школы, следует важный вывод: построение теории педагогики высшей школы немыслимо без перехода от субъективных качественных описаний педагогических явлений и процессов к строгим и объективным их оценкам. Это является определяющим моментом выбора методологии и методики педагогических исследований. Весьма важной в этой связи представляется проблема совершенствования методологии моделирования педагогических исследований и явлений.

В этой связи основными являются следующие задачи:

- а) формирование качественной модели описание различных сторон педагогического процесса;
- б) построение для них качественных шкал измерений;
- в) применение перспективных методов формализации педагогических процессов и явлений;
- г) разработка способов измерений качественных признаков педагогических процессов;
- д) реализации разработанных методик, решений при проведении педагогических процессов.

Моделирование в педагогике имеет цель изучения педагогических процессов и явлений на специальном инструменте-модели, являющемся связывающим звеном между субъектом-педагогом-исследователем и предметом исследований, т.е. определенных сторон, свойств и отношений между элементами учебного воспитательного процесса.

Замена педагогических процессов и явлений ее моделью допускается лишь в тех случаях, если реальный объект изучения, а также модель - продукт его анализа - имеет сходство в определенных отношениях.

Основными элементами УВП являются следующие:

- педагогическая деятельность педагога;
- учебная деятельность обучаемого;

- содержание учебного материала;
- формы обучения воспитание обучаемых;
- методы обучения и воспитания- практические, наглядные, словесные;
- средства обучения и воспитания - труд, учение, игра;
- средства контроля учебной деятельности и способы оценки.

Только наличие некоторой общности отношений между моделью и моделирующим объектом позволяет исследователю с помощью модели получать новые данные об объекте исследования для таких условий, которых во многих случаях невозможно имитировать. Наличие некоторой общности модели и определенных сторон педагогического явления является основным моментом, позволяющим исследователю изучить различные стороны УВП на его аналоге, представленный в виде модели. Естественно модель не может абсолютно отражать изучаемый объект, т.е. объект следует понимать как абсолютное понятие, в то же время модель объекта является относительным понятием т.е. для любого объекта можно представить бесчисленное множество всевозможных моделей: физических, аналоговых, математических и т.д..

Поэтому, моделирование как метод исследования рассматривается с позиции логики упрощения. Однако процесс упрощения это сложный процесс, так как он связан с процедурами определяющими предмет, цели и задачи исследования.

Практическая и познавательная ценность модели в любых психолого-педагогических исследованиях определяется ее адекватностью изучаемым сторонам объекта, а также тем, насколько правильно учтены на этапах построения модели основные принципы моделирования (наглядность, определенность, объективность).

Основным фактором, определяющим слабую применимость методов математической формализации для изучения педагогических объектов и процессов, является не соответствие между этими методами и той сложной реальностью, которую эти методы призваны отражать. Причины этого не соответствия на наш взгляд следующие:

во-первых, широко применяемы в педагогических исследованиях методы корреляционно – регрессионного анализа применяются как правило без должного обоснования, не соблюдая при этом требований предъявляемых к количеству и качеству данных, законов распределения и т. д.;

во-вторых, в процессе формализации не учитываются вопросы адекватности используемых математических методов исследуемому педагогическому процессу, явлению.

в третьих, следует учитывать то, что педагогический объект – абсолютное понятие, в тоже время математический объект – относительное понятие, что означает что адекватное познание объекта исследований требует проведения многовариантных экспериментов на базе комплекса математических моделей отражающих разные стороны объекта исследований, что в педагогической практике идет пока медленно, слабо.

В четвертых, педагогические системы относятся к категорию гуманистических, где преобладает информация субъективного, вербального характера. Возможности традиционных методов ориентированных на обработку такой информации ограничены.

К ним следует добавить недостаточную разработанность методологии принятия коллективных решений основанных на применении экспертных систем в педагогической практике. В этой связи возникает необходимость развития методологии принятия коллективных решений на базе математической обработки результатов педагогической информации получаемой на основе педагогической экспертизы.

**Целью исследований** является разработка методики принятия, обоснования и реализации педагогических решений на нечетко – экспертной основе.

**Объектом исследований** данной диссертации являются вопросы принятия педагогических решений на основе обработки нечетких, субъективных суждений экспертов в образовательном процессе.

**Задачи исследования.** Для достижения цели исследования решаются следующие задачи:

- исследование вопросов применения экспертных методов в педагогических исследованиях;
- разработка методики применения принципов теории нечетких множеств в процессах принятия педагогических решений;
- изучение способов оценки компетентности экспертов в процессе педагогической экспертизы;
- разработка методики и принятия педагогических решений на основе агрегирования нечетких суждений экспертов;
- Разработка программы принятия педагогических решений на основе агрегирования мнений экспертов;

- Проведение комплекса педагогических экспериментов на базе разработанной методики нечеткого принятия решений.

**Методы исследований** основаны на комплексном анализе и обобщения данных педагогических исследований, проведения вычислительных экспериментов для обоснования принимаемых педагогических решений с использованием современных информационных технологий и инструментальных средств: Matlab6.5, Fuzzy Logic Toolbox(FLT).

**Научная новизна** диссертации заключается в следующем:

1. Исследованы методические основы применения экспертных методов в процессах принятия педагогических решений;
2. Исследованы и обоснованы возможности применения принципов теории нечетких множеств в агрегировании и принятии педагогических решений на основе экспертных оценок параметров педагогических процессов;
3. Предлагается технология принятия педагогических решений на базе агрегирования экспертных суждений основанный на применении метода недоминируемых альтернатив.

Диссертация состоит из трех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений.

В первой главе диссертации изучаются опыт применения экспертных методов в практике педагогических исследований, проделан обзор научных и методических разработок в этой сфере.

Вторая глава посвящена методическим аспектам применения экспертных методов в педагогической практике – этапам проведения педагогической экспертизы, способам оценки компетентности экспертов и организационным вопросам работы с экспертами в педагогической практике.

Третья глава диссертации посвящена принципам формализации субъективных мнений экспертов выраженных в нечеткой форме на базе применения нечетко-логических методов. Далее приводятся список использованной литературы, приложения .

## **Глава 1. Принципы принятия педагогических решений на основе применения экспертных методов**

### **1.1. Сущность проведения педагогических измерений и экспертиз**

Мировой опыт реализации возможностей систем искусственного интеллекта убеждает в целесообразности использования достижений в области искусственного интеллекта для нужд образования. Ниже мы рассмотрим некоторые возможности экспертных систем (ЭС) в образовании [1,6,15,16].

Прежде всего уточним, чем, с нашей точки зрения, экспертная система (ЭС) отличается от обычной программы. Суть любой программы можно описать формулой: ДАННЫЕ + АЛГОРИТМ = ПРОГРАММА. В ЭС основополагающими являются база знаний и интерфейс высокого уровня, т. е. структуру ЭС можно описать формулой: БАЗА ЗНАНИЙ + ВЫВОД = СИСТЕМА. Чем такой подход отличается от обычной методики использования базы данных? Основное различие состоит в том, что работа с базой знаний формирует творческие способности обучаемого, развивает мышление. Факты в базе данных обычно пассивны: они либо там есть, либо их нет. База знаний предполагает активное пополнение недостающей информации.

Экспертная система включает базу знаний, решающий блок, подсистему общения, подсистему объяснений и подсистему накопления знаний. Через подсистему общения с экспертной системой связаны: конечный пользователь - непрограммирующий специалист, эксперт - квалифицированный специалист данной предметной области, опыт и знания которого намного превосходят знания и опыт рядового конечного пользователя, инженер по знаниям, владеющий языками описания знаний.

Основное назначение экспертной системы - заменить (по возможности) эксперта специалиста в какой-либо сфере деятельности. В школе таким специалистом является учитель, поэтому для школы требуются экспертные обучающие системы (ЭОС). Естественно, что экспертная обучающая система, так же, как и любая другая система искусственного интеллекта, не в состоянии полностью заменить специалиста (в школе - учителя).

#### **Дидактические возможности экспертных систем [19,21,29]:**

- ✓ пояснения стратегии и тактики решения задач при диалоговой поддержке процесса решения;

- ✓ контроля уровня знаний, умений и навыков с диагностикой ошибок обучения и оценкой достоверности контроля;
- ✓ перенесения центра тяжести процесса обучения в область самостоятельной и индивидуальной работы учащихся;
- ✓ организации экспериментально-исследовательской деятельности обучаемых;
- ✓ ЭС предоставляет гораздо большие возможности по сравнению с другими обучающими программами;
- ✓ система способна учитывать не только уровень подготовки учащегося (что встречается в обучающих программах), но и его психологические особенности;

Создание базиса правил экспертной системы обязательно заставляет учащихся мыслить более глубоко. Создатели экспертной системы должны выполнять анализ области знаний, а затем создавать правила для того, чтобы можно было использовать эту область знаний. Умение анализировать включает в себя идентификацию результатов, фактов и важности этих фактов. Результаты исследований в области применения ЭС [ ] в обучении показали, что учащиеся повышают свое умение в плане аргументации и получают более глубокие знания по изучаемому предмету.

## **1.2. Принятие групповых решений на основе экспертных оценок**

Экспертные методы широко используются в разных областях принятия решений, в частности в медицине, социально-политической и экономических областях, характеризующихся многокритериальностью и сложностью предметных областей [2,4,8,12]. Разработке математических основ экспертных оценок посвящено значительное число работ [2,9,12]. Экспертный метод является основным методом исследования в общей квалиметрии [15] и может быть использован в педагогической квалиметрии и при проведении педагогической экспертизы. Экспертные методы используют эвристические возможности человека, позволяя на основе знания, опыта и интуиции специалистов, работающих в данной области, получить оценку исследуемых явлений. Эксперт является как бы датчиком исходной количественной информации и используется в тех условиях, когда отсутствуют другие способы ее получения. В работах [15,16] отмечается, что результаты работы экспертной группы неизбежно будут содержать отпечаток субъективизма, вносимого как самими экспертами, так и организаторами экспертного опроса. Применение методов квалиметрии, изучающую методологию и проблематику разработки комплексных количественных оценок качества любых объектов (предметов,

явлений, процессов) к оценки психолого- педагогических и дидактических объектов называют педагогической квалиметрией. В педагогической квалиметрии рассматриваются как общие проблемы измерений в педагогике и дидактике[21 ], так и конкретные задачи, связанные с измерениями в педагогических исследованиях, такие, как разработка параметров измерения знаний учащихся[32 ], педагогическая экспертиза[ 19 ] и т.д. Педагогической экспертизой называется совокупность процедур, необходимых для получения коллективного мнения в форме экспертного суждения( или оценки) о педагогическом объекте(явлении,процессе).В работе [ 29 ] рассмотрены основные экспертные методы, применяемые в педагогических исследованиях(Табл.1).

Таблица 1

№ п/п	Название метода, содержание	Возможные области применения в педагогике
1.	Индивидуальная экспертная оценка	Изучение личности учащихся, учителя. Рецензирование учебной и методической литературы. Оценка знаний учащихся.
2.	Морфологический экспертный метод	Изучение качества подготовки учителя
3.	Оценивание(рейтинг)	Изучение структуры деятельности и личности педагога, ученика
4.	Метод самооценки(оценка исследуемым субъектом по шкале самооценки своих способностей)	Организация нравственного воспитания учащихся
5.	Метод педагогического консилиума]	Диагностика учебных способностей учащихся
6.	Метод групповых экспертных оценок	Экспертиза и организация дидактических исследований, обеспечения качества преподавания, построения профессиограмм обучаемых

### 1.3. Стратегия применения экспертных оценок в педагогических исследованиях

Принятия адекватных решений по обоснованию тех или иных педагогических решений на основе экспертных оценок предусматривает решения ряда методических задач связанных как с определением характера решаемой задачи, так и с обоснованием компетентности экспертов, участвующих в процессе принятия решений. Методика получения коллективной экспертной оценки в большинстве случаев включает следующие пункты:

- Формирование цели экспертизы и вопросов для экспертов;
- Формирование правил проведения опроса или характеристики взаимоотношений;
- Формирование групп экспертов;
- Выбор способа оценки компетентности экспертов;
- Формирование правил обработки мнений экспертов;
- Проведение опроса и определение групповых оценок;
- Определении степени согласованности экспертов.

В работах[ ] подробно рассматриваются вопросы о системном подходе к прогнозу на основе экспертных оценок и способы оценки компетентности экспертов. Весовой коэффициент  $v_j$ , характеризующий компетентность каждого  $j$ -го эксперта, предложено определять как функцию коэффициента знакомства эксперта с анализируемой проблемой  $K_j^{зн}$  и коэффициента аргументированности  $K_j^{ап}$ :

$$v_j = f(K_j^{зн}, K_j^{ап}).$$

Наиболее целесообразно принять эту связь линейной, причем  $v_j \neq 0$  при любых значениях аргументов  $K_j^{зн}$  и  $K_j^{ап}$ . Проблему компетентности экспертов также целесообразно решить на базе опроса экспертов. Весьма важной в процессе оптимизации организации экспертного оценивания является ее алгоритмизация и реализация на базе современных информационных технологий (СИТ), что способствует эффективной организации математической обработки результатов педагогической экспертизы в режиме эффективного диалога. Использование СИТ позволит перейти к безбумажному способу проведения педагогической экспертизы, организовать групповое обучение экспертов и их опрос в режиме диалога.

Автоматизация обработки суждений экспертов заключается в определении количественных характеристик, представленных в виде классификаций, ранжировок,

результатов парных сравнений, балльных оценок, экспертных кривых и т.п.(методы их вычисления и необходимые программные средства приведены в [ 15,32 ].

Сформулированное методом групповых экспертных оценок коллективное мнение группы экспертов более объективно, чем мнение одного эксперта или традиционной комиссии.

### **Выводы к главе 1**

1.Определяющим моментом интеграции экспертных систем в педагогическую практику – формирование знаний, умений и навыков работы с базой знаний, что способствует формированию творческих способностей обучаемого, развивает мышление. При этом база знаний предполагает активное пополнение недостающей информации.

2.Экспертный метод является основным методом исследования в педагогической квалиметрии и при проведении педагогической экспертизы и позволяет использовать эвристические возможности человека, на основе знаний, опыта и интуиции специалистов, работающих в данной области, получить оценку исследуемых явлений. Эксперт является как бы датчиком исходной количественной информации и используется в тех условиях, когда отсутствуют другие способы ее получения.

3.В организации экспертных вопросов весьма важным является проблема компетентности экспертов , решаемая обычно на базе опроса экспертов. Весьма важной в процессе оптимизации организации экспертного оценивания является ее алгоритмизация и реализация на базе современных информационных технологий(СИТ), что способствует эффективной организации математической обработки результатов педагогической экспертизы в режиме эффективного диалога.

4.Автоматизация обработки суждений экспертов заключается в определении количественных характеристик, представленных в виде классификаций, ранжировок, результатов парных сравнений, балльных оценок, экспертных кривых и т.п.

Сформулированное методом групповых экспертных оценок коллективное мнение группы экспертов более объективно, чем мнение одного эксперта или традиционной комиссии.

## Глава 2. Методические основы организации педагогической экспертизы

### 2.1. Основные этапы проведения педагогической экспертизы

В практике педагогических исследований недостаточно разработанным являются вопросы связанные квалитетическим использованием экспертных методов. Считая, что многие из проблем квалитетрии характерны и для педагогической экспертизы, произведем классификацию задач, возникающих при ее проведении. В табл.2.1 сформулированы основные задачи и вопросы, связанные с реализацией алгоритма педагогической экспертизы, приведенного ранее. Несомненно, что при современном состоянии научного знания и при проникновении в педагогику понятий других наук необходимо, чтобы педагогика располагала не набором разрозненных понятий, а их концептуально взаимосвязанной системой, отраженной в терминологическом аппарате.

Таблица 2.1.

Классификация задач, возникающих при проведении педагогической экспертизы	
Задачи, связанные с отдельными этапами экспертизы	Вопросы, связанные с отдельными операциями алгоритма экспертизы
1. Подготовительный этап	
1.1. Принятие решения о проведении педагогической экспертизы директивной организацией и обоснование целесообразности использования экспертного метода при решении поставленной задачи. Назначение директивной организации (НИИ, вуза, ИУУ, лаборатории и т. п.) или лиц, ответственных за проведение экспертизы; формулировка цели педагогической экспертизы. Составление директивной организацией задания на разработку методики проведения педагогической экспертизы 1:2, Формирование рабочей и технической групп и оборудование	1.а. Существуют ли другие методы решения поставленной задачи, кроме экспертного? Если да, то являются ли другие методы (кроме экспертного) менее точными или более трудоемкими при решении поставленной задачи? 1.б. Какая директивная организация или орган должны организовать экспертизу? 1.в. Какой организации (НИИ вузу, лаборатории и т. п.) можно поручить проведение экспертизы? 1.г. Какая система аксиом должна быть принята как база экспертного метода, чтобы можно было говорить о его принципиальной обоснованности и применимости в данном исследовании?

<p>рабочих мест для их работы.</p> <p>1.3. Составление рабочей группой плана-графика проведения экспертизы и утверждение его директивной организацией</p>	<p>1.д. Какова должна быть система терминов, обеспечивающая однозначность трактовки основных понятий, используемых в педагогической экспертизе?</p> <p>1.е. Каков алгоритм педагогической экспертизы?</p> <p>1.ж. Какие технические средства целесообразно использовать при экспертизе?</p>
<p><i>2. Этап деятельности рабочей группы</i></p>	
<p>2.1. Формулировка перечня проблем, возникающих при проведении педагогической экспертизы</p> <p>2.2. Разработка системы критериев для оценки качества анализируемого педагогического объекта (учебной книги, личности ученика или учителя и т. п.)</p> <p>2.3. Определение характеристик шкал в которых будут выражаться экспертные оценки.</p> <p>2.4. Разработки образцов анкет для проведения педагогической экспертизы</p> <p>2.5. Определение процедуры опроса экспертов</p> <p>2.6. Формирование группы ведущих экспертов. Проведение с ними обсуждения разработанных рабочей группой вспомогательных материалов с последующей доработкой системы критериев, анкет, процедуры опроса и других вопросов экспертизы</p> <p>2.7. Формирование экспертной комиссии</p>	<p>2.а. Какие организационные и технические вопросы необходимо решить рабочей группе в связи с проведением экспертизы?</p> <p>2.б. Каковы принципы формирования групп кандидатов в эксперты?</p> <p>2.в. Как определить компетентность экспертов?</p> <p>2.г. Как определить необходимое и достаточное число экспертов?</p> <p>2.д. Каковы общие принципы, которыми должны руководствоваться эксперты при определении системы критериев?</p> <p>2.е. Какая из шкал наиболее целесообразна для использования?</p> <p>2.ж. Какие требования следует предъявлять к анкете? 2.з. Каков должен быть порядок проведения опроса экспертов? Сколько должно быть туров?</p>

(группы)	
<i>3. Этап работы экспертной комиссии</i>	
<p>3.1. Проведение туров опроса экспертов</p> <p>3.2. Определение согласованности индивидуальных экспертных оценок</p> <p>3.3. Определение коллективной экспертной оценки</p> <p>3.4. Организация обсуждения промежуточных результатов экспертизы</p> <p>3.5. Определение точности и надежности коллективной экспертной оценки</p>	<p>3.а. Каким должен быть способ получения информации?</p> <p>3.б. Как учесть возможный «размытый» характер некоторых экспертных оценок?</p> <p>3.в. Каковы способы оценки точности и надежности коллективной экспертной оценки?</p> <p>3.г. Правомерно ли получение коллективной экспертной оценки путем усреднения индивидуальных?</p>
<i>4. Этап работы технической группы</i>	
<p>4.1. Ведение делопроизводства рабочей и экспертной групп. Оформление и размножение вспомогательных материалов</p> <p>4.2. Организация контактов с экспертами (очно-заочная форма, в том числе с применением дисплеев ЭВМ)</p> <p>4.3. Математическая обработка анкет и разработка пакетов прикладных программ для ЭВМ</p>	<p>4.а. Каков предполагаемый объем переписки? Каков тираж вспомогательных материалов?</p> <p>4.б. Какие математические формулы и таблицы потребуются при обработке массива анкет?</p> <p>4.в. Какие типы ЭВМ пригодны для автоматизации процедур педагогической экспертизы?</p> <p>4.г. Как организовать работу с экспертами в режиме диалога с ЭВМ?</p>
<i>5. Заключительный этап</i>	
<p>5.1. Анализ результатов экспертизы группой ведущих экспертов в организации, проводящей экспертизу</p> <p>5.2. Обсуждение результатов экспертизы в директивной организации.</p> <p>5.3. Принятие директивной организацией решения по результатам проведенной экспертизы и оценка ею качества и надежности проведенной экспертизы</p>	<p>5.а. Какова точность и надежность полученной коллективной экспертной оценки?</p> <p>5.б. Как оформить результаты проведенной экспертизы для обсуждения в директивной организации?</p> <p>5.в. Какие можно внести предложения в проект решения по результатам экспертизы?</p>

Эффективным для решения подобных задач представляется подход основанный на принципах теории нечетких множеств (ТНМ), впервые предложенный американским ученым Л. Заде [ 28].

Данный подход основывается необходимостью формализации рассуждений специалистов – экспертов высказанных ими в лингвистической форме на основе нечеткой логики вместо традиционной Канторовский логики.

## 2.2. Основные сведения о принципах теории нечетких множеств

Пожалуй, наиболее поразительным свойством человеческого интеллекта является способность принимать правильные решения в обстановке неполной и нечеткой информации. Построение моделей приближенных рассуждений человека и использование их в компьютерных системах будущих поколений представляет сегодня одну из важнейших проблем науки. Значительное продвижение в этом направлении сделано 30 лет тому назад профессором Калифорнийского университета (Беркли) Лотфи А. Заде (Lotfi A. Zadeh). Его работа "Fuzzy Sets", появившаяся в 1965 году в журнале Information and Control, № 8, заложила основы моделирования интеллектуальной деятельности человека и явилась начальным толчком к развитию новой математической теории. Что же предложил Заде? Во-первых, он расширил классическое канторовское понятие **множества**, допустив, что характеристическая функция (функция принадлежности элемента множеству) может принимать любые значения в интервале  $(0;1)$ , а не только значения 0 либо 1. Такие множества были названы им **нечеткими** (*fuzzy*). Л.Заде определил также ряд операций над нечеткими множествами и предложил обобщение известных методов логического вывода *modus ponens* и *modus tollens*. Введя затем понятие **лингвистической переменной** и допустив, что в качестве ее значений (термов) выступают нечеткие множества, Л.Заде создал аппарат для описания процессов интеллектуальной деятельности, включая нечеткость и неопределенность выражений. Дальнейшие работы профессора Л.Заде и его последователей заложили прочный фундамент новой теории и создали предпосылки для внедрения методов нечеткого управления в инженерную практику.

В последние 5-7 лет началось использование новых методов и моделей в промышленности. И хотя первые применения нечетких систем управления состоялись в Европе, наиболее интенсивно внедряются такие системы в Японии. Спектр приложений их

широк: от управления процессом отправления и остановки поезда метрополитена, управления грузовыми лифтами и доменной печью до стиральных машин, пылесосов и СВЧ-печей. При этом нечеткие системы позволяют повысить качество продукции при уменьшении ресурса и энергозатрат и обеспечивают более высокую устойчивость к воздействию мешающих факторов по сравнению с традиционными системами автоматического управления. Другими словами, новые подходы позволяют расширить сферу приложения систем автоматизации за пределы применимости классической теории. В этом плане любопытна точка зрения Л.Заде: *"Я считаю, что излишнее стремление к точности стало оказывать действие, сводящее на нет теорию управления и теорию систем, так как оно приводит к тому, что исследования в этой области сосредотачиваются на тех и только тех проблемах, которые поддаются точному решению. В результате многие классы важных проблем, в которых данные, цели и ограничения являются слишком сложными или плохо определенными для того, чтобы допустить точный математический анализ, оставались и остаются в стороне по той причине, что они не поддаются математической трактовке. Для того чтобы сказать что-либо существенное для проблем подобного рода, мы должны отказаться от наших требований точности и допустить результаты, которые являются несколько размытыми или неопределенными"*. Смещение центра исследований нечетких систем в сторону практических приложений привело к постановке целого ряда проблем таких, как новые архитектуры компьютеров для нечетких вычислений, элементная база нечетких компьютеров и контроллеров, инструментальные средства разработки, инженерные методы расчета и разработки нечетких систем управления и многое другое. Основная цель предлагаемого вниманию читателей учебного пособия - привлечь внимание студентов, аспирантов и молодых научных сотрудников к нечеткой проблематике и дать доступное введение в одну из интереснейших областей современной науки.

Математическая теория нечетких множеств, предложенная Л.Заде более четверти века назад, позволяет описывать нечеткие понятия и знания, оперировать этими знаниями и делать нечеткие выводы. Основанные на этой теории методы построения компьютерных нечетких систем существенно расширяют области применения компьютеров. В последнее время нечеткое управление является одной из самых активных и результативных областей исследований применения теории нечетких множеств. Нечеткое управление оказывается особенно полезным, когда технологические процессы являются слишком сложными для анализа с помощью общепринятых количественных методов, или когда доступные источники информации интерпретируются качественно, неточно или неопределенно.

Экспериментально показано, что нечеткое управление дает лучшие результаты, по сравнению с получаемыми при общепринятых алгоритмах управления. Нечеткие методы помогают управлять домной и прокатным станом, автомобилем и поездом, распознавать речь и изображения, проектировать роботов, обладающих осязанием и зрением. Нечеткая логика, на которой основано нечеткое управление, ближе по духу к человеческому мышлению и естественным языкам, чем традиционные логические системы. Нечеткая логика, в основном, обеспечивает эффективные средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира. Наличие математических средств отражения нечеткости исходной информации позволяет построить модель, адекватную реальности.

Пусть  $E$  - универсальное множество,  $x$  - элемент  $E$ , а  $R$  - некоторое свойство. Обычное (четкое) подмножество  $A$  универсального множества  $E$ , элементы которого удовлетворяют свойству  $R$ , определяется как множество упорядоченных пар  $A = \{\square_A(x)/x\}$ , где  $\square_A(x)$  - характеристическая функция, принимающая значение  $1$ , если  $x$  удовлетворяет свойству  $R$ , и  $0$  - в противном случае.

Нечеткое подмножество отличается от обычного тем, что для элементов  $x$  из  $E$  нет однозначного ответа "да-нет" относительно свойства  $R$ . В связи с этим, нечеткое подмножество  $A$  универсального множества  $E$  определяется как множество упорядоченных пар  $A = \{\square_A(x)/x\}$ , где  $\square_A(x)$  - характеристическая функция принадлежности (или просто функция принадлежности), принимающая значения в некотором вполне упорядоченном множестве  $M$  (например,  $M = [0,1]$ ). Функция принадлежности указывает степень (или уровень) принадлежности элемента  $x$  подмножеству  $A$ . Множество  $M$  называют множеством принадлежностей. Если  $M = \{0,1\}$ , то нечеткое подмножество  $A$  может рассматриваться как обычное или четкое множество.

#### Примеры записи нечеткого множества

Пусть  $E = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ ,  $M = [0,1]$ ;  $A$  - нечеткое множество, для которого

$$\square_A(x_1)=0,3;$$

$$\square_A(x_2)=0;$$

$$\square_A(x_3)=1;$$

$$\square_A(x_4)=0,5;$$

$$\square_A(x_5)=0,9.$$

Тогда  $A$  можно представить в виде:

$$A = \{0,3/x_1; 0/x_2; 1/x_3; 0,5/x_4; 0,9/x_5\} \text{ или}$$

$$A = 0,3/x_1 + 0/x_2 + 1/x_3 + 0,5/x_4 + 0,9/x_5, \text{ или}$$

$A =$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
	0,3	0	1	0,5	0,9

Замечание. Здесь знак "+" не является обозначением операции сложения, а имеет смысл объединения.

### Основные характеристики нечетких множеств

Пусть  $M = [0,1]$  и  $A$  - нечеткое множество с элементами из универсального множества  $E$  и множеством принадлежностей  $M$ .

- Величина  $\sup_{x \in E} \mu_A(x)$  называется **высотой** нечеткого множества  $A$ . Нечеткое множество  $A$  **нормально**, если его высота равна  $1$ , т.е. верхняя граница его функции принадлежности равна  $1$  ( $\sup_{x \in E} \mu_A(x) = 1$ ). При  $\sup_{x \in E} \mu_A(x) < 1$  нечеткое множество называется **субнормальным**.
- Нечеткое множество **пусто**, если  $\mu_A(x) = 0$ . Непустое субнормальное множество можно нормализовать по формуле  $\mu_A(x) := \frac{\mu_A(x)}{\sup_{x \in E} \mu_A(x)}$ .
- Нечеткое множество **униформально**,  $\mu_A(x) = 1$  только на одном  $x$  из  $E$ .
- **Носителем** нечеткого множества  $A$  является обычное подмножество со свойством  $\mu_A(x) > 0$ , т.е. **носитель**  $A = \{x / \mu_A(x) > 0\} \subset E$ .
- Элементы  $x \in E$ , для которых  $\mu_A(x) = 0,5$  называются **точками перехода** множества  $A$ .

### Примеры нечетких множеств

1. Пусть  $E = \{0,1,2,\dots,10\}$ ,  $M = [0,1]$ . Нечеткое множество "несколько" можно определить следующим образом: "несколько" =  $0,5/3 + 0,8/4 + 1/5 + 1/6 + 0,8/7 + 0,5/8$ ; его характеристики: **высота** =  $1$ , **носитель** =  $\{3,4,5,6,7,8\}$ , **точки перехода** -  $\{3,8\}$ .
2. Пусть  $E = \{0,1,2,3,\dots,n,\dots\}$ . Нечеткое множество "малый" можно определить:

$$\mu_{\text{"малый"}}(n) = \frac{1}{1 + \left(\frac{n}{10}\right)^2}$$

3. Пусть  $E = \{1,2,3,\dots,100\}$  и соответствует понятию "возраст", тогда нечеткое множество "молодой", может быть определено с помощью

$$\mu_{\text{"молодой"}}(x) = \begin{cases} 1, & x \in [1,25] \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{x-25}{5}\right)^2}, & x \geq 25 \end{cases}$$

Нечеткое множество "молодой" на универсальном множестве  $E' = \{\text{Иванов, Петров, Сидоров, ...}\}$  задается с помощью функции принадлежности  $\mu_{\text{"молодой"}}(x)$  на  $E = \{1,2,3,\dots,100\}$  (возраст), называемой по отношению к  $E'$  функцией совместимости, при этом:  $\mu_{\text{"молодой"}}(\text{Сидоров}) := \mu_{\text{"молодой"}}(x)$ , где  $x$  - возраст Сидорова.

$$\mu_A(x_1)=0,3;$$

$$\mu_A(x_2)=0;$$

$$\mu_A(x_3)=1;$$

$$\mu_A(x_4)=0,5;$$

$$\mu_A(x_5)=0,9.$$

Тогда  $A$  можно представить в виде:

$$A = \{0,3/x_1; 0/x_2; 1/x_3; 0,5/x_4; 0,9/x_5\} \text{ или}$$

$$A = 0,3/x_1 + 0/x_2 + 1/x_3 + 0,5/x_4 + 0,9/x_5, \text{ или}$$

$A=$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
	0,3	0	1	0,5	0,9

Замечание. Здесь знак "+" не является обозначением операции сложения, а имеет смысл объединения.

### Основные характеристики нечетких множеств

Пусть  $M = [0,1]$  и  $A$  - нечеткое множество с элементами из универсального множества  $E$  и множеством принадлежностей  $M$ .

- Величина  $\sup_{x \in E} \mu_A(x)$  называется *высотой* нечеткого множества  $A$ . Нечеткое множество  $A$  *нормально*, если его высота равна  $1$ , т.е. верхняя граница его функции принадлежности равна  $1$  ( $\sup_{x \in E} \mu_A(x) = 1$ ). При  $\sup_{x \in E} \mu_A(x) < 1$  нечеткое множество называется *субнормальным*.
- Нечеткое множество *пусто*, если  $x \in E \Rightarrow \mu_A(x) = 0$ . Непустое субнормальное множество можно нормализовать по формуле  $\mu_A(x) := \frac{\mu_A(x)}{\sup_{x \in E} \mu_A(x)}$ .
- Нечеткое множество *униmodalно*,  $\mu_A(x) = 1$  только на одном  $x$  из  $E$ .
- *Носителем* нечеткого множества  $A$  является обычное подмножество со свойством  $\mu_A(x) > 0$ , т.е. *носитель*  $A = \{x / \mu_A(x) > 0\} \subset E$ .
- Элементы  $x \in E$ , для которых  $\mu_A(x) = 0,5$  называются *точками перехода* множества  $A$ .

### Примеры нечетких множеств

4. Пусть  $E = \{0,1,2,\dots,10\}$ ,  $M = [0,1]$ . Нечеткое множество "несколько" можно определить следующим образом: "несколько" =  $0,5/3+0,8/4+1/5+1/6+0,8/7+0,5/8$ ; его характеристики: *высота* = **1**, *носитель* =  $\{3,4,5,6,7,8\}$ , *точки перехода* -  $\{3,8\}$ .
5. Пусть  $E = \{0,1,2,3,\dots,n,\dots\}$ . Нечеткое множество "малый" можно определить:

$$\mu_{\text{"малый"}}(n) = \frac{1}{1 + \left(\frac{n}{10}\right)^2}$$

6. Пусть  $E = \{1,2,3,\dots,100\}$  и соответствует понятию "возраст", тогда нечеткое множество "молодой", может быть определено с помощью

$$\mu_{\text{"молодой"}}(x) = \begin{cases} 1, & x \in [1,25] \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{x-25}{5}\right)^2}, & x \geq 25 \end{cases}$$

Нечеткое множество "молодой" на универсальном множестве  $E' = \{\text{Иванов, Петров, Сидоров, ...}\}$  задается с помощью функции принадлежности  $\mu_{\text{"молодой"}}(x)$  на  $E = \{1,2,3,\dots,100\}$  (возраст), называемой по отношению к  $E'$  функцией совместимости, при этом:  $\mu_{\text{"молодой"}}(\text{Сидоров}) := \mu_{\text{"молодой"}}(x)$ , где  $x$  - возраст Сидорова.

В приведенных выше примерах использованы **прямые** методы, когда эксперт либо просто задает для каждого  $x \in E$  значение  $\mu_A(x)$ , либо определяет функцию совместимости. Как правило, прямые методы задания функции принадлежности используются для измеримых понятий, таких как скорость, время, расстояние, давление, температура и т.д., или когда выделяются полярные значения.

Во многих задачах при характеристике объекта можно выделить набор признаков и для каждого из них определить полярные значения, соответствующие значениям функции принадлежности, 0 или 1. Для конкретного лица  $A$  эксперт, исходя из приведенной шкалы, задает  $\mu_A(x) \in [0,1]$ , формируя векторную функцию принадлежности  $\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2), \dots, \mu_A(x_9)\}$ .

При **прямых** методах используются также групповые прямые методы, когда, например, группе экспертов предъявляют конкретное лицо и каждый должен дать один из

двух ответов: "этот человек лысый" или "этот человек не лысый", тогда количество утвердительных ответов, деленное на общее число экспертов, дает значение  $\mu_{\text{"лысый"}}$  (данного лица). (В этом примере можно действовать через функцию совместимости, но тогда придется считать число волосинок на голове у каждого из предъявленных эксперту лиц).

**Косвенные** методы определения значений функции принадлежности используются в случаях, когда нет элементарных измеримых свойств, через которые определяется интересующее нас нечеткое множество. Как правило, это методы попарных сравнений. Если бы значения функций принадлежности были нам известны, например,  $\mu_A(x_i) = w_i$ ,  $i=1,2,\dots,n$ , то попарные сравнения можно представить матрицей отношений  $A = \{a_{ij}\}$ , где  $a_{ij}=w_i/w_j$  (операция деления).

На практике эксперт сам формирует матрицу  $A$ , при этом предполагается, что диагональные элементы равны 1, а для элементов симметричных относительно диагонали  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ , т.е. если один элемент оценивается в  $\mu$  раз сильнее чем другой, то этот последний должен быть в  $1/\mu$  раз сильнее, чем первый. В общем случае задача сводится к поиску вектора  $w$ , удовлетворяющего уравнению вида  $Aw = \mu_{\max} w$ , где  $\mu_{\max}$  - наибольшее собственное значение матрицы  $A$ . Поскольку матрица  $A$  положительна по построению, решение данной задачи существует и является положительным.

### Операции над нечеткими множествами

#### **Включение.**

Пусть  $A$  и  $B$  - нечеткие множества на универсальном множестве  $E$ .

Говорят, что  $A$  содержится в  $B$ , если  $x \in E \Rightarrow \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ .

Обозначение:  $A \subseteq B$ .

Иногда используют термин "доминирование", т.е. в случае когда  $A \subseteq B$ , говорят, что  $B$  доминирует  $A$ .

#### **Равенство.**

$A$  и  $B$  равны, если  $x \in E \Rightarrow \mu_A(x) = \mu_B(x)$ .

Обозначение:  $A = B$ .

#### **Дополнение.**

Пусть  $\mu \in [0,1]$ ,  $A$  и  $B$  - нечеткие множества, заданные на  $E$ .  $A$  и  $B$  дополняют друг друга, если  $x \in E \Rightarrow \mu_A(x) = 1 - \mu_B(x)$ .

Обозначение:  $B = \bar{A}$  или  $A = \bar{B}$ .

Очевидно, что  $\overline{\overline{A}} = A$ . (Дополнение определено для  $M = [0,1]$ , но очевидно, что его можно определить для любого упорядоченного  $M$ ).

### Пересечение.

$A \sqcap B$  - наибольшее нечеткое подмножество, содержащееся одновременно в  $A$  и  $B$ .

$$\mu_{A \sqcap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)).$$

### Объединение.

$A \sqcup B$  - наименьшее нечеткое подмножество, включающее как  $A$ , так и  $B$ , с функцией принадлежности:

$$\mu_{A \sqcup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)).$$

### Разность.

$A - B = A \sqcap \overline{B}$  с функцией принадлежности:

$$\mu_{A-B}(x) = \mu_A \sqcap \overline{B}(x) = \min(\mu_A(x), 1 - \mu_B(x)).$$

### Дизъюнктивная сумма.

$A \oplus B = (A - B) \sqcup (B - A) = (A \sqcap \overline{B}) \sqcup (\overline{A} \sqcap B)$  с функцией принадлежности:

$$\mu_{A \oplus B}(x) = \max\{\min\{\mu_A(x), 1 - \mu_B(x)\}; \min\{1 - \mu_A(x), \mu_B(x)\}\}$$

### Примеры.

Пусть:

$$A = 0,4/x_1 + 0,2/x_2 + 0/x_3 + 1/x_4;$$

$$B = 0,7/x_1 + 0,9/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4;$$

$$C = 0,1/x_1 + 1/x_2 + 0,2/x_3 + 0,9/x_4.$$

Здесь:

1.  $A \sqcap B$ , т.е.  $A$  содержится в  $B$  или  $B$  доминирует  $A$ ,  $C$  несравнимо ни с  $A$ , ни с  $B$ , т.е. пары  $\{A, C\}$  и  $\{A, B\}$  - пары недоминируемых нечетких множеств.
2.  $A \sqcup B \sqcup C$ .
3.  $\overline{A} = 0,6/x_1 + 0,8/x_2 + 1/x_3 + 0/x_4$ ;  
 $\overline{B} = 0,3/x_1 + 0,1/x_2 + 0,9/x_3 + 0/x_4$ .
4.  $A \sqcap B = 0,4/x_1 + 0,2/x_2 + 0/x_3 + 1/x_4$ .
5.  $A \sqcup B = 0,7/x_1 + 0,9/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4$ .
6.  $A - B = A \sqcap \overline{B} = 0,3/x_1 + 0,1/x_2 + 0/x_3 + 0/x_4$ ;  
 $B - A = \overline{A} \sqcap B = 0,6/x_1 + 0,8/x_2 + 0,1/x_3 + 0/x_4$ .
7.  $A \oplus B = 0,6/x_1 + 0,8/x_2 + 0,1/x_3 + 0/x_4$ .

### **2.3. Способы оценки компетентности экспертов в области педагогики**

#### ***Основные требования, предъявляемые к экспертам в области педагогики.***

Эксперты, входящие в состав экспертной группы, должны однозначно понимать цели и задачи экспертизы и отвечать определенным требованиям. Независимо от характера объекта исследования качество эксперта определяется следующими свойствами: компетентностью, заинтересованностью, деловитостью, объективностью [ ]. Компетентность эксперта складывается из профессиональной компетентности, которая распространяется на объект исследования (например, знание принципов построения учебников, перспектив и путей их совершенствования, отраженных в научно-исследовательских работах, методических и научных журналах), и квалиметрической (экспертной) компетентности, которая предполагает знакомство эксперта с методологией экспертного решения исследуемой задачи (например, участие в экспертизе по аналогичным задачам или в социологических исследованиях). Заинтересованность в результатах экспертизы в основном зависит, на наш взгляд, от положительного отношения эксперта к экспертизе, которое формируется не только в процессе работы с ним рабочей группы, но и определяется способностью эксперта решать творческие задачи (что называют креативностью), привлекая нетрадиционные методы исследования (например, математические, социологические, экспертные), а также аналитичностью, конструктивностью и широтой его мышления. Деловитость определяется такими свойствами эксперта, как собранность, умение работать с коллегами при решении задач в конфликтной ситуации, коллективизм, отсутствие склонности к конформизму, т. е. чрезмерному следованию авторитету в науке. Объективность определяется способностью эксперта учитывать только необходимую для правильного решения исследуемой задачи информацию и давать мотивированное суждение. Объективность эксперта может быть оценена по результатам прежних экспертиз с его участием.

Рассмотренные выше 4 группы требований, предъявляемых к экспертам, представим в виде следующей системы показателей:

1. Научно-педагогический стаж работы (в школе, вузе, НИИ, ИУУ, ПТУ).
2. Наличие собственных научных (методических) работ (статей, методических разработок, пособий, монографий) по вопросам педагогики и методики (или вопросам, связанным с объектом исследования).
3. Регулярное знакомство с периодической и монографической литературой по педагогике, участие в работе методических семинаров, совещаний, конференций, творческие контакты с учеными, методистами, преподавателями ВУЗов, школ.

4. Участие в работе экспертных групп, методических комиссий, в социологических исследованиях, в выполнении НИР в области педагогики или методики.

5. Отношение к современным методам исследования, в том числе к математическим и экспертным.

Приведенная система показателей-требований, предъявляемых к экспертам в области педагогики, должна) конкретизироваться с учетом цели экспертизы и использоваться при составлении анкет для отбора кандидатов: в эксперты.

Основные способы оценки качества экспертов. В квалиметрии используется 5 групп способов, с помощью которых оценивается качество эксперта, причем, как правило, каждый из способов характеризует несколько свойств эксперта. Это— эвристические, статистические, тестовые, документальные и комбинированные методы [ 26 ].

*Эвристические* (оценки назначаются человеком) *методы оценки*, к которым относятся *методы самооценки* (эксперт сам оценивает свою профессиональную компетентность) и *взаимооценки* (метод взаимных рекомендаций), основаны на предположении, что представление у окружающих экспертов о данном эксперте достаточно правильно отражает его качество.

*Статистические методы оценки* экспертов основаны на предположении, что показания эксперта как своеобразного измерительного прибора имеют случайную и систематическую погрешность. К этой группе относятся: отклонение индивидуальной экспертной оценки от коллективной и воспроизводимость индивидуальной оценки через определенный промежуток времени. Первая величина характеризует систематическую погрешность эксперта, а вторая — случайную.

*Тестовые методы*, когда экспертные оценки получаются в результате специальных испытаний экспертов, пока нашли ограниченное применение в квалиметрии и в практике педагогической экспертизы не используются.

*Документальные методы оценки* основаны на предположении, что некоторые документально подтвержденные данные об эксперте (стаж работы по специальности, количество научных публикаций, участие в научно-методических конференциях, совещаниях и т. п.) могут характеризовать качество эксперта. Эти методы применяются в педагогике, например при проведении рейтинга ], но без количественной оценки.

## 2.4. Организация работы с экспертами в процессах принятия педагогических решений

Подбор экспертов, проведение экспертизы и связанные с этим процедуры должны проводиться с учетом требований соответствующих ГОСТов и нормативных документов, разрешающих проведения экспертизы []. Сложность проведения подобных исследований в гуманистических системах, прежде всего, обусловлена:

- а) высокой степенью влияния субъективных факторов на динамику процесса;
- б) высокая скорость динамизма исследуемых процессов.

Специалист, предложенный в качестве эксперта в данной области знаний, должен обладать по возможности максимально устойчивым мнением по тем или вопросам независимо от ситуации, в которой он находится. Учитывая это, изначально исследуется вопрос отбора экспертов по критерию устойчивости суждения.

Пусть эксперту предложено субъективно  $n$ -раз (в различных условиях) определить на  $U = \{x_1, \dots, x_k\}$  нечеткое множество  $\tilde{A}$  (построить функцию принадлежности НМ), характеризующее свойство  $A$ . Определенные им нечеткие множества запишем в виде:

$$\tilde{A}_i = \bigcup_{j=1}^k \mu_{\tilde{A}_i}(x_j) / x_j, \quad i = \overline{1, n}, \quad U = \{x_1, \dots, x_k\}$$

Коэффициенты вариации суждения найдем, используя соотношение

$$V = \sum_{j=1}^k \frac{\frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (\mu_{\tilde{A}_i}(x_j) - \bar{\mu}_{\tilde{A}}(x_j))^2}}{\bar{\mu}_{\tilde{A}}(x_j)}, \quad \text{где } \bar{\mu}_{\tilde{A}}(x_j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}_i}(x_j) / x_j$$

Это соотношение мы считаем правомерным исходя из следующих соображений. В числителе суммируемых значений среднеквадратическое отклонение значений ФП от среднестатистического значения ФП. Оно отражает разброс суждения эксперта по поводу степени принадлежности нечеткому множеству элементов носителя нечеткого множества  $U = \{x_1, \dots, x_k\}$ . Эти значения соотносятся к средним значениям ФП (знаменатель соотношения), что выражает величину разброса суждений эксперта относительно среднего значения ФП для каждого элемента из  $U$ . Сумма таких значений отражает суммарное отклонение относительно среднего значения ФП.

Очевидно, что эксперт с наименьшим коэффициентом вариации суждения, т.е. с наименьшим отклонением от среднего значения ФП, и обладает наиболее устойчивым мнением по данному вопросу из всех тестируемых.

Исходя из полученных коэффициентов всех специалистов, предлагается произвести их ранжирование по критерию устойчивости суждений и построить нечеткое множество  $\tilde{K}$  = “Эксперт с устойчивым суждением” на множестве экспертов  $E = \{e_1, \dots, e_m\}$ . Для этого

Вычислим  $V_M$  по соотношению:  $V_M = \min\{V_i\}, i = \overline{1, m}$ ;

Примем, что  $\mu_{\tilde{K}}(e_M) = 1$ , т.е. степень принадлежности  $M$ -го эксперта нечеткому множеству  $\tilde{K}$  = “Эксперт с устойчивым суждением” равна 1;

Вычислим значения ФП нечеткого множества  $\tilde{K}$  по формуле:

$$0 \leq \mu_{\tilde{K}}(e_i) = \frac{\min V_i}{V_i} \leq 1$$

На основе этих данных производится отбор экспертов, т.е. осуществляется замена кандидатов в эксперты,  $\mu_{\tilde{K}}$  которых меньше заданного уровня.

Выработка коллективных решений всегда являлась сложной задачей. Основными причинами были желание избежать принципа “большинства” и проблема агрегирования суждений ЛПР. Первая обычно решается генерированием или назначением весовых коэффициентов членам группы экспертов, а вторая - при помощи различных методов математической статистики. Предлагаемая в этом разделе схема позволяет осуществлять свертку нечеткой исходной информации, полученной в результате экспертного опроса и имеющей различную степень значимости при выработке коллективного решения.

Рассмотрим задачу выработки коллегиального суждения в вопросе выбора рациональной альтернативы. Очевидно, что мнения экспертов будут выражены в виде нечетких множеств на множестве альтернатив

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ :

$$A_i = \bigcup_{j=1}^k \mu(x_j) / x_j, i = \overline{1, n},$$

где  $n$  - количество экспертов,  $k$  - количество альтернатив выбора.

Результаты ранжирования экспертов запишем в виде функции принадлежности нечеткого множества  $B$  весовых коэффициентов на множестве экспертов  $Y$ :

$$B = \bigcup_{l=1}^n \mu_B(y_l) / y_l .$$

Свертка, полученных в результате экспертизы данных, будет представлять собой нечеткое множество  $F$  вида:

$$F = \bigcup_{j=1}^k \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n m_l \omega_B(y_l) \mu_{A_i}(x_j) / x_j$$

где  $m = (m_1, m_2, \dots, m_n)$  частоты появления значений  $\omega_B(y) \cdot \mu_A(x)$  для каждой альтернативы  $x$ .

При коллективной выработке нечетких правил вывода предлагается следующая процедура агрегирования индивидуальных суждений членов группы экспертов.

Пусть  $n$  экспертов, имеющие весовые коэффициенты, выраженные в виде нечеткого множества **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, используя нечеткие термы, выразили свои суждения, формализованные в виде семейства нечетких множеств  $G_i$  с функциями принадлежности вида:

$$\mu_{G_i}(x) = \bigcup_{j=1}^k \mu(x_j) / x_j, i = \overline{1, n}$$

Вычисляется взвешенная средняя ФП нечетких множеств, соответствующая высказываниям экспертов по следующей формуле:

$$\bar{\mu}_{G_{cp}}(x) = \bigcup_{j=1}^k \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n \omega_B(y_l) \mu_{G_i}(x_j) / x_j$$

Полученные результаты нормируются согласно формуле:

$$\bar{\mu}_G(x_j) = \frac{\bar{\mu}_{G_{cp}}(x_j)}{\max_j \bar{\mu}_{G_{cp}}(x)}$$

Из множества высказываний экспертов, а также нечетких термов, которыми они пользовались, выделяется наиболее близкое к агрегированному, т.е. определяется ФП наименьшим образом отличающаяся от средневзвешенной согласно следующей формуле:

$$G_{agr} = \left\{ G_s : \sum_{j=1}^k (\mu_{G_s}(x_j) - \bar{\mu}_G(x_j))^2 \rightarrow \min \right\}, s = \overline{1, p},$$

где  $p$  - количество ФП, соответствующих различным термам и высказываниям.

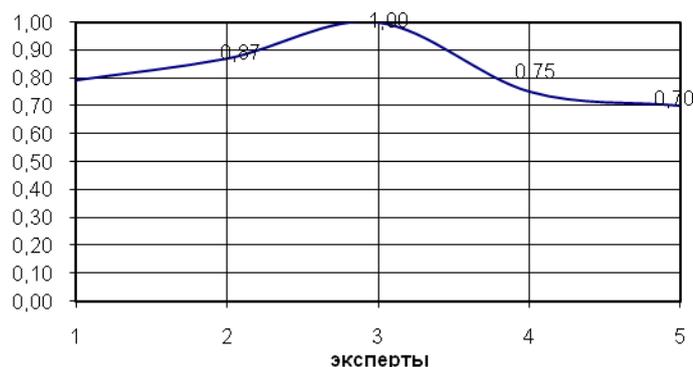
**Расчет абсолютного и относительного коэффициента устойчивости суждений эксперта.**

Пусть исследуется вопрос о периодичности проведения контрольно-измерительных процедур. На этапе определения устойчивости суждения экспертов предлагается произвести ранжирование 5-ти экспертов по этому критерию относительно понятия "Большой промежуток между контрольно-проверочными работами". Следуя процедуре, описанной выше, пусть первый эксперт построил на множестве уроков  $U = \{1, \dots, 15\}$  три нечетких множества (например, в условиях полной изоляции, в присутствии руководителя экспертизы и присутствии других экспертов), формализующих исследуемое понятие:

Таблица 21.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\tilde{A}_1$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,10	0,30	0,50	0,70	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\tilde{A}_2$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,30	0,45	0,55	0,70	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\tilde{A}_3$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,25	0,35	0,50	0,60	0,75	0,90	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00

Рассчитанный согласно абсолютный коэффициент устойчивости суждения  $V_1=0,93$ . Пусть аналогично были получены  $V_2=0,845$ ,  $V_3=0,736$ ,  $V_4=0,981$ ,  $V_5=1,05$ . Тогда, используя (32) получим нечеткое множество "Эксперт с устойчивым суждением" =  $\left\{ \frac{0,79}{e_1}, \frac{0,87}{e_1}, \frac{1}{e_1}, \frac{0,75}{e_1}, \frac{0,7}{e_1} \right\}$ . Графически ФП этого нечеткого множества выглядит следующим образом:



На основе этих данных можно произвести отбор экспертов, т.е. заменить кандидатов в эксперты,  $\mu_{\tilde{K}}$  которых меньше заданного уровня, скажем, 0,5.

## Выводы к главе 2

1. Сформулированы основные задачи и вопросы, связанные с реализацией алгоритма педагогической экспертизы.

2. Определены круг вопросов и требований к экспертам, входящим в состав экспертной группы, при этом эксперты должны однозначно понимать цели и задачи экспертизы и отвечать определенным требованиям.

3. Независимо от характера объекта исследования качество эксперта определяется следующими свойствами: компетентностью, заинтересованностью, деловитостью, объективностью. Компетентность эксперта складывается из профессиональной компетентности, которая распространяется на объект исследования (например, знание принципов построения учебников, перспектив и путей их совершенствования, отраженных в научно-исследовательских работах, методических и научных журналах), и квалиметрической (экспертной) компетентности, которая предполагает знакомство эксперта с методологией экспертного решения исследуемой задачи (например, участие в экспертизе по аналогичным задачам или в социологических исследованиях).

4. Исходя из полученных коэффициентов всех специалистов-экспертов, предлагается произвести их ранжирование по критерию устойчивости суждений и построить нечеткое множество  $\tilde{K}$  = “Эксперт с устойчивым суждением” на множестве экспертов  $E = \{e_1, \dots, e_m\}$ .

### Глава 3. Моделирование процесса принятия экспертных решений на основе нечетко-множественного подхода

Известно, что при качественном измерении различных процессов и явлений специалисты обычно пользуются двумя типами шкал: шкалой наименований и ранговой шкалой, на которых количество разрешенных к использованию математико-статистических операций ограничено. Это затрудняет процесс оценки состояния объектов управления, а попытки все же применить запрещенные операции приводят к некорректным выводам. Например, при оценивании знаний, умений и навыков учащихся педагог использует свою шкалу, допускающую отклонение от принятых стандартов образования, на определенный самим педагогом уровень. Поэтому отличник, переходя в другую школу, иногда едва успевает на “хорошо”. Так как специфика теории нечетких множеств позволяет работать в абсолютных шкалах, то задача разработки новых, более универсальных шкал для измерения слабо формализуемых явлений может быть решена нечетко-множественными методами.

#### 3.1. Предпосылки принятия педагогических решений на экспертной основе

Под прогнозированием понимается процесс получения опережающей информации об объектах исследований с целью оптимизации содержания, форм, средств и методов деятельности **Ошибка! Источник ссылки не найден..** Смысл прогнозирования заключается в том, чтобы не приспосабливаться к уже сложившейся ситуации, а предвидеть его динамику, подготовиться к правильным действиям в новых условиях.

В настоящее время широко распространены методы оценивания эффективности тех или иных новых технологий следующими способами.

а) Существует (по крайней мере, теоретически) возможность проводить управляемые эксперименты с системой (отраслями), с целью проверки новой технологии, направленной на улучшение параметров функционирования системы. Производится фиксирование параметров динамики контрольных и экспериментальных объектов и затем, в первых работа проводится по обычной технологии, а во вторых - изменяются те параметры, влияние которых изучаются. Полученные данные сравниваются, затем параметры опять меняют. На этой основе делают выводы и вырабатываются необходимые рекомендации. Однако, на практике это не всегда возможно и желательно.

Всякая система имеет входные, управляющие и выходные параметры. Входные параметры характеризуют свойства системы, которые не зависят от ЛПР. Управляющие параметры дают возможность производить необходимые действия. Выходные параметры служат для оценки результатов управления. Естественно, что в силу непрерывности процесса, в один и тот же момент времени выходные параметры системы являются одновременно входными, как исходное состояние следующего иерархического уровня системы. Поэтому, изменяя значения управляющих параметров, исследователи стараются улучшить входные параметры следующего уровня.

б) В случаях, когда имеются данные о развитии конкретной системы за некоторый период времени в прошлом, существует возможность провести эксперимент на этих данных. Часто данные о прошлом развитии системы отсутствуют. Но даже когда их достаточно, слишком доверять оценкам, полученным таким образом, нельзя. Предположение, что различие в значениях выходных параметров в данный момент объясняется главным образом воздействием управляющих параметров, вообще говоря, не оправдано. Это связано с тем, что данные о системе в прошлом были получены не в управляемом эксперименте; их главной причиной могут оказаться случайные обстоятельства.

в) Третий способ реализуется, когда провести управляемый эксперимент нельзя или нежелательно и нет данных о развитии системы в прошлом или в этих данных слишком велика роль случайных факторов. Он заключается в построении модели изучаемой системы.

Еще одним прогрессивным методом управления считается построение имитационных моделей. Под **моделью** понимается такая мысленно представляемая и материально реализуемая система, которая, отображая и воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает информацию об этом объекте, позволяющей сделать выводы о поведении системы в различных условиях.

**Ошибка! Источник ссылки не найден.** Общепринято, что важнейшим основанием для применения имитационной математической модели является отсутствие законченной математической постановки данной задачи или разработанных методов для ее решения. Под **имитацией** принято понимать **изучение объектов путем проведения экспериментов с математическими моделями этих объектов**. Главная особенность имитационного исследования состоит в том, что в нем проводятся эксперименты не с объектом, а с его математической моделью. Имитационные модели используются для анализа сложных систем в таких областях, как исследование ядерных реакторов и изучение психологии

человека, моделирование боевых действий войск и анализ биологических систем в природе, изучение распространения эпидемий и протекание исторически процессов.

В имитационном эксперименте элемент процесса описывается в виде соотношений математической модели. Далее задаются внешние воздействия, после чего модель "развивается", функционирует по своим законам в виде компьютерной программы. Исследователь при помощи ЭВМ регистрирует результаты различных внешних воздействий на модель. При этом происходит эксперимент, отличающийся от традиционного тем, что он проводится с моделью изучаемого объекта, а не с самим объектом. Подобные эксперименты позволяют исследовать такие объекты, с которыми традиционные эксперименты неосуществимы либо принципиально, либо по экономическим, этическим или другим соображениям. Принципиально неосуществимы, например, эксперименты с прошлым. Из экономических соображений нельзя проводить реальные эксперименты с различными вариантами управления экономикой страны. Из этических соображений невозможны многие эксперименты с участием людей. Кроме того, имитационные эксперименты дают возможность значительно сократить продолжительность исследований, что во многих случаях имеет принципиальное значение.

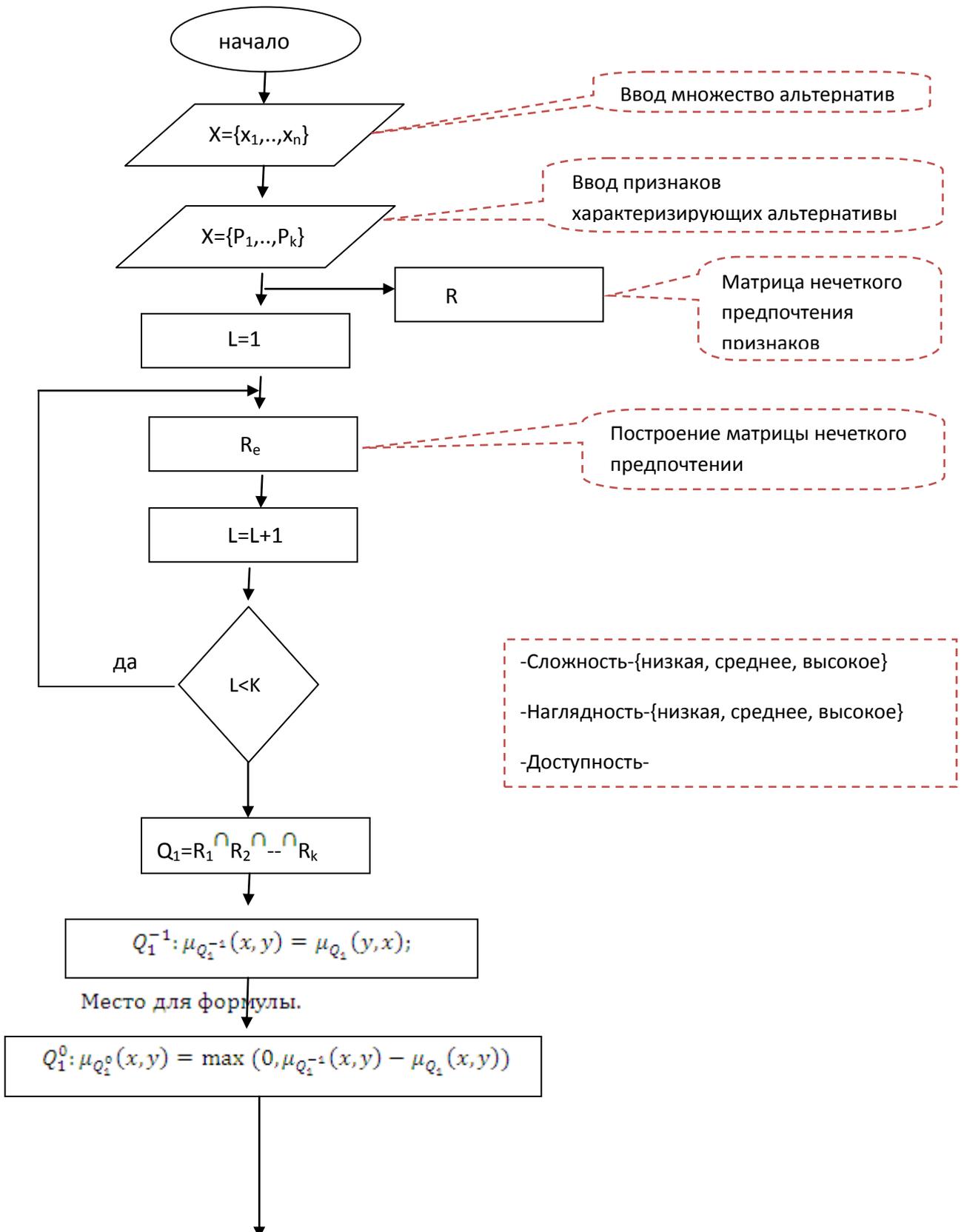
Основная проблема, с которой сталкивается исследователь при использовании метода имитационного моделирования, - это задача предварительного построения адекватной математической модели изучаемого объекта и ее компьютерная реализация.

Как известно, математическое моделирование требует определения совершенно четких взаимозависимостей между параметрами моделируемого явления или процесса. Слабо формализуемые системы такой четкости обеспечить не могут. И именно эта причина, является наиболее значительной в отставании имитационного моделирования недетерминированных явлений и процессов. В связи с этим предлагается построение такой модели при помощи методов теории нечетких множеств и нечеткой логики, используя вместо четких математических закономерностей и чисел, нечеткие множества и нечеткие правила, генерированные из логико-лингвистических суждений экспертов.

### 3.2. Алгоритм и программа выбора рациональной альтернативы

Алгоритм группового выбора решений приведенный в главе 2 представлен на рис.1.

Алгоритм рационального выбора путем агрегирования нечеткой информации



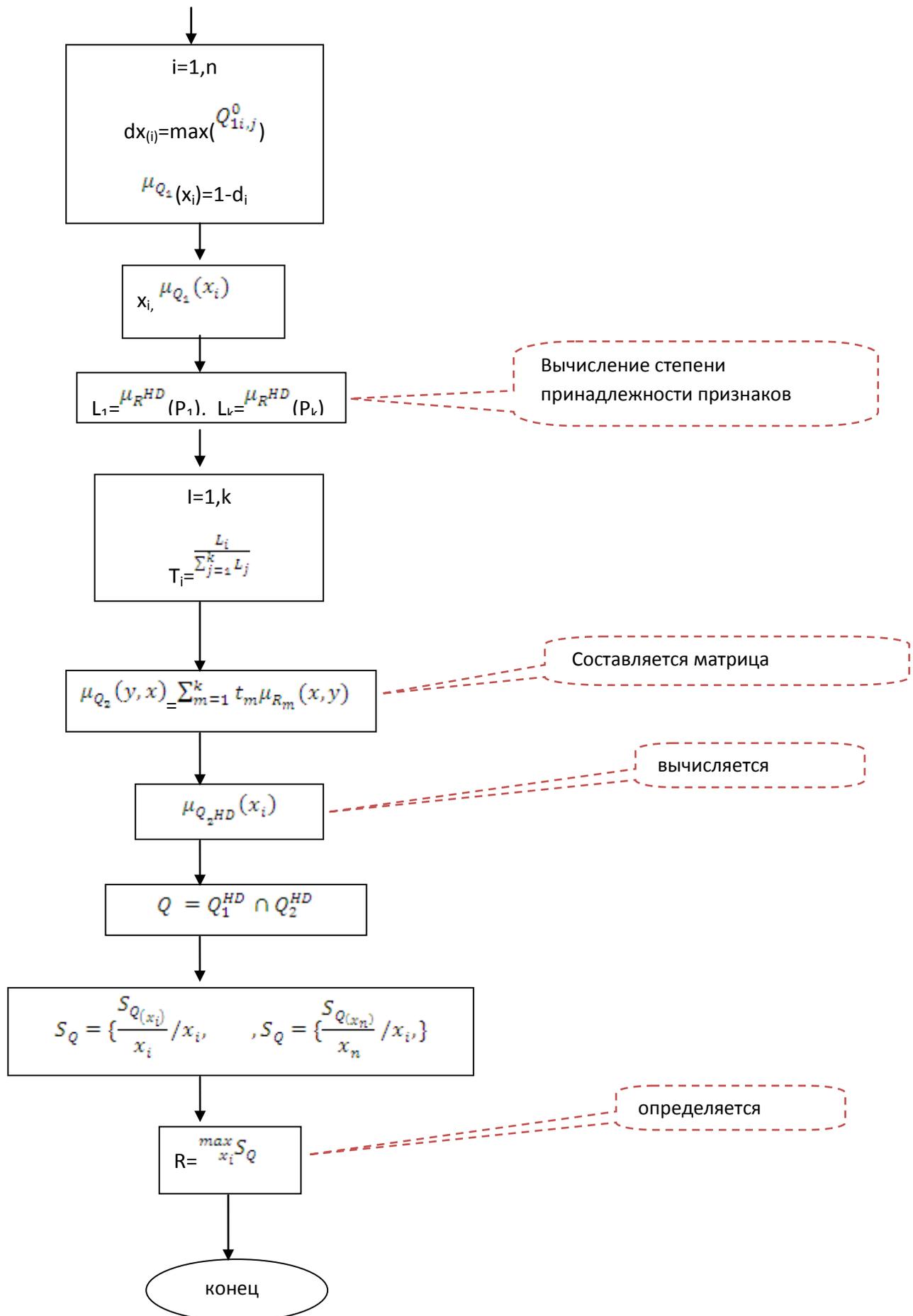


Рис.1. Алгоритм агрегирования групповых решений на основе МНДА.

Программа выбора рациональной альтернативы разработана на языке Delphi и позволяет проделать следующие операции:

- \* оценка каждым экспертом важности критериев оценки альтернатив, аналогично процедуре ранжирования критериев оценки экспертов;
- \* оценка каждым экспертом рациональности альтернатив по каждому критерию;
- \* агрегирование полученных данных с учетом весовых коэффициентов экспертов и важности критериев оценки альтернатив. Результатом являются рациональности альтернатив для каждого эксперта, а также коллегиальное суждение экспертной группы, как по каждому критерию, так и по всем критериям. Листинг программы представлен ниже.

```

unit Unit1;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, Grids, ExtCtrls, Spin;
type
  TForm1 = class(TForm)
    R1: TStringGrid;    R2: TStringGrid;    R3: TStringGrid;    R4: TStringGrid;    R5:
    TStringGrid;
    R6: TStringGrid;  R: TStringGrid;  Label1: TLabel;  Label2: TLabel;  Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;  Label5: TLabel;  Label6: TLabel;  Label7: TLabel;  Q1: TStringGrid;
    Q1t: TStringGrid;  Q10: TStringGrid;  Label8: TLabel;  Label9: TLabel;  Label10:
    TLabel;
    Panel2: TPanel;  Panel3: TPanel;  Label17: TLabel;  SpinEdit1: TSpinEdit;  Label18:
    TLabel;
    SpinEdit2: TSpinEdit;  Button1: TButton;  Button2: TButton;  S: TStringGrid;
  procedure Button1Click(Sender: TObject);
  procedure Button2Click(Sender: TObject);
  procedure SpinEdit1Change(Sender: TObject);
  procedure SpinEdit2Change(Sender: TObject);
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  private { Private declarations }
  public { Public declarations }
end;

```

```

var
  Form1: TForm1;
implementation
uses Math;
{$R *.dfm}
function Min(x1,x2,x3,x4,x5,x6: Real): Real;
begin
  Result := 1000000;
  if x1 < Result then Result := x1; if x2 < Result then Result := x2;
  if x3 < Result then Result := x3; if x4 < Result then Result := x4;
  if x5 < Result then Result := x5; if x6 < Result then Result := x6;
end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
  i, j: Byte;  maxi: Real;
begin
  for i := 0 to SpinEdit1.Value-1
  do for j := 0 to SpinEdit2.Value-1
    do begin
      Q1.Cells[j,i] :=
FloatToStr(Min(StrToFloat(R1.Cells[j,i]),StrToFloat(R2.Cells[j,i]),StrToFloat(R3.Cells[j,i]),Str
ToFloat(R4.Cells[j,i]),StrToFloat(R5.Cells[j,i]),StrToFloat(R6.Cells[j,i])));
      Q1t.Cells[i,j] := Q1.Cells[j,i];
    end;
  for i := 0 to SpinEdit1.Value-1
  do for j := 0 to SpinEdit2.Value-1
    do begin
      Q10.Cells[j,i] := FloatToStr(Max(0,StrToFloat(Q1t.Cells[j,i])-StrToFloat(Q1.Cells[j,i])));
    end;
  for i := 0 to SpinEdit1.Value-1
  do begin
    maxi := StrToFloat(Q10.Cells[0,i]);
    for j := 1 to SpinEdit2.Value-1
    do if StrToFloat(Q10.Cells[j,i]) > maxi
      then maxi := StrToFloat(Q10.Cells[j,i]);
  end;
end;

```

```

    S.Cells[1,i] := FloatToStr(1-maxi);
  end;
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  R1.Cells[0,0] := '1,00'; R1.Cells[1,0] := '0,60'; R1.Cells[2,0] := '0,80'; R1.Cells[3,0] := '0,60';
  R1.Cells[4,0] := '0,70';
  R1.Cells[0,1] := '0,20'; R1.Cells[1,1] := '1,00'; R1.Cells[2,1] := '0,70'; R1.Cells[3,1] := '0,60';
  R1.Cells[4,1] := '0,30';
  R1.Cells[0,2] := '0,70'; R1.Cells[1,2] := '0,80'; R1.Cells[2,2] := '1,00'; R1.Cells[3,2] := '0,80';
  R1.Cells[4,2] := '0,30';
  R1.Cells[0,3] := '0,80'; R1.Cells[1,3] := '0,70'; R1.Cells[2,3] := '0,70'; R1.Cells[3,3] := '1,00';
  R1.Cells[4,3] := '0,60';
  R1.Cells[0,4] := '0,90'; R1.Cells[1,4] := '0,80'; R1.Cells[2,4] := '0,70'; R1.Cells[3,4] := '0,90';
  R1.Cells[4,4] := '1,00';
  R2.Cells[0,0] := '1,00'; R2.Cells[1,0] := '0,30'; R2.Cells[2,0] := '0,85'; R2.Cells[3,0] := '0,60';
  R2.Cells[4,0] := '0,70';
  R2.Cells[0,1] := '0,40'; R2.Cells[1,1] := '1,00'; R2.Cells[2,1] := '0,80'; R2.Cells[3,1] := '0,70';
  R2.Cells[4,1] := '0,60';
  R2.Cells[0,2] := '0,90'; R2.Cells[1,2] := '0,60'; R2.Cells[2,2] := '1,00'; R2.Cells[3,2] := '0,60';
  R2.Cells[4,2] := '0,70';
  R2.Cells[0,3] := '0,60'; R2.Cells[1,3] := '0,60'; R2.Cells[2,3] := '0,50'; R2.Cells[3,3] := '1,00';
  R2.Cells[4,3] := '0,40';
  R2.Cells[0,4] := '0,60'; R2.Cells[1,4] := '0,50'; R2.Cells[2,4] := '0,75'; R2.Cells[3,4] := '0,40';
  R2.Cells[4,4] := '1,00';
  R3.Cells[0,0] := '1,00'; R3.Cells[1,0] := '0,40'; R3.Cells[2,0] := '0,72'; R3.Cells[3,0] := '0,63';
  R3.Cells[4,0] := '0,58';
  R3.Cells[0,1] := '0,50'; R3.Cells[1,1] := '1,00'; R3.Cells[2,1] := '0,70'; R3.Cells[3,1] := '0,45';
  R3.Cells[4,1] := '0,60';
  R3.Cells[0,2] := '0,40'; R3.Cells[1,2] := '0,50'; R3.Cells[2,2] := '1,00'; R3.Cells[3,2] := '0,20';
  R3.Cells[4,2] := '0,30';
  R3.Cells[0,3] := '0,70'; R3.Cells[1,3] := '0,50'; R3.Cells[2,3] := '0,20'; R3.Cells[3,3] := '1,00';
  R3.Cells[4,3] := '0,90';
  R3.Cells[0,4] := '0,55'; R3.Cells[1,4] := '0,95'; R3.Cells[2,4] := '0,60'; R3.Cells[3,4] := '0,55';
  R3.Cells[4,4] := '1,00';

```

R4.Cells[0,0] := '1,00'; R4.Cells[1,0] := '0,55'; R4.Cells[2,0] := '0,45'; R4.Cells[3,0] := '0,85';  
 R4.Cells[4,0] := '0,25';  
 R4.Cells[0,1] := '0,40'; R4.Cells[1,1] := '1,00'; R4.Cells[2,1] := '0,60'; R4.Cells[3,1] := '0,85';  
 R4.Cells[4,1] := '0,30';  
 R4.Cells[0,2] := '0,25'; R4.Cells[1,2] := '0,30'; R4.Cells[2,2] := '1,00'; R4.Cells[3,2] := '0,25';  
 R4.Cells[4,2] := '0,70';  
 R4.Cells[0,3] := '0,60'; R4.Cells[1,3] := '0,20'; R4.Cells[2,3] := '0,30'; R4.Cells[3,3] := '1,00';  
 R4.Cells[4,3] := '0,25';  
 R4.Cells[0,4] := '0,70'; R4.Cells[1,4] := '0,10'; R4.Cells[2,4] := '0,90'; R4.Cells[3,4] := '0,95';  
 R4.Cells[4,4] := '1,00';  
 R5.Cells[0,0] := '1,00'; R5.Cells[1,0] := '0,30'; R5.Cells[2,0] := '0,90'; R5.Cells[3,0] := '0,40';  
 R5.Cells[4,0] := '0,25';  
 R5.Cells[0,1] := '0,35'; R5.Cells[1,1] := '1,00'; R5.Cells[2,1] := '0,40'; R5.Cells[3,1] := '0,95';  
 R5.Cells[4,1] := '0,35';  
 R5.Cells[0,2] := '0,25'; R5.Cells[1,2] := '0,80'; R5.Cells[2,2] := '1,00'; R5.Cells[3,2] := '0,60';  
 R5.Cells[4,2] := '0,20';  
 R5.Cells[0,3] := '0,65'; R5.Cells[1,3] := '0,10'; R5.Cells[2,3] := '0,30'; R5.Cells[3,3] := '1,00';  
 R5.Cells[4,3] := '0,90';  
 R5.Cells[0,4] := '0,90'; R5.Cells[1,4] := '0,20'; R5.Cells[2,4] := '0,20'; R5.Cells[3,4] := '0,10';  
 R5.Cells[4,4] := '1,00';  
 R6.Cells[0,0] := '1,00'; R6.Cells[1,0] := '0,50'; R6.Cells[2,0] := '0,65'; R6.Cells[3,0] := '0,30';  
 R6.Cells[4,0] := '0,15';  
 R6.Cells[0,1] := '0,45'; R6.Cells[1,1] := '1,00'; R6.Cells[2,1] := '0,25'; R6.Cells[3,1] := '0,95';  
 R6.Cells[4,1] := '0,60';  
 R6.Cells[0,2] := '0,55'; R6.Cells[1,2] := '0,25'; R6.Cells[2,2] := '1,00'; R6.Cells[3,2] := '0,10';  
 R6.Cells[4,2] := '0,20';  
 R6.Cells[0,3] := '0,30'; R6.Cells[1,3] := '0,95'; R6.Cells[2,3] := '0,80'; R6.Cells[3,3] := '1,00';  
 R6.Cells[4,3] := '0,70';  
 R6.Cells[0,4] := '0,10'; R6.Cells[1,4] := '0,65'; R6.Cells[2,4] := '0,80'; R6.Cells[3,4] := '0,30';  
 R6.Cells[4,4] := '1,00';  
 R.Cells[0,0] := '1,00'; R.Cells[1,0] := '0,90'; R.Cells[2,0] := '0,50'; R.Cells[3,0] := '0,60';  
 R.Cells[4,0] := '0,20'; R.Cells[5,0] := '1,00';  
 R.Cells[0,1] := '0,80'; R.Cells[1,1] := '1,00'; R.Cells[2,1] := '0,60'; R.Cells[3,1] := '0,70';  
 R.Cells[4,1] := '0,30'; R.Cells[5,1] := '0,10';

```

R.Cells[0,2] := '0,60'; R.Cells[1,2] := '0,80'; R.Cells[2,2] := '1,00'; R.Cells[3,2] := '0,90';
R.Cells[4,2] := '0,70'; R.Cells[5,2] := '0,30';
R.Cells[0,3] := '0,70'; R.Cells[1,3] := '0,65'; R.Cells[2,3] := '0,30'; R.Cells[3,3] := '1,00';
R.Cells[4,3] := '0,60'; R.Cells[5,3] := '0,80';
R.Cells[0,4] := '0,00'; R.Cells[1,4] := '0,35'; R.Cells[2,4] := '0,45'; R.Cells[3,4] := '0,85';
R.Cells[4,4] := '1,00'; R.Cells[5,4] := '0,75';
R.Cells[0,5] := '1,00'; R.Cells[1,5] := '0,25'; R.Cells[2,5] := '0,10'; R.Cells[3,5] := '0,45';
R.Cells[4,5] := '0,25'; R.Cells[5,5] := '0,60';
end;

```

```

procedure TForm1.SpinEdit1Change(Sender: TObject);

```

```

var

```

```

  StGr: TStringGrid;

```

```

  i: Integer;

```

```

begin

```

```

  for i := 1 to 6

```

```

  do begin

```

```

    StGr := TStringGrid(FindComponent('R'+IntToStr(i)));

```

```

    StGr.RowCount := SpinEdit1.Value;

```

```

  end;

```

```

  Q1.RowCount := SpinEdit1.Value; Q1t.RowCount := SpinEdit1.Value;

```

```

  Q10.RowCount := SpinEdit1.Value; S.RowCount := SpinEdit1.Value;

```

```

end;

```

```

procedure TForm1.SpinEdit2Change(Sender: TObject);

```

```

var

```

```

  StGr: TStringGrid;

```

```

  i: Integer;

```

```

begin

```

```

  for i := 1 to 6

```

```

  do begin

```

```

    StGr := TStringGrid(FindComponent('R'+IntToStr(i)));

```

```

    StGr.ColCount := SpinEdit2.Value;

```

```

  end;

```

```

  Q1.ColCount := SpinEdit2.Value;

```

```

  Q1t.ColCount := SpinEdit2.Value;

```

```

  Q10.ColCount := SpinEdit2.Value;

```

```
end;  
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);  
var  
  i: integer;  
begin  
  for i := 0 to 9  
  do S.Cells[0,i] := 'S_Q1 HD(x'+IntToStr(i)+'');  
end; end.
```

Для апробации рассмотрим пример приведенный в работе[32 ]:

Пусть ЛПП необходимо выбрать из 5 кандидатов лучшего из участников конкурса "Учитель года" по следующим критериям: педагогическая интуиция, эрудиция, творческий подход к работе, лекторское мастерство, научно-методические знания, учебно-организационные знания.

Согласно алгоритму МДА подготавливаются соответствующие матрицы-мнения специалистов экспертов по претендентам по приведенным критериям(см.листинг результатов). Полученные результаты дают основания утверждать о доминировании 2-предентента с наивысшей оценкой 1, далее идут 1 – претендент и т.д.

Пусть необходимо оценить качество представленных пяти магистерских диссертаций и выбрать лучшего из них по следующим критериям:

- обоснование актуальности;
- новизна работы;
- возможность практического применения.

Результаты экспериментов представлены на рис.3.

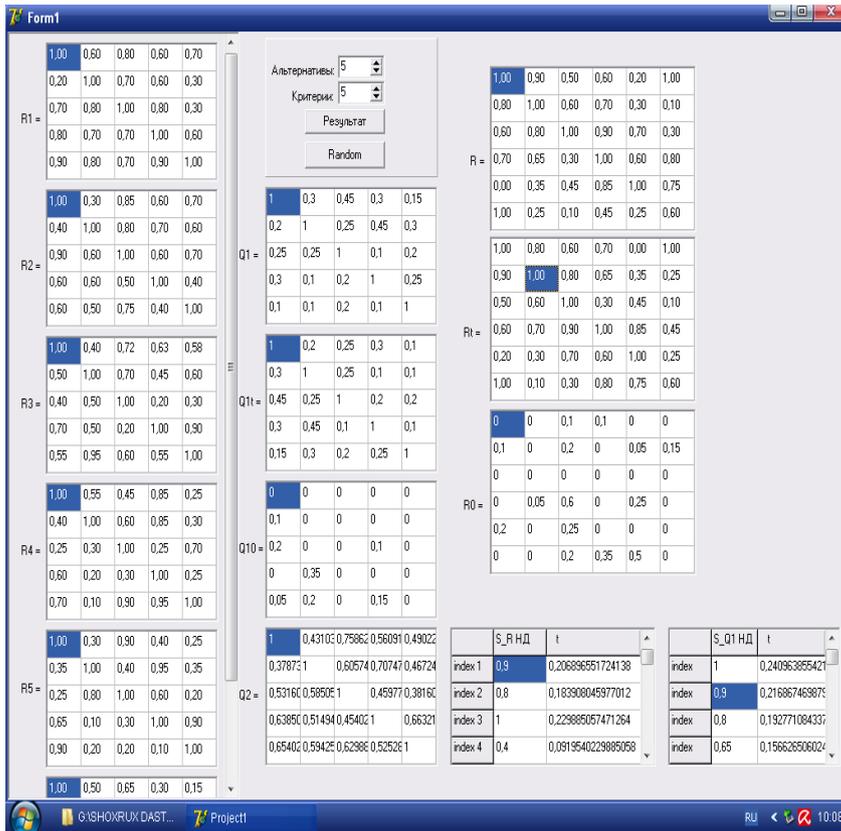


Рис.2.

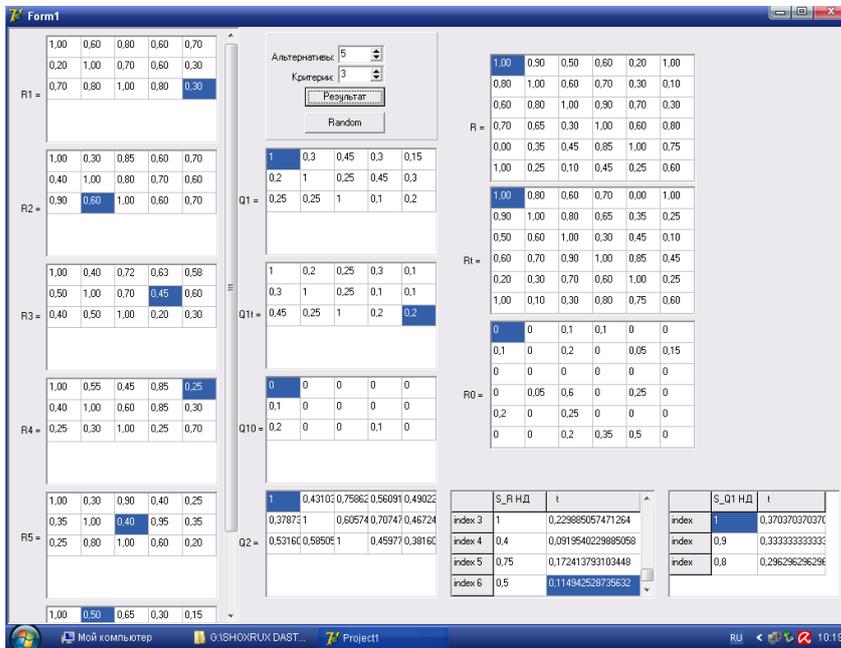


Рис.3.

**Выводы к третьей главе**

1. Предложены способы оценивания альтернативных решений на основе агрегирования группового метода принятия решений.
2. Предлагается алгоритм и программа агрегирования групповых экспертных мнений на основе метода недоминируемых альтернатив.
3. На базе разработанной программы проведены вычислительные эксперименты по данным известных работ, а так же по выбору рациональной альтернативы при решении педагогических задач.

## Общие выводы

1. Определяющим моментом интеграции экспертных систем в педагогическую практику – формирование знаний, умений и навыков работы с базой знаний, что способствует формированию творческих способностей обучаемого, развивает мышление. При этом база знаний предполагает активное пополнение недостающей информации.
2. Экспертный метод является основным методом исследования в педагогической квалиметрии и при проведении педагогической экспертизы и позволяет использовать эвристические возможности человека, на основе знаний, опыта и интуиции специалистов, работающих в данной области, получить оценку исследуемых явлений. Эксперт является как бы датчиком исходной количественной информации и используется в тех условиях, когда отсутствуют другие способы ее получения.
3. В организации экспертных вопросов весьма важным является проблема компетентности экспертов, решаемая обычно на базе опроса экспертов. Весьма важной в процессе оптимизации организации экспертного оценивания является ее алгоритмизация и реализация на базе современных информационных технологий (СИТ), что способствует эффективной организации математической обработки результатов педагогической экспертизы в режиме эффективного диалога.
4. Автоматизация обработки суждений экспертов заключается в определении количественных характеристик, представленных в виде классификаций, ранжировок, результатов парных сравнений, балльных оценок, экспертных кривых и т.п.
5. Определены круг вопросов и требований к экспертам, входящим в состав экспертной группы, при этом эксперты должны однозначно понимать цели и задачи экспертизы и отвечать определенным требованиям.
6. Независимо от характера объекта исследования качество эксперта определяется следующими свойствами: компетентностью, заинтересованностью, деловитостью, объективностью. Компетентность эксперта складывается из профессиональной компетентности, которая распространяется на объект исследования (например, знание принципов построения учебников, перспектив и путей их совершенствования, отраженных в научно-исследовательских работах, методических и научных журналах), и квалиметрической (экспертной) компетентности, которая предполагает знакомство эксперта с методологией экспертного решения исследуемой задачи (например, участие в экспертизе по аналогичным задачам или в социологических исследованиях).
7. Предлагается алгоритм и программа агрегирования групповых экспертных мнений на основе метода недоминируемых альтернатив.

8. На базе разработанной программы проведены вычислительные эксперименты по известным работам, а так же по выбору рациональной альтернативы при решении педагогических задач.

### Список использованной литературы

1. Акименко В.В. Компьютерная система поддержки принятия управленческих решений в условиях смешанной информации для систем экологического мониторинга атмосферы// Кибернетика и системный анализ.- Москва, 2000.-№5.-С.151-167.
2. Алиев Р.А., Алиев Р.Р. Теория интеллектуальных систем и ее применение: Учебное пособие для ВУЗов по специальности «Автоматизированные системы по обработки информации и управления». Баку: Чашыоглу, 2001.-720с.
3. Андреев В.О., Савиных Н.В. Интеллектуальные технологии, мягкие вычисления и программные средства их компьютерной реализации. Вестник компьютерных и информационных технологий.- Москва, 2006.-№8.-С.2-6.
4. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности.-Липецк: АЭГИ, 2000.-139с.
5. Борисов.А.И., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятия решений на основе нечетких моделей. Примеры моделей.-Рига, Зипатне, 1990.-184 с.
6. Исаева О.С. Применение модели нечеткого вывода для построения агрегированных медико-демографических показателей// Вестник КрасГУ.-Красноярск, 2004.Вып.3.-С.44-52.
7. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде Matlab и Fuzzy ТЕСН.-СПб.: БХВ-Петербург, 2003.-736с.
8. Марахимов А.Р. О приложении нечеткой модели типа Мамдани для оценки приемлемости проектных решений при создании информационно-вычислительных сетей://Вестник ТашГТУ.-Ташкент, 2004.№2-С.41-45.
9. Мелихов И.Г., Берштейн Л.С., Поженюк А.В. Нечеткие модели для экспертных систем, в САПР. – М.: Энергоатомиздат, 1991.-131с.
10. Мокин Б.И., Коминский В.В. Слабые множества как альтернатива нечетким множествам в моделировании неопределенных параметров сложных систем //Вестник Винницкого политехнического института. –Винница, 2006.-№6.- с.9-12.
11. Орловский С.А. Проблемы принятия решения при нечеткой исходной информации. –М.: Наука, 1981.-208с.
12. Родштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. -Винница: универсум- Винница, 1991.-с 320.
13. Салахутдинов Р.З. Методы нечеткой математики, их развитие и применение в моделировании слабо формализуемых процессов. Авторев.дис.докт.техн.наук.

-Бишкек,1995.-35с.

14. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab. – М. : Горячая линия – телеком.2007. – 288с.

15. Абуталиев Ф.Б., Мухатдинов М.Я. Агрегирование экспертных оценок в задачах моделирования слабоформализуемых процессов методами теории нечетких множеств // Тезисы докл. респ. научной конф. "Проблемы алгоритмического п Абуталиев Ф.Б., Мухатдинов М.Я. Приложения теории нечетких множеств к проблемам принятия решений в управлении педагогическим процессом// Педагогик таълим. –Т., 2000. –№3. – С.30–34.рограммирования". –Т., 2000. -С. 6-8.

16. Абуталиев Ф.Б., Мухатдинов М.Я. Возможности приложения теории нечетких множеств в системах поддержки принятия решений // "Инновация-2000" Халкаро илмий-амалий анжумани. Илмий маколалар туплами. –Бухара, 2000. - С.271-273.

17. Абуталиев Ф.Б., Мухатдинов М.Я., Тажиев М. Нечетко–множественный подход к оценке уровня компетентности экспертных групп в системах поддержки принятия решений// Вестник Кыргызского Государственного Национального Университета. – Бишкек, 2000. –Серия 3. Вып.4. –С.337–341.

18. Адамова Е.В. Методологические основы статистического анализа успеваемости в вузе: Автореф. Дис..... канд. эконом. наук. -М., 1982. -25 с.

19. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения. Общедидактический аспект. -М.: Педагогика, 1977.- 254 с.

20. Беллман Р., Заде Л.А. Принятие решений в расплывчатых условиях / Вопросы анализа и процедуры принятия решений. -М.: Мир, 1976, -С. 172-215.

21. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. - М.: Педагогика, 1989. - 192 с.

22. Борисов А.Н., Корнеева Г.В. Лингвистический подход к построению моделей принятия решений в условиях неопределенности / Методы принятия решений в условиях неопределенности. - Рига: РПИ, 1980. -С.91-98.

23. Мизинцев В.П. Моделирование и количественные характеристики дидактических объектов: Автореф. дис.... канд. пед. наук. -М., 1970. –22 с.

24. Воловик П.Н. Проблемы применения теории вероятностей и математической статистики в педагогической теории и практике: Автореф. дисс.... док. пед. наук. - Киев, 1976. – 36 с.

25. Гласс Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. -М.: Прогресс, 1976. -495 с.

26. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. -М.: Педагогика, 1977. -135с.
27. Даданов З.С., Маневич Д.В., Салахутдинов Р.З. Лекции по началам математической статистики и теории нечетких множеств. –Т.: Укитувчи, 1992.-74 с.
28. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений // Математика сегодня. - М.: Знание, 1974, -С. 5-49.
29. Карабанов А.П., Черепанов В.С. К вопросу о педагогической экспертизе учебной книги // Проблемы школьного учебника.–1987, -Вып.17.- С.190-200.
30. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. – М.: Наука, 1974. -256 с.
31. Мухатдинов М.Я. Нечетко-множественные методы в моделировании педагогических явлений как технология агрегирования педагогической информации// «Таълимда ахборот технологиялари» респ. илмий-амалий конференция материаллари, Т., 2000, -С. 45-46.
32. Мухатдинов М.Я. Моделирование педагогических процессов на основе агрегирования логико-лингвистических экспертных суждений, как технология обработки нечеткой информации// Педагогик таълим. –Т., 2000. –№3. -С.65-71.