

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКО-ДЕТЕРМИНИСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

**Сеитназаров К.К**

*Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой искусственного интеллекта и кибербезопасности Нукусский государственный технический университет*

**Ауезова Р.К**

*Докторант Нукусский Государственный педагогический институт*

**Аннотация:** В статье представлены алгоритмические основы применения неопределенно-детерминированных алгоритмов в системе оценивания знаний студентов, а также реальные условия анализа преподавателем процесса оценивания. В статье использованы методы качественного, математического и компьютерного моделирования, предполагающие создание компьютерной программы, проведение ряда компьютерных имитаций и анализ полученных результатов.

**Ключевые слова:** цифровое образование, методика самостоятельного обучения, нечеткой модели, Алгоритм Такэги–Сугено (TS), Алгоритм Мамдани

**Abstract:** The article presents the algorithmic foundations for applying uncertain-deterministic algorithms in the student assessment system, as well as the real conditions for the teacher's analysis of the assessment process. The article utilizes qualitative, mathematical, and computer modeling methods, which involve creating a computer program, conducting a series of computer simulations, and analyzing the obtained results.

**Keywords:** digital education, independent learning methodology, fuzzy model, Takegi-Sugeno (TS) algorithm, Mamdani algorithm

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время современные условия цифровизации образования требуют от педагогической науки и практики внедрения новых подходов к оценке знаний студентов, особенно к анализу их самостоятельной учебной деятельности. В этих условиях особую актуальность приобретает применение нечетко-детерминированных алгоритмов.

Под нечетким детерминированным алгоритмом в рамках цифровой педагогической диагностики следует понимать формализованную вычислительную модель, реализующую поэтапную (детерминированную) процедуру обработки лингвистически нечетких, неполных или субъективно окрашенных данных с целью принятия обоснованного педагогического решения. Главная особенность таких алгоритмов заключается в том, что они сохраняют логическую последовательную структуру[1,2].

### МЕТОДОЛОГИЯ

Научная сущность нечетко-детерминированных алгоритмов основана на интеграции принципов нечеткой логики Л.Заде и концепций формальной логики управления, что позволяет описать сложные педагогические ситуации в условиях многозначности, информационной неопределенности и неполноты наблюдения поведения или когнитивных особенностей учащихся.

Теоретическая основа нечетко-детерминистических алгоритмов основана на синтезе идей теории нечетких множеств Л.Заде и формальной логики принятия решений. В рамках педагогических приложений такие алгоритмы позволяют обрабатывать количественные (время выполнения задания, количество попыток, баллы) и качественные параметры (уровень активности, специфичность, полнота раскрытия темы), объединяя их в интегральную оценку через производственные правила, такие как "если - то" [3].

Нечетко-детерминистические алгоритмы объединяют принципы нечеткой логики и классической логики принятия решений, что позволяет формализовать оценочную деятельность преподавателя в условиях информационной неопределенности. Они особенно эффективны там, где необходимо учитывать не только количественные параметры (время выполнения задания, количество допущенных ошибок), но и качественные аспекты (степень оригинальности, активность, креативность), которые трудно формализуются в традиционных шкалах. Именно за счёт этого достигается не только объективизация результата, но и повышение мотивационного потенциала оценочной деятельности.

Такие алгоритмы основываются на продукционных правилах типа «если-то», где каждый параметр описывается лингвистически и характеризуется определённой степенью уверенности. Например,:

- если студент выполнил задание частично, но с высокой оригинальностью, то оценка может быть «хорошо» с уровнем уверенности 0,7;
- если работа выполнена без ошибок, но с задержкой, то результат — «удовлетворительно» с уровнем уверенности 0,6 и т.д. [4,5].

В Узбекистане концепции построения систем педагогической диагностики на основе нечеткой логики представлены в работах Ш. Шермухамедова, А. Абдуганиева, С.М. Жураева и других. Особого внимания заслуживают исследования заслуживают исследования С.М. Жураева, который предложил многоуровневую систему оценки компетенций на основе лингвистических переменных: «низкий», «средний», «высокий» и «отличный уровень». При этом каждое значение не фиксировано, а определяется через комбинацию таких параметров, как регулярность, активность, уникальность контента, временные затраты и др [6].

В модели Жураева также реализован блок динамической адаптации оценки: если наблюдается рост активности студента в течение семестра, система повышает вес последних работ, позволяя отразить прогресс. Кроме того, при

наличии противоречивых данных система предоставляет преподавателю рекомендации по дополнительной проверке или индивидуальной беседе.

#### Механизмы логического вывода

Алгоритм Мамдани, разработанный Эбрахимом Мамдани в 1975 году, представляет собой одну из наиболее широко применяемых моделей нечёткого логического вывода, используемую в интеллектуальных системах управления, инженерии знаний и в последние десятилетия — в образовательной аналитике.

Ключевой характеристикой алгоритма Мамдани является использование лингвистических правил вида «если – то», в которых как условия (предпосылки), так и выводы (следствия) формулируются в терминах нечетких множеств. Это позволяет моделировать процессы, основанные на качественных оценках, таких как «высокая активность», «средняя точность», «низкий уровень мотивации» и т.д.

Алгоритм состоит из четырёх последовательных этапов:

Первый этап — фаззификация — предполагает преобразование чётких входных значений в нечеткие множества на основе заданных функций принадлежности.

Второй этап — применение правил — заключается в оценке степени истинности каждого продукционного правила, активирующегося на основе фаззифицированных входных данных.

Третий этап — агрегация выходных множеств — объединяет результаты всех сработавших правил в одно обобщённое нечеткое множество. Четвёртый этап — дефаззификация — направлен на преобразование результирующего нечеткого множества в конкретное числовое значение, представляющее, например, итоговую педагогическую оценку [7,8].

Наиболее часто используемым методом дефаззификации является метод центра тяжести (centroid method), обеспечивающий получение усреднённого значения по распределению степени принадлежности выходного множества.

Алгоритм Такэги–Сугено (TS) представляет собой формализованный тип нечеткого логического вывода, предложенный Такаги и Сугено в 1985 году. В отличие от алгоритма Мамдани, где выход представлен в виде нечеткого множества, в TS-алгоритме вывод каждого правила определяется чёткой функцией, как правило, линейной или полиномиальной, от входных переменных. Это делает данный алгоритм особенно эффективным для реализации в вычислительных системах, где важна точность числового результата при сохранении гибкости в интерпретации входной информации.

Структурно алгоритм Такэги–Сугено включает в себя несколько этапов. На первом этапе осуществляется фаззификация входных данных — числовые значения параметров (например, количество ошибок, уровень активности, время выполнения задания) переводятся в степень принадлежности тем или

иным лингвистическим категориям (например, «высокий уровень», «низкая точность» и др.) с помощью заданных функций принадлежности.

На втором этапе осуществляется расчёт весов срабатывания правил, в процессе которого определяется степень соответствия каждого правила текущему состоянию входных параметров. Вес правила рассчитывается как произведение степеней принадлежности всех входных переменных его предпосылкам. Этот вес будет использоваться в последующем взвешивании выходных значений [9].

На третьем этапе происходит вычисление выходных значений по каждой активированной функции. Здесь отличие от Мамдани заключается в том, что результат правила не является нечетким множеством, а рассчитывается по математической формуле, заданной в теле правила. Например:

если активность высокая и точность средняя, то оценка =  $0.6 \cdot X1 + 0.4 \cdot X2$ .

Четвёртый этап — агрегация результатов, которая осуществляется методом взвешенного суммирования. Каждое значение выхода умножается на соответствующий вес правила, после чего результирующее значение определяется как сумма всех произведений, делённая на сумму весов. Таким образом, итоговая оценка представляет собой количественно устойчивый, формально обоснованный результат.

Благодаря своей числовой природе алгоритм Такэги–Сугено демонстрирует высокую точность и предсказуемость при оценке учебной деятельности, особенно в автоматизированных системах контроля и адаптивных платформах электронного обучения. Он также лучше поддаётся машинному обучению и легко масштабируется при увеличении числа входных переменных.

- Фаззификация данных;
- Расчёт весов правил;
- Применение математических функций;
- Взвешенное суммирование.

Оба алгоритма применимы в педагогике, однако Мамдани чаще используется при необходимости экспертной интерпретации, тогда как Такэги–Сугено — при количественном анализе и автоматизации [10,11].

#### ВЫВОД

Проведённый теоретический анализ позволил сформулировать следующие ключевые положения:

Мировой научный опыт (работы Л.Заде, Э.Мамдани и др.) в анализе образования, в частности,

Раскрытие научной сущности нечетко-детерминированных алгоритмов показало эффективность нечетко-детерминированных алгоритмов в формировании связи.

В педагогике нашей страны (Ш.Шермухамедов, А.Абдуганиев, С.М.Жураев и др.) предложил многоуровневую систему оценки а также оценки для поддержки самостоятельной образовательной деятельности

"низкий," "средний," "высокий" и "отличный уровни." При этом каждое значение определялось не строго, а комбинацией таких параметров, как регулярность, активность, уникальность контента, затраты времени и т.д.

Нечетко-детерминированные алгоритмы позволяют построить системы оценки, учитывающие объективные и субъективные показатели, такие как уровень активности, затраты времени, специфичность исполнения и т.д. Это создает основу для гибкой и справедливой оценки.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Seitnazarov K.K., Mambetkarimov B.M. Development and application of a digital educational resource for teaching programming in higher education institutions // Mental Enlightenment Scientific-Methodological Journal. – 2024. – Т. 5. – №. 03. – С. 187-196.
2. Seitnazarov K.K., Bazarbaeva A.K. METHODOLOGY FOR ASSESSING THE ECTS CREDIT SYSTEM IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN WESTERN EUROPE // Modern Science and Research. – 2024. – Т. 3. – №. 2. – С. 728-731.
3. Seitnazarov K.K. Qat'iymas bo 'lgan ma'lumotlarning ko'pligi sharoitida otm talabalarining bilimni baholashda qarorlar qabul qilish // Komputer texnologiyalari. – 2022. – Т. 1. – №. 10.
4. Bazarbaeva A.K., Seitnazarov K.K. G'ARBIY EVROPA OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA ECTS KREDIT TIZIMINI BAXOLASH METODIKASI. – 2024.
5. K.K. Seytnazarov. K.I. Kalimbetov. The processes of organizing teaching students' algorithms and models/ academia: an international multidisciplinary research journal II (2), 527-533
6. K.K. Seytnazarov. K.I. Kalimbetov. Информатика фанини ўқитишда самарали методларни танлаб олишда қарорлар қабул қилиш тизими/ academic research in educational sciences 2 (cspi conference 1), 755-759
7. K.K. Seytnazarov. Development of decision-making algorithms based on irreversible mathematical calculations in the assessment of students' knowledge/ nveo-natural volatiles & essential oils journal| nveo, 13717-13723
8. Mambetkarimov B.M. Oliy ta'lim muassasalarida interfaol darsni tashkil etishning umumiy tamoyillari va algoritmi. // Fizika, matematika va informatika. – Toshkent, 2023. – №5. – В. 77-88.
9. Mambetkarimov B.M. Oliy ta'lim muassasalarida talabalariga dasturlash tillarini o'rgatishda o'yin texnologiyalarni qo'llash. // Ilm sarchashmalari. – Urganch, 2023. – В. 110-116.
10. Bazarbaeva A.K. Innovative Approach to Assessing University Students. // Naturalista campano ISSN: 1827-7160 Volume 28 Issue 1, – Italya, 2024. – P. 1304-1311. <https://museonaturalistico.it/index.php/journal/article/view/250>



Il. Auezova R.K, -Talabalarning ilmiy- ishlarini tashkillashtirishda STEAM – texnologiyalarni qo'llash//jild. 1 № 1 (2024): “Raqamli iqtisodiyot va sun'iy intellekt texnologiyalarining jamiyat rivojlanishidagi ahamiyati” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya.