

УДК 378.147.091.31

на правах рукописи



БЕКТЕНОВА АСЕЛЬ МЕРГАЛЫЕВНА

**Разработка информационных моделей и методов многокритериального
формирования индивидуальной траектории развития одаренности
учащихся**

8D06101 - Информационные системы (по отраслям)

Диссертация на соискание степени
доктора философии (Phd)

Научный консультант
к.ф.-м.н., ассоциированный
профессор, Денисова Н.Ф.

Зарубежный научный
консультант д.т.н, профессор,
Бобров Л.К.

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ С ФОКУСОМ НА ВЫЯВЛЕНИЕ ОДАРЕННОСТИ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ	13
1.1 Современное состояние исследований в области дифференциации обучения в условиях информатизации образования по выявлению и развитию одаренности	13
1.2 Системы адаптивного обучения	19
1.3 Модели цифровых компетенций для формирования.....	27
индивидуальной траекторий	27
Вывод по первому разделу	35
2 МОДЕЛЬ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ	38
2.1 Использование интеллект-карт для оценки академической одаренности учащихся	38
2.2 Формирование малых групп для выявления одаренности на основе метода центроидов	48
2.3 Формирование индивидуальной траектории учащихся на базе продукционных правил по ИТ компетенциям	57
2.4 Разработка модели дифференцированного обучения на базе нечетких множеств с использованием матрицу парных сравнений.....	77
Вывод по второму разделу	90
3 РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ	91
3.1 Модель профиля обучаемого	91
3.2 Модель компетенций обучаемого и алгоритм ее разработки.....	93
3.3 Продукционная модель оценки соответствия критериев с учетом индивидуальных характеристик учащегося по различным направлениям.....	94
3.4 Алгоритм формирования программы дифференцированного обучения	104
Выводы по третьему разделу	108

4	АРХИТЕКТУРА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ	109
4.1	Функциональное обеспечение образовательной платформы для разработки индивидуальной траекторий	109
4.2	Архитектура образовательной платформы дифференцированного обучения	112
4.2.1	Программная архитектура.....	113
4.3	Архитектура базы данных	115
4.4	Реализация системы дифференцированного обучения	119
	Выводы по четвертому разделу	131
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	132
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	134
	Приложение А.	145
	Приложение Б	146
	Приложение В.....	148

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

СТ РК 34.011 -2002. Информационная технология. Технологические факторы, определяющие работоспособность программных средств.

Государственная программа «Цифровой Казахстан»: принята 12 декабря 2017 года Постановлением Правительства Республики Казахстан, № 827.

Государственная программа развития науки и образования на 2020-2025 годы: принята 27 декабря 2019 года Постановлением Правительства Республики Казахстан от № 988.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей диссертации использованы следующие термины с соответствующими сокращениями:

РК	Республика Казахстан
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
НИШ	Назарбаев Интеллектуальные школы
ИКОС	Информационно-коммуникационная образовательная среда
ИС	Информационная система
СУШ	Система управления школой
ЕИОС	Единая информационная образовательная среда
ИСУО	Информационная система управления образованием
МООК	Массовые открытые онлайн-курсы
ОПДО	Образовательная платформа дифференцированного обучения

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Развитие инновационной экономики тесно связано с обучением квалифицированных специалистов с самого начала образования. Школьная система играет важную роль в формировании основных знаний, навыков и умений, которые необходимы для успешной работы в инновационной области [24]. Эффективное изменение системы образования в школах требует комплексного подхода, который включает в себя обновление учебных программ, использование современных методов обучения, поддержку учителей и улучшение инфраструктуры. Основным фокусом такого обновления является укрепление внимания к образованию в области науки, технологий, инженерии и математики (STEM), а также развитие навыков критического мышления, творчества и коммуникации [25].

Тем не менее, существующая образовательная система имеет свои недостатки. Оценка уровня грамотности и компетенций населения Казахстана указывает на значительное отставание от многих других стран мира. По данным Международной программы оценки компетенций взрослых ОЭСР, Казахстан занимает 34-е место по чтению, 33-е место по математической грамотности и 32-е место по грамотности в области информационных и коммуникационных технологий среди соответствующего числа стран [142-144].

Эти результаты значительно ниже среднего значения для стран-членов ОЭСР, что подчеркивает необходимость срочных мер по улучшению школьной системы образования. Особое внимание должно быть уделено компетентностному подходу с учетом последних тенденций в сфере информационных технологий [146].

Сектор информационных технологий может быть определен как динамичная и быстро меняющаяся область, что также способствует активному развитию современных образовательных стратегий. Одним из таких подходов является индивидуализированное обучение, которое направлено на формирование учебного процесса, где методы и стили обучения "подстраиваются" под учащегося и адаптируются под его потребности. Этот метод также лежит в основе обновленного содержания программ, ориентированных на развитие компетенций, внедренных в школы Казахстана [147-152]. Согласно результатам международного исследования "Прогресс в информированности. Понимание реализации индивидуализированного обучения и его последствий", ученики демонстрируют наилучшие результаты в тех школах, где особое внимание уделяется индивидуализированному подходу. Центр цифрового образования США провел опрос национальных школ страны в 2018 году. 90%

респондентов отметили, что они внедряют компьютерные технологии и привлекают специалистов, чтобы обеспечить индивидуализированный подход к обучению. Журнал FORBES также признал дифференцированное обучение одним из главных трендов в образовании в 2019 году. Эксперты отмечают высокую социальную важность такого подхода [154].

Концепцию дифференцированного подхода можно проследить до Я.А. Коменского. В своих трудах он отмечал, что "истинным преподавателем является тот, кто адаптирует свои методы обучения к индивидуальным особенностям каждого ученика". Коменский акцентировал внимание на важности структурирования учебного процесса таким образом, чтобы ученики были разделены на шесть групп в соответствии с их индивидуальными способностями, и предлагал методы преодоления трудностей для каждой из этих групп [144-145].

Изначальное понятие "дифференцированный подход" в сфере образования возникло за границей в начале XX века благодаря исследованиям таких ученых, как К. Роджерс, А. Маслоу, Р. Мей и Ф. Франкль [18].

В современной академической среде обсуждаются подходы к индивидуализированному обучению в основном в контексте разработки технологий дистанционного обучения и дифференциации обучения. Среди иностранных исследователей можно выделить работы А. Canales Cruz и А. Pena-Ayala (разработка веб-системы образования, ориентированной на потребности каждого учащегося) [148], D. Worsley, E. Fox, J. Landzberg и А. Paragiotas (индивидуализация обучения через групповое взаимодействие) [159], S. Wilson, O. Liber, M. Johnson, P. Beauvoir, P. Sharpies и С. Milligan (разработка индивидуальных образовательных сред) [161], М. Martin (персонализированное обучение как средство профессионального развития) [157], и А.А. Власенко (разработка адаптивной системы дистанционного обучения, создание модели обучающегося для адаптивной системы обучения) [158].

Все методы и исследования авторов нацелены на индивидуализацию образования, что способствует развитию потенциала детей с выдающимися способностями. Работа с одаренными детьми направлена на полное раскрытие их талантов, и именно на этом основывается специализация в этой области [163]. Для этого требуется создание специализированной образовательной среды, которая эффективно поддерживает этот процесс. Важным условием является обеспечение полного доступа обучающихся к учебным ресурсам. Современные технологии позволяют обеспечить это. Для этого образовательные учреждения должны иметь доступ к информационным ресурсам и обеспечить удаленный доступ через интернет. В таких условиях компьютер становится ключевым инструментом обучения. Рассмотрим, как

электронные учебные ресурсы используются для развития способностей одаренных детей [161-162].

Технические аспекты внедрения индивидуализированного обучения в научных исследованиях рассматриваются через призму концепции "информационно-коммуникационной образовательной среды" (ИКОС)[163]. Эта концепция описывает совокупность элементов учебного процесса (материалы, методы, формы, средства обучения и коммуникации), основанных на информационных технологиях, которые позволяют обучающимся и преподавателям создавать учебные задания и активности [164]. Функциональные возможности ИКОС позволяют говорить о создании персонализированной образовательной среды (ПОС) на основе информационно-коммуникационных технологий. ПОС формируется путем адаптации структурных компонентов ИКОС в соответствии с целями, планируемыми результатами, содержанием обучения, а также потребностями и способностями обучаемых [159].

В Казахстане реализуются несколько государственных программ, направленных на цифровизацию науки и образования, ключевой из которых является Государственная программа развития образования и науки Республики Казахстан на 2020-2025 годы. Эта программа включает в себя множество инициатив, направленных на модернизацию образовательной системы и улучшение научной инфраструктуры. Основные направления цифровизации в области образования и науки:

Модернизация образовательной инфраструктуры: Программа предусматривает обеспечение всех школ высокоскоростным интернетом. К 2023 году уже подключены 49% школ, а к новому учебному году этот показатель должен достигнуть 100%

STEM-образование и робототехника: В 16 педагогических вузах внедрены лаборатории робототехники, что способствует развитию STEM-образования. Также обновляются образовательные программы и внедряются инновационные подходы к преподаванию, такие как предметно-ориентированное языковое обучение (CLIL).

Развитие цифровых навыков: Программа направлена на повышение уровня цифровой грамотности среди населения, особенно среди молодежи и специалистов. В вузах создаются ИКТ-кафедры и центры компетенций, что позволяет сблизить индустрию и образование.

Программа "Цифровой Казахстан" направлена на ускорение темпов цифровизации в различных сферах жизнедеятельности страны, чтобы обеспечить экономический рост, повышение качества жизни граждан и улучшение позиций Казахстана на мировой арене.

На государственном уровне внимание уделяется важным задачам перехода на новые передовые технологии обучения с использованием информационных технологий. В соответствии с Государственной программой развития науки и образования на период с 2020 по 2025 годы и Государственной программой "Цифровой Казахстан" развитие цифровых образовательных ресурсов, цифровых платформ для онлайн-курсов и автоматизация услуг являются важными задачами, которые способствуют внедрению смешанного формата обучения. Модель традиционного обучения постепенно устаревает из-за изменений потребностей цифрового общества и активного воздействия внешней среды. Система образования Казахстана стремится изменить старый формат обучения в сторону дифференцированного подхода. Возникают такие актуальные вопросы, как развитие цифровой образовательной среды в школах, формирование цифровых компетенций учащихся, создание личных образовательных траекторий в школьной цифровой среде, а также разработка информационных технологий, моделей и алгоритмов, которые позволяют адаптировать учебные программы под индивидуальные характеристики учащихся. Таким образом, **актуальность** диссертационной работы связана с решением проблемы по разработке информационных моделей и методов многокритериального формирования индивидуальной траектории с фокусом на развития одаренности учащихся, позволяющей повысить качество и эффективность образовательного процесса в школах РК.

Объектом исследования является процесс внедрения формирование траектории индивидуализированного обучения с поддержкой информационных технологий.

Предметом исследования являются модели формирования траектории индивидуализированного обучения, на основе применения современных информационных технологий.

Цель исследования заключается в разработке моделей и методов многокритериального дифференцированного обучения с фокусом на развитие цифровых компетенций, позволяющей повысить качество и эффективность образовательного процесса в школах РК.

Задачи исследования:

- осуществить аналитическое сопоставление настоящих методов индивидуализированного обучения и современных цифровых образовательных платформ;

- разработать модели оценки компетенций учащихся при индивидуализированном обучении, опираясь на методы нечеткой логики и продукционные правила;

- разработать алгоритм формирования индивидуальной траекторий учащегося, овладения компетенциями на основе индивидуальных показателей;

- спроектировать архитектуру платформы поддержки дифференцированного обучения.

Методы исследования. Научные результаты диссертационной работы получены на основе методов теории принятия решений, методов экспертных оценок, методов статистической обработки информации, метода центроидов, метода матриц парных сравнений и метода нечеткой логики.

Научная новизна. Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что предложена методика формирования индивидуальной траекторий развития одаренности учитывающая несколько критериев, позволяющая овладеть установленными компетенциями и учитывающая индивидуальные характеристики учащихся, с применением современных информационных технологии поддержки дифференцированного формата обучения.

Основные научные положения, выносимые на защиту и обладающие признаками научной новизны:

1. Модель выявления уровня одаренности и дифференциации учащихся на основе поэтапного применения нескольких методов: центроидов, согласованности матриц парных сравнений и нечеткой логики;

2. Модель оценки компетенций учащихся при индивидуализированном обучении разработанная с применением методов нечеткой логики и продукционных правил для поддержки дифференцированного формата обучения;

3. Алгоритм формирования многокритериальной индивидуальной траекторий развития одаренности, позволяющий овладеть установленными компетенциями и учитывающий индивидуальные характеристики обучающегося;

4. Платформа поддержки дифференцированного обучения с интеллектуальным модулем принятия решений по формированию траектории обучения.

Практическая ценность результатов исследования. В результате проведенных исследований предложено архитектурное решение, разработаны модели и алгоритмы информационной технологии поддержки дифференцированного обучения, реализованные в виде образовательной платформы. Полученные результаты могут быть использованы в качестве элементов информационной системы для формирования индивидуальной траектории обучения.

Результаты исследований используются в сети Назарбаев Интеллектуальных школ РК.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на следующих международных конференциях: IV Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых (Казахстан, г.Усть-Каменогорск, 2020) [83]; Сборник статей международной научно-практической конференции «Наука высших школ 2021». (Шымкент, 2021) [84]; Сборник трудов всероссийской конференции о

математике с международным участием. (Россия, Барнаул 2022)[72]; Journal of Theoretical and Applied Information Technology[86]; Journal of Theoretical and Applied Information Technology[85]; Вестник КарТУ им.А.Сагинова раздел «Автоматика. Энергетика. ИКТ» [142,164]; Вестник ВКТУ им.Д.Серикбаева, серия «Информационные системы» [143, 165, 166].

Публикаций. По теме диссертационной работы опубликовано 10 научных работ, из них 1 статья в журнале, входящем в базу данных Scopus (перцентиль по CiteScore равный 57%), 5 статьи в изданиях, рекомендованных уполномоченным органом МНВО РК, 1 статья в научном журнале «МАК» (Россия), 3 – в трудах международных конференций (1 из которых имеется в базе данных Scopus).

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников из 166 наименований, приложений. Диссертация включает 59 рисунков, 14 таблиц. Общий объем диссертации составляет 140 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, объект, предмет, цель, задачи и методы исследования. Определены: научная новизна, научные положения, практическая ценность и реализация результатов работы, приведены данные о публикациях и апробациях работы.

В первом разделе проведен анализ текущего положения дел во внедрении дифференцированного обучения в образовательные учреждения. Определено дифференцированное обучение как модель образования, в которой учебные программы, методы обучения и стратегии адаптируются с учетом индивидуальных потребностей, интересов и социокультурного контекста для каждого ученика. Выбор конкретного типа индивидуализации зависит от: целей обучения, характеристик учащихся и наличия организационных и технических ресурсов.

Во втором разделе приводится методика использования нескольких методов: метода центроидов, метода парных сравнений и методов нечеткой логики для формирования индивидуальной траекторий учащегося на основе личных компетенций и модели внедрения дифференцированного обучения. Рассмотрена модель дифференцированного обучения на основе нечеткой логики, рассмотрены интеллект карты обучающихся и проведен анализ по интеллект картам. Обработка интеллект карт проводилась с использованием адаптированного метода центроидов для оценки качества знаний. Также во втором разделе выполнена обработка персональных данных обучающихся по такой компетенции, как IT skills, для этого была сформирована база из 34 продукционных правил. В результате нескольких обработок данных была разработана методика многокритериальной комплексной оценки компетенций и сформированы траектории обучающихся, для этого использовался метод матрицы парных сравнений.

Третий раздел диссертационной работы посвящен разработке информационной платформы, которая включает в себя механизм

автоматизированного сбора данных из разных источников (профиля учащегося, интеллект карт, академических данных по обучающимся). Профиль учащегося состоит из двух частей: основной и специализированной. На базе многочисленных факторов разработана продукционная модель с входными данными. Выбранные ключевые характеристики для каждого типа компетенций приняты как необходимые при создании индивидуализированных образовательных программ. Проведенное исследование по определению набора факторов позволило разработать алгоритм формирования модели профиля учащегося.

В четвертом разделе диссертационной работы предложена концепция создания информационной технологии для поддержки индивидуализированного (с учетом дифференциации) образования с акцентом на раскрытие потенциала одаренных учащихся. Описана функциональное обеспечение для многокритериальной образовательной платформы дифференцированного обучения, которая приспособляется к разнообразным методам обучения и индивидуальным потребностям каждого ученика. Создана и представлена архитектура многокритериальной образовательной платформы дифференцированного обучения, также приведены программные структуры, концептуальные и реальные модели хранилища данных. Проведена апробация платформы для нескольких групп обучающихся. Результаты апробации показали эффективность использования предложенной методики обработки данных при организации дифференцированного обучения.

В заключительной части диссертации представляется список основных результатов и выводов исследования, из которых вытекают положения, представляемые для защиты. Также проводится оценка научной оригинальности и практической важности проведенного исследования.

1 ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ С ФОКУСОМ НА ВЫЯВЛЕНИЕ ОДАРЕННОСТИ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

1.1 Современное состояние исследований в области дифференциации обучения в условиях информатизации образования по выявлению и развитию одаренности

За прошедшие годы ученые выдвинули бесчисленное множество определений термина «одаренность». Поскольку это понятие охватывает множество различных областей жизни, лишь немногие учёные смогли дать наиболее точное и правильное определение, которое бы объединило разные точки зрения. Одним из них является Джозеф С. Рензулли, который в своей статье «What Makes Giftedness?: Reexamining a Definition», сосредоточив внимание на изучении ограничений в рассмотрении этого понятия и избегая субъективизма, попытался дать собственное точное определение «одаренности» детей и студентов [1]. Автор считает, что прежде чем объяснять термин «одаренность», необходимо понимать, что существует множество ограничений, способных загнать определение столь широкого понятия в невидимые рамки. Например, с консервативной точки зрения термин «одаренность» рискует быть раскрытым только с академической стороны личности, исключая другие сферы жизни, такие как искусство, музыка, ораторское искусство и другие [1]. Ведь на протяжении нескольких столетий одаренными считались только те люди, которые могли набрать верхний 1% по шкале интеллекта Стэнфорда-Бине, измеряющей лишь коэффициент интеллектуальных и академических способностей человека. Однако Джозеф С. Рензулли не совсем согласен с таким подходом и высказывает мысль, что пора расширить столь узкое и неточное определение одаренности и начать рассматривать одаренность как нечто большее. Точнее, автор предлагает трехмерное определение одаренности вместо использования единого критерия [1].

Таким образом, по мнению Джозефа С. Рензулли, одарённость — это совокупность трёх основных качеств одного человека, к которым относятся интеллектуальные способности, оцениваемые как выше среднего, высокий уровень приверженности различным задачам, а также высокий уровень творческих способностей (Рисунок 1.1). «Одаренными» с научно-педагогической точки зрения считаются те дети и студенты, которые сумели развить в себе эти сложные способности и еще способны эффективно применять их в основных ценных областях человеческой деятельности [1].

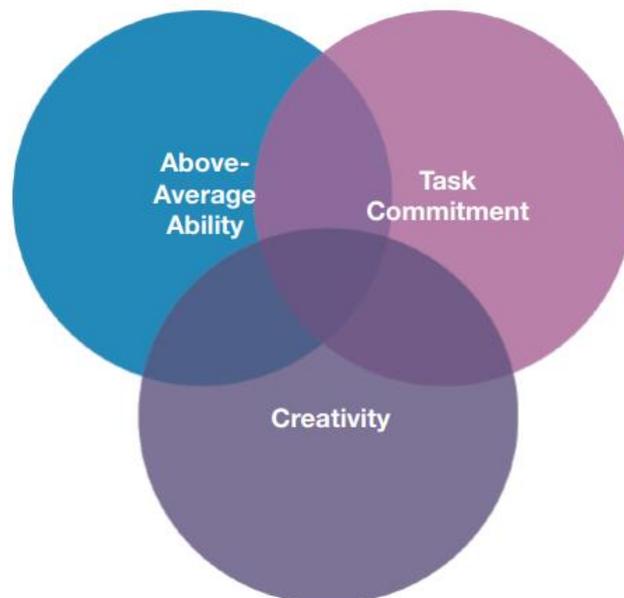


Рисунок 1.1 – Составные части одаренности

Диана Борисовна Богоявленская в своих трудах пишет, что одаренность нельзя измерять каким-то одним человеческим качеством, а наоборот, ее следует воспринимать как систему различных качеств психики, которая не только может развиваться с годами, но и дает человеку возможность достичь большие высоты во многих областях по сравнению с другими людьми [2]. Кроме того, автор выясняет, что если одаренность представляет собой столь сложную систему, то ее следует разделить на разные классификации, к ним относятся творческая одаренность, интеллектуальная одаренность, а также академическая одаренность, к которой относится легкость и быстрый темп усвоения данного материала и знаний в больших количествах [2]. Автор добавляет, что интеллектуально одаренные дети в большинстве своем очень умственно самостоятельны, могут без посторонней помощи дать решения более философским и глобальным проблемам научного мира (2010). Академически одаренные студенты обладают способностью быстро, а главное качественно усвоить любой материал любого уровня. Однако в большинстве случаев они могут добиться блестящих результатов, охватывая школьные и университетские знания, при небольшой помощи преподавателя [2].

При изучении одаренности Богоявленская также отмечает большой пробел в изучении этого понятия, так как до сих пор ученые не могут прийти к единой и общей единице измерения одаренности. Объяснение этому состоит в том, что наука и техника еще не достигли такого уровня, чтобы проводить систематический мониторинг всех компонентов одаренности. Это, в свою очередь, определенно приводит к проблемам измерения одаренности [3].

Тем временем авторы другой статьи «Identifying Gifted Students: Educator Beliefs Regarding Various Policies, Processes, and Procedures» смогли

рассмотреть проблему измерения и оценки одаренности более подробно. В результате исследования выяснилось, что сегодня на практике в образовательных учреждениях выявление одаренных учащихся среди других основывается только на их успеваемости и высоких интеллектуальных способностях [3]. Для выявления академически одаренного ребенка широко используются такие общие методы, как стандартизированные тесты, наблюдения педагогов, родителей и сверстников, а также оценка эффективности работы экспертами (табл. 1). При этом другие составляющие одаренности обычно не принимаются во внимание. Они отмечают, что самый классический способ выявить одаренных детей — это пройти тесты на IQ (коэффициент интеллекта), что на самом деле является традиционно надежным методом [3]. Преимущество этого метода выявления одарённых детей в том, что они абсолютно не предвзято относятся к разным культурам, расам, этническим меньшинствам и людям с социально низким уровнем жизни.

Стоит отметить, что существуют и другие методы выявления талантов и одаренных детей, например, Talent Search/SMPY, в котором используются тесты, позволяющие учащимся использовать свои способности к рассуждению и находить ответы для решения задач более высокого уровня. Интересно, что такое выявление одаренности представляет собой двухэтапный, но не совсем сложный процесс [3]. Первоначально человек проходит скрининг, который предполагает сдачу стандартизированных тестов, к ним относятся Stanford Test или Iowa Basic Skills Test. Этот этап обычно необходим для выявления людей, в основном студентов, набравших более 95 или 97 перцентилей. Что касается следующего этапа, для студентов проводится тест более высокого уровня, такой как Scholastic Aptitude Test или American College Test. Однако стоит признать, что, несмотря на то, что эти методы выявления одаренности обладают высокой достоверностью, они все равно смотрят на качество одаренности однобоко и искаженно, оценивая лишь академические способности учащихся [3].

Что касается выявления одаренных учащихся с точки зрения творчества и искусства, то Е. И. Гусева и ее коллеги смогли более детально раскрыть эту тему. По мнению авторов статьи «Диагностика одарённых детей», процесс выявления одаренности у учащихся должен начинаться с раннего детства. В выявлении одаренных учащихся активную роль играют, прежде всего, педагоги, которые, используя различные психолого-педагогические технологии и личностно-ориентированный подход в обучении детей, должны уметь отличать этих учащихся от большого числа других [4]. На основании этого авторы провели исследование, направленное на выявление основной предрасположенности детей к тому или иному виду одаренности, в том числе

интеллектуальной, академической или творческой одаренности. Выборку исследования составили учащиеся 5 и 6 классов в возрасте от 10 до 12 лет. Для данного исследования были использованы такие методы выявления одаренных людей, как «Карта одаренности» Хаана и Каффы, дополнительно тест креативности Торренса, а также тест интеллектуального потенциала П. Ржичана [4]. В ходе эксперимента были выявлены довольно существенные различия между конкретно творческими и интеллектуальными способностями студентов. Как выяснилось по результатам проведенных исследований, невероятно большую роль в формировании ребенка как творчески одаренной личности играет искусство, а не интеллектуальный потенциал.

В своей научной статье «Принципы и методы выявления одарённых детей» Холодная поясняет, что для выявления того или иного типа одаренности необходимо использовать специфические средства психодиагностики мозга человека [5]. А это означает, что фактически нет необходимости использовать тест Равена при необходимости выявления музыкально одаренных детей и подростков, так же как бессмысленно использовать тест вербальной креативности Гилфорда для оценки технической одаренности ребенка. Принимая это во внимание, М. А. Холодная выдвигает на научное обсуждение совершенно новый и наиболее адекватный метод выявления признаков одаренности у детей, учитывающий специфику одаренности особенно в детском возрасте и называющий его психодиагностическим мониторингом (2000) [5].

По ее словам, психодиагностический мониторинг, который следует использовать для выявления одаренных детей, отвечает большому количеству требований. Во-первых, этот мониторинг должен длиться такое количество времени, чтобы можно было без проблем зафиксировать и зафиксировать динамику одаренности ребенка, к тому же это не разовое обследование. Его следует проводить неоднократно, используя несколько измерительных процедур в соответствии с индивидуальными особенностями ребенка [5]. Психодиагностический мониторинг позволяет также оценить поведение ребенка не во всех сферах жизни, а в определенных, где способности ребенка могли бы быть применены. Особое внимание следует также обратить на то, что данный метод диагностики одаренных детей должен осуществляться в рамках образовательной среды ребенка и предполагает индивидуализированную стратегию обучения этого одаренного ребенка [5].

Сделав шаги по использованию компьютерных технологий в выявлении одарённых детей, указанные авторы открыли путь другим исследователям и учёным в этом направлении. Это доказывают авторы статьи «Современные возможности развития одаренных детей с помощью ИКТ» Ревунов С. Е.,

Бархатова О. М. и Долгова Д. С., раскрывающие тему использования информационно-коммуникационных технологий в работе с одаренными детьми. Они более подробно фокусируются на понимании того, как информационные технологии можно выгодно использовать, чтобы помочь одаренным детям в их дальнейшем развитии [6]. Например, главный аргумент заключается в том, что с помощью современных ИКТ мы можем обеспечить абсолютно открытый доступ к разнообразным учебным материалам для одаренных детей. К ним относятся различные мобильные тренинги, международные сайты, интерактивные доски и т. д. Одаренные дети получают возможность не только получать и анализировать предоставленную им информацию, но и умело создавать и конструировать эту информацию, используя эти инструменты [6].

Если быть точнее, примером успешного использования информационных технологий, способных способствовать развитию одаренных детей, являются виртуальные лаборатории, такие как Химическая лаборатория [7]. Это приложение подразумевает онлайн-лабораторию с реалистичными объектами. Например, у ребенка есть возможность выбрать химический стакан или химические ингредиенты для проведения того или иного научного эксперимента. В функции приложения входят все реальные химические вещества, которые присутствуют в любом лабораторном помещении, только все в онлайн-формате. Кроме того, все химические реакции очень реалистичны, отображаются реальные цвета реагентов. Таким образом, одаренный ребенок, который, например, не имеет возможности посещать лабораторию, оснащенную современной техникой, может развивать свои способности посредством информационных технологий, в том числе смартфона и компьютера (2020 г.) [7].

Современные методы информационных технологий также помогли создать видеорекламу для Буктрейлеров, способную помочь развитию одаренных детей не только в сфере искусства, но и в сфере аналитического мышления. Одаренным детям, чтобы успешно создавать буктрейлеры, необходимо прочитать определенную книгу и овладеть инструментами видеоредактора, записать видеорекламу к этой книге. Ключевая задача – не только пересказать сюжет, но и критически оценить и выделить основные моменты в этой книге. Используя такие платформы, как VideoPad (<https://www.nchsoftware.com/videopad/ru/>), они могут производить видеомонтаж своего проекта, используя весь свой творческий потенциал. Информационные технологии позволяют этим одаренным детям переозвучивать видеоролики, добавлять титры, создавать переходы между слайдами и загружать свой готовый Буктрейлер на любимую и самую популярную платформу YouTube. С такими современными технологическими

инструментами задача создания книжного трейлера для одаренного ребенка станет не только интересным занятием, но в то же время будет развивать и другие его скрытые способности [7]. Таким образом, используя эти инструменты современных информационных технологий, Ревунов и его коллеги смогли реализовать развитие одаренных детей.

Помимо этого, если Ревунов использовал информационные технологии для одаренных детей в рамках школы, то автор другой научной статьи Жукова О. Н. сосредоточила внимание на другой информационно-образовательной среде - университете. Она рассуждает о важности создания информационной системы научно-педагогической поддержки одарённых школьников в условиях образовательного портала [8]. Для этого одним из важнейших этапов является создание и реализация информационно-коммуникационной образовательной среды вуза и любой школы с помощью образовательного портала. Учитывая современные информационные технологии, портал может быть построен на базе Moodle. Это необходимо для того, чтобы дать возможность одаренным детям самостоятельно выбирать предметы или разделы этих предметов, которые они хотели бы изучать углубленно или, наоборот, ускоренно, сопутствуя тем самым развитию интеллектуальной одаренности школьников [8].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что анализ современной и научной литературы по проблемам одаренности детей школьного возраста показывает, что на сегодняшний день научные исследования в этой области совершенно недостаточны. В ходе анализа научных работ было дано точное и правильное определение понятия одаренности, рассмотрены три основных типа одаренности и уделено особое внимание выявлению и оценке одаренности у учащихся. Выявлено, что одним из наиболее перспективных и потенциально важных направлений работы с одаренными учащимися являются инструменты информационных технологий, в том числе создание специализированных порталов. Однако, как оказалось, имеющиеся зарубежные статьи носят в основном лишь констатирующий характер и на практике эти информационные технологии мало используются в работе с одаренными учениками.

Сделав анализ данных с целью выявления одаренности мы ясно можем сказать что можно использовать комплексные технологии, которые объединяют в себе различные методы и инструменты. Одним из них является методы машинного обучения, которые реально могут быть мощным инструментом для выявления признаков одаренности на основе исторических данных об успехах и достижениях. Это может быть реализовано с использованием различных алгоритмов классификации, таких как Random Forest, данный алгоритм является эффективным инструментом для

классификации и может использоваться для анализа данных об успехах и достижениях. В результате выполнения алгоритма формируется множество деревьев решений на основе подвыборок данных и случайных подмножеств признаков, что влияет на получение более точного и устойчивого прогноза. Также можно применить Нейронные сети (Neural Networks), которые позволяют обнаруживать сложные и нелинейные взаимосвязи в данных. Нейронные сети могут использоваться для анализа множества признаков, включая: академические оценки, результаты тестов, учебные и научные проекты, и другие данные, чтобы выявить паттерны, характерные для одаренных личностей.

Наиболее распространенным алгоритмом является градиентный бустинг (Gradient Boosting), метод является ансамблевым методом машинного обучения, который строит аддитивные модели, адаптируя их к остаткам предыдущих моделей. Он может быть эффективным для выявления тонких признаков одаренности, которые могут быть упущены другими методами. Также можно применить логистическую регрессию для прогнозирования вероятности принадлежности к классу одаренности на основе различных признаков и характеристик [9]. Эффективнее всего комбинировать выше приведенные алгоритмы при обработке данных и на основе данных алгоритмов разработать модели машинного обучения, которые помогут выявить признаки одаренности и потенциала учеников, сотрудников или других групп людей.

1.2 Системы адаптивного обучения

В контексте цифровой трансформации невозможно реализовать индивидуализированный подход к обучению без участия информационных систем и технологий. Сфера образования значительно продвинулась за счёт цифровизации, которая предоставила широкий спектр IT-решений. В современном мире цифровые инструменты становятся всё более существенным компонентом для создания эффективных и доступных образовательных сред [10]. Одним из ключевых аспектов, получивших значительное внимание, является дифференцированное обучение, обеспечивающее индивидуализированный подход к обучению в соответствии с потребностями каждого учащегося. В данном разделе мы рассмотрим, как цифровые образовательные платформы поддерживают дифференцированное обучение и какие перспективы они открывают [10].

Адаптивное обучение является методикой образовательного процесса, использующей технологии и данные для настройки учебного контента и методов в соответствии с индивидуальными потребностями каждого ученика.

В Казахстане эта методика набирает популярность и внедряется в различные образовательные инициативы в рамках цифровизации.

Основные аспекты адаптивного обучения:

- Персонализированный подход который включает использование данных о прогрессе и потребностях учащихся для создания индивидуализированных траекторий обучения.
- Применение алгоритмов и искусственного интеллекта для анализа данных и предоставления рекомендаций по учебным материалам и заданиям [11].

А также важнейшим аспектом является технологические решения которые способствуют внедрению электронных образовательных платформ и систем управления обучением, которые поддерживают адаптивные функции. Разработка и использование образовательного ПО, включающего адаптивные тесты и упражнения, которые подстраиваются под уровень знаний учащегося [11].

Основным преимуществом для учащихся является повышение мотивации и вовлеченности за счет предоставления учебных материалов, соответствующих текущему уровню знаний и интересам. Возможность прогрессировать в своем темпе и получать своевременную обратную связь.

Примеры и инициативы адаптивного обучения в Казахстане направлена на STEM-образование и единые образовательные платформы.

Внедрение лабораторий робототехники и STEM-программ, которые используют адаптивные технологии для улучшения процесса обучения. Это позволяет учащимся более эффективно осваивать сложные технические предметы [12]

Создание единой платформы для школ и университетов, которая включает адаптивные функции, такие как мониторинг прогресса учащихся и персонализированные учебные маршруты [12].

Повышение цифровой грамотности это и есть программы по развитию цифровых навыков у педагогов и учащихся, что включает обучение работе с адаптивными образовательными технологиями и платформами [12].

В области адаптивного обучения ученые представили множество исследований, демонстрирующих значительные результаты применения различных систем, которые способствуют повышению эффективности образовательного процесса. Эти исследования показали, что использование адаптивных технологий может значительно улучшить качество обучения и индивидуализировать образовательный опыт учащихся.

Существует множество различных способов реализации адаптивного обучения. Например, И. А. Кречетов и В. В. Романенко исследовали практическое применение методов и технологий адаптивного обучения для

создания оптимальной траектории изучения студентом модулей электронного курса [22]. Khosravi, Sadiq, и Gasevic делятся опытом внедрения адаптивной системы обучения RiPPLE, показавшей, что привлечение студентов к созданию учебных ресурсов эффективно использует их творческий потенциал и улучшает результаты обучения [23]. Исследователи утверждают, что адаптивное обучение помогает студентам лучше осознавать свои учебные потребности, а расширение возможностей преподавателей с помощью образовательных инструментов, аналитики и технической поддержки может повысить качество преподавания. Н. И. Наумкин и коллеги, рассматривая модель индивидуальных образовательных траекторий для инженерного образования, разработали алгоритм ее создания с использованием концептуально-целевого, нормативно-организационного, проектно-технологического, рефлексивно-оценочного и коррекционного компонентов [24]. В. И. Токтарова и Д. Р. Маматов предложили применять адаптивное обучение на основе познавательных стилей учащихся [25]. Ю. В. Вайнштейн с коллегами разработали трехступенчатую систему адаптации учебного контента [26].

Цифровые педагогические средства предоставляют учителям и учащимся мощные средства для индивидуализации обучения. Адаптивные программы и приложения способны анализировать знания каждого ученика и предоставлять персонализированный контент и задания. Это позволяет обучающимся развиваться в соответствии с их собственным темпом и уровнем понимания [11]. Обогащают обучение разнообразными форматами и ресурсами. Видеоуроки, интерактивные задачи, веб-семинары и электронные учебники предоставляют различные методы передачи информации, что дает возможность обучающимся выбирать наиболее эффективный для них способ обучения [11].

Современные образовательные платформы снабжены мощными инструментами анализа, которые позволяют отслеживать прогресс учащихся и оценивать их успехи. Учителя получают возможность оперативно реагировать на потребности учащихся, предоставлять дополнительные материалы или рекомендации. Обратная связь становится более точной и невероятно ценной для коррекции обучения. А также цифровые образовательные среды поддерживают групповую работу и сотрудничество. Виртуальные классы, общие проекты и средства коммуникации обеспечивают обучающимся возможность взаимодействия и обмена знаниями. Это создает более поддерживающую и стимулирующую среду, где ученики могут учиться друг у друга. Обладают преимуществом в плане доступности. Специализированные инструменты и функции универсального дизайна

делают обучение более доступным для обучающихся с различными образовательными потребностями [11].

Цифровые образовательные среды становятся источником данных для исследований в области образования. Анализ эффективности различных методов и инструментов позволяет постоянно совершенствовать и улучшать образовательные практики. А также становятся ключевым компонентом современного образования, обеспечивая учащимся и педагогам средства для эффективного дифференцированного обучения. Их потенциал в обеспечении доступности, индивидуализации и поддержки коллективного обучения делает их ценным инструментом для достижения лучших [12].

Указанные аспекты представляют собой важные критерии для анализа цифровых образовательных сред и платформ с целью выявления одаренности учеников [13]. Давайте рассмотрим некоторые из них:

- Индивидуализация обучения: Платформы, предлагающие персонализированные курсы и уроки, могут эффективно адаптироваться под индивидуальные потребности и темпы усвоения каждого ученика, что способствует более точному выявлению и развитию их талантов.

- Разнообразие образовательных материалов: Широкий спектр образовательных ресурсов помогает учителям определить интересы и способности учеников в различных областях, создавая подходящую среду для их обучения и развития.

- Обратная связь и оценка: Детальная обратная связь и системы оценки успехов и прогресса помогают выявить и развить сильные стороны учеников, обеспечивая более точное понимание их способностей и потребностей.

- Аналитика успеваемости: Аналитические инструменты позволяют отслеживать успехи учеников и выявлять тенденции их обучения, что помогает выявить области, в которых они проявляют особый интерес и талант.

- Интерактивность и сотрудничество: Поддержка интерактивных методов обучения и сотрудничества между учениками способствует выявлению лидерских качеств, коммуникативных способностей и других аспектов одаренности.

- Доступ к продвинутым курсам и материалам: Обеспечение доступа к продвинутым курсам и материалам стимулирует развитие учеников, обладающих высокими способностями, и помогает им достичь своего максимального потенциала.

- Обучение по специальным программам: Специализированные программы для одаренных учеников предоставляют дополнительные возможности для их развития, учитывая их уникальные потребности и способности.

- Техническая поддержка и доступность: Наличие легко доступных и надежных технических ресурсов, что является одним из и поддержки обеспечивает беспрепятственное использование платформы для обучения всех учеников [14].

Если учесть всех эти аспекты оно способствует созданию эффективной образовательной среды, которая максимально раскрывает потенциал каждого ученика, включая тех, кто обладает выдающимися способностями.

Цифровые инновации играют важную роль в разработке передовых методов обучения. Дифференцированное обучение является основной сферой, в которой цифровые образовательные ресурсы проявляют свою эффективность и потенциал. Мы провели анализ нескольких цифровых образовательных сред и платформ, оценив их эффективность в рамках дифференцированного обучения, что подразумевает акцент на развитии и поддержке одаренности [15].

Основанная в 2008 году, одна из первых и наиболее известных адаптивных образовательных платформой является Knewton, использующая ИИ для создания персонализированных учебных маршрутов и предоставления рекомендаций по обучению. Платформа анализирует поведение и успеваемость учащихся, чтобы подстроить учебный материал под их индивидуальные потребности. Собирает и анализирует данные о прогрессе учащегося в реальном времени. На основе анализа данных Knewton предоставляет рекомендации по учебным материалам и заданиям, которые наилучшим образом соответствуют уровню знаний и потребностям каждого учащегося. Knewton интегрируется с различными системами управления обучением (LMS), что облегчает использование платформы в образовательных учреждениях. Используется он в различных образовательных учреждениях по всему миру, помогая учителям и преподавателям эффективно организовывать учебный процесс и улучшать результаты учащихся.

Основанная в 2011 году платформа для создания адаптивных и интерактивных учебных материалов позволяющая преподавателям создавать интерактивные и адаптивные учебные материалы это Smart Sparrow. Основными функциями и особенностями данной платформы является то что преподаватели могут создавать интерактивные уроки и задания с помощью встроенных инструментов. Платформа адаптирует учебные материалы в зависимости от успехов и затруднений учащегося во время выполнения заданий. Smart Sparrow предоставляет инструменты для мониторинга прогресса учащихся и анализа их результатов. Smart Sparrow активно используется в высших учебных заведениях и школах для улучшения качества образования и создания персонализированных учебных маршрутов.

ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces) - это система адаптивного обучения, разработанная на основе теории пространств знаний. Она оценивает уровень знаний учащегося и предоставляет учебные материалы, соответствующие его потребностям. Была разработана в 1999 году и активно используется в образовательных учреждениях. Система оценивает уровень знаний учащегося с помощью адаптивных тестов. На основе результатов оценки система предлагает учебные материалы, которые наилучшим образом подходят для дальнейшего обучения. ALEKS включает интерактивные упражнения, которые помогают учащимся укреплять свои знания и навыки. ALEKS используется в школах и университетах для обучения математике, химии и другим предметам, предоставляя учащимся персонализированные учебные планы и задания.

Coursera — одна из крупнейших онлайн-платформ для обучения, предлагающая курсы от ведущих университетов и компаний. Платформа использует адаптивные технологии для персонализации учебного опыта. Курсы на Coursera часто включают тесты, которые адаптируются под уровень знаний учащегося. На основе интересов и успеваемости учащегося платформа предлагает курсы и материалы, которые могут быть ему полезны. Видеолекции, тесты, задания и форумы для обсуждения способствуют интерактивному обучению.

Duolingo — популярное приложение для изучения языков, которое использует адаптивные технологии для улучшения учебного процесса. Платформа адаптирует сложность и содержание уроков в зависимости от успехов учащегося. Включает различные типы заданий, такие как перевод, прослушивание и говорение, которые помогают улучшать языковые навыки. Использование игровых элементов для повышения мотивации и вовлеченности учащихся.

Squirrel AI — китайская платформа для адаптивного обучения, использующая ИИ для персонализации учебного процесса, особенно в области математики и естественных наук. Платформа создает персонализированные учебные планы на основе анализа данных о прогрессе учащегося. Система использует диагностические тесты для определения уровня знаний учащегося и выявления пробелов в знаниях. На основе результатов диагностики предоставляются рекомендации по дальнейшему обучению.

Khan Academy предоставляет бесплатные онлайн-уроки и практику по различным предметам, используя адаптивную систему оценки знаний. Среди преимуществ данной платформы выделяются адаптивные уроки, возможность отслеживания прогресса и разнообразие предметов. Однако следует отметить некоторые ограничения, такие как отсутствие

интерактивных элементов и ограниченная поддержка сотрудничества и групповой работы. Khan Academy предоставляет инструменты для отслеживания прогресса учащихся, включая статистику прохождения уроков, выполнение упражнений и тестов [16]. Khan Academy предлагает бесплатные образовательные ресурсы по множеству предметов. Платформа использует адаптивные технологии для предоставления индивидуализированных учебных траекторий, предлагает упражнения, которые адаптируются под уровень знаний учащегося. Учащиеся и преподаватели могут отслеживать прогресс с помощью персонализированных панелей мониторинга. Это позволяет учителям и родителям наблюдать за успехами учеников и оценивать их потенциал. Если рассматривать использование Khan Academy в контексте выявления одаренности то оно позволяет учителям лишь индивидуализировать обучение, предоставить высококачественные учебные материалы и ресурсы, а также отслеживать прогресс учащихся в реальном времени [16].

Edpuzzle дает преподавателям возможность формировать интерактивные видеоуроки с вопросами, индивидуально адаптированными под уровень знаний каждого ученика. Среди преимуществ выделяются персонализированный контент, возможность мониторинга прогресса и наличие учебной аналитики. В то же время одним из недостатков является необходимость затрат времени на создание контента. Бакже если рассматривать использование Edpuzzle в контексте выявления одаренности оно позволяет учителям индивидуализировать обучение, предоставлять высококачественные учебные материалы и ресурсы, а также эффективно отслеживать прогресс учащихся и оценивать их потенциал [17].

SMART Learning Suite предоставляет цифровые инструменты для разработки интерактивных уроков, которые адаптируются под индивидуальные потребности учащихся. Преимущества включают в себя наличие интерактивных элементов, возможность коллективной работы и адаптивных уроков. Однако стоит отметить, что для полного использования функционала требуется наличие оборудования SMART Board [18].

Classkick предоставляет возможность создавать интерактивные задания и предоставлять обратную связь в реальном времени. Среди преимуществ данной платформы выделяются онлайн-коллаборация, мгновенная обратная связь и учет различных стилей обучения. Во время занятий учитель имеет возможность наблюдать за выполнением задач каждым учеником в реальном времени. Это приложение не только обеспечивает обратную связь, но также позволяет оказывать своевременную помощь, особенно тем ученикам, которые нуждаются в дополнительной поддержке, включая тех, кто временно не может посещать школу [19]. Такую платформу могут использовать не

только учителя, но и репетиторы. Более того, она может значительно расширить возможности оценки учащихся, внедряя качественные показатели их активности, что особенно важно для формирования всестороннего представления о их успехах. Следует учитывать, что для некоторых учителей использование Classkick может потребовать времени на освоение [19].

На базе школы НИШ ХБН г.Усть-каменогорск широко используется платформа Microsoft Teams — это средство для совместной работы, обладающее расширенными функциональностями для взаимодействия и коллективной работы. Входящий в состав пакета приложений Office 365, Teams предоставляет пользовательскую платформу для проведения онлайн-совещаний, обмена сообщениями, обмена файлами и совместной работы над документами. Платформа позволяет учителям создавать индивидуализированные каналы для каждого ученика, предоставлять материалы и задания в соответствии с их потребностями.

Microsoft Teams предоставляет множество возможностей для эффективной совместной работы и обмена информацией. Вот некоторые ключевые характеристики платформы:

Microsoft Teams не имеет специального модуля или интегрированной функции для выявления одаренности учащихся. Microsoft Teams - это платформа для обмена сообщениями, проведения видеоконференций, совместной работы над документами и организации учебных курсов, но она не включает специализированные инструменты для оценки или выявления одаренности. Однако, можно использовать Microsoft Teams в рамках процесса выявления одаренности, предоставляя доступ к различным образовательным ресурсам, предоставляя задания и следя за прогрессом учащихся. Кроме того, можно интегрировать в Teams сторонние приложения или инструменты, специально предназначенные для выявления и развития одаренности [20].

Представленные выше ресурсы, системы и технологий способствуют улучшению качества образования, позволяя учащимся получать персонализированные учебные материалы и задания, которые соответствуют их уровню знаний и потребностям. Однако они в первую очередь ориентированы на предоставление учебных материалов и заданий, а также на отслеживание прогресса обучения. Хотя эти инструменты могут помочь учителям замечать и поддерживать одаренных учеников, они сами по себе не предназначены для прямого выявления одаренности [20]. Применение различных современных технологий в обучении влияет на компетенции учащегося. Своем исследовании рассматриваем компетенций учащегося которые способствуют правильно выявить уровень одаренности, и по какому направлению в дальнейшем работать учителю для развития одаренности учащегося. Предлагается рассматривать следующие компетенции, такие, как

успеваемость, языковые компетенции, участие в различных проектах и олимпиадах, и результаты дифференцированных карт которую предоставляет психологическая служба. В основном все выше перечисленные ресурсы, системы и технологии по адаптивному обучению обеспечивают лишь поддержку дифференцированного обучения и индивидуализированного подхода к учащимся учебного процесса, что способствует развитию их уникальных способностей и потребностей, то есть выявить уровень одаренности и направленность навыков не могут. Например, использование MS Teams дает возможность загрузке и хранению материалов, назначению встреч, организаций каналов.

1.3 Модели цифровых компетенций для формирования индивидуальной траекторий

Рассмотрим несколько ведущих моделей цифровых навыков, которые помогают адаптировать обучение под индивидуальные потребности. Эти модели обеспечивают основу для персонализации образования, позволяя учащимся развивать навыки и компетенции в соответствии с их уникальными целями и потребностями. Выбор конкретной модели зависит от целей образовательной программы и потребностей обучающихся. Применение таких моделей способствует развитию цифровой грамотности и успешной адаптации к современной цифровой реальности [21].

В XIX веке целью образовательной системы было подготовить трудовую силу для ручного труда и административных позиций, отражая потребности промышленного общества того времени. В XX веке она сместилась в сторону принципов тейлоризма, уделяя внимание обучению квалифицированных рабочих и их руководителей для поддержания второй промышленной революции [22].

В современном мире, в эпоху цифровизации и глобализации, национальные образовательные системы должны приспосабливаться к новым вызовам. Теперь основным приоритетом образования становится обеспечение возможности обучения на протяжении всей жизни, чтобы люди могли развивать необходимые навыки и компетенции, которые востребованы в современном обществе.

Если рассмотреть Доклад Всемирного экономического форума "The Future of Jobs" выделяет важность подготовки к совершенно новым видам профессий, которые появятся в ближайшие десятилетия. Он отмечает, что 65% детей, начинающих свой образовательный путь в начальной школе сегодня, будут заниматься работами, которых еще нет на данный момент [23].

Цифровизация в сфере образования играет ключевую роль в изменении подходов к обучению. Внедрение информационных систем управления образованием (ИСУО) открывает путь к более эффективному управлению учебным процессом, становясь первым шагом в этом процессе.

Продвижение цифровых технологий далее способствует улучшению доступности и качества образования, особенно в высшем образовании. Массовые открытые онлайн-курсы (МООК) служат примером этого воздействия, предоставляя доступ к образовательным программам через интернет, что делает обучение доступным для широкого круга людей [24].

Цифровизация образования открывает новые горизонты для увеличения доступности, качества и эффективности образовательных программ, а также для адаптации систем образования к быстро меняющимся требованиям современного мира.

В настоящее время массовые открытые онлайн-курсы (МООК), доступные через системы управления обучением, такие как Coursera, привлекают миллионы учащихся со всего мира. Эти курсы позволяют получать образование в любое время и в любом месте, соответствуя статье 26.1 Всеобщей декларации прав человека о праве на образование и Цели устойчивого развития № 4 о качественном образовании. МООК также отвечают на потребность современных систем образования в предоставлении эффективного и качественного обучения на протяжении всей жизни [25].

Однако, как отмечают Муром и Кирсли (2011), качество обучения в МООК может значительно различаться. Несмотря на широкий доступ к образованию, предоставляемый МООК, важно осознавать, что не все курсы и платформы обеспечивают одинаково высокий уровень обучения. В этом контексте важно продолжать развивать и совершенствовать МООК, чтобы они могли стать действительно эффективным средством образования для всех.

Некоторые из платформ МООК, которые наиболее широко используются сегодня, включают Coursera, Edx, FUN, FutureLearn, Iversity, Rwaq, Veduca и XuetangX (Music, 2016). По оценкам, к 2017 году количество зарегистрированных пользователей на таких платформах выросло до 81 миллиона человек, по сравнению с 58 миллионами в 2016 году, 35 миллионами в 2015 году и предположительно 16–18 миллионами в 2014 году (Shah, 2015; Music, 2016) [25].

Цифровизация также оказала влияние на начальное и среднее образование, включая материально-техническое обеспечение, образовательные программы и методы преподавания. Она способствовала разработке вспомогательных технологий для людей с инвалидностью или

особыми образовательными потребностями, что способствует инклюзивности и равенству [26].

В современных условиях учителя все чаще внедряют цифровые методики обучения или интегрируют их в учебные программы, примером этого является растущая популярность метода "перевернутого класса". Тем не менее, внедрение цифрового и онлайн обучения в школах происходит медленнее и менее интенсивно, чем ожидалось, и его влияние на успеваемость учащихся остается слабым или неопределенным. Одной из возможных причин является то, что для эффективных занятий важно активное взаимодействие между учителем и учениками, и технологии могут отвлекать от этого важного человеческого контакта (OECD, 2015) [26].

Исследования и практический опыт указывают на недостаточную цифровую грамотность преподавателей и ограниченную готовность учебных заведений к использованию цифровых технологий. Следовательно, основными вызовами для современных образовательных систем являются способность учебных заведений и педагогов адаптироваться к новым технологиям и изменить свои роли в соответствии с появляющимися возможностями.

Результаты исследования CEDEFOP о профессиональных навыках и профессиях показывают, что для успешной работы в цифровой экономике необходимо обладать не только компьютерной грамотностью. Помимо специализированных технических навыков для различных профессий, взрослым, работающим в сферах, где требуются хотя бы базовые навыки в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), также необходимы когнитивные и социально-поведенческие навыки. Профессии, требующие высокого уровня владения ИКТ, сильно зависят от способности людей решать проблемы, учиться, адаптироваться к новым методам и технологиям, а также от глубоких технических знаний [27].

В наши дни достаточно различных цифровых сред проявляющие модели цифровых компетенций, которые представляют собой фреймворки или стандарты, которые определяют набор навыков, знаний и умений, необходимых для эффективного использования информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Наиболее распространенные модели цифровых компетенций — это европейская рамка цифровых компетенций для граждан (DigComp). Это фреймворк, разработанный Европейской комиссией, который описывает пять ключевых областей цифровых компетенций: информация и данные, коммуникация и совместная работа, создание контента, безопасность и проблемы, связанные с технологиями. DigComp представляет собой общий набор знаний, навыков и умений, которые помогают людям успешно ориентироваться в цифровой среде [28]. Этот

фреймворк состоит из следующих основных областей цифровых компетенций:

- Информация и данные (Information and Data Literacy): Включает умение и навыки поиска, оценки, анализа, интерпретации и использования информации и данных в цифровой среде. Это включает в себя умение определять источники информации, критически оценивать их достоверность и использовать информацию для принятия информированных решений.

- Коммуникация и совместная работа (Communication and Collaboration): Включает умение использовать цифровые технологии для эффективного общения и сотрудничества с другими людьми. Это включает в себя умение обмениваться информацией, идеями и материалами, а также работать в сетевых командных средах.

- Создание контента (Creating Digital Content): Включает умение создавать, редактировать и делиться различными типами цифрового контента, такими как тексты, изображения, видео, аудио и другие мультимедийные материалы. Это включает в себя умение использовать различные инструменты и приложения для создания и редактирования цифрового контента.

- Безопасность (Safety): Включает умение обеспечивать безопасность себя и других в цифровом пространстве, а также защищать личную информацию и данные от несанкционированного доступа, кражи или злоупотребления. Это включает в себя знание основных принципов кибербезопасности, умение распознавать угрозы и риски и принимать соответствующие меры предосторожности.

- Проблемы, связанные с технологиями (Problem Solving): Включает умение использовать цифровые технологии для решения различных задач и проблем, а также для поиска эффективных и инновационных решений. Это включает в себя умение адаптироваться к новым ситуациям, анализировать проблемы, разрабатывать стратегии и принимать решения на основе доступных ресурсов и инструментов [29].

DigComp представляет собой важный инструмент для оценки и развития цифровых компетенций граждан в Европейском союзе и за его пределами. Он используется в различных образовательных, профессиональных и общественных контекстах для поддержки цифровой грамотности и развития цифровых навыков у всех участников общества [30].

Рассмотрим следующую фреймворк цифровых компетенций ISTE (ISTE Standards) они представляют собой набор цифровых норм и ожиданий, разработанных Международным обществом технологий в образовании (ISTE) для учителей, учащихся, администраторов и образовательных лидеров. Эти стандарты определяют, как использовать технологии для эффективного

обучения и достижения образовательных целей, включая образование в области цифрового гражданства, творческого мышления, коммуникации и т. д. [31-33] Если более подробно описать стандарты цифровых компетенций ISTE то эти стандарты определяют, какие цифровые навыки и компетенции должны приобрести учащиеся для успешной адаптации в цифровом мире и обучения в 21 веке. Они включают в себя такие области, как творчество и инновации, коммуникация и сотрудничество, исследование и информационная грамотность, а также цифровое гражданство и ответственность. Также есть отдельные стандарты для учителей (ISTE Standards for Educators) которые определяют, как учителя должны использовать технологии для улучшения своего профессионального развития, учебного процесса и достижения образовательных целей. Они включают в себя такие области, как дизайн обучения, развитие профессиональных навыков, лидерство в области образовательных технологий, цифровое гражданство и профессиональная практика. Фреймворк включает себя стандарты для администраторов (ISTE Standards for Administrators) которые определяют роли администраторов в поддержке цифрового обучения и интеграции технологий в учебный процесс [32-33].

Они включают в себя такие области, как управление технологиями, внедрение образовательных инноваций, цифровое гражданство и управление изменениями. Еще одним ключевым моментом является то что этот Фреймворк включает в себя стандарты для образовательных лидеров (ISTE Standards for Coaches) которые описывают роли и обязанности образовательных лидеров, таких как координаторы технологий или инструкционные коучи, в обеспечении эффективного использования технологий в образовательном процессе. Они включают в себя такие области, как поддержка учителей, организация профессионального развития, оценка технологий и данные, а также цифровое гражданство и этика[34].

Все эти стандарты цифровых компетенций ISTE представляют собой важный фреймворк для интеграции технологий в образовательную практику и поддержки цифрового обучения и развития в школах и учебных заведениях. Они ориентированы на создание условий для успешного обучения и развития учащихся в современном цифровом мире.

Фреймворк цифровых навыков (Digital Skills Framework) охватывает широкий спектр цифровых навыков, включая базовые навыки, такие как основы компьютерной грамотности и интернет-навыки, а также более продвинутые навыки, такие как аналитическое мышление, критическое мышление и решение проблем. Он описывает различные аспекты цифровой грамотности и навыков, необходимых для успешной адаптации в цифровом мире, а также предоставляет обширный набор навыков и компетенций,

необходимых для успешной работы и обучения в современном цифровом мире [35-38]. Помогает ориентироваться в различных аспектах цифровой среды и эффективно использовать технологии для достижения личных и профессиональных целей.

Эти модели и фреймворки помогают организациям, учреждениям и учебным заведениям определить, развивать и оценивать цифровые компетенции учащихся, преподавателей и работников. Они служат основой для разработки учебных программ, оценки уровня цифровых навыков и планирования профессионального развития [39].

Из проведенного комплексного анализа существующих цифровых образовательных сред (ЦОС) можно сделать следующие выводы:

Цифровые платформы создают технологическую базу и расширяют возможности для внедрения разнообразных методик обучения, адаптированных под различные форматы обучения.

Платформы предоставляют возможность пользователям создавать собственный контент и ресурсы, используя инструменты редактирования в виртуальной среде, а также интегрировать и импортировать контент из внешних источников. Многие из рассмотренных ЦОС ориентированы на взрослую аудиторию, такую как обучающиеся и сотрудники компаний (корпоративное обучение) [40-42].

В рассмотренных примерах ЦОС недостаточно развиты функции по подбору обучения, учитывающих персональные характеристики учащихся, а также учета очных занятий и уровневой дифференциации программ обучения.

Таким образом, хотя существующие ЦОС предоставляют ряд преимуществ и возможностей для цифрового обучения, есть определенные ограничения и аспекты, которые требуют дальнейшего совершенствования и развития.

Однако все исследования и анализы показали, что все ЦОС и ЦОП лишь поддерживают и развивают одаренность учащегося. Мы в своих исследованиях хотим предложить уникальную архитектуру, которая способствует более точно выявить одаренность учащегося и сформирует многокритериальную индивидуальную траекторию, а также будет оказывать дальнейшую поддержку и развитие одаренности [43-44].

Цифровая компетенция, базирующаяся на цифровой грамотности, представляет собой способность решать разнообразные задачи в сфере использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Это включает умение создавать и использовать контент при помощи цифровых технологий, таких как поиск и обмен информацией, ответы на вопросы, взаимодействие с другими людьми и программирование [45].

В рамках плана действий по развитию цифрового образования, подготовленного Европейской комиссией, особую значимость приобретает осознанное и ответственное использование цифровых технологий в учебе, на работе и в общественной жизни [46].

Понятие "цифровая компетенция" трактуется по-разному, но можно выделить три важных компонента: определенные знания в области цифровых технологий и их применения, соответствующие умения и навыки, а также определенный уровень когнитивных способностей и ценностей, таких как ответственность, обеспечение безопасности в цифровой среде и способность к сотрудничеству [47].

Анализ зарубежной литературы позволяет выявить различные модели цифровых компетенций, разработанные экспертами из различных областей. Среди наиболее актуальных можно выделить четыре модели: DigCompEdu 2018, EU DigComp 2.1, Target Competency Model 2025 и European Competency Framework (e-CF) [48].

Анализ этих моделей показывает, что Европейская модель цифровых компетенций для образования (DigCompEdu 2018) способствует развитию нового понимания цифровых компетенций, сосредотачиваясь на совершенствовании применения цифровых технологий в образовании, развитии навыков для цифровой трансформации и анализе данных в образовательных процессах [49].

Рассмотрев все доступные, возможные ресурсы цифровых сред можно сформировать структуру, особенности глобальных моделей цифровых компетенций и их характеристики.

Из анализа структуры данной модели видно, что цифровые навыки, основа цифровых компетенций, можно разделить на пользовательские и профессиональные. Для учащихся старших классов пользовательские цифровые навыки рассматриваются как важные, и они могут быть как базовыми, так и производными. Базовые цифровые навыки интегрированы в учебные программы по различным предметам [50-53]. Производные цифровые навыки формируются через активное участие в уроках и внеурочных мероприятиях, таких как квесты, дополнительные курсы, исследовательские проекты, а также разработка мобильных приложений для социальных целей [54].

Вторая модель цифровых компетенций - EU DigComp 2.1., направлена на разработку рекомендаций по обучению и разработку политики в области цифровой экономики. Она включает более широкий спектр компетенций, состоящий из 5 областей и 21 компонента для всех граждан. Эта модель наиболее полно отражает содержание учебных программ старших классов, так как охватывает все основные аспекты цифровых компетенций [55].

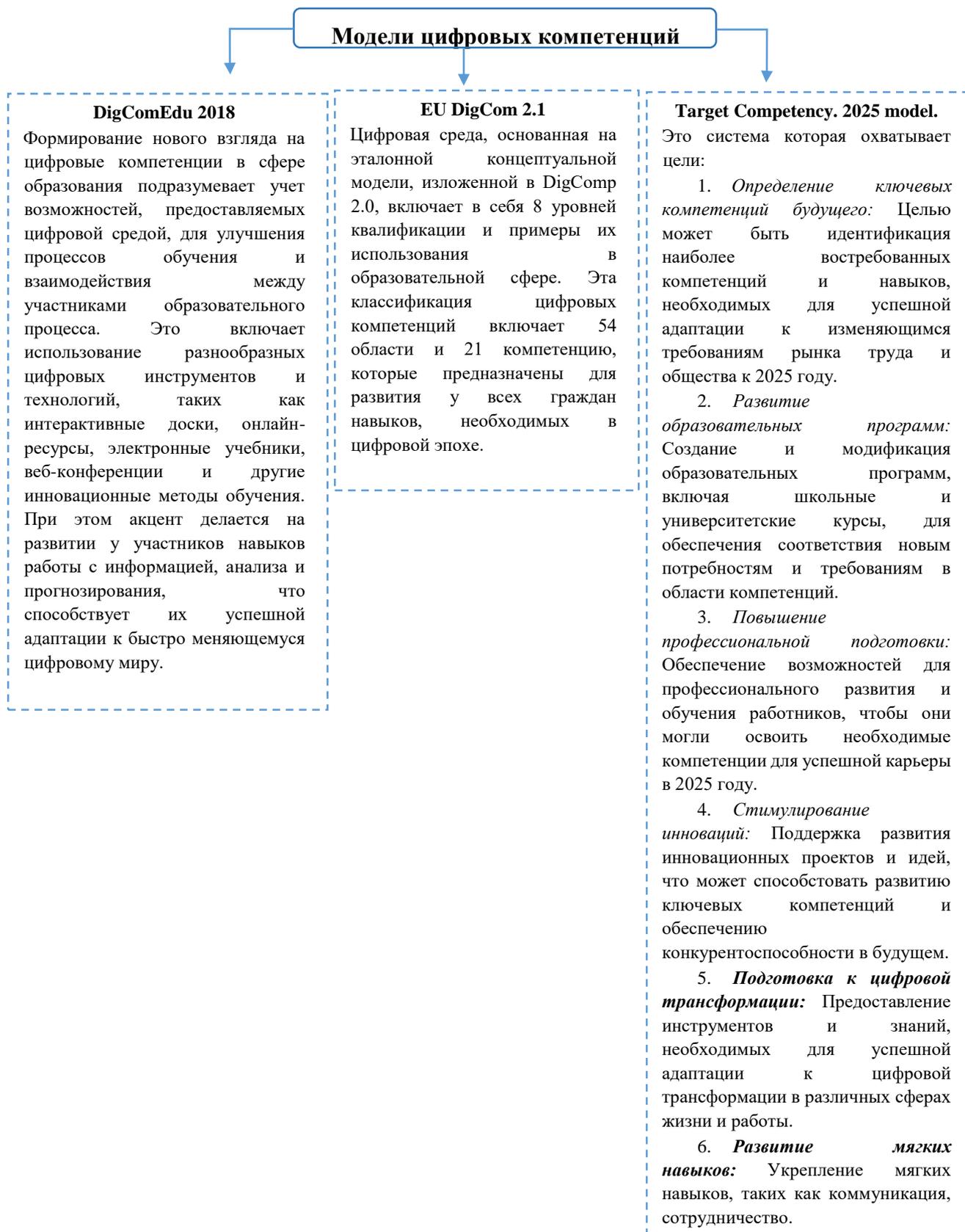


Рисунок 1.2 – Модели цифровых компетенций

Основными компетенциями, заложенными в учебные программы информатики для старших классов, являются информационная грамотность,

умение работать в цифровой среде, обеспечение кибербезопасности, а также умение решать базовые технические проблемы, связанные с персональным компьютером и сетью. Создание цифрового контента, хотя на первый взгляд может показаться сложным, также входит в учебную программу по информатике для старших классов, включая разработку веб-сайтов, мобильных приложений и веб-программирование [56-57].

Модель целевых компетенций на 2025 год ориентирована на усиление цифровых навыков, включающих техническое владение информационно-коммуникационными технологиями, а также мягкие навыки и общие знания. Она состоит из следующих элементов: умения работы с цифровыми устройствами; когнитивные и социально-поведенческие навыки, способствующие эффективному общению и саморазвитию в цифровой среде.

Цифровая коммуникация выделяется как основной компонент цифровых компетенций в этой модели. Она также присутствует в модели EU DigComp 2.1.

Создание информационных производственных систем может быть сложной задачей для учащихся старших классов, однако учебные программы стимулируют создание собственных мини-проектов, что способствует развитию данного навыка. Управление информацией в контексте анализа и обработки также является важным компонентом и отражено в EU DigComp [58-60].

European Competency Framework представляет собой рамочную структуру ИКТ-компетенций для бизнеса и может использоваться для оценки квалификации сотрудников по стандартам качества. Этот фреймворк включает самый широкий набор компетенций (40), которые выходят за рамки учебных программ старшей школы, однако включает навыки управления отношениями, рисками и проблемами, а также управление проектом по жизненному циклу инновации, которые можно интегрировать в учебные программы.

EU DigComp 2.1. наиболее полно отражает учебные программы старшей школы, в то время как Целевая модель компетенций 2025 выделяет цифровую коммуникацию как основной компонент. European Competency Framework содержит навыки на уровне профессиональной подготовки, которые можно учесть при разработке программ обучения [61-64].

Вывод по первому разделу

1. В данном разделе произведен анализ текущего статуса внедрения дифференцированного обучения в учебный процесс образовательных учреждений. Изучение терминологии позволило определить

дифференцированное обучение как образовательную модель, в которой программы, методики обучения и стратегии адаптированы под индивидуальные потребности, интересы и социокультурный контекст каждого ученика. Выбор конкретного типа индивидуализации зависит от целей обучения, характеристик обучающихся и наличия организационных и технических ресурсов. В рамках данного исследования основное внимание уделено формированию многокритериальной индивидуальной траектории, которая предполагает адаптацию контента под индивидуальные особенности учеников.

2. В ходе исследования было обнаружено, что для создания эффективного дифференцированного процесса обучения, отвечающего потребностям и способностям учащихся и требованиям современного общества, необходимо использование современных методов обработки больших наборов данных. Основная цель применения этих методов заключается в оптимизации учебного процесса в соответствии с индивидуальными потребностями учащихся и систематизации работы преподавателя в этом направлении. Также применение методов обработки и анализа больших наборов данных позволяет развивать необходимые навыки и компетенции путем создания индивидуальных учебных траекторий.

3. Был проведен обзор и анализ как отечественных, так и зарубежных цифровых платформ, и средств, применяемых в образовательном процессе. В ходе исследования были изучены основные характеристики и проведен сравнительный анализ их преимуществ и недостатков. Увеличение числа и разнообразия цифровых образовательных продуктов создает благоприятные условия для разработки дифференцированных образовательных сред. Однако уровень индивидуализации в рассмотренных примерах оказался недостаточным: автоматизированные системы подбора курсов не учитывают широкий набор индивидуальных характеристик, обучающихся и не учитывают результаты очных занятий при интеграции с дистанционным обучением. Результаты сравнительного анализа используются для выявления требований к модели дифференцированного обучения с использованием информационных технологий.

4. Проведенный обзор различных глобальных цифровых рамочных структур показал, что модель EU DigComp 2.1, описывающая компетенции в цифровой сфере для граждан, наиболее соответствует образовательным стандартам всех уровней в Республике Казахстан, так как она охватывает все основные аспекты цифровой грамотности. Целевая Модель Компетенций 2025 выделяется своим упором на цифровую коммуникацию в качестве ключевого элемента цифровой грамотности. В рамках модели European Competency Framework (e-CF) выявлены определенные компетенции на

начальном уровне, которые предлагается интегрировать в будущую модель, включая управление отношениями, управление рисками и проблемами, а также проектное управление в соответствии с жизненным циклом инноваций. Эти выводы, полученные в результате сравнительного анализа международных рамок, послужили основой для разработки модели компетенций, представленной в третьей главе диссертации. Результаты данного исследования были представлены и опубликованы в сборниках международных научных и практических конференций [135,136].

2 МОДЕЛЬ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

2.1 Использование интеллект-карт для оценки академической одаренности учащихся

До недавнего времени внедрение ИТ в образование часто сводилось к простому применению новых технологий как дополнительных инструментов для традиционных методов обучения. Однако, реформы в образовании открывают возможности для пересмотра и оптимизации использования информационных технологий, включая современные ИТ, для технологизации учебных процессов и развития одаренности и талантов учащихся в современном информационном пространстве XXI века [66].

Рассматриваем развитие академической одаренности в контексте модульной концепции и создание информационных условий для обучения на уроках информатики. Авторы в своих исследованиях активно используют интеллект-карты, которые помогают учащимся активизировать креативное мышление и видеть важные факты, которые могли быть упущены при традиционном анализе. Интеллект-карты предоставляют индивидуальные возможности для каждого ученика, так как они отражают его собственное мышление и позволяют выбирать оптимальные подходы к обучению [68-72].

В любом современном обществе важно распознавать, понимать и поддерживать индивидуальность каждого ребенка, так как талантливые люди являются ключевым ресурсом для его развития. Общество и школа должны стремиться к своевременному обнаружению и развитию потенциала каждого ученика.

Компетентностный подход к образованию включает развитие личностных качеств, таких как функциональная грамотность, культура критического мышления, а также способность к адаптации к меняющейся среде и социальной мобильности [65].

Одаренные дети обычно обладают высокой самостоятельностью в учебном процессе, и использование компьютерных технологий позволяет им развивать навыки работы с визуальными, звуковыми и аудиовизуальными объектами для создания межпредметных связей [66].

Разработка специализированных компьютерных программ, которые позволяют расширить методы самообразования и саморазвития, а также использование компьютеров для контроля знаний, способствует индивидуализации обучения [67].

При работе с одаренными учениками часто используются информационные технологии, такие как типы уроков, перечисленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Типы информационных уроков

№	Типы уроков	Основное целевое содержание
1.	Медиа урок	Обеспечивает развитие академических, интеллектуальных, творческих и личных способностей детей. Урок зависит от того, насколько методологически и технологически грамотно разработан. Медиа уроков привлекает внимание детей, развивают образное мышление и создают постоянный интерес к предмету.
2.	Интернет олимпиада по предметам	Онлайн олимпиады по предметам – это олимпиады, которые проходят в режиме реального времени. Участие в олимпиаде идет в сети Интернет. Ряд преимуществ: алгоритм действий автоматизирован. Результаты возможно увидеть после её окончания. Задачи высокого уровня сложности.
3.	Интернет тестирования	Удобный метод оценки знаний и способностей учащихся
4.	Интерактивные уроки	Погружение в одну тему раздела курса с использованием цифровых образовательных ресурсов для старшеклассников, позволяющее проводить тренинги по подготовке к ЕГЭ.

Из перечисленных факторов в формуле «мотивация + интеллект + креативность = детская одаренность» вытекает понимание академической одаренности как совокупности творческих способностей каждого ученика. Развитие этой одаренности подразумевает обеспечение разнообразных видов деятельности, особенно при использовании информационных технологий. Ориентация одаренных учащихся на способности к мышлению и творчеству, выраженные в разной степени, должна быть приоритетной задачей [65-67]. Эти направления становятся ясными при анализе существующих в Интернете ресурсов для одаренных детей и педагогов, работающих с ними (см. таблицу 2.2).

Таблица 2.2 - Приоритетные направления работы с одаренными учащимися средствами информационных технологий

№	Приоритетные направления	Содержательная целенаправленность
1.	Использование сети Интернет	распространения информации о специфике обучения одаренных детей, методике, психологии и т.д.; выход на различные целевые группы заинтересованных читателей; создание сетевых сообществ пользователей Интернета, занимающихся одаренностью;

№	Приоритетные направления	Содержательная целенаправленность
2.	Онлайновое тестирование	отбор одаренных детей
3.	Психологическое и методическое консультирование	помощь семьям, в которых одаренные дети получают домашнее воспитание
4.	Дистанционная индивидуальная поддержка	поддержка одаренных учащихся путем создания сети специализированных сайтов и порталов, рассказывающих о научных исследованиях, методологии организации и проведения самостоятельного и группового научного исследования.

Использование инновационных технологий в учебной деятельности одаренных учащихся не только обеспечивает их эффективное обучение, но и обогащает содержание учебного процесса. Это важно, потому что это не только увеличивает удобство и эффективность обучения, но и позволяет учащимся естественно внедрять инновационные элементы в учебную культуру. Это стимулирует интерес к изучению и расширяет спектр знаний с учетом новых форм и технологий в образовательном процессе, а также создает комфортные условия для чувственного восприятия в новых социально-экономических условиях жизни. Современные школьники должны уметь действовать самостоятельно, принимать решения и гибко адаптироваться к изменяющимся условиям жизни [68].

Традиционные методы обучения не способны решить эту проблему. Необходимо создать в школе среду, которая предоставляет следующие возможности:

- вовлечение каждого ученика в активный познавательный процесс;
- совместная работа над решением различных задач;
- широкое общение со сверстниками из других школ, регионов и стран;
- свободный доступ к необходимой информации в информационных центрах по всему миру для формирования собственного аргументированного мнения по различным вопросам [66-69].

Важной задачей обучения является развитие информационной грамотности и умения использовать информационно-коммуникационные технологии (ИКТ). Поэтому учебный процесс должен быть организован на основе современных ИКТ, где электронные средства часто используются в качестве источника информации, в первую очередь, глобальные телекоммуникационные сети Интернет [69].

Модульная концепция учитывает специфику вовлеченности учащихся в развитие собственного таланта. Основным элементом концепции является организация индивидуальной работы учеников путем мониторинга изменений в их росте и развитии знаний. При этом особое внимание уделяется выбору содержания теоретических знаний, индивидуализации одаренности и психологии одаренности в учебном процессе [70-71].

Процессы информатизации тесно связаны с реформами в системе образования. Вместе с введением таких изменений появилась необходимость сформировать учебно-познавательные компетенции академической одаренности учеников в процессе обучения. Существует множество современных информационных технологий и методов формирования универсальных академических учебных действий у одаренных детей. Это позволяет связать академическую одаренность с культурой информационного мышления через использование интеллект-карт [71].

Модульный подход к организации учебного процесса предусматривает индивидуализированную работу учеников, контроль за их академическим прогрессом и подбор контента, учитывающего уникальные особенности каждого одаренного ученика. Неоспоримо, что развитие информационных технологий тесно связано с изменениями в образовательной сфере [72]. В связи с этим становится важным принятие компетентностного подхода и постановка вопроса: как развивать учебно-познавательные навыки у одаренных учеников?

Существует обширный набор современных информационных технологий для обучения и формирования универсальных академических умений на уроках информатики для одаренных детей. Это привело к идее объединить академическую одаренность с развитием культуры информационного мышления через использование интеллект-карт, основанных на исследованиях Тони Бьюзена [72].

Создание интеллект-карт представляет собой уникальный вид активности, который можно рассматривать как игру, а также как универсальный метод работы с информацией. Ученики могут создавать интеллект-карты на различные темы на начальных этапах обучения, для закрепления материала и суммирования полученных знаний.

Внедрение нового модуля интеллект-карт в виде информационной схемы позволяет преподавателям изменить комплекс навыков использования диаграмм и изображений на тестах, что упрощает перевод, понимание и запоминание новых терминов и понятий учащимися. Такой подход к изучению делает процесс менее утомительным, поскольку учащиеся могут экспериментировать, создавать различные формы мысленных карт и их символику [72].

Разработанный комплекс особенностей работы с интеллект-картами в нашем исследовании раскрывает нормативный аспект логического мышления учащихся на основе содержания предметных областей "Культура" и "Логика". Это объясняется тем, что логика как наука имеет общепринятые знания о понятиях и категориях, а также о способах мышления в различных областях человеческой деятельности (Таблица 2.3).

Таблица 2.3 - Основными признаками и свойствами описании интеллект-карты

№	Признаки	Свойства
1.	наглядность (её можно окинуть одним взглядом; вся проблема с многочисленными сторонами и гранями оказывается прямо перед вами);	привлекательность (яркая, красочная, чтобы рассматривать её было не только интересно, но и приятно);
2.	информативность (интеллект-карта помогает выявить недостаток информации);	креативность (стимулирует творчество, помогает найти нестандартные пути решения задачи).

Правила создания интеллект-карт, разработанные Тони Бьюзеном, представляют собой структурированный подход к организации информации. Процесс создания интеллект-карт стимулирует творческое мышление обучающихся, поскольку в нем активно участвуют обе половинки мозга — как правое, ответственное за интуицию и визуализацию, так и левое, отвечающее за логику и аналитическое мышление. Важно понимать, что интеллект-карта является скорее техникой мышления, а не просто способом записи информации — основное значение заключается в процессе получения новых знаний. Создание интеллект-карты можно рассматривать как визуализацию мыслительных процессов [73-74].

Перед началом работы учащимся предоставляется алгоритм заполнения интеллект-карты по данной теме, что помогает им структурировать свои мысли и понять преимущества данного подхода (Таблица 2.4).

Таблица 2.4 - Основными признаками и свойствами описании интеллект-карты

№	Шаги	Описание интеллект-карты
1.	Шаг 1: Определение ключевого понятия.	экономия времени простота заполнения информации

№	Шаги	Описание интеллект-карты
2.	Шаг 2: Знакомство с понятиями изучаемой темы, которые должны быть включены в заполнение интеллект-карты.	развитие логического, творческого и ассоциативного мышления;
3.	Шаг 3: Определения количества секторов в соотношении с понятиями первого уровня	наглядность структуры и логики взаимосвязи
4.	Шаг 4: Наполнение первого сектора содержанием I; II; III порядка по плану изучаемой темы	акцент внимания на главную мысль и второстепенную визуальная живость восприятия по чёткому структурному порядку

-Интеллект-карта позволяет учащимся выстроить познавательные учебные действия, в определенном порядке (Таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Структура познавательных действий

№	Шаги интеллект-карты	Структура познавательных действий
1.	Шаг1: ключевые понятия.	самостоятельное выделение терминов и понятий темы; создание алгоритмов деятельности при решении проблем творческого и поискового характера.
2.	Шаг 2: темы, включённые в интеллект-карту	поиск и выделение необходимой информации; использование методов информационного поиска с помощью компьютерных средств;
3.	Шаг3: понятие первого уровня	структурирование терминов и понятий; построение речевого высказывания и языкового высказывания в форме устного и письменного ответа;
4.	Шаг 4: сектор содержания темы	рефлексия способов и условий действия, контроль и оценка процесса и результатов деятельности.

Исходя из этого, нами в исследовании определились основные направления оценки развития творческих, академических способностей детей: развитие качеств креативности в мышлении. Оценка первого уровня академической одаренности включает в себя ряд заданий, направленных на формирование умения работать с содержанием и формой информации [75].

Интеллект-карты могут давать возможность как работать индивидуально, так и командой форме. Пересмотр интеллект-карт через определённое время поможет усвоить тему урока в целом, запомнить новые термины и понятия, которые помогли активизировать процессы памяти и

мышления [75]. Но, для этого в нашей модульной концепции разработана этапы развития академической одаренности (Таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Этапы развития творческих способностей

Этапы развития творческих способностей	Вид деятельности	Результаты деятельности
<i>Подготовительный</i>	Подражание, имитация	Освоение эталонов творческой деятельности, технологий, средств, способов сенсорного, эмоционального опыта,
<i>Основной</i>	Преобразования	Применение освоенных по шаговым действиям с учетом творческих потребностями
<i>Завершающий</i>	Альтернатива	Индивидуализация и становление творческой стилия

Для проявления творческих способностей как вид академической одаренности нужен один тип среды – творческая академическая среда, характеризующаяся следующими особенностями:

- оптимальная мотивация с учетом среднего уровня мотивации к успеху (закон Йорка-Доджсона: воспроизводилось текста на умеренном уровне) и отсутствие соревновательного духа и отсутствие мотивации социального одобрения;

- спокойная атмосфера, характеризующаяся отсутствием угроз и принуждения, принятием и мотивацией любой идеи, свободных действий и отсутствием критики.

Эта творческая среда представляет собой сложную (нелинейную) образовательную среду. Нелинейная образовательная среда обеспечивает положительную динамику познавательных, творческих на ступени самореализации обучающихся.

Эта креативная образовательная среда является сложноорганизованной (нелинейной) творческой академической средой. Нелинейная образовательная среда обеспечит позитивную динамику процессов познания, творчества, самопознания, само актуализации (Таблица 2.7).

Таблица 2.7 - Структуру саморазвития личности по компонентам

Саморазвитие личности				
Само-познание	Само-определение	Само-управление	Само-реализация	Само-совершенствование
↓	↓	↓	↓	↓
методы	цель	деятельность	средства	условия

Креативная образовательная среда имеет свои особенности и характеристики, связанные с использованием практических креативных

технологий. В отличие от академического творчества, которое часто ориентировано на абстрактные концепции, креативная образовательная среда уделяет внимание наглядным и практическим аспектам мышления [73].

Процесс технического творчества, такого как изобретение и дизайн, находит отражение в создании полезных продуктов, таких как механизмы и конструкции. Креативная технология, как форма деятельности, способствует поиску новых, оригинальных и нетипичных решений, что, в свою очередь, способствует прогрессу общества [74].

Для диагностики уровня развития творческих способностей, в том числе академической одаренности, можно использовать различные методы. Один из них - тестирование с использованием методики Теста Вильямса, который предназначен для оценки креативности у детей и подростков. Тест включает в себя оценку дивергентного мышления, личностных креативных характеристик и мнение экспертов.

При оценке уровня креативности мышления в ходе обучения с использованием интеллект-карт, важно учитывать, что творческое мышление способствует созданию новых оригинальных идей и отклонению от привычных схем мышления. Применение карт интеллекта в процессе обучения позволяет систематизировать методы и действия, способствующие развитию логического мышления и приобретению необходимых знаний и навыков [75-78].

Интеллект-карты, используемые для определения одаренности, могут выявлять и организовывать различные критерии и аспекты, связанные с интеллектуальными и творческими способностями учащегося. Основные критерии, которые может выявить интеллект-карта при определении одаренности, включают:

Когнитивные способности:

- Высокий уровень абстрактного мышления.
- Способность к быстрому усвоению и применению новой информации.
- Развитые аналитические и логические навыки.

Творческое мышление:

- Оригинальность идей и решений.
- Способность к дивергентному мышлению, генерация множества идей.
- Гибкость мышления и умение находить нестандартные подходы к задачам.

Мотивация и интересы:

- Высокий уровень внутренней мотивации к обучению и достижению целей.

- Глубокий интерес к определенным областям знаний или деятельности.
- Устремленность к самостоятельному изучению и исследованию.

Академические достижения:

- Высокие академические результаты и успехи в учебе.
- Участие и победы в конкурсах, олимпиадах и других интеллектуальных соревнованиях.
- Быстрое освоение учебных программ и материала.

Применение интеллект-карт позволяют визуализировать и систематизировать информацию о развитии и способностях учащегося, выявлять сильные и слабые стороны, а также разрабатывать индивидуальные образовательные маршруты и стратегии поддержки одаренных детей. А также помогает создать целостную картину способностей и потребностей одаренного ребенка, что является важным шагом для его эффективного обучения и развития.

По результатам исследования показывают, что усвоение материала с использованием интеллект-карт требует базовых теоретических знаний, которые затем могут быть превращены в навыки и способности. Это обосновывает необходимость уделения большего внимания развитию творческих знаний и способностей, поскольку информационное образование не может ограничиваться только "творческим дыханием".

Результаты показывают уровни формирующие результаты и критерии оценки результатов (Таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Схема результатов и критерии оценки результатов

Предполагаемые результаты	Критерии оценки результатов
Повышения уровня мотивации к творческой деятельности.	Популярность учебного предмета среди обучающихся 7-9 классов по результатам мониторинга.
	Уровень освоения образовательной программы по предмету по результатам мониторинга.
Развитие творческого потенциала школьников.	Количество школьников, посещающих объединения дополнительного образования и курсы внеурочной деятельности технологической направленности.
Развитие творческих способностей в интересах личностного развития	Количество участников и результативность творческих конкурсов и олимпиад по предмету.
Творческая самореализация	Результаты диагностики творческого потенциала.
	ориентир на выбор профессии, связанной с техническим творчеством.

После анализа результатов диагностической методики Вильямса высокий уровень выявлен у 4 учеников (40%) 7 «А» и у 5 учеников (43%) 8 «Б» класса. Данные учащиеся успешно справились со всеми видами заданий, допуская при этом минимальное количество ошибок. Среднему уровню соответствуют 6 учеников (59%) 7 класса «А» и у 4 учеников (57%) 8 «Б». Исследование проводилось на базе Назарбаев Интеллектуальной школы химико-биологического направления г.Усть-каменогоск.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			Factors						
2	No	Name and Surname	fluency	flexibility	originality	development	title	Total	Level
3		Grade 7A							
4	1	Student 1	12	10	30	22	18	92	High
5	2	Student 2	11	11	29	27	17	95	High
6	3	Student 3	10	11	29	27	17	94	High
7	4	Student 4	11	11	20	26	17	85	Average
8	5	Student 5	12	10	29	27	16	94	High
9	6	Student 6	12	11	18	23	15	79	Average
10	7	Student 7	11	8	25	27	14	85	Average
11	8	Student 8	10	11	23	27	10	81	Average
12	9	Student 9	10	9	29	27	11	86	Average
13	10	Student 10	11	7	21	27	17	83	Average
14		Grade 8B							
15	1	Student 1	12	11	28	26	16	93	High
16	2	Student 2	11	11	29	27	17	95	High
17	3	Student 3	11	9	29	28	19	96	High
18	4	Student 4	11	10	25	26	19	91	High
19	5	Student 5	12	9	31	27	18	97	High
20	6	Student 6	12	11	18	23	15	79	High
21	7	Student 7	11	8	25	27	14	85	Average
22	8	Student 8	10	11	23	27	10	81	Average
23	9	Student 9	10	9	29	27	11	86	Average
24	10	Student 10	11	7	21	27	17	83	Average
25	11	Student 11	12	11	24	26	21	94	High
26	12	Student 12	11	10	26	21	24	92	High
27									

Рисунок 2.1 - Результаты исследование

При подсчете баллов для определения уровня развития творческого потенциала по шкалам были применены следующие показатели (Таблица 2.9).

Таблица 2.9 - Оценочная нормативная таблица

Шкала оценок	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Беглость	1-7	8-10	11-12
Гибкость	1-5	6-8	9-11
Оригинальность	1-21	22-26	27-36
Разработанность	1-13	14-18	19-36
Название	1-22	23-26	27-36

Данные учащиеся справились с большинством заданий с использованием интеллект - карты, но в каждом виде заданий ими были допущены некоторые ошибки.

Больше всего ошибок было в задании на подбор пары новых терминов и понятий по аналогии, учащимся было сложно проанализировать связь пар слов-примеров. Показателям низкого уровня соответствуют результаты 6 учеников (28%) 7 «А» класса и 5 учеников (23%) 8 «Б». Данные учащиеся не смогли справиться с большинством из представленных заданий, допускали много ошибок в каждом виде заданий.

В результате систематической работы по использованию интеллект-карты учащиеся вырабатывают собственный стиль: свободу слова, гибкость, оригинальность, разработанность. И так же умение создавать образы с помощью этого стиля, одновременно развивая свою способность к мышлению, восприятию мира, свою память, академическую одаренность.

Анализ решений и ответов на задачи открытого типа позволили с уверенностью сказать об уровне креативности учащихся, охватывающая некоторую совокупность мыслительных и личностных качеств, способствующих творческому проявлению. Однако исследования по различным тестам не дает более точный результат и формирование модели по данной методике более не эффективно, хотя дает приближенные результаты по определенным навыкам.

Применение традиционных методик тестирования не всегда обеспечивает точные результаты, а разработка модели на их основе может быть менее эффективной в контексте оценки креативности. В этом контексте использование нечеткой логики позволяет учесть неопределенность и неоднозначность в оценке креативных способностей учащихся, что делает процесс более гибким и адаптивным к разнообразию индивидуальных особенностей.

Поэтому для выявления одаренности целесообразно применить логические методы обработки данных, которые учитывают нечеткость и неопределенность, характерные для креативных процессов мышления, что учитывают контекст и комплексный характер креативного проявления, и способствует более точной и всесторонней оценке потенциала каждого учащегося.

2.2 Формирование малых групп для выявления одаренности на основе метода центроидов

В условиях современных социальных процессов возникла проблема формирования личности с высоким чувством социальной ответственности, адекватной творческой активности, моральности и всесторонне развитой личности, а также использования индивидуальных способностей и

интеллектуальных способностей в их деятельности. Одной из основных задач интеллектуальных школ является формирование творческой, компетентной личности через лучшие примеры мировой цивилизации, развитие интеллектуального и творческого потенциала учеников [80]. Для решения таких глобальных проблем ученые по всему миру используют различные методы, в данном исследовании используется нечеткая модель оценки качества образования на основе теории нечетких множеств, которая обеспечит более ясную визуализацию индивидуальных траекторий обучающегося. В ходе исследования удалось провести детальное количественное и качественное исследование групп обучающихся. На основе экспертных оценок выявилось, что существуют значимые факторы, затрудняющие внедрение нового формата обучения, которые способствуют разработке алгоритма выявления одаренности (профиля обучающегося) и обучения обучающегося с учетом индивидуальных потребностей.

Педагогический процесс должен быть организован на основе сотрудничества учителя и учащихся с учетом творческих способностей и индивидуальных возможностей каждой личности. Для решения таких проблем ученые различных стран мира используют ряд методов, мы попытаемся использовать нечеткую логику [80].

Нечеткая логика, основанная на теории нечетких множеств, обеспечивает богатое и значимое дополнение к стандартной логике. В этом разрабатываем нечеткую модель оценки знаний и умений учащихся. В данной модели оцениваемые характеристики учащихся (успеваемость по предметам, умение решать проблемы в критической ситуации) представлены в виде нечетких подмножеств набором лингвистических меток, характеризующие их успеваемость, а также возможность вычисления всех профилей учащихся [81-83]. Таким образом, получается производительность детального количественного и качественного исследования группы обучающихся. В качестве методов дефаззификации при преобразовании наших нечетких выходных данных в четкое число используются метод центроидов (центра тяжести). Согласно методу центроидов на графике используются координаты центра тяжести где задействована функция, которая обеспечивает шкалу успеваемости учащихся. Также изучаются методы оценки индивидуальных способностей учащихся и приводятся примеры которые представлены для иллюстрации использования наших результатов на практике.

Одной из проблем, с которой сталкиваются учителя, является оценка знаний и способностей своих учеников. На самом деле наше общество требует не только воспитывать, но и классифицировать учащихся по их квалификации как подходящая или неподходящая для выполнения определенных задач или занятия определенных должностей [82]. Согласно стандартным методам оценки оценка, выраженная либо числовым значением в пределах заданной шкалы (например, от 0 до 10) или с буквой (например, от А до F), соответствующей проценту успеваемости учащегося, назначается для того,

чтобы охарактеризовать его/ее успеваемость. Однако, эта четкая характеристика, основанная на принципах бивалентной логики (да-нет), хотя обычно применяемый на практике, он, вероятно, не самый подходящий для определения успеваемости учащегося. На самом деле учитель никогда не может быть абсолютно уверен в той или иной числовой оценке, характеризующей способностей и навыков ученика. Наоборот, нечеткая логика из-за того, что она включает несколько значений, предлагает более широкое и богатое поле ресурсов для этой цели [83]. Таким образом, применение нечеткой логики которую мы попытаемся сделать в этом исследовании, является ценным инструментом для разработки основы для оценивания учащихся.

Рассмотрим класс из n учеников, n и предположим, что учитель хочет оценить следующие характеристики учащихся: $S1$ = знание предмета, $S2$ = решение проблем, связанных с этим предметом и $S3$ = способность должным образом адаптировать уже существующие знания для использования в аналогичные подобные случаи. Однако, чем больше характеристик, выбранных для оценки, тем сложнее будет становиться наша модель. Обозначим через a, b, c, d и e лингвистические метки (нечеткие выражения) очень низкого, низкого, среднего, высокого уровня и очень высокие успехи учащегося соответственно в каждой из S_i и наборе $U = \{a, b, c, d, e\}$. Мы собираемся присоединить к характеристике каждого ученика S_i , где $i = 1, 2, 3$, нечеткое подмножество A_i из U [81-84]. Для это, если $n_{ia}, n_{ib}, n_{ic}, n_{id}$ и n_{ie} обозначают количество учеников, которые столкнулись с очень низким, низким, средним, высоким и очень высокими успехами по отношению к S_i соответственно, мы определяем функцию принадлежности m_{A_i} где для каждого x , U будет выглядеть следующим образом:

$$m_{A_i}(x) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{если } \frac{4n}{5} < n_x \leq n \\ 0,75, \text{если } \frac{3n}{5} < n_x \leq \frac{4n}{5} \\ 0,5, \text{если } \frac{2n}{5} < n_x \leq \frac{3n}{5} \\ 0,25, \text{если } \frac{n}{5} < n_x \leq \frac{2n}{5} \\ 0, \text{если } 0 < n_x \leq \frac{n}{5} \end{array} \right. \quad (1)$$

Фактически, каждый желающий может использовать, то можно сформулировать таким образом вероятностные стандарты для измерения степени успеваемости на каждом этапе процесса, то он должен использовать относительные частоты $\frac{n_{ix}}{n}$. Тем не менее, такое действие было бы весьма сомнительно, так как n_{ix} получаются в отношении лингвиста метки U ,

которые сами по себе являются нечеткими выражениями. Поэтому применение нечеткого подхода использование степеней принадлежности вместо вероятностей кажется наиболее подходящим для этого случая [84].

Однако, как известно, функция принадлежности обычно определяется эмпирически через логические и/или статистические данные. В нашем случае приведенное выше определение m_{A_i} кажется совместим со здравым смыслом. Тогда нечеткое подмножество A_i множества U , соответствующее S_i , имеет вид:

$$A_i = \{x, m_{A_i}(x) : x \in U\}, i = 1, 2, 3.$$

Чтобы представить все возможные профили обучающегося (общие состояния) в отношении оценивания мы рассматриваем нечеткое отношение, скажем R , в U^3 (т.е. нечеткое подмножество U^3) вида:

$$R = \{s, m_R(s) : s = (x, y, z) \in U^3\}$$

Для правильного определения функции принадлежности m_R дадим следующее определение:

Профиль $s = (x, y, z)$ с x, y, z в U называется хорошо упорядоченным, если x соответствует степени успеха равна или больше y , а y соответствует степени успеха, равной или больше z . Например, (c, c, a) - хорошо упорядоченный профиль, а (b, a, c) - нет [84-85].

Определим теперь степень принадлежности профиля s как $m_R(s) = m_{A_1}(x)m_{A_2}(y)m_{A_3}(z)$, если s является хорошо упорядоченным, и 0 в противном случае. В действительности, если, например, профиль (b, a, c) имел ненулевую степень принадлежности, то как учащийся, не справившийся на этапе решения задачи, может удовлетворительно работать на этапе рассуждений по аналогии, где он должен адаптировать имеющиеся знания для решения задач, связанных с аналогичными подобными случаями? Далее для краткости будем писать m_s вместо $m_R(s)$. Тогда *вероятность* p_s профиль s

определяется аналогично четким данным, т. е. как $p_s = \frac{m_s}{\sum_{s \in U^3} m_s}$. Определим

также *возможность* r_s от s будет $r_s = \frac{m_s}{\max\{m_s\}}$, где $\max\{m_s\}$ обозначает

максимальное значение m_s для всех s в U^3 . Другими словами, возможность s выражает «относительную степень принадлежности» s по отношению к $\max\{m_s\}$ из приведенных выше двух определений становится очевидным, что $p_s < r_s$ для всех s в U^3 который совместим с общей логикой. На самом деле все, что вероятно, также возможно, но все, что возможно, не обязательно должно быть очень вероятно. Предположим, что кто-то хочет изучить объединенные результаты деятельности k различных групп из обучающихся, $k \geq 2$. Для этого введем нечеткие переменные $A_1(t), A_2(t), A_3(t)$ при $t = 1, 2, \dots, k$. Значения этих

переменных представляют собой нечеткие подмножества U , соответствующие характеристикам учащихся, оценивается для каждой из k групп; например, $A_1(2)$ представляет нечеткое подмножество U , соответствующее знанию предмета (признак s_1) для второй группы ($t = 2$). Очевидно, что для измерения степени достоверности объединенных результатов k групп необходимо определить вероятность $p(s)$ и возможность $r(s)$ каждого профиля s относительно степеней принадлежности s для всех групп. По этой причине введем псевдочастоты $f(s) = m_s(1) + m_s(2) + \dots + m_s(k)$ а также определим вероятность и возможность профиля s для $p(s) = \frac{f(s)}{\sum_{s \in U^3} f(s)}$ и

$$r(s) = \frac{f(s)}{\max\{f(s)\}} \text{ где } \max\{f(s)\} \text{ обозначает максимальную псевдо-частоту. Тот}$$

же метод можно применить, когда нужно изучить объединенные результаты k различных оценок одной и той же группы обучающихся. Выше упомянутая модель дается путем расчета вероятностей и возможностей всех профилей учащихся, количественное/качественное представление об их реальной успеваемости [82-84].

Распространенным и полезным методом дефаззификации является метод центра тяжести, обычно называют методом центроидов. Согласно этому методу для заданного нечеткого подмножества $A = \{(x, m(x)) : x \in U\}$ универсального множества U дискурса с функцией принадлежности $m: U \rightarrow [0,1]$, где соответствуем каждому $x \in U$ интервал значений из числа с префиксом распределения, что на самом деле означает, что мы заменяем U набором реальных интервалов. Затем мы строим график F функции принадлежности $y = m(x)$. Существует широко используемый в нечеткой логике подход к измерению производительности с помощью пары чисел (x_c, y_c) в качестве координат центра тяжести, скажем F_c графика F , который можно вычислить по следующим известным (см., например, [8]) формулам:

$$x_c = \frac{\iint_F x dx dy}{\iint_F dx dy}, y_c = \frac{\iint_F y dx dy}{\iint_F dx dy} \quad (2)$$

Субботин и другие адаптировали метод центроидов для использования с нашей нечеткой моделью для процесса обучения [87], применили его для сравнения математических способностей, обучающихся к обучению [88] и для измерения эффективности поддержки (помощи), оказываемой учителем учащимся [87]. Более того также Субботин был применен этот метод для измерения эффективности системы рассуждений, основанных на прецедентах [89], и навыков аналогового мышления учащихся [90].

Здесь мы применим метод центроидов в качестве метода дефаззификации для модели оценки успеваемости учащихся, разработанной в предыдущем разделе. Для этого характеризуем успеваемость обучающегося

как очень низкий (а), если $y \in [0,1)$ как низкое (b), если $y \in [1,2)$ как промежуточное (с), если $y \in [2,3)$, как высокое (d), если $y \in [3,4)$ и очень высокой (е), если $y \in [4,5)$ соответственно (эти характеристики обычно присваиваются на основе отчетов, подготовленных обучающимися в ходе курса и результатов успеваемости по экзаменам (если есть) и итоговый экзамен. В этом случае функция F соответствующего нечеткого подмножества U и есть гистограмма на рисунке 1, состоящая из 5 прямоугольников, скажем F_i , где $i = 1,2,3,4,5$, имеющие длины сторон на оси x равны 1.

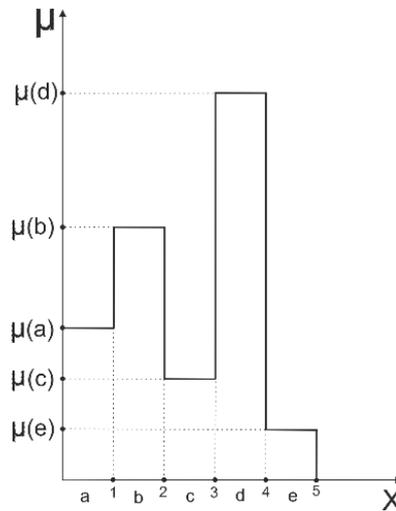


Рисунок 2.2 - Гистограмма представления данных

Здесь, $\iint_F dx dy$ которая является полной площадью F , будет равна $\sum_{i=1}^5 y_i \cdot U$

нас также есть $\iint_F x dx dy = \sum_{i=1}^5 y_i \iint_{F_i} x dx dy = \sum_{i=1}^5 \int_{i-1}^{y_i} [\int_0^{y_i} x dy] dx = \sum_{i=1}^5 y_i \int_{i-1}^{y_i} x dx = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 (2i-1)y_i$ и

$$\iint_F y dx dy = \sum_{i=1}^5 \iint_{F_i} y dx dy = \sum_{i=1}^5 \int_{i-1}^{y_i} [\int_0^{y_i} y dy] dx = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 y_i^2.$$

Далее формулы преобразуются в следующий вид:

$$x_c = \frac{1}{2} \left(\frac{y_1 + 3y_2 + 5y_3 + 7y_4 + 9y_5}{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5} \right) \quad (3)$$

$$y_c = \frac{1}{2} \left(\frac{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2}{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5} \right)$$

Нормализация наших нечетких данных будет осуществляться путем деления каждого $m(x)$, $x \in U$, с суммой всех степеней принадлежности мы можем предположить без потери общности, что будет выглядеть $y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 = 1$. Следовательно, мы можем написать:

$$x_c = \frac{1}{2}(y_1 + 3y_2 + 5y_3 + 7y_4 + 9y_5)$$

$$y_c = \frac{1}{2}(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2)$$

с $y_i = \frac{m(x_i)}{\sum_{x \in U} m(x)}$ где $x_1 = a$, $x_2 = b$, $x_3 = c$, $x_4 = d$, и $x_5 = e$.

Но при $0 \leq (y_1 - y_2)^2 = y_1^2 + y_2^2 - 2y_1y_2$, следовательно $y_1^2 + y_2^2 \geq 2y_1y_2$ с равенством тогда и только тогда, когда $y_1 = y_2$. Таким же образом обнаруживается, что $y_1^2 + y_3^2 \geq 2y_1y_3$ и так далее. Отсюда легко проверить, что $(y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5)^2 \leq 5(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2)$ с равенством тогда и только тогда, когда $y_1 = y_2 = y_3 = y_4 = y_5$. Однако, при $y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 = 1$; следовательно $1 \leq 5(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2)$ (3), с равенством тогда и только тогда, когда $y_1 = y_2 = y_3 = y_4 = y_5 = \frac{1}{5}$. В этом случае одна из формул (2) дает: $x_5 = \frac{5}{2}$. Далее, объединяя неравенство (3) со второй из формул (2), находим, что $1 \leq 10y_c$ или $y_c \geq \frac{1}{10}$. Следовательно, единственный минимум для y_c соответствует центру тяжести $F_m(\frac{5}{2}, \frac{1}{10})$.

Идеальный случай, когда $y_1 = y_2 = y_3 = y_4 = 0$ и $y_5 = 1$. Тогда из формул (2) получаем, что $x_c = \frac{9}{2}$ и $y_c = \frac{1}{2}$. Отсюда центром тяжести в идеальном случае является точка $F_m(\frac{9}{2}, \frac{1}{2})$. С другой стороны, худший случай, когда $y_1 = 1$ и $y_2 = y_3 = y_4 = y_5 = 0$. Тогда для формул (2) находим, что центром тяжести является точка $F_w(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$. Таким образом, «область», где находится центр тяжести F_c , представлена треугольником из F_m, F_w, F_i на рисунке 2.

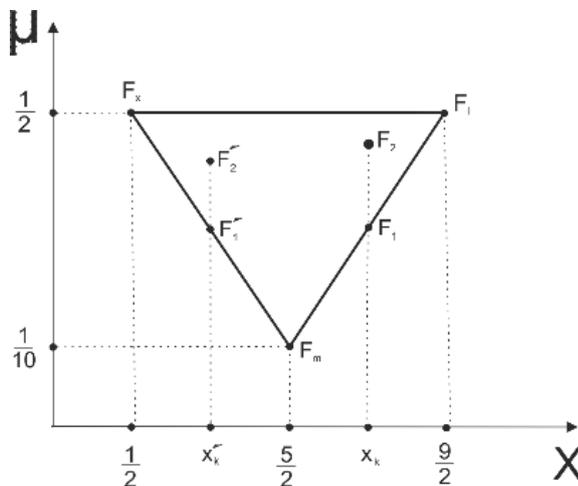


Рисунок 2.3 Графическое представление «площади» центра тяжести

Тогда из элементарных геометрических соображений следует, что для двух групп учащихся с той же $x_c \geq 2,5$ группа с центром тяжести, расположенным ближе к F_i , это группа с показываает наивысший y_c ; а для двух групп с $x_c < 2,5$ группа, имеющая центр тяжести, равный дальше от F_w расположена группа с более низким показателем y_c . На основании изложенных соображений можно сформулировать критерий для сравнения групп, которое ниже указано:

- Среди двух или более групп учащихся лучше будет работать группа с наибольшим x_c .

- Если две или более групп будут иметь одинаковый $x_c \geq 2,5$, то группа с более высоким показателем y_c будет работать эффективнее.

- Если две или более групп будут иметь одинаковый $x_c < 2,5$, то группа с более низким показателем y_c будет работать лучше.

Результаты нашей нечеткой модели, разработанная выше, может быть использована не только для оценки производительности группы учащихся, но и для индивидуальной оценки учащегося. На самом деле, если $n = 1$ (мы напомним, что n обозначает количество учащихся выбранной группы), то из определения функции принадлежности m , приведенной в разделе 2, становится очевидным, что в каждом A_i , $i = 1, 2, 3$, существует уникальный элемент x от U со степенью принадлежности 1, в то время как все остальные имеют степень принадлежности 0. В этом случае применим метод центроида. Например, если $A_{11} = \{(a,0), (b,0), (c,0), (d,0), (e,0)\}$ и $A_{21} = \{(a,0), (b,0), (c,1), (d,0), (e,0)\}$ тогда очевидно, что первый обучающий демонстрирует лучшую успеваемость в отношении усвоения знаний (характеристики s_1). Оно пересекается методом центроидов, так как $x_{c11} = \frac{7}{2}$ и $x_{c21} = \frac{5}{2}$. Вследствие описанной выше ситуации ($n = 1$) существует уникальный профиль обучающегося s с $m_s = 1$, а все остальные имеют степень принадлежности 0. Другими словами, каждый обучающий в этом случае характеризуется уникальным профилем, что дает нам запрошенную информацию о его/ее производительности. Например, если (c, b, a) и (c, b, b) являются характеристическими профилями для обучающихся x и y соответственно, то очевидно, что y демонстрирует лучшую успеваемость, чем x . Напротив, если (d, b, b) и (c, c, b) являются соответствующими профилями, то x демонстрирует лучшую производительность, чем y , в отношении приобретения знаний, но y демонстрирует лучшую производительность, чем x , в отношении навыков решения проблем (характеристики s_2). С математической точки зрения это означает, что профили характеристик учащихся определяют отношения частичного порядка между учащимися в отношении их успеваемости. А. Джонс разработал нечеткую модель для

области образования, включающую несколько теоретических конструкций, связанных с оцениванием, среди которых методика оценки отклонения знаний учащегося по отношению к знаниям учителя, взятая за основу [81]. Здесь мы представим эту методику, должным образом адаптированную к нашей нечеткой модели, в качестве альтернативного нечеткого метода для индивидуальной оценки учащихся.

Пусть $X = \{S_1, S_2, S_3\}$ - множество оцениваемых характеристик учащихся, рассмотренное нами в разделе 2. Тогда нечеткое подмножество X вида $\{S_1, m(S_1), (S_2, m(S_2)), (S_3, m(S_3))\}$ может присвоить каждому обучающему, где функция принадлежности m принимает значения 0, 0,25, 0,5, 0,75, 1 в зависимости от уровня успеваемости обучающегося. Нечеткое измерение учителя всегда равно 1, что означает, что нечеткое подмножество X , соответствующее учителю, равно $\{(S_1, 1), (S_2, 1), (S_3, 1)\}$. Тогда нечеткое отклонение ученика i по отношению к учителю определяется как нечеткое подмножество $D_i = \{(S_1, 1 - m(S_1)), (S_2, 1 - m(S_2)), (S_3, 1 - m(S_3))\}$ множества X .

Эта оценка по отношению к учителю дает нам идеального ученика как ученика с нулевым отклонением по всем его компонентам и определяет отношения частичного порядка между учениками. Следующий пример иллюстрирует эту теоретическую основу на практике.

На примере мы рассматриваем группу из 12 обучающихся Назарбаев Интеллектуальной школы химико-биологического направления города Усть-Каменогорск, из нашего примера выше. При оценке V индивидуальной успеваемости учащихся по методике А. Джонса выявлены следующие виды отклонений по отношению к учителю:

$D_1 = \{(S_1, 0,75), (S_2, 0,75), (S_3, 1)\}$ (данный тип отклонения отмечен у 2 учащихся)

$D_2 = \{(S_1, 0,5), (S_2, 1), (S_3, 1)\}$ (связано с 7 учащимися)

$D_3 = \{(S_1, 0,5), (S_2, 0,75), (S_3, 1)\}$ $D_3 = \{(S_1, 0,5), (S_2, 0,75), (S_3, 1)\}$ (связано с 5 учащимися)

$D_4 = \{(S_1, 0,5), (S_2, 0,75), (S_3, 0,75)\}$ $D_4 = \{(S_1, 0,5), (S_2, 0,75), (S_3, 0,75)\}$ (связано с 4 учащимися)

$D_5 = \{(S_1, 0,25), (S_2, 0,5), (S_3, 0,75)\}$ $D_5 = \{(S_1, 0,25), (S_2, 0,5), (S_3, 0,75)\}$ (связано с 3 учениками)

$D_7 = \{(S_1, 0), (S_2, 0,5), (S_3, 0,75)\}$ (связано с 1 учащимся)

$D_8 = \{(S_1, 0), (S_2, 0,5), (S_3, 0,5)\}$ (связано с 2 учениками)

$D_9 = \{(S_1, 0), (S_2, 0,25), (S_3, 0,5)\}$ (связано с 1 учащимся)

При сопоставлении указанных выше типов девиаций обучающихся становится очевидным, что обучающиеся, имеющие тип отклонения D_3 , демонстрируют лучшую успеваемость, чем обучающиеся, имеющие тип D_1 ,

обучающие, имеющие тип D_4 , демонстрируют лучшую успеваемость, чем обучающие, обладающие типом D_4 и т.д. на. Однако учащиеся с типом D_3 демонстрируют лучшие результаты в решении задач, чем обучающие с типом D_3 , которые демонстрируют лучшие результаты в отношении усвоения знаний. Точно так же учащиеся с типом D_6 демонстрируют лучшие результаты в отношении решения задач и рассуждений по аналогии, чем учащиеся с типом D_7 , которые демонстрируют лучшие результаты в отношении приобретения знаний. Другими словами, этот тип оценивания по отношению к учителю определяет отношения частичного порядка между учащимися в отношении их успеваемости [81-85].

Обратите внимание, что учитель может поставить перед своим классом цель и разработать с дидактическими стратегиями для ее достижения. Например, он/она может попросить, чтобы отклонение, скажем, d , было $0,25 \leq d \leq 0,5$ для всех учащихся и всех характеристик. Вышеупомянутая нечеткая структура может помочь ему/ей определить расхождения в отношении этой цели и, следовательно, заново адаптировать свои дидактические планы, чтобы уменьшить их.

Из представленных методов можно сделать следующие выводы:

- благодаря своей природе включения множественных значений нечеткая логика, предлагает более широкое и богатое поле ресурсов для оценки успеваемости учащихся, чем классическая четкая характеристика путем выставления оценки каждому учащемуся, выраженной числовым значением в пределах заданного по шкале или с буквой, соответствующей проценту успеваемости ученика.

- в данном исследовании разработана нечеткая модель оценки знаний и умений группы учащихся, в котором оцениваемые характеристики учащихся представлены в виде нечетких подмножеств множества характеризующих их работу.

- координаты центра тяжести в графике задействованной функции принадлежности использовались в качестве методов дефаззификации при преобразовании наши нечеткие результаты в четкое число.

- также обсуждались методы индивидуальной оценки успеваемости учащихся и были представлены примеры, иллюстрирующие использование наших результатов на практике.

Разработанная модель является правильной адаптацией общей нечеткой модели, здесь эффективно можно представлять работу системы в ситуациях, характеризующихся степенью расплывчатости и неопределенности.

2.3 Формирование индивидуальной траектории учащихся на базе продукционных правил по ИТ компетенциям

Автоматизация и систематизация играют ключевую роль в процессе формирования образованного, талантливой общества, при этом изменяя и

улучшая деятельность человека и общества. Существует множество типов информационных систем (обработка данных, управление, маркетинг, бухгалтерский учет и другие), применяемых в различных организациях, что привело к развитию многочисленных методологий и технологий их создания [90-91].

Для управления технологическими процессами используются приложения с нечеткой логикой, позволяющие применять опыт операторов. В конце 20 века методы управления, основанные на нечеткой логике, получили широкое распространение в технологических процессах [92].

Для обработки больших массивов данных в настоящее время используются методы и алгоритмы машинного обучения, в частности, методы генерации продукционных правил вывода для различных предметных областей.

Раннее выявление и обнаружение талантливых учащихся с высокими способностями и необходимостью оказания адекватной образовательной поддержки является обязанностью семьи и школы. Процесс обнаружения требует особого внимания, например, стратегии оценки. Об этом написано в трудах Хуанга, 2008 [95] и Рензулли, 2013[96].

Исследования (Моон, 2003) показывают, что психологическая оценка в области одаренности важна по трем основным причинам: выявление одаренных учащихся на основе психологических характеристик, вторая — диагностика сильных и слабых сторон с точки зрения развития учащихся и оценка показателей успеваемости [97]. Эта оценка была дополнена достижениями в области исследований и теперь широко признана. Интеллекта недостаточно, чтобы объяснить одаренность. Поэтому в силу многоаспектности одаренности недостаточно ограничиваться выявлением одаренных учащихся по высоким показателям IQ-тестов, а, следовательно, необходимо включать разнообразные психологические аспекты и их сочетание (Чарт, Григоренко, И. Штернберг, 2008; Ганье, 2004; Рензулли, 2005; Штернберг, 2001). Сочетание этих факторов высоких способностей часто носит динамичный и системный характер и выходит за рамки индивидуальных психологических качеств [98-99]. Одаренность также возникает в образовательном контексте, который способствует развитию таланта или высокой работоспособности (Ганье, 2004, 2007; Шавинина, 2013; Штернберг, 1999, 2001; Суботник, Ольшевский-Кубилиус, Уоррелл, 2011).

Анализ отечественной и зарубежной литературы в данном направлении позволил установить, что выявление одаренности является одним из важнейших аспектов развития образования. В книге Сары Эль Хури и Аньес Аль-Хруб «Образование в ливанских школах для одарённых» в главе «Выявление одарённых учеников: история, инструменты и процедуры» описан порядок методов выявления одаренности, где используются разные модели. [105]. Ротлисберг и Макинтош (2012) представляют обзор использования кратких тестов интеллекта для выявления одаренных учащихся. Они содержат ряд комментариев и рекомендаций по правильному

использованию кратких тестов интеллекта [107]. Ассулин и Лупкловски-Шоплик обсуждают модель поиска талантов для выявления талантливых учащихся [108]. Эта инновационная модель была разработана Джулианом Стэнли (1996) в Университете Джонса Хопкинса. Эта модель отказалась от понятия одаренности как глобальной категории в пользу сосредоточения внимания на конкретных областях академических интересов (Keating, 2009) и была успешно принята рядом ведущих ученых по всей стране. Kerr и ее исследовательская группа сообщают о разработке новой меры оценки — дистанции от меры привилегий. Шкалы количественно определяют расстояние от привилегий, чтобы понять, чем группы высокоспособных учащихся из числа меньшинств отличаются от большинства привилегированных людей. Эти результаты по шкале обещают увеличение приема в области естественных наук, технологий, инженерии и математики (Kerr и др., 2012). Григоренко, Штернберг и их коллеги предоставляют данные о новом инструменте оценки одаренности «Аврора», призванном изменить то, как мы измеряем и думаем об одаренности (Корнилов, Тан, Эллиотт, Штернберг и Григоренко, 2012) [100-105].

Для формирования индивидуальной траекторий по IT skills разработана нечеткая модель оценки знаний и умений учащихся. Модель учитывает оцениваемые характеристики (знание предмета, умение решать задачи, умение мыслить аналогично), представленные в виде нечетких подмножеств набора лингвистических меток, характеризующих их успеваемость в предметных областях и умения, а также способности. всех профилей учащегося также рассчитываются. Было проведено детальное количественное и качественное исследование успеваемости учащегося. В дальнейших действиях предлагается использовать нечеткую логику при оценке знаний и умений учащихся, для этого в первую очередь использовать общую нечеткую структуру, как инструмент оценки навыков в предметных областях и выявления правил нечеткой логики.

Механизм вывода или алгоритм является важной частью базовой архитектуры систем нечеткого вывода. Алгоритм вывода оперирует правилами нечетких продукций, в которых условия и выводы записываются в виде нечетких лингвистических переменных.

Рассмотрим, как осуществляется предварительная обработка данных:

1) Информация, поступающая на вход системы нечеткого вывода, представляет собой измеренные тем или иным образом входные переменные. Эти переменные соответствуют реальным переменным процесса управления.

2) Информация, которая формируется на выходе системы нечеткого вывода, соответствует выходным переменным, которые являются управляющими переменными процесса управления.

3) Системы нечеткого вывода предназначены для преобразования значений входных переменных процесса управления в выходные переменные на основе использования нечетких правил производства.

4) Формируется база правил нечетких продукций, а реализация нечеткого вывода осуществляется в виде нечетких лингвистических высказываний [92].

Таким образом, основными этапами нечеткого вывода являются:

- формирование базы правил для систем нечеткого вывода;
- фаззификация входных переменных;
- объединение подусловий в нечетких продукционных правилах.

Описаны методы применения нечеткой логики для определения модели индивидуальных траекторий обучающегося. Поэтому данной работе предпринята попытка использовать математический аппарат нечеткой логики для оценки эффективности качества образования. Структура базы данных охватывает все уровни квалификации по основным показателям качества образования.

В качестве входных переменных используются следующие параметры:

- успеваемость по профильным предметам (150 записей);
- успеваемость по гуманитарным предметам (120 записей);
- творческие способности (80 записей).

В качестве первой входной переменной используется успеваемость по основным предметам (математика, физика, информатика). Известно, что наиболее качественными являются показатели по этим предметам, самые высокие показатели – средние показатели, остальные относятся к низким показателям. Эти показатели раскроют нам ИТ-навыки обучающегося.

В качестве второй входной переменной используются непрофильные предметы (языки, история, география, искусство). Считается, что наибольший эффект приносят показатели по языкам, наименьший — по другим предметам. Эти навыки покажут нам, что обучающий силен в гуманитарных или естественных науках.

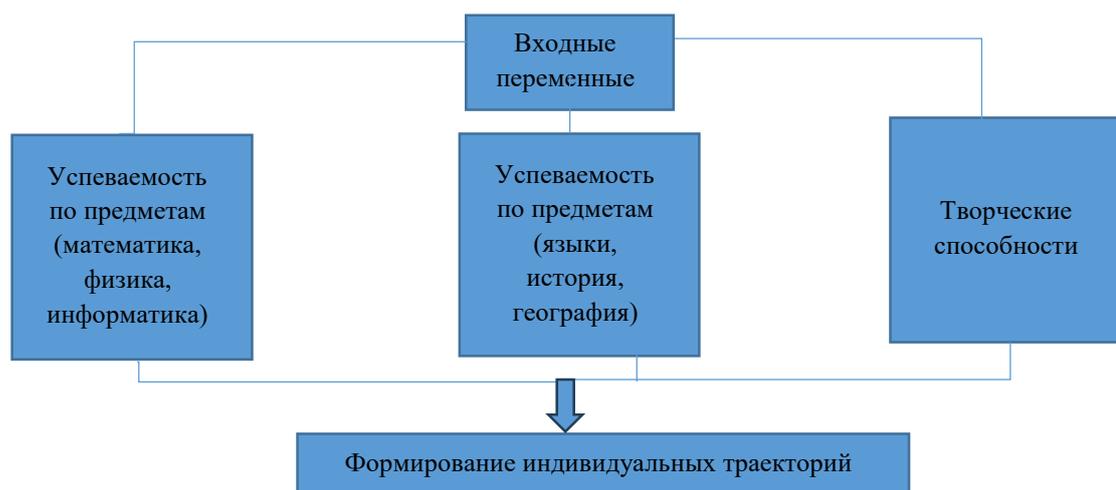


Рисунок 2.4 – Модель формирования индивидуальной траекторий учащегося

Третья входная переменная — творческие способности обучающихся. Действительно, чем выше успеваемость в искусстве, тем креативнее ученик.

Далее, объединив результаты по полученным результатам, можно выявить, чем одарен ученик. Выходной переменной является эффективность образования. Анализ эффективности образования может послужить основой для изменения качества образования в сельских и городских школах.

База правил нечеткой логики является наиболее часто используемым инструментом, которые представляют собой набор правил, используемых параллельно или последовательно [93].

Применяются правила следующего типа:

Например: ЕСЛИ высокий балл по физике И высокий балл по информатике И высокий балл по математике, ТО отличные знания компьютера.

Как мы уже знаем, обработка нечеткой логики состоит из трех частей (см. рис. 2).

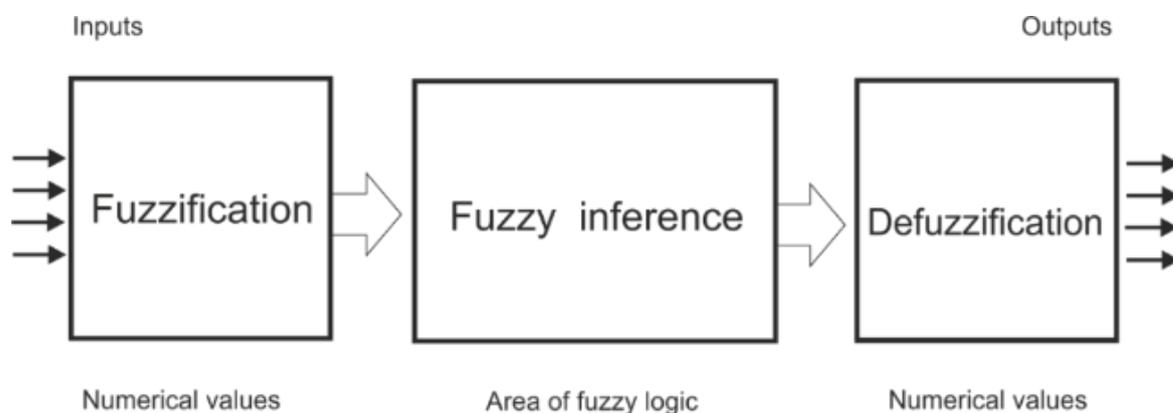


Рисунок 2.5 - Процесс обработки нечеткой логики

Чаще всего используется для нечеткого вывода с помощью механизма Мамдани. Далее используются базы правил Мамдани. Результатом нечеткого правила является комбинация предложений, соединенных операторами AND. Основная идея машины вывода Мамдани — база нечетких правил Мамдани, содержащая лингвистические правила, использующие функции принадлежности для описания прикладных понятий (Рисунок 2.6).

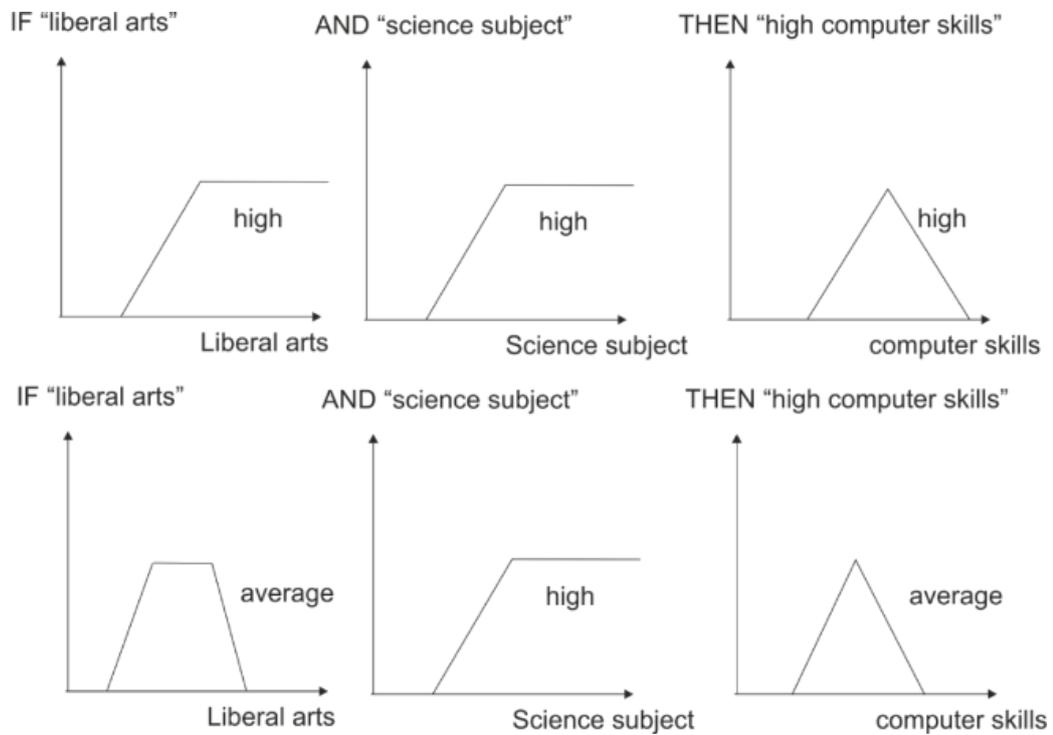


Рисунок 2.6 – Результаты правил

Как мы уже упоминали выше, механизм вывода состоит из следующих этапов:

Постановка задачи (фаззификация) заключается в получении функций принадлежности, используемых в формулировках правил, как показано на рисунке ниже. (Рисунок 2.7)

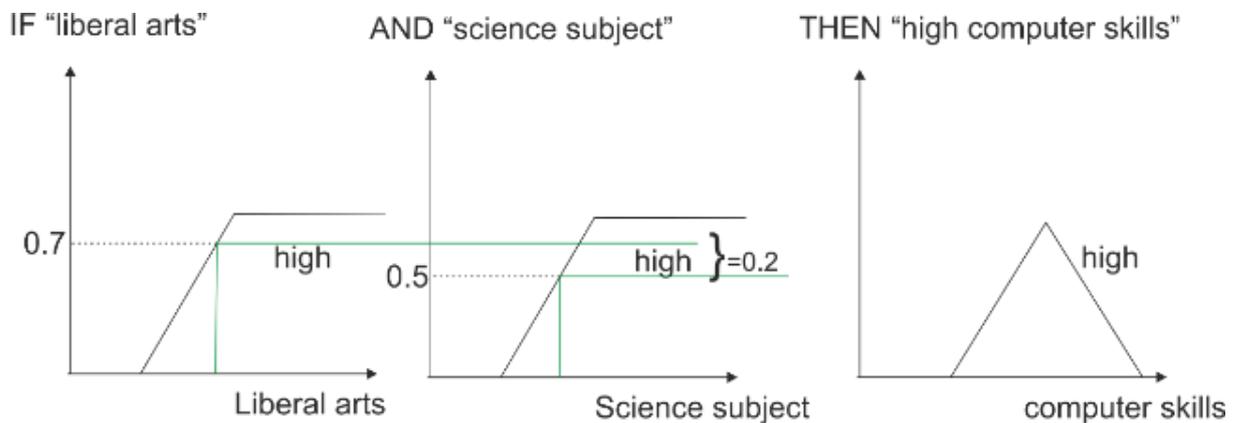


Рисунок 2.7 - Фаззификация

Степень активации правила используется для определения результата применения правила. Результирующее нечеткое множество строится путем поиска минимальных значений среди степеней активации и функций принадлежности и сортировки «усеченных» функций принадлежности (Рисунок 2.8).

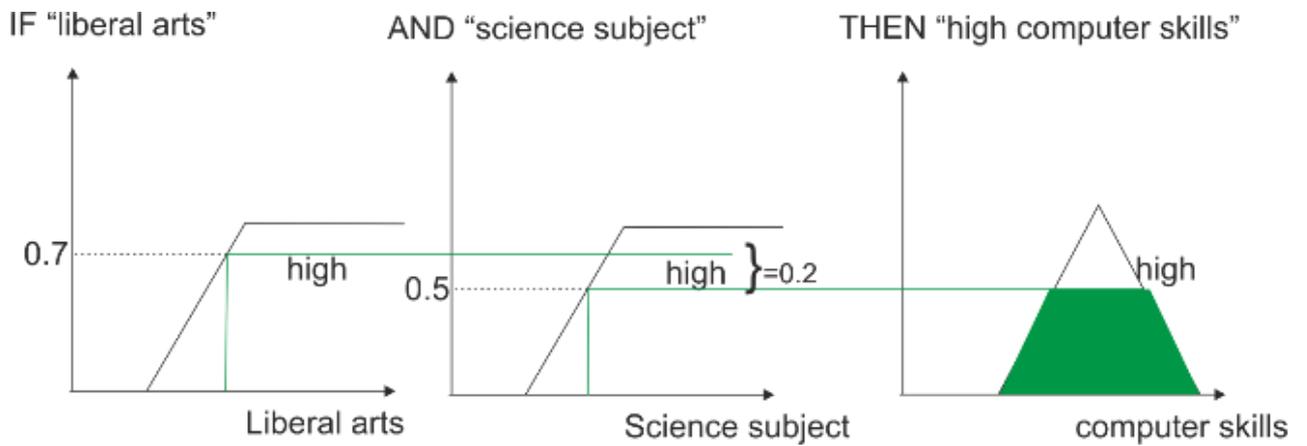


Рисунок 2.8 – Вывод результата

Общий выходной нечеткий набор получается путем объединения нечетких наборов, полученных в результате применения каждого правила генерации для данного выходного сигнала. В примере ниже показан случай, когда два правила влияют на формирование одного выхода. [106]. Предполагается, что правила связаны логической операцией «ИЛИ», поэтому среди полученных функций принадлежности необходимо найти максимальное значение для каждого правила (Рисунок 2.9).

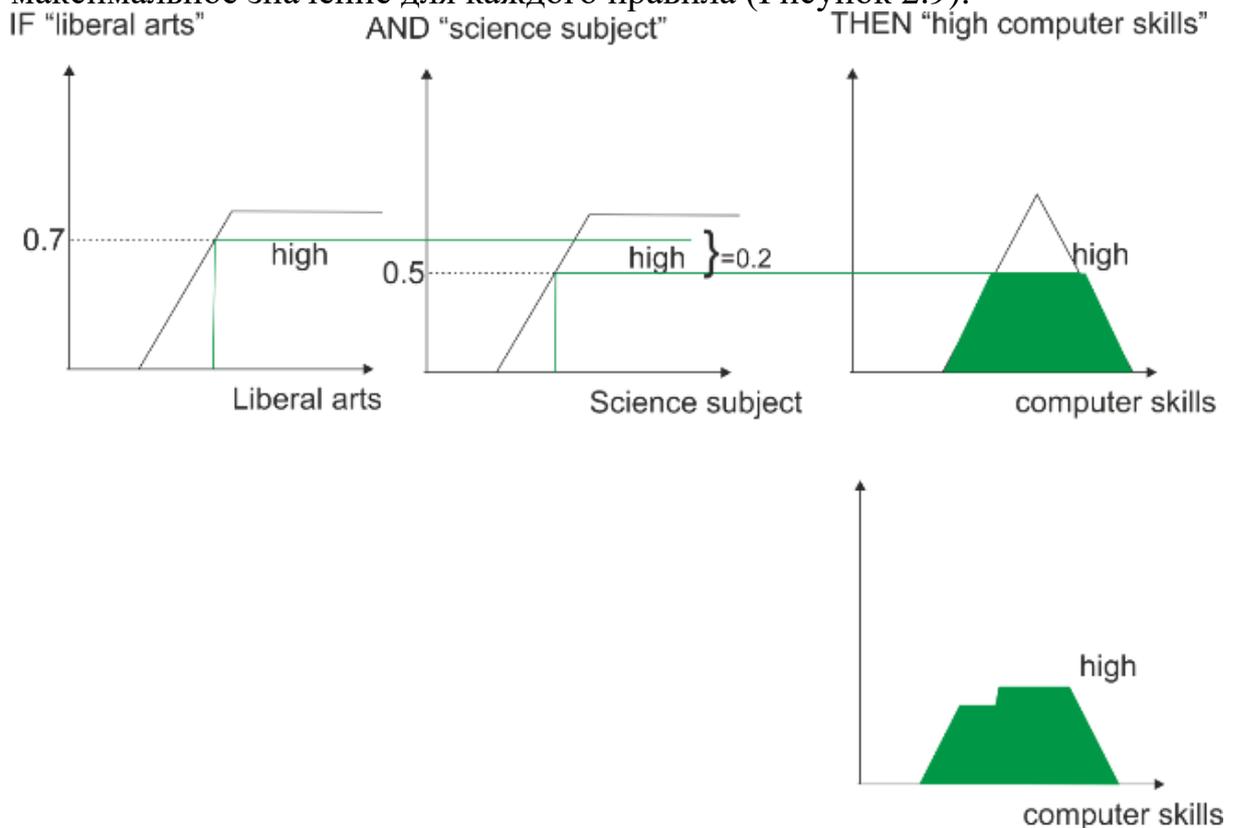


Рисунок 2.9. – Комбинирование правил

В конце этапа нечеткого вывода уже идентифицировано конечное нечетное множество, но его нельзя использовать непосредственно для предоставления точной информации оператору, так как необходимо

осуществить переход от «мира нечеткой логики» к «миру нечеткой логики». реальный мир», что называется дефаззификацией [107-109]. Для дефаззификации используются разнообразные методы, чаще всего используется метод вычисления «центра тяжести» нечеткого множества (Рисунок 2.10).

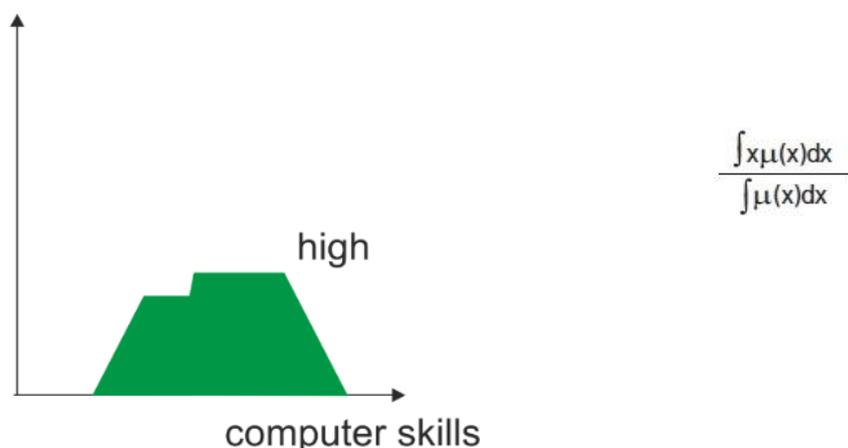


Рисунок 2.10 - Графический способ представления расчета «центра тяжести» нечеткого множества.

Выше приведены иллюстрации в графическом изображении правил в процессе их использования. В этой работе были составлены 19 практических правил для определения ИТ-навыков с использованием академической успеваемости по основным предметам.

1. ЕСЛИ высокий балл по физике И высокий балл по информатике И высокий балл по математике, ТО отличные знания в сфере ИТ.
2. ЕСЛИ средний балл по физике И высокий балл по информатике И высокий балл по математике, ТО отличные знания в сфере ИТ.
3. ЕСЛИ средний балл по физике И высокий балл по информатике И хороший балл по математике, ТО отличные знания в сфере ИТ.
4. ЕСЛИ средний балл по физике И средний балл по информатике И высокий балл по математике, ТО хорошие знания в сфере ИТ.
5. ЕСЛИ средний балл по физике И средний балл по информатике И средний балл по математике, ТО средний балл по в сфере ИТ.
6. ЕСЛИ высокий балл по физике И средний балл по информатике И средний балл по математике, ТО средний балл по в сфере ИТ.
7. ЕСЛИ средний балл по физике И высокий балл по информатике И средний балл по математике, ТО средний балл по в сфере ИТ.
8. ЕСЛИ средний балл по физике И средний балл по информатике И средний балл по математике, ТО средний балл по в сфере ИТ.
9. ЕСЛИ низкий балл по физике И средний балл по информатике И высокий балл по математике, ТО средний балл по в сфере ИТ.

- 10.ЕСЛИ низкий балл по физике И средний балл по информатике И средний балл по математике, ТОГДА средний балл по в сфере IT.
- 11.ЕСЛИ низкий балл по физике И высокий балл по информатике И высокий балл по математике, ТОГДА средние знания компьютера.
- 12.ЕСЛИ высокий балл по физике И низкий балл по информатике И высокий балл по математике, ТО средние знания в сфере IT.
- 13.ЕСЛИ высокий балл по физике И высокий балл по информатике И низкий балл по математике, ТО средние знания в сфере IT.
- 14.ЕСЛИ низкий балл по физике И низкий балл по информатике И высокий балл по математике, ТОГДА средние знания в сфере IT.
- 15.ЕСЛИ высокий балл по физике И низкий балл по информатике И низкий балл по математике, ТОГДА средние знания в сфере IT.
- 16.ЕСЛИ низкий балл по физике И средний балл по информатике И низкий балл по математике, ТО низкие знания в сфере IT.
- 17.ЕСЛИ средний балл по физике И низкий балл по информатике И низкий балл по математике, ТО низкие знания в сфере IT.
- 18.ЕСЛИ низкий балл по физике И низкий балл по информатике И средний балл по математике, ТО низкие знания в сфере IT.
- 19.ЕСЛИ низкий балл по физике И низкий балл по информатике И низкий балл по математике, ТО низкие знания в сфере IT.

Ряд приведенных выше правил дает нам объяснение тому, что если у учащегося есть отличные научные знания на основании правил № 1-4, которые гласят, что учащийся показывает отличные результаты по предметам физики, математики и информатики, то у него будут высокие навыки владения компьютером. И если у ученика средние научные знания, основанные на правилах №5 – 15, описывающих допустимые варианты между средним и отличным, например, отличные результаты по физике, высокие результаты по математике, средние по информатике, то компьютер у него будет средний. навыки знания. Остальные 4 правила из №16-20 показывают, что низкие навыки работы с компьютером у учащегося основаны на результатах, полученных по этим трем предметам, где результаты по предметам варьируются от среднего до низкого.

Все вышеперечисленные правила направлены на определение компьютерных знаний и умений, а одаренность учащихся имеет несколько областей умений и знаний, например, гуманитарные знания, естественнонаучные знания, творческие способности, спортивные навыки и т. д., и на определение этих умений и навыков. знаний, необходимо будет построить базу нечетких правил. В данном исследовании представлена модель одаренного ученика, которая выстроит индивидуальную траекторию, определит, в чем одарен ученик, и даст, в каком направлении учителю необходимо будет работать в дальнейшем при планировании и проведении уроков.

Набор практических правил, в которых используются академические достижения в области гуманитарных наук.

1. ЕСЛИ высокий балл по 3 языкам И высокий балл по истории И высокий балл по географии И высокий балл по искусству, ТОГДА низкий балл по естественным наукам.
2. ЕСЛИ средний балл по 3 языкам И высокий балл по истории И высокий балл по географии И высокий балл по искусству, ТОГДА низкий балл по естественным наукам.
3. ЕСЛИ высокий балл по 3 языкам И средний балл по истории И высокий балл по географии И высокий балл по искусству, ТОГДА низкий балл по естественным наукам.
4. ЕСЛИ высокий балл по 3 языкам И высокий балл по истории И средний балл по географии И средний балл по искусству, ТОГДА низкий балл по естественным наукам.
5. ЕСЛИ средний балл по 3 языкам И средний балл по истории И высокий балл по географии И высокий балл по искусству, ТОГДА средний балл по естественным наукам.
6. ЕСЛИ средний балл по 3 языкам И высокий балл по истории И средний балл по географии И высокий балл по искусству, ТОГДА средний балл по естественным наукам.
7. ЕСЛИ средний балл по 3 языкам И высокий балл по истории И высокий балл по географии И средний балл по искусству, ТОГДА средний балл по естественным наукам.
8. ЕСЛИ высокий балл по 3 языкам И средний балл по истории И средний балл по географии И высокий балл по искусству, ТОГДА средний балл по естественным наукам.
9. ЕСЛИ средний балл по 3 языкам И средний балл по истории И средний балл по географии И высокий балл по искусству, ТОГДА средний балл по естественным наукам.
10. ЕСЛИ средний балл по 3 языкам И средний балл по истории И средний балл по географии И средний балл по искусству, ТОГДА средний балл по естественным наукам.
11. ЕСЛИ низкий балл по 3 языкам И низкий балл по истории И низкий балл по географии И низкий балл по искусству, ТО отличный результат по естественным наукам.
12. ЕСЛИ средний балл по 3 языкам И низкий балл по истории И низкий балл по географии И низкий балл по искусству, ТОГДА отличный балл по естественным наукам.
13. ЕСЛИ низкий балл по 3 языкам И средний балл по истории И низкий балл по географии И низкий балл по искусству, ТОГДА отличный балл по естественным наукам.
14. ЕСЛИ низкий балл по 3 языкам И низкий балл по истории И средний балл по географии И средний балл по искусству, ТОГДА отличный балл по естественным наукам.

Следующая серия выявленных нечетких правил из №1-4 дает представление о том, что высокие результаты по любым трем языкам

(казахскому, русскому, английскому, немецкому, французскому, китайскому выборочно), истории и географии, у ученика низкие знания по научным предметам. такие как химия, биология и физика. Правила № 5 – 10 показывают результаты по гуманитарным наукам в диапазоне от высоких до средних, то есть полученные результаты варьируются в этом интервале и показывают средние знания по научным предметам. Остальные правила, показывающие высокие знания по естественным наукам, основаны на низких баллах по выбранным предметам для определения результатов.

Все 14 правил направлены на выявление уровня гуманитарных знаний и естественнонаучных знаний учащегося, учитываются все языковые предметы, из которых есть предметы, которые выдаются учащимися по своему выбору, например, кто-то изучает немецкий и кто-то китаец, но по всем предметам уровень владения языковыми компетенциями на уровне сдачи международных экзаменов, что поможет выбрать направление как ученику, так и преподавателю для дальнейшего развития академических знаний, участия в различных проектах, олимпиадах соревнования.

Для анализа данных, например, берутся результаты за три 10, 11, 12 класса. В каждом их классе учатся по 12 учеников, взяты результаты учащихся за 1 четверть, данные представлены в таблице ниже.

Grade 12	Math	Physics	Computer science	Languages						History	Geography
				Kazakh	Russian	English	Germany	French	Chinese		
Student 1	60	65	70	95	88	85				90	96
Student 2	76	77	80	70	75		85			80	76
Student 3	69	80	65	68	70				80	86	76
Student 4	88	90	33	65	70	70				78	82
Student 5	92	56	86	80	79	81				80	60
Student 6	78	79	83	68	72	80				86	79
Student 7	41	66	69	80	85				75	87	85
Student 8	49	58	75	88	72	85				88	80
Student 9	88	79	38	77	79			88		90	89
Student 10	85	80	87	97	85				77	70	66
Student 11	64	70	75	94	90	90				75	73
Student 12	74	85	94	93	90			90		71	69

Grade 11	Math	Physics	Computer science	Languages						History	Geography
				Kazakh	Russian	English	Germany	French	Chinese		
Student 1	80	65	70	95	78	83				90	85
Student 2	76	77	80	70	75				83	67	76
Student 3	89	80	65	68	70		80			86	77
Student 4	88	91	53	70	80				70	78	82
Student 5	92	56	86	80	79	85				80	60
Student 6	78	79	83	77	80	80				56	69
Student 7	57	66	69	80	85				77	87	85
Student 8	49	58	75	67	86				85	77	80
Student 9	88	79	62	57	79			88		83	79
Student 10	85	43	87	97	85				77	70	66
Student 11	64	70	75	94	90	90				75	73
Student 12	74	85	67	73	60			90		71	96

Grade 10	Math	Physics	Computer science	Languages						History	Geography
				Kazakh	Russian	English	Germany	French	Chinese		
Student 1	70	65	70	95	78	83				90	85
Student 2	76	77	90	90	75	83				80	96
Student 3	89	80	40	68	70				80	86	77
Student 4	88	91	83	80	93	86				66	86
Student 5	87	56	78	79	83	85				80	60
Student 6	98	98	83	77	80	80				84	69
Student 7	90	86	69	80	85				77	87	85
Student 8	49	58	75	67	86	85				77	80
Student 9	88	79	90	57	79			88		83	79
Student 10	85	86	87	97	85				77	50	66
Student 11	84	70	75	94	90	90				75	73
Student 12	74	85	87	73	40			95		81	96

Рисунок 2.11 – Результаты эксперимента

Результаты в таблице приведены в процентах от 1 до 100%. Шкала определяется следующим образом: 5 баллов – от 85–100%, 4 балла – от 65–84%, 3 балла – от 50–64%, 2 балла – от 0–49%. Рассмотрим таблицу 1, где представлены результаты 12 класса. У ученика 1 60%-3 по математике, 65%-4 по физике, 70%-4 по информатике, что показывает средние результаты; на 85%, что соответствует высоким результатам, что демонстрирует нам соблюдение выявленных нечетких правил, что показывает, что если уровень знаний высок по всем гуманитарным предметам, то успеваемость по научным предметам будет низкой.

Фаззификация входных и выходных переменных. В качестве термножества переменной «Физика» используем набор $T_1 = \{\text{"от 0 до 49"}, \text{"от 50 до 84"}, \text{"от 85 до 100"}\}$, или в символической форме $T_1 = \{LS, M, HS\}$ с функциями принадлежности к термам, показанными на рисунке 2.12.

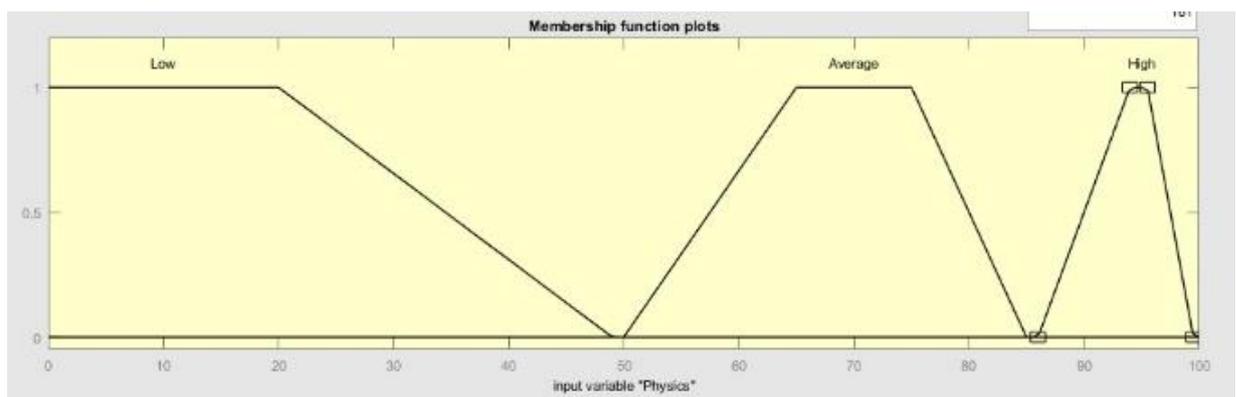


Рисунок 2.12 - График термов, принадлежащих переменной «Физика»

В качестве термножества переменной «Информатика» используем множество $T_2 = \{\text{"от 0 до 49"}, \text{"от 50 до 84"}, \text{"от 85 до 100"}\}$, или в символической

форме $T2 = \{LS, M, HS\}$ с функциями принадлежности к термам, показанными на рисунке 2.13.

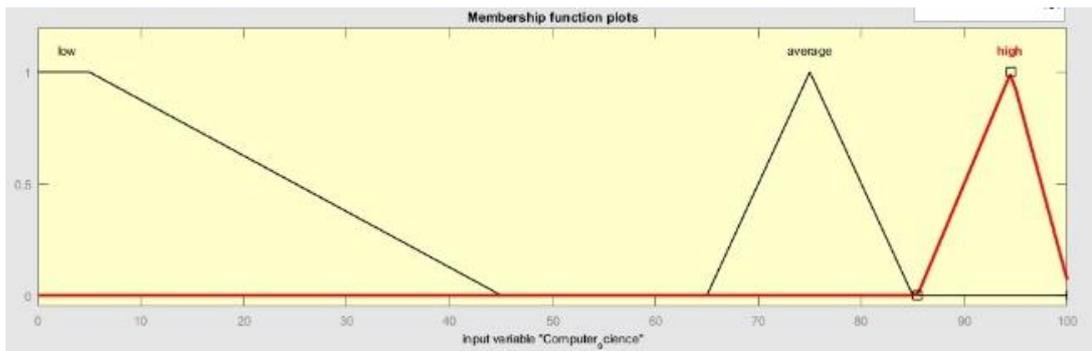


Рисунок 2.13 - График термов, принадлежащих переменной «Информатика»

В качестве терм-множества переменной «Математика» используем набор $T3 = \{\text{"от 0 до 49"}, \text{"от 50 до 84"}, \text{"от 85 до 100"}\}$, или в символьной форме $T3 = \{LS, M, HS\}$ с функциями членства в терминах, показанными на рисунке 2.14.

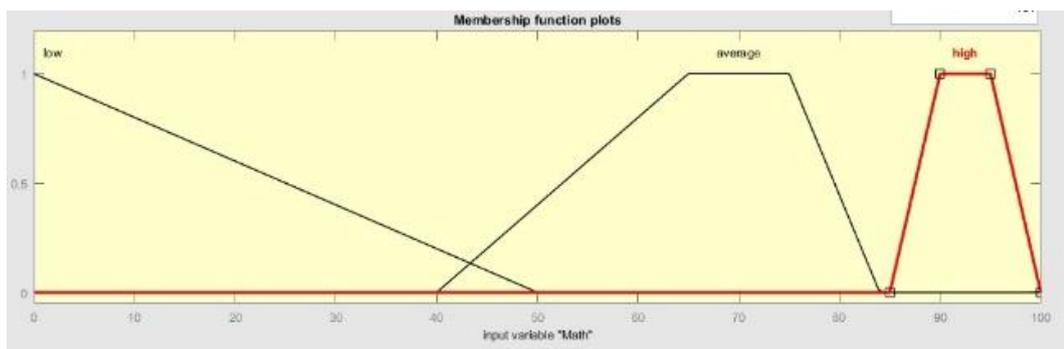


Рисунок 2.14 - График термов, принадлежащих переменной «Математика»

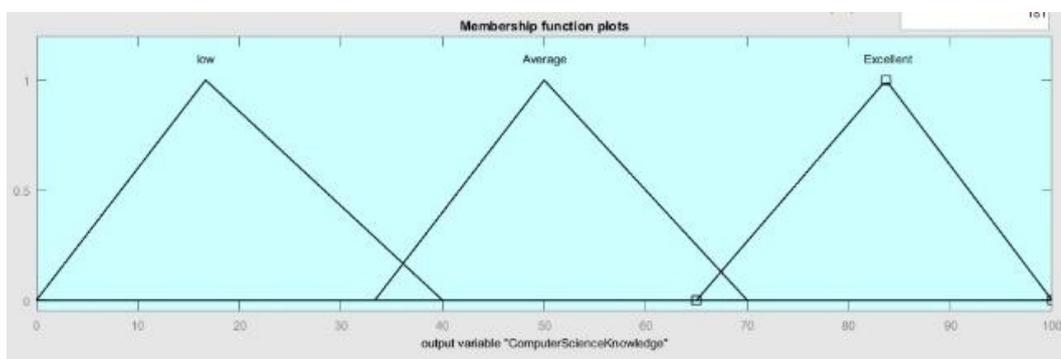


Рисунок 2.15 - График терминов, принадлежащих переменной «ИТ-НАВЫКИ»

В качестве терм-множества выходной переменной «Эффективность качества образования» будем использовать набор $T4 = \{\text{«Низкий»}, \text{«Средний»}, \text{«Высокий»}\}$ или в символьной форме $T4 = \{LS, M, HS\}$ с функциями принадлежности термов, показанных на рисунке 2.15.

Мы будем использовать метод Мамдани в качестве схемы нечеткого вывода. Это наиболее распространенный метод логического вывода нечетких системах[110-112]. Он использует минимаксную композицию нечетких множеств. Этот механизм включает в себя следующую последовательность действий:

1. Процедура фаззификации: определяются степени истинности, т.е. значения функций принадлежности для левых частей каждого правила (предпосылки)[113]. Для базы правил с m правилами мы обозначаем степени истинности как $A_{ik}(x_k)$, $i=1..m$, $k=1..n$;

2. Нечеткий вывод. Сначала определяются уровни «отсечки» для левой части каждого из правил:

$$alfa_i = \min_k(A_{ik}(x_k)) \quad (4)$$

Далее идут «усеченные» функции принадлежности:

$$B_i^*(y) = \min(alfa_i, B_i(y)) \quad (5)$$

3. Композиция, или объединение полученных усеченных функций, для чего используется максимальная композиция нечетких множеств:

$$MF(y) = \max_i(B_i^*(y)) \quad (6)$$

где $MF(y)$ — функция принадлежности результирующего нечеткого множества;

4. Дефаззификация, или приведение к ясности. Существует несколько методов дефаззификации. Например, метод среднего центра или метод центроида:

$$MF(y) = \max_i(B_i^*(y)) \quad (4)$$

Геометрический смысл этой величины – центр тяжести кривой $MF(y)$. Формирование базы правил систем нечеткого вывода[112-115]. Для построения базы правил воспользуемся 19 нечеткими продукционными правилами, которые удобно представить в виде следующей таблицы (Таблица 2.10).

Таблица 2.10 - Нечеткие правила производства рассматриваемой системы нечеткого вывода.

Rule number	Physics	Computer science	Mathematics	IT skills
1	2	3	4	5
1.	HS			HS
2.	M			M
3.	LS			LS
4.		LS		LS
5.		HS		HS
6.		M		M
7.			LS	LS
8.			HS	HS
9.			M	M
10.	HS	HS	HS	HS
11.	M	M	M	M
12.	LS	LS	LS	LS
13.	HS	HS	M	HS
14.	HS	HS	LS	HS
15.	M	M	HS	M
16.	M	M	LS	HS
17.	LS	LS	HS	LS
18.	LS	LS	M	M
19.	LS	M	HS	HS

Далее определяем методы для агрегирования подусловий. Поскольку во всех правилах 1–19 в качестве логической связки для подусловий используется только нечеткая конъюнкция (операция «И»), в качестве метода агрегирования мы будем использовать операцию мин-конъюнкции [114].

Для накопления выводов правил воспользуемся методом макс-дизъюнкции, который также применяется в случае схемы нечеткого вывода Мамдани. В качестве метода дефаззификации используется метод центра тяжести [115].

Построим нечеткую модель, используя графические инструменты системы MATLAB [116] с встроенным контентом Fuzzy Logic Toolbox.

Для этого в редакторе FIS мы определим 3 входные переменные с именами «Физика» (β_1), «Информатика» (β_2), «Математика» (β_3) и одну выходную переменную с именем «ИТ-навыки» (β_4).

Вид графического интерфейса редактора FIS для этих переменных показан на рисунке 2.16.

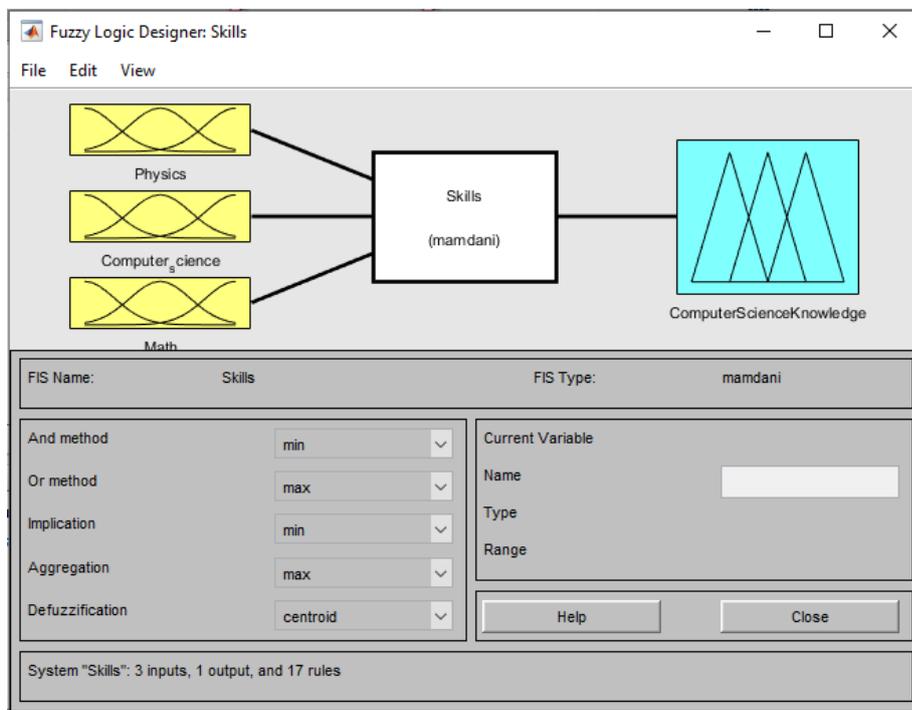


Рисунок 2.16 - Графический интерфейс редактора FIS после определения входных и выходных переменных системы нечеткого вывода

Для решения задачи нечеткого моделирования воспользуемся системой нечеткого вывода типа Мамдани. Оставим неизменными параметры разрабатываемой нечеткой модели, предлагаемые системой MATLAB по умолчанию, а именно логические операции (\min для нечеткого логического И, \max для нечеткого логического ИЛИ), метод импликации (\min), метод агрегации (\max) и метод дефаззификации (на основе метода центраида) [117].

Далее следует определить функции принадлежности термов для каждой из 3 входных и единственной выходной переменных рассматриваемой системы нечеткого вывода[118].

Для этого воспользуемся редактором функций принадлежности системы MATLAB. Мы будем использовать типы функций принадлежности и соответствующие числовые значения их параметров.

Графический интерфейс редактора функции принадлежности для выходной переменной «ИТ-навыки» показан на рисунке 2.17[118].

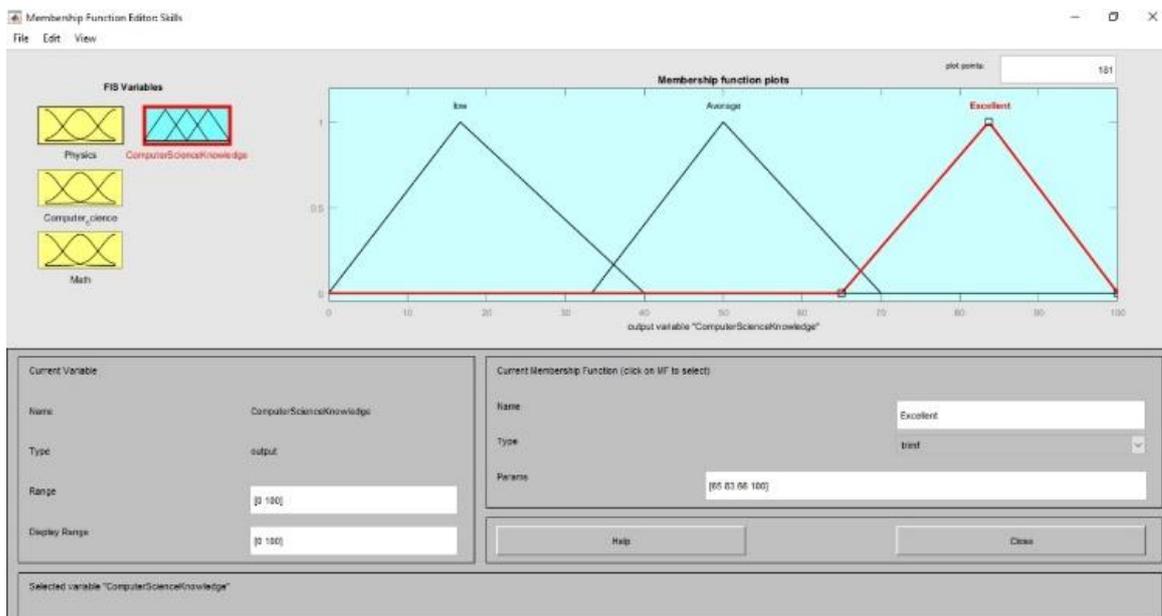


Рисунок 2.17 - Графический интерфейс редактора функций принадлежности выходной переменной «Эффективность качества образования»

Для разработанной системы нечеткого вывода (Таблица 2.10) устанавливаем 19 правил с помощью редактора правил MATLAB. Вид графического интерфейса редактора правил после задания всех 19 правил нечеткого вывода показан на рисунке 2.18.

Теперь можно проанализировать построенную систему нечеткого вывода для рассматриваемой задачи.

Для этого открываем окно просмотра правил системы MATLAB и вводим значения входных переменных для конкретного случая, когда значение входной переменной «Физика» составляет 40,3%, значение входной переменной «Информатика» составляет 36,3 %, значение входной переменной «Математика» — 37,9 %.

Процедура нечеткого вывода, выполняемая системой MATLAB для разработанной нечеткой модели, приводит к значению выходной переменной «ИТ-навыки» - 46,2. Это средний показатель индивидуальной траекторий обучающегося.

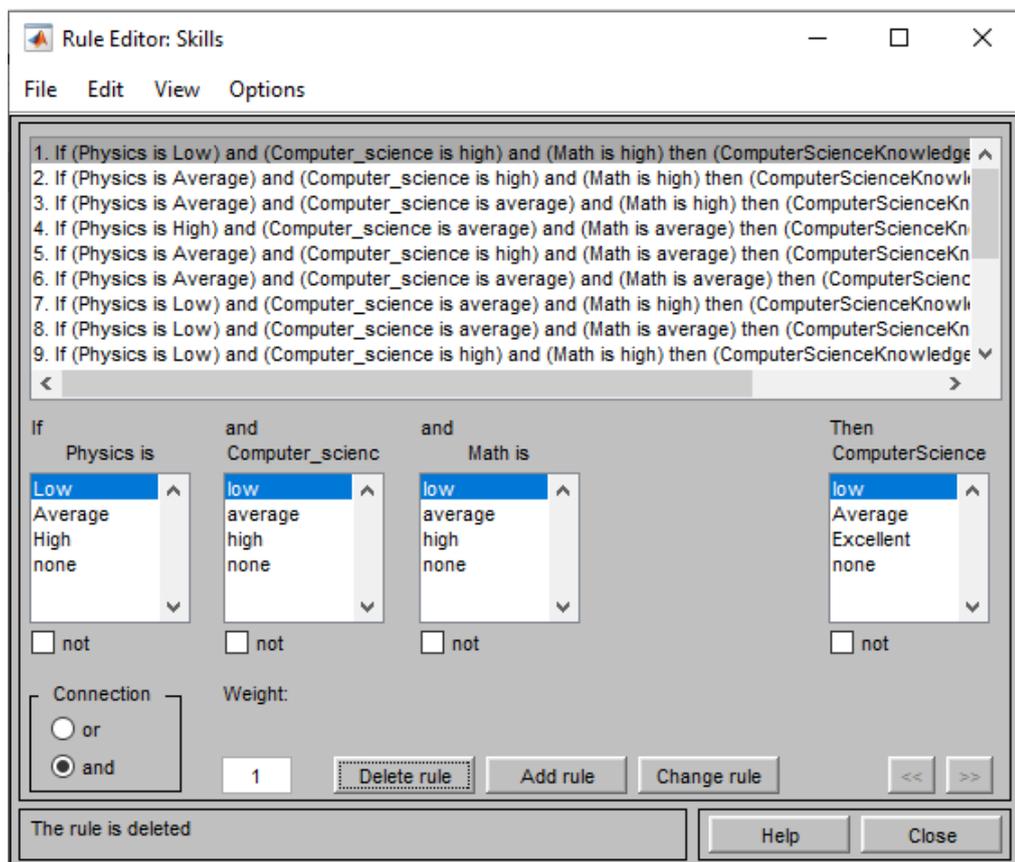


Рисунок 2.18 - Графический интерфейс редактора правил после настройки базы правил системы нечеткого вывода

Проанализируем построенную систему нечеткого вывода для второго варианта исходных данных с более высокими значениями входных переменных. Для этого изменим значения входных переменных: значение входной переменной «Физика» 76,5%, значение входной переменной «Информатика» 75,7%, значение входной переменной «Математика» 91%.

Процедура нечеткого вывода, выполненная системой MATLAB для разработанной нечеткой модели, приводит к значению выходной переменной «ИТ-навыки» 82,9 (Рисунок 2.19). Это высокий показатель индивидуальной траектории обучающегося.



Рисунок 2.19 – Показатель индивидуальной траекторий по ИТ навыкам

Для общего анализа разработанной нечеткой модели также может быть полезно визуализировать соответствующую нечеткую поверхность вывода.

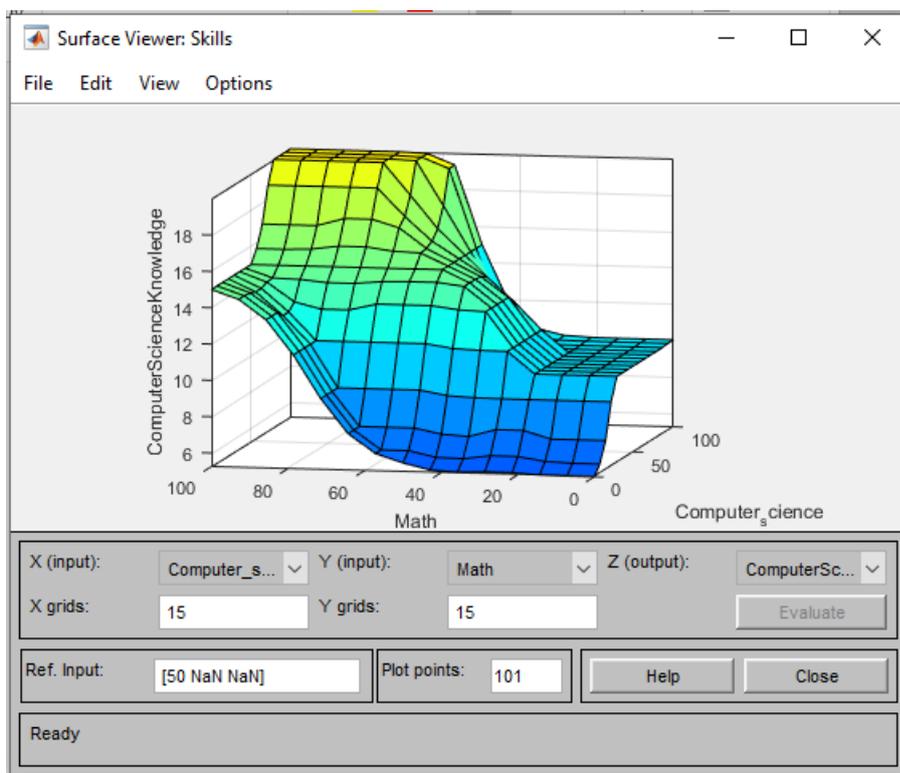


Рисунок 2.20 - Визуализация поверхности нечеткого вывода рассматриваемой модели для входных переменных «Информатика» и «Математика»

Эта нечеткая поверхность вывода позволяет установить зависимость значений выходной переменной от значений отдельных входных переменных нечеткой модели. Анализ этих зависимостей может служить основой для изменения функций принадлежности входных переменных или нечетких правил с целью повышения адекватности системы нечеткого вывода.

Использование нечеткой логики является одновременно средством повышения качества и производительности, нечеткая логика предлагает конкурентные преимущества производственным компаниям в поисках технической и экономической оптимизации, а наш опыт показал, что ее можно применять в сфере образования [115]. Определены области, где этот подход может быть использован наиболее эффективно. Благодаря удобному пользовательскому интерфейсу среды программирования MATLAB [116] нечеткая логика доступна всем пользователям, занимающимся автоматическим управлением и желающим улучшить свои навыки и знания, а также производительность своих разработок. У применения нечеткой логики есть свои особые области, в которых она превосходна: это области, где важен практический опыт, нюансы принятия решений и учет нелинейных и субъективных параметров, не говоря уже о конфликтующих факторах принятия решений.

В результате анализа больших массивов данных по ряду критериев, за счет использования теорий, функций и принципов нечеткой логики, определен перечень значимых факторов, препятствующих развитию одаренности учащихся.

В рамках исследования использовались эмпирические правила нечеткой логики для анализа и выявления одаренности, для накопления выводов правил, максимизации использован метод дизъюнкции, который применяется и в случае схемы нечеткого вывода Мамдани.

Также в качестве метода дефаззификации использован метод центра тяжести, что позволило разработать модель выявления одаренности и построения индивидуальной траекторий по IT skills.

Эта модель отличается от существующих тем, что учитывает успеваемость по всем направлениям: гуманитарным, профильным предметам и предметам по выбору, которые учащийся выбирает для углубленного изучения. Также она учитывает творческие способности учащегося. Все эти навыки оцениваются по шкале, объединяются и формируют индивидуальную траекторию одаренности.

Индивидуализация учебной траектории каждого ученика на основе результатов исследования является важным шагом для эффективного развития его одаренности. Основываясь на этом исследовании, можно создать индивидуальные траектории обучения, которые учитывают потребности и способности каждого ученика.

При формировании таких траекторий следует учитывать не только IT skills и научные предпочтения, но и другие критерии, такие как:

- академические интересы и предпочтения ученика:

определение областей знаний и предметов, которые наиболее интересны и мотивируют ученика.

- уровень текущих знаний и навыков:
анализ уровня подготовки ученика в различных областях для определения начальной точки индивидуальной траектории.
- личностные характеристики и особенности:
учет индивидуальных особенностей ученика, таких как стиль обучения, склонности к сотрудничеству и самостоятельной работе.
- карьерные и образовательные цели:
выявление желаемых целей ученика в области карьеры и образования для адаптации учебной траектории под их достижение.

Интеграция всех этих критериев позволит создать многокритериальные индивидуальные траектории обучения, которые будут наиболее точно соответствовать потребностям и целям каждого ученика. Такой подход способствует более эффективному использованию всех этапов дифференциации в классе и обеспечивает оптимальное развитие каждого учащегося.

2.4 Разработка модели дифференцированного обучения на базе нечетких множеств с использованием матрицу парных сравнений

Предлагаемое исследование было проведено в Назарбаев Интеллектуальной школе химико-биологического исследования в Усть-Каменогорске, Казахстан.

Система образования Казахстана стремится трансформировать старый формат образования в сторону дифференцированного подхода. Существуют такие актуальные вопросы, как развитие цифровой образовательной среды в школах, моделирование цифровых компетенций учащихся, построение личных траекторий обучения в цифровой среде школы, а также разработка информационных технологий, моделей и алгоритмов, позволяющих адаптироваться. ход урока с учетом индивидуальных особенностей учащихся. Совместное использование нечеткой логики и методов теории принятия решений и статистической обработки информации является основой исследования этих вопросов [119].

Таким образом, значимость этого начинания заключается в решении проблемы развития информационных технологий для выявления индивидуальных путей для учащихся, обеспечивая индивидуальную поддержку как индивидуального, так и группового обучения. Подчеркивая развитие цифровых навыков, этот подход повышает качество и эффективность образовательного процесса в школах Казахстана.

Рассмотрим группу публикаций авторов, исследующих новые подходы к созданию самих экспертных систем для образования (в том числе на основе нечеткой логики). Анализ литературы в этой области позволил прийти к выводу, что одним из обсуждаемых подходов к созданию экспертных систем являются попытки предложить использование методов нечеткой логики, основанных на теории нечеткой логики [120-123].

Рассмотрим исследования, в которых представлены аналогичные методы теории нечетких множеств. В этой статье Красильников и Тойскин [6] представляет применение методов нечеткой логики. Он выделяет несколько причин, по которым предпочтение отдается использованию систем с нечеткой логикой: их концептуально легче понять; это гибкая система, устойчивая к неточным входным данным; может моделировать нелинейные функции произвольной сложности.

Следующие авторы Солодовников с соавторстве с [124] используется метод построения нечетких правил. Рассмотрены общие принципы построения программной системы, способной обеспечить комплексную успеваемость студентов в течение семестра с использованием экспертной системы, использующей элементы нечеткой логики.

Рассмотрим исследование, в котором используется ИИ, один из таких авторов — Мелихова [125] рассматривает возможность проектирования и реализации экспертной системы мониторинга образовательного процесса вуза на основе нечеткого подхода к моделированию интеллектуальных систем. В этом подходе используются «лингвистические» переменные, отношения между которыми описываются с помощью нечетких утверждений и нечетких алгоритмов.

Предполагается, что построение системы контроля образовательного процесса может включать следующие этапы: формулирование целей обучения, определение уровня требований каждого преподавателя (высший, средний, низший); построение системы мониторинга, определяющей степень подготовки по каждой дисциплине. Индикаторы: дискриминация, запоминание, понимание, базовые навыки, передача знаний; определение фактической эффективности деятельности преподавателя на основе показателей степени подготовленности обучающихся.

Основными показателями эффективности преподавателя являются сила, глубина и осознанность знаний учащихся. Эти же показатели определяют качество образования. Курейчик и др. [126] в своей работе исследуют подход к проектированию интеллектуальных систем дистанционного обучения, основанный на правилах и технологиях вывода на основе прецедентов. Нордин и др. [127] рассматривают оценку эффективности обучения, в которой экспертные системы должны

моделировать процесс принятия решений экспертом как дедуктивный процесс с использованием вывода, основанного на правилах. Юсу и др. [128] демонстрируют систематический обзор последовательного обучения с использованием нейронной сети и ее моделей, где набор правил может быть встроен в систему на основе входных данных.

Делается вывод об адекватности предложенной модели. Этот метод может быть эффективен в ситуациях, когда основным источником знаний о проблеме или ситуации является опыт, а не теория, решения не уникальны для конкретной ситуации и могут быть использованы в других для решения аналогичных задач, цель заключения не гарантированно будет правильным решением, но лучшим из возможных. Предполагается, что реализация данной технологии вывода может быть осуществлена с использованием алгоритмов нейронных сетей.

Рассмотрев множество работ, где нечеткая логика и искусственный интеллект использовались в системе образования, нельзя не отметить их применение в очень широком диапазоне, как в промышленности, медицине, так и в образовании. Янг и Ли [129] в своем исследовании продемонстрировали метод отличия нормальных людей от пациентов с болезнью Паркинсона на основе данных их одного датчика давления с использованием NEWFM (нейронная сеть с взвешенными нечеткими функциями принадлежности). Нечеткая логика оказалась прекрасным инструментом для построения интеллектуальных систем принятия решений, основанных на знаниях и наблюдениях медицинских работников. Хусейн и др. [130] предлагают систему домашнего здравоохранения на основе нечеткой логики для пациентов с хроническими заболеваниями сердца (в стабильном состоянии) для внебольничного наблюдения и мониторинга.

Предлагаемая система помогает практикующим врачам эффективно лечить пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, проживающих одни в своих домах.

Более того, ожидается, что эта модель будет экономически эффективной, более разумной и ориентированной на результат по сравнению с другими преобладающими традиционными методами. Авторы представляют анализ структуры и оценку производительности системы, а также потенциальную применимость при разработке реальных систем.

На этом этапе исследовании используется оценка качества знаний на основе теории нечетких множеств с использованием матрицы парных сравнений, которая поможет определить многокритериальный профиль одаренного ученика.

Экспертные оценки альтернативных вариантов по критериям могут быть представлены в виде нечетких множеств или чисел, выраженных с помощью

функций принадлежности. Для упорядочивания нечетких чисел существует множество методов, отличающихся друг от друга способом свертки и построения нечетких отношений.

Один из них – оценка качества образования на основе теории нечетких множеств. Последние можно определить как отношения предпочтения между объектами. Рассмотрим одну из математических формулировок задач принятия решений, основанную на теории нечетких множеств. [131–134].

В этом случае критерии определяют некоторые понятия, а оценки альтернатив представляют собой степень соответствия этим понятиям.

Пусть будет много альтернатив $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ и много критериев $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$, В этом случае критерии определяют некоторые понятия, а оценки альтернатив представляют собой степень соответствия этим понятиям. Пусть будет много альтернатив:

$$C_i = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$$

$$C_1 = \left\{ \frac{M_{C_1}(a_1)}{a_1}, \frac{M_{C_1}(a_2)}{a_2}, \dots, \frac{M_{C_1}(a_m)}{a_m} \right\} \quad (5)$$

При этом оценки альтернатив по каждому i -му критерию представляются нечеткими множествами:

$$D = \{C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_m\} \quad (6)$$

Операцию пересечения нечетких множеств можно реализовать разными способами.

Иногда пересечение выполняется как умножение, но обычно эта операция соответствует взятию минимума:

$$M_D(a_j) = \min_{i=1, \dots, n} M_{C_i}(a_j), j = 1, \dots, m \quad (7)$$

Если критерии C_i имеют разную важность, то их вклад в общее решение можно представить как взвешенное пересечение:

$$D = C_1^{b_1} \cap C_2^{b_2} \cap \dots \cap C_n^{b_n} \quad (8)$$

где b_i весовые коэффициенты соответствующих критериев, которые должны удовлетворять следующим условиям:

$$b_i \geq 0; i = 1, \dots, n; \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n a_i = 1 \quad (9)$$

Коэффициенты относительной важности b_i можно определить с помощью процедуры попарного сравнения критериев.

Нечеткий многокритериальный анализ для формирования индивидуальных траекторий учащихся.

В качестве примера принятия решения в нечетких условиях по схеме Беллмана-Заде рассмотрим сравнение показателей по трем критериям (x_1, x_2, x_3) участие в рейтинге по обеспечению качественного образования.

Для оценки групп обучающихся мы будем использовать следующие критерии:

G_1 — языковые компетенции;

G_2 — участие в олимпиадах;

G_3 — логистика;

G_4 — качество образования;

G_5 — доступность электронного обучения;

G_6 —результаты обучающихся в международных сравнительных исследованиях.

Международная программа оценки образовательных достижений, обучающихся (PISA).

В экспертном сравнении групп обучающихся x_1, x_2, x_3 по критериям G_1, G_2, \dots, G_6 , были получены лингвистические утверждения, представленные в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Парные сравнения проектов по шкале Саати

Критерий	Парные сравнения
G_1	Отсутствие преимущества x_1 над x_2 , Значительное преимущество x_3 над x_1
G_2	Почти значительное преимущество x_1 над x_3 Слабое преимущество x_2 над x_3
G_3	Значительное преимущество x_1 над x_2 Явное преимущество x_1 над x_3
G_4	Слабое преимущество x_2 над x_1 Практически слабое преимущество x_3 над x_1
G_5	Значительное преимущество x_1 над x_2 Почти явное преимущество x_1 над x_3
G_6	Почти значительное преимущество x_1 над x_2 Практически слабое преимущество x_3 над x_1

Этим экспертным высказываниям соответствуют следующие матрицы парных сравнений:

$$A(G_1) = \begin{matrix} & x_1 & x_2 & x_3 \\ x_1 & 1 & 0.2 & 0.2 \\ x_2 & & 1 & 0.2 \\ x_3 & & & 1 \end{matrix} \quad (10)$$

$$A(G_2) = \begin{matrix} & x_1 & x_2 & x_3 \\ x_1 & 1 & 1.35 & 4 \\ x_2 & & 1 & 0.2 \\ x_3 & & & 1 \end{matrix} \quad (11)$$

$$A(G_3) = \begin{matrix} & x_1 & x_2 & x_3 \\ x_1 & 1 & 5 & 7 \\ x_2 & & 1 & 1.4 \\ x_3 & & & 1 \end{matrix} \quad (12)$$

$$A(G_4) = \begin{matrix} & x_1 & x_2 & x_3 \\ x_1 & 1 & 0.33 & 0.5 \\ x_2 & & 1 & 1.5 \\ x_3 & & & 1 \end{matrix} \quad (13)$$

$$A(G_5) = \begin{matrix} & x_1 & x_2 & x_3 \\ x_1 & 1 & 5 & 6 \\ x_2 & & 1 & 1.2 \\ x_3 & & & 1 \end{matrix} \quad (14)$$

$$A(G_6) = \begin{matrix} & x_1 & x_2 & x_3 \\ x_1 & 1 & 4 & 0.5 \\ x_2 & & 1 & 0.13 \\ x_3 & & & 1 \end{matrix} \quad (15)$$

Элементы матрицы соответствуют парным сравнениям из табл. 2.11. Остальные элементы находятся в предположении непротиворечивости парных сравнений, т.е. с учетом того, что матрица парных сравнений диагональна и обладает свойствами транзитивности и обратной симметрии.

Применяя преобразования к матрицам парных сравнений, получаем следующие нечеткие множества:

$$G_1 = \left\{ \frac{0.14}{x_1}, \frac{0.14}{x_2}, \frac{0.72}{x_3} \right\} \quad (16)$$

$$G_2 = \left\{ \frac{0.5}{x_1}, \frac{0.38}{x_2}, \frac{0.12}{x_3} \right\} \quad (17)$$

$$G_3 = \left\{ \frac{0.74}{x_1}, \frac{0.15}{x_2}, \frac{0.11}{x_3} \right\} \quad (18)$$

$$G_4 = \left\{ \frac{0.17}{x_1}, \frac{0.5}{x_2}, \frac{0.33}{x_3} \right\} \quad (19)$$

$$G_5 = \left\{ \frac{0.73}{x_1}, \frac{0.15}{x_2}, \frac{0.12}{x_3} \right\} \quad (20)$$

$$G_6 = \left\{ \frac{0.31}{x_1}, \frac{0.08}{x_2}, \frac{0.61}{x_3} \right\} \quad (21)$$

И тогда мы получаем: $D = \left\{ \frac{0.14}{x_1}, \frac{0.08}{x_2}, \frac{0.11}{x_3} \right\}$, что указывает на значительное преимущество групп обучающихся x_1 над группами обучающихся x_2 , а также на слабое преимущество групп обучающихся x_2 над группами обучающихся x_3 .

Предположим, что критерии G_1, G_2, \dots, G_6 неравновесны. Для определения рангов критериев воспользуемся методом парных сравнений. Пусть даны следующие лингвистические утверждения о важности критериев:

- почти значительное преимущество G_2 над G_1 ;
- явное преимущество G_3 над G_1 ;
- слабое преимущество G_3 над G_5 ;
- почти слабое преимущество G_3 над G_4 над G_6 ;
- нет преимущества G_5 над G_6 .

Этим экспертным высказываниям соответствует следующая матрица парных сравнений:

	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	
G_1	1	0.25	0.14	0.21	0.43	0.43	
G_2	4	1	0.57	0.86	1.71	1.71	
$A=G_3$	7	1.75	1	1.5	3	3	(22)
G_4	4.67	1.17	0.67	1	2	2	
G_5	2.33	0.58	0.33	0.5	1	1	
G_6	2.33	0.58	0.33	0.5	1	1	

Определим ранги критериев G_1, G_2, \dots, G_6 : $\alpha_1 = 0.04$; $\alpha_2 = 0.19$; $\alpha_3 = 0.33$; $\alpha_4 = 0.22$; $\alpha_5 = 0.11$; $\alpha_6 = 0.11$, а это значит, что наибольшее значение имеют приоритет направления G_3 и степень развития G_4 . Получаем такие нечеткие множества:

$$G_1 = \left\{ \frac{0.14^{0.04}}{x_1}, \frac{0.14^{0.04}}{x_2}, \frac{0.72^{0.04}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.91}{x_1}, \frac{0.91}{x_2}, \frac{0.98}{x_3} \right\} \quad (23)$$

$$G_2 = \left\{ \frac{0.5^{0.19}}{x_1}, \frac{0.38^{0.19}}{x_2}, \frac{0.12^{0.19}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.88}{x_1}, \frac{0.83}{x_2}, \frac{0.68}{x_3} \right\} \quad (24)$$

$$G_3 = \left\{ \frac{0.74^{0.33}}{x_1}, \frac{0.15^{0.33}}{x_2}, \frac{0.11^{0.33}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.91}{x_1}, \frac{0.53}{x_2}, \frac{0.48}{x_3} \right\} \quad (25)$$

$$G_4 = \left\{ \frac{0.17^{0.22}}{x_1}, \frac{0.5^{0.22}}{x_2}, \frac{0.33^{0.22}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.68}{x_1}, \frac{0.86}{x_2}, \frac{0.79}{x_3} \right\} \quad (26)$$

$$G_5 = \left\{ \frac{0.73^{0.11}}{x_1}, \frac{0.15^{0.11}}{x_2}, \frac{0.12^{0.11}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.97}{x_1}, \frac{0.81}{x_2}, \frac{0.79}{x_3} \right\} \quad (27)$$

$$G_6 = \left\{ \frac{0.31^{0.11}}{x_1}, \frac{0.08^{0.11}}{x_2}, \frac{0.61^{0.11}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.88}{x_1}, \frac{0.76}{x_2}, \frac{0.95}{x_3} \right\} \quad (28)$$

В результате пересечения нечетких множеств $G_1 \cap G_6$, мы получаем: $D = \left\{ \frac{0.68}{x_1}, \frac{0.53}{x_2}, \frac{0.48}{x_3} \right\}$ что указывает на значительное преимущество групп обучающихся x_1 над группами студентов x_2 и x_3 , а также на слабое преимущество групп обучающихся x_2 над группами обучающихся x_3 .

В ходе реализации метода был сделан вывод, что некоторые из представленных групп находятся на более высоком уровне, чем другие. Используя другие критерии, можно провести более детальный анализ рейтинга качества образования в классах с малыми группами. Этот вывод может быть скорректирован с учетом результатов других показателей, которые задействованы в системе.

Результаты исследования, оцененные экспертами, указывают на серьезные препятствия для внедрения нового образовательного формата: отсутствие комплексных индивидуализированных путей в рамках образовательной платформы, недостаточная доступность ресурсов, недостаточное внимание, уделяемое индивидуальным потребностям и интересам учащихся в процессе обучения из-за недостаточной мотивации и дефициту профессиональной подготовки, ориентированной на будущее. Что способствует разработке новой архитектуры определения многокритериальных траекторий, обучающихся и их дальнейшей реализации в образовательном процессе.

В данном исследовании заинтересованными сторонами могут быть отдельные лица, коллективы или организации, на интересы которых влияет или затрагивает проект, ведущий к переходу к дифференцированному обучению, что в первую очередь представляет интерес для старшекласников и их родителей, администраторов. и учителя, преподающие в средних школах.

В ходе реализации проекта затрагиваются интересы общеобразовательных школ и Автономной Организации Образования «НИШ». В течение 2020-2021 учебного года авторы проводили опросы, направленные на выявление проблем, связанных с переходом к

персонализированному обучению в Интеллектуальных школах. Эти опросы охватили учащихся, родителей и учителей всей сети интеллектуальных школ Казахстана, охватывающей все регионы. На решение сосредоточить внимание на Назарбаев Интеллектуальных школах как основном предмете обучения повлияло несколько факторов:

- НИШ служит ключевым центром внедрения инновационных методологий преподавания в Казахстане, особенно в их подходе к обучению талантливой молодежи.
- техническая инфраструктура школ НИШ значительно развита.
- учащиеся Интеллектуальных школ проявляют значительную мотивацию к совершенствованию компетенций и активному использованию современных информационных и коммуникационных технологий.
- образовательные учреждения сети НИШ обладают опытом успешной реализации крупных совместных инновационных проектов.
- положительные результаты и опыт работы сети НИШ распространяются и внедряются в средних школах по всему Казахстану.

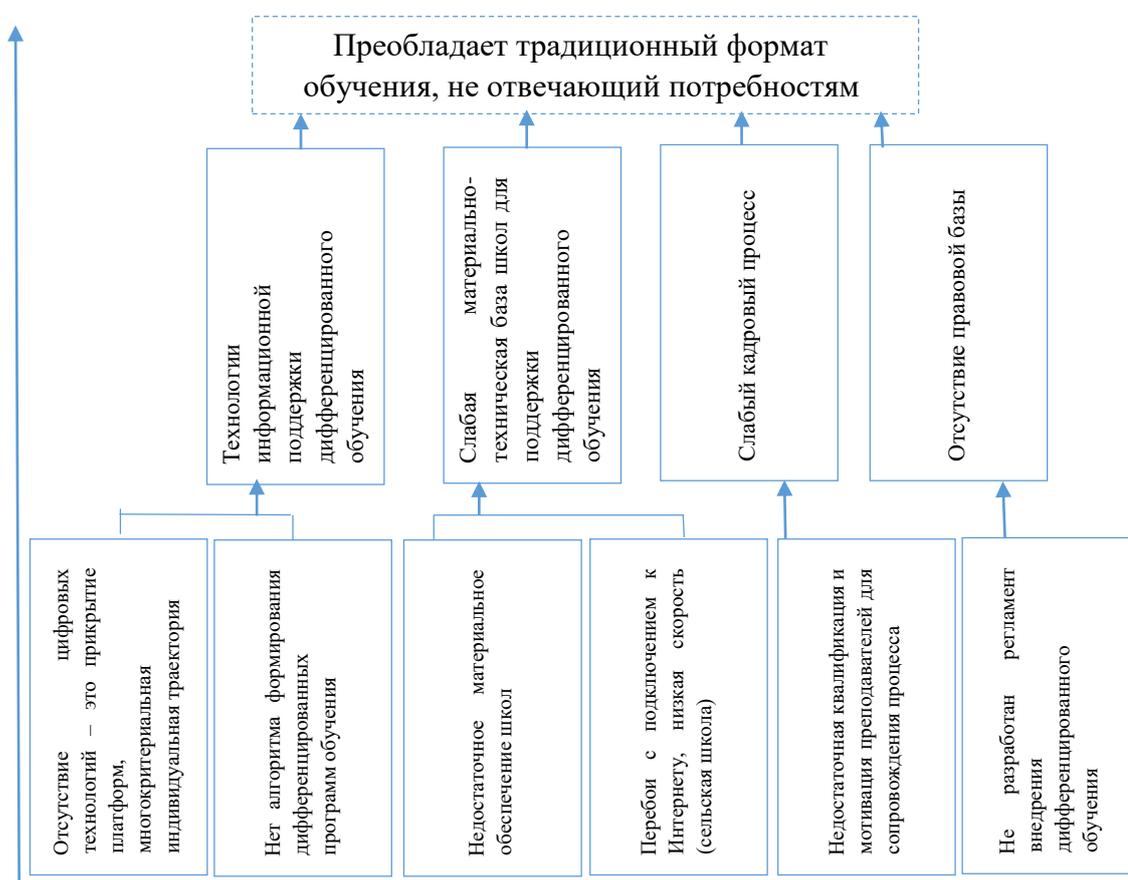


Рисунок 2.21 - Дерево проблем реализации дифференцированного обучения

Таким образом, результаты исследования, основанные на экспертных оценках, показывают, что значимыми факторами, сдерживающими внедрение нового формата образования, являются: отсутствие индивидуальных траекторий обучающихся. Для наглядного представления результатов

экспертной оценки было построено дерево проблем, позволяющее визуализировать выявленные ключевые проблемы и их причинно-следственные связи (Рисунок 2.21).

На основе дерева проблем был проведен тщательный анализ и определены стратегии достижения целей, что позволило определить стратегические направления, обеспечивающие возможность внедрения дифференцированного образования в школах Республики Казахстан при поддержке информационных технологий и разработать поэтапную модель. Разработанная поэтапная модель (Рисунок 2.22) представляет целостную картину решения проблемы внедрения дифференцированного обучения и учитывает все факторы, влияющие на эффективность достижения цели. Эффективная реализация дифференцированного обучения возможна при комплексном рассмотрении четырех задач: разработка персонализированных программ обучения как основного условия внедрения информационных технологий поддержки дифференцированного обучения, совершенствование нормативной базы, техническое и ресурсное обеспечение процесса дифференцированного обучения, обучение, переподготовка преподавателей в этом направлении.



Рисунок 2.22 – Поэтапная модель внедрения дифференцированного обучения

В ходе изучения актуальности проблемы был проведен ряд действий, экспериментов и различных анализов, результаты которых опубликованы в

различных международных и республиканских журналах, входящих в состав Комитета по надзору в сфере образования и науки [135-141].

Результатом всех исследований является разработка электронной платформы поддержки одаренных детей (выявление одаренности, формирование индивидуальных траекторий, дальнейшая разработка программы обучения, адаптация урока)[136].

Рассмотрим более подробно поэтапную модель. Первым шагом в реализации задачи №1 является разработка модели дифференцированного обучения, состоящей из двух взаимосвязанных сред: дифференцированной цифровой среды и активной школьной среды[136].

Аудиторно-урочная форма остается основной формой обучения в Казахстане, поэтому предлагается интеграция цифровой и активной среды обучения, что позволит в полной мере реализовать данный формат обучения[136].

Цифровая среда охватывает такие компоненты, как «создание профиля обучающегося», «определение компетенций», «создание программ и обучение с использованием адаптированного контента». Данный блок компонентов требует информационно-технологического обеспечения с автоматизированной системой подбора контента с учетом личностных особенностей обучающихся[137].

На основе нечетких множеств оценки качества знаний обучающегося в группах определяем один из критериев – многокритериальный профиль обучающегося, который будет использоваться в реализации при создании профиля учащегося[137]. Для создания профиля учащегося будет использоваться не только качество знаний в группах, но и текущая успеваемость, выбор предметов (по углублению), языковые компетенции, участие в конкурсах и проектах каждого учащегося[137].

В предлагаемой информационной технологии профиль обучающегося содержит 2 блока данных: базовый профиль и специальный профиль. Данные специального профиля изменяемы, и после прохождения выбранного курса корректируются для последующего формирования пакета курсов, на основе измененных входных данных[137].

Определение компетенций для формирования программ обучения осуществляется на основе сравнительного анализа мировых моделей компетенций, выявления соответствия набора компетенций действующим образовательным программам школ и математической обработки экспертных оценок[137].

Составление адаптированного содержания обучения предполагает разработку системы адаптации содержания программы, которая состоит из 4 этапов: подготовительного этапа, этапа автоматического выбора курсов, этапа обучения, этапа оценки и корректировки[137].

На основе автоматизированного подбора пакета курсов процесс обучения превращается из статического и линейного процесса в динамически адаптируемый процесс. В активной школьной среде непосредственно осуществляются «развитие компетенций» и «контроль знаний», что

предполагает проведение практических и лабораторных работ, активных форм деятельности, формирующей и суммирующей оценки знаний учащихся[138]. Такая интеграция позволит пройти обучение по индивидуальной траектории и не будет противоречить действующим формам организации обучения в Казахстане[138].

Следующий этап: разработка соответствующих моделей и алгоритмов, которые будут взяты за основу архитектуры программной реализации образовательной платформы дифференцированного обучения. Завершающий этап – внедрение программного продукта в образовательный процесс школ, контроль и оценка эффективности посредством тестирования в экспериментальном режиме. И, как следствие, происходит планомерный переход к дифференцированному формату обучения с поддержкой информационных технологий[139].

Ряд текущих задач, в том числе создание условий цифрового обучения в школах, формирование цифровых навыков учащихся, создание персонализированных траекторий обучения в цифровой школьной среде, а также развитие информационных технологий, моделей и алгоритмов для адаптации уроков к индивидуальным характеристикам учащихся, стимулировали ряд текущих проблем. инициатив и действий[140].

Использование нечеткой логики и методов теории принятия решений и статистической обработки информации в совокупности легло в основу исследования этих вопросов. Решение проблемы создания информационных технологий для определения персонализированных траекторий учащихся, поддержки индивидуального обучения и обучения в малых группах с особым упором на повышение цифровых компетенций направлено на повышение качества и эффективности системы образования в школах Республики Казахстан. Также в данном разделе представлена концептуальная модель реализации дифференцированного обучения и методология использования теории нечетких множеств для оценки качества.

Этот подход отличается тем, что позволяет глубоко проанализировать проблему. В нашем исследовании данный метод был использован для разработки концептуальной модели (для оценки качества обучения в малых группах) реализации дифференцированного обучения по результатам аналитического этапа. Результаты опроса заинтересованных сторон; Построение «дерева проблем» исследования позволило выявить основные факторы, способствующие реализации дифференцированного обучения и построить концептуальную модель его реализации с поддержкой информационных технологий. Разрабатываемая информационная технология содержит систему автоматизированного подбора контента на основе данных профиля обучающегося.

В ходе данного этапа исследования определено, что организация дифференцированного процесса обучения, отвечающего потребностям и возможностям обучающегося и запросам современного общества, может быть эффективной при поддержке информационных технологий. Согласно методу оценки качества знаний, основанному на теории нечетких множеств, один из

критериев индивидуальной траекторий учащегося выявляется на основе матриц парных сравнении. Что позволило построить поэтапную модель реализации дифференцированного обучения, расписан алгоритм структуры модель профиля обучающегося, включающая базовый и специальный профили. Разработанная модель может быть масштабирована, что позволит увеличить количество критериев оценки профиля учащегося.

Комплекс перечисленных моделей позволит разработать алгоритм создания программы, позволяющей освоить существующие компетенции и учитывающей личностные особенности обучающегося. Информационные технологии позволят реализовать новую модель дифференцированного образования, направленную на повышение качества образовательного процесса в школах Республики Казахстан.

Результаты исследования являются основой для последующего формирования индивидуальных траекторий учащегося, который в дальнейшем на его основе правил и четко выбирает направление обучения и развития одаренности учащегося, что будет способствовать использованию всех этапов дифференциации в классе.

Данное исследование способствует формированию индивидуальной траекторий по IT skills и science, что уже практически дает многое об индивидуализации. Но есть еще ряд критериев которые нужно учесть для формирование индивидуальной траекторий с многочисленными критериями, котрая даст наиболее точную оценку потенциала и интересов учащегося. Эти критерии включают в себя анализ уровня мотивации, предпочтений в обучении, социально-эмоционального развития, а также способностей в различных областях.

Особое внимание следует уделить мониторингу прогресса учащихся на протяжении всего обучения, чтобы адаптировать учебный план с учётом изменений в их интересах и способностях.

Использование многокритериального подхода позволяет не только углубить понимание уникальных потребностей каждого учащегося, но и значительно повысить эффективность образовательного процесса, делая его более целенаправленным и результативным.

Все методы и модели использованные в ходе исследования и экспериментов выстроили поэтапную схему их применения для формирования индивидуальной траекторий.



Рисунок 2.23 – Схема применения методов

Все методики использованные в исследований в данном разделе практически используются последовательно для формирования траекторий. По схеме видно последовательность применения и как они применяются.

Вывод по второму разделу

В данном разделе проведено исследование моделей дифференцированного обучения на основе нечеткой логики, рассмотрены интеллект карты обучающихся и проведен глубокий анализ по ним.

1. По результатам анализа интеллект карт в первую очередь нужно сформировать правильно группы обучающихся для применения для дальнейшей продуктивной работы. Для этого использовался адаптированный метод центроидов с использованием математического аппарата для оценки качества знаний учащихся в малых группах.

2. Для определения навыков (на примере IT skills) использовалась нечеткая логика, основанная на базе правил, которая дала возможность по отдельности сформировать траекторию по компетенциям, что не дает полную картину по индивидуальному профилю обучающегося.

3. Для формирования модели многокритериальной траекторий использовался метод матрицы парных сравнений, где также применялся математический аппарат, который способствовал формированию концептуальной модели и построена методика комплексной оценки.

4. Все результаты исследования были опубликованы в журналах ККСОН и scopus [135-138, 166-167]

3 РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

3.1 Модель профиля обучаемого

Во втором разделе были проведены различные методики для формирования моделей для дифференциаций в обучении учащегося. Объединив все исследование и модели пришли к выводу сформировать многокритериальную модель профиля обучаемого. В состав модели будет входить многочисленный критерий, которые будут описывать профиль обучающегося. Модель дифференцированного обучения включает в себя важный компонент - профиль обучаемого. Этот профиль представляет собой систему хранения данных об обучающемся, которые затем используются для индивидуализации процесса обучения и построения траекторий [142-143].

При создании модели профиля обучаемого выдвигаются определенные требования. Она должна учитывать и корректно отражать персональные особенности и характеристики обучающегося, учитывая персональные особенности обучающегося, адекватной, соответствующей самому обучающемуся, должна быть динамичной, изменяясь на основе результатов предыдущих учебных циклов. Структура такой модели может включать множество данных, таких как цели обучения, уровень знаний в конкретном предмете, баллы при поступлении в школу, языковые компетенции, участие в различных проектах и олимпиадах, многочисленные различные тесты психологической службы, предпочтения в методах обучения и многое другое.



Рисунок 3.1 - Структурная модель профиля учащегося

В разрабатываемой информационной технологии поддержки дифференцированного обучения используется система автоматизированного подбора контента (курса, обучения, задания по уровням, участие в различных проектах и олимпиадах) на основе данных профиля обучаемого. Этот подход обеспечивает адаптацию контента обучения, который выбран в качестве основного способа дифференциаций в системе [144].

Структурная модель профиля обучаемого включает два основных блока данных: базовый профиль и специальный профиль (Включает в себя много численные изменяемые критерий которые указанный на рисунке 3.1). Базовый профиль содержит постоянные данные об обучающимся, такие как ФИО, класс, язык обучения, категория по уровню знаний (например, «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») и профилирующий предмет.

Профилирующий предмет выбирается обучающимися после завершения основной школы, учитывая их уровень обучения и применяясь к 9-11 классам в 11-летней системе обучения или 10-11 классам в 12-летней системе.

Блок "Специальный профиль" включает многочисленные параметры, которые являются изменяемыми и корректируются после проведения уроков или ряда уроков в одном разделе. Эти параметры включают:

Уровень текущих знаний по предмету: Этот параметр оценивает знания обучающегося до и после проведения уроков одного раздела. Он помогает определить эффективность обучения и изменения в знаниях обучающегося.

Уровень владения иностранным языком: Этот параметр оценивает текущий уровень навыков аудирования, чтения и письма по выбранному иностранному языку, необходимый для успешного усвоения определенного курса.

Уровень компетенций: Этот параметр представляет собой набор минимальных компетенций, необходимых для успешного усвоения курса. Он систематически формируется на протяжении обучения и корректируется после завершения каждого раздела.

Уровень баллов при поступлении в НИШ: Этот параметр представляет собой баллы по 5 предметам (математика, числовые характеристики, казахский, русский и английский язык). По ранжированному списку учащиеся попадают в классы с различными литерами, в С класс попадают обучающиеся с наибольшими баллами (лучшие ученики), в В класс (средние ученики) и в А класс более слабые учащиеся.

Уровень владения языковыми компетенциями, в приоритет знание английского языка и подтверждение уровня сдачи IELTS.

Участие в проектах и олимпиадах.

А также данный блок будет включать в себя различные, многокритериальные тесты со стороны психологической службы.

Модель профиля учащегося создается при регистрации нового пользователя и корректируется после завершения анализа, чтобы отразить изменения в индивидуальном профиле. Это позволяет системе эффективно

адаптировать обучение к потребностям и изменениям в знаниях и навыках учащегося [144].

3.2 Модель компетенций обучаемого и алгоритм ее разработки

Для проведения исследования использовались различные методы и инструменты, такие как анализ существующих моделей компетенций, изучение лучших зарубежных практик для определения структуры, отбор надежных источников информации, и проведение сравнительного анализа их содержания[145]. Целью этого этапа было составление подробного списка цифровых компетенций и определение их частоты использования в существующих моделях[145].

На следующем этапе исследования были проведены различные мероприятия в разных параллелях с 7 по 12 классы, использование различных подходов нечеткой логики для дифференциаций малых групп и выявления определенных навыков, построение моделей по индивидуализациям.

Проведенное исследование по выявлению одаренности и формированию индивидуальной траекторий позволило выявить определенный алгоритм разработки многокритериальной модели учащегося, который имеет универсальный характер. Данный алгоритм представлен на рисунке 3.2. Алгоритм включает:

- запрос на выявление индивидуальной траекторий;
- анализ данных;
- сравнительный анализ существующих критериев;
- проектирование структуры и содержание модели;
- соответствие данных критериев на направления;
- проведение анализа данных на этапе запроса;
- разработку первичного проекта структуры и содержания модели;
- экспертную оценку по критериям: «соответствие индивидуальной траекторий направлениям как гуманитарное, химико-биологическое, физико-математическое направление» и «отсутствие дублирования схожих компонентов»;
- разработку первичного проекта;
- математическую обработку экспертных оценок методами центроидов и матриц парных сравнений.

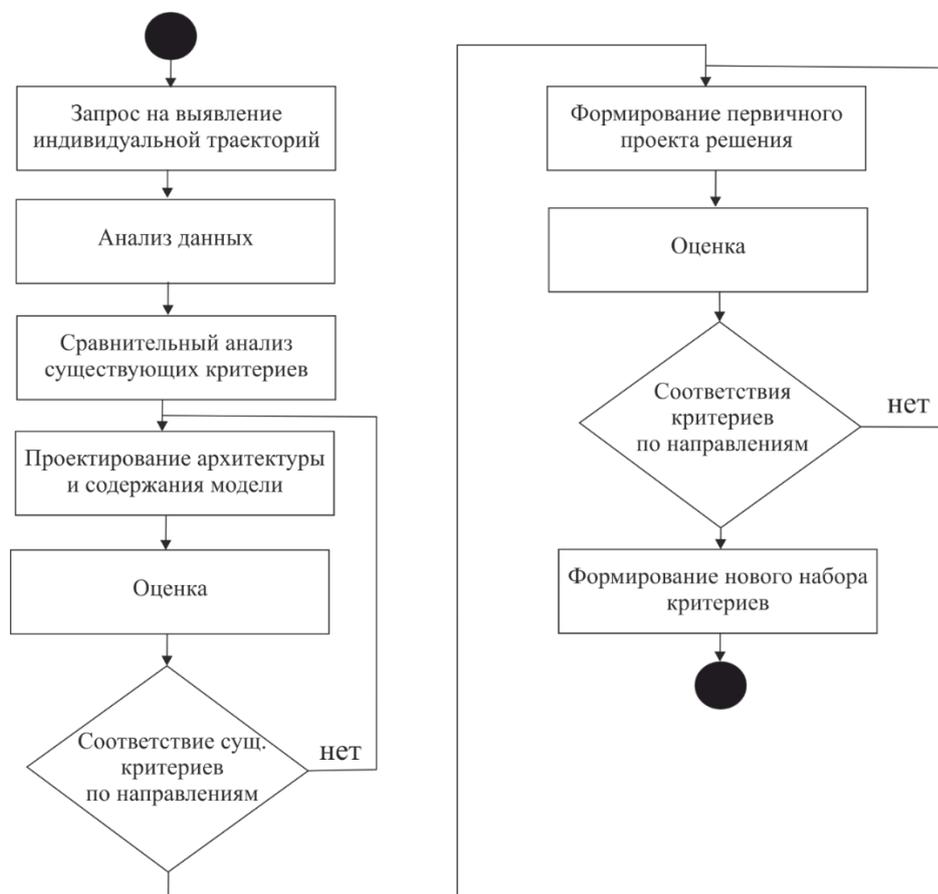


Рисунок 3.2 – Алгоритм разработки индивидуальной модели

Шкала оценки цифровых компетенций, разработанная для реализации продукционной модели оценки соответствия направлениям по индивидуальным характеристикам и критериям обучающихся, включает три уровня:

Средний: обучающийся знает и применяет некоторые инструменты и методы, сформированы не менее 50% критериев по направлению.

Уверенный: обучающийся знает и применяет большинство инструментов и методов, сформированы критерий по направлению в диапазоне 51-80%.

Продвинутый: обучающийся демонстрирует прочные знания, достаточный опыт применения на практике и способность обучать других, сформированы критерий по направлению в диапазоне 81-100%.

3.3 Продукционная модель оценки соответствия критериев с учетом индивидуальных характеристик учащегося по различным направлениям

Для оценки соответствия направлениям обучения с использованием нечеткой продукционной модели Fuzzy-технологии требуется разработать модель системы нечеткого вывода. В этой модели выходным параметром

будет являться решение рекомендательного характера по выбору определенных множество критериев для учащихся.

Все ключевые элементы системы нечеткого вывода описаны в разделе 2.2. Разработка такой модели требует тщательного анализа потребностей обучаемых, определения критериев оценки соответствия по трем направлениям и формализации этих критериев в виде нечетких правил и переменных.

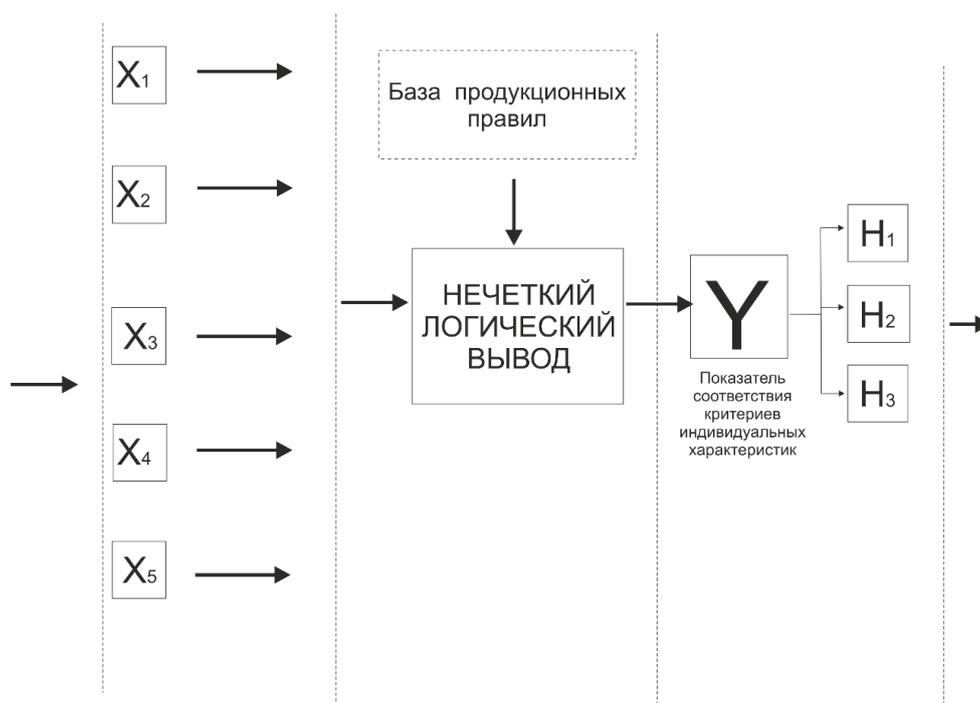


Рисунок 3.3 – Модель преобразования данных

В соответствии с подходом, предложенным в [141, с.13], модель представляется набором правил нечеткой продукции:

(i): $Q; P; A \Rightarrow B; S; N$,

где (i) - обозначение правила нечеткой продукции;

Q - сфера применения нечеткой продукции, которая характеризует предметную область нечеткой модели;

P - условие применение (активизации) ядра нечеткой продукции;

$A \Rightarrow B$ - ядро нечеткой продукции;

A - условие ядра (антецедент);

B - заключение ядра (консеквент); \Rightarrow - знак логической секвенции (следования);

S - метод или способ определения количественного значения степени истинности заключения ядра, который определяет алгоритм нечеткого вывода в продукционной нечеткой модели;

N - постусловие продукционного правила, которое определяет действия или процедуры, выполняемые в случае реализации ядра продукции.

Ядро нечеткой продукции $A \Rightarrow B$ записывается в следующем виде:
 ЕСЛИ x есть A , ТО y есть B ,
 где x - входная переменная, $x \in X$; X – область определения
 антецедента нечеткого правила; A - нечеткое множество, определенное на X ;
 $\mu_A(x) \in [0,1]$ функция принадлежности нечеткого множества A ; y -
 выходная переменная, $y \in Y$; Y - область определения консеквента нечеткого
 правила; B - нечеткое множество, определенное на Y ; $\mu_B(x) \in [0,1]$ - функция
 принадлежности нечеткого множества B [146].

В нашем исследовании, пример продукции имеет следующую запись:
 ЕСЛИ $X1 \in$ (высокий) И $X2 \in$ (средний) $X3 \in$ (низкий) $X4 \in$
 (средний) $X5 \in$ (высокий) ТОГДА Y (соответствия по направлениям) \in
 направление

Фаззификация входных и выходных переменных. В качестве терм-
 множества переменной «Успеваемость» используем набор $T1 = \{$ "от 0 до 49",
 "от 50 до 84", "от 85 до 100"}, или в символьной форме $T1 = \{LS, M, HS\}$ с
 функциями принадлежности к термам, показанными на рисунке 3.4.

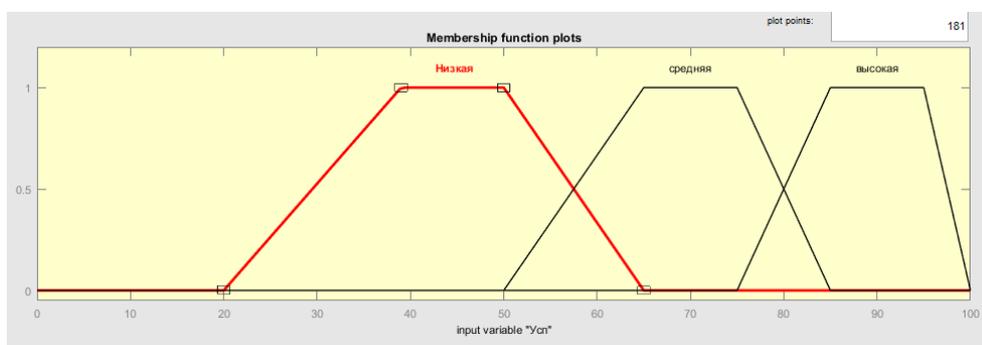


Рисунок 3.4 - График термов, принадлежащих переменной
 «Успеваемость»

В качестве терм-множества переменной «Баллы при поступлении»
 используем множество $T2 = \{$ "от 800 до 1000", "от 900 до 1200", "от 1100 до
 1500"}, или в символьной форме $T2 = \{LS, M, HS\}$ с функциями
 принадлежности к термам, показанными на рисунок 3.5.

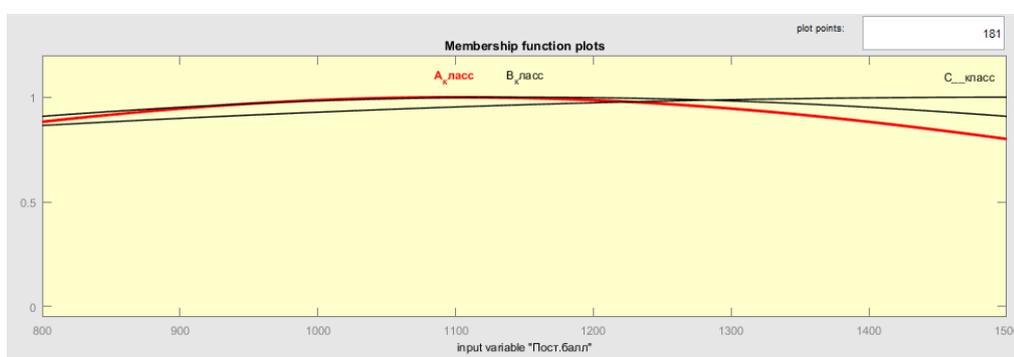


Рисунок 3.5 - График термов, принадлежащих переменной «Баллы при
 поступлений»

В качестве терм-множества переменной «Участие в проектах и олимпиадах» используем набор $T3 = \{\text{"от 0 до 0.4"}, \text{"от 0.1 до 0.9"}, \text{"от 0.6 до 1"}\}$, или в символьной форме $T3 = \{LS, M, HS\}$ с функциями членства в терминах, показанными на рисунке 3.6.

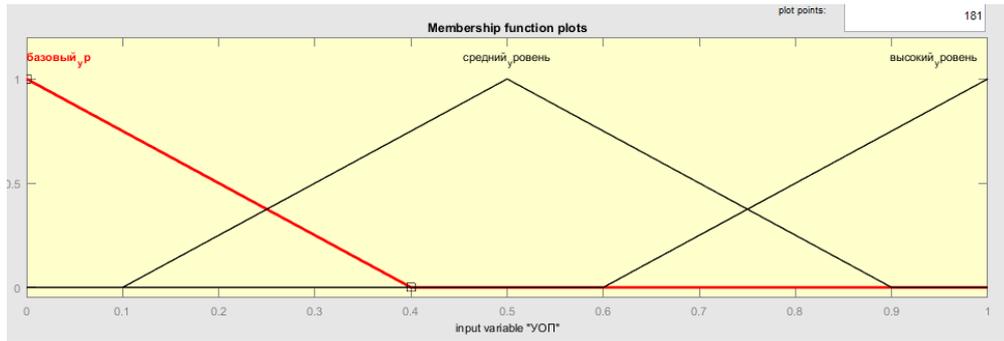


Рисунок 3.6 - График термов, принадлежащих переменной «Участие в проектах и олимпиадах»

В качестве терм-множества переменной «Дифф. карта» используем набор $T4 = \{\text{"от 0 до 0.13"}, \dots, \text{"от 0.88 до 1"}\}$, или в символьной форме $T4 = \{LS, M, HS\}$ с функциями членства в терминах, показанными на рисунке 3.7.

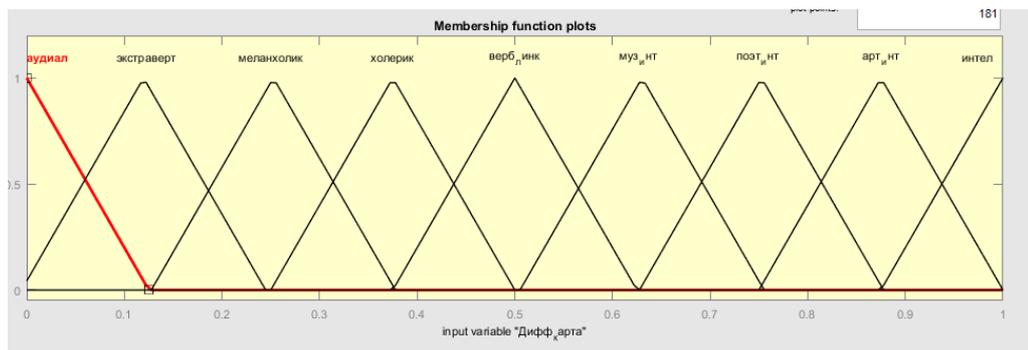


Рисунок 3.7 - График термов, принадлежащих переменной «Дифф.карта»

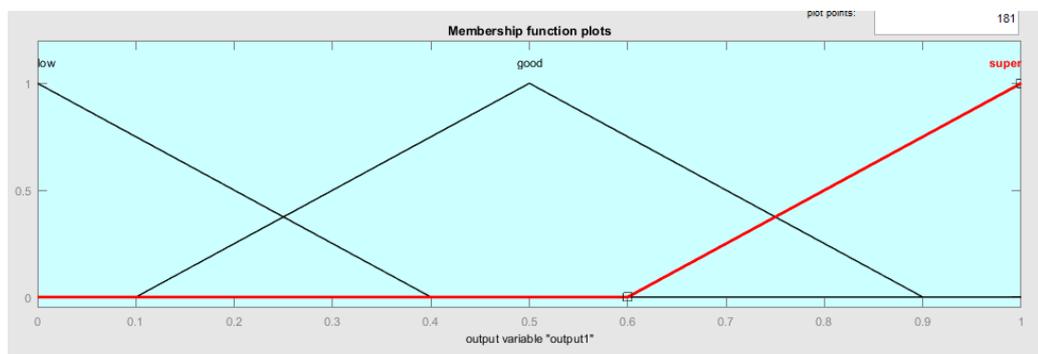


Рисунок 3.8- График термов, принадлежащих переменной «Вывод (Уровень одаренности)»

В качестве терм-множества выходной переменной «Вывод (Уровень одаренности)» будем использовать набор $T5 = \{\text{«Низкий»}, \text{«Средний»}, \text{«Высокий»}\}$ или в символьной форме $T4 = \{LS, M, HS\}$ с функциями принадлежности термов, показанных на рисунке 3.6, соответствующие по направлениям.

Мы будем использовать метод Мамдани в качестве схемы нечеткого вывода. Это наиболее распространенный метод логического вывода в нечетких системах. Он использует минимаксную композицию нечетких множеств [145]. Этот механизм включает в себя следующую последовательность действий:

1. Процедура фаззификации: определяются степени истинности, т.е. значения функций принадлежности для левых частей каждого правила (предпосылки) [147-148]. Для базы правил с m правилами мы обозначаем степени истинности как $A_{ik}(x_k)$, $i=1..m$, $k=1..n$;

2. Нечеткий вывод. Сначала определяются уровни «отсечки» для левой части каждого из правил:

$$alfa_i = \min_i(A_{ik}(x_k)) \quad (29)$$

Далее идут «усеченные» функции принадлежности:

$$B_i^*(y) = \min_i(alfa_i, B_i(y)) \quad (30)$$

3. Композиция, или объединение полученных усеченных функций, для чего используется максимальная композиция нечетких множеств:

$$MF(y) = \max_i(B_i^*(y)) \quad (31)$$

где $MF(y)$ — функция принадлежности результирующего нечеткого множества;

4. Дефаззификация, или приведение к ясности. Существует несколько методов дефаззификации. Например, метод среднего центра или метод центроида:

$$MF(y) = \max_i(B_i^*(y)) \quad (32)$$

Геометрический смысл этой величины – центр тяжести кривой $MF(y)$. Формирование базы правил систем нечеткого вывода.

Для построения базы правил воспользуемся 32 нечеткими продукционными правилами, которые удобно представить в виде следующей таблицы (табл. 1).

Таблица 3.1 – Правила нечеткой продукции для рассматриваемой системы нечеткого вывода

Rule number	Успеваемость	Баллы при поступлении	Участие в проектах и олимпиадах	Дифф карта	Уровень одаренности по направлениям
1	2	3	4	5	6
1.	HS			HS	HS
2.	M			M	M
3.	LS		HS	LS	LS
4.		LS		HS	LS
5.		HS		M	HS
6.		HS		LS	HS
7.			LS	HS	HS
8.			HS	M	HS
9.				LS	M
10.	HS	HS	HS	HS	HS
11.	HS	HS	LS	M	M
12.	LS	LS	LS	LS	LS
13.	HS	HS		HS	HS
14.	HS	HS		HS	HS
15.	M	M	HS	PS	PM
16.	M	M	LS	HS	HS
17.	LS	LS	HS	M	LS
18.	LS	LS	M	LS	HS
19.	LS	HS	HS	HS	HS
20.	HS	HS		M	M
21.	M	M		LS	LS
22.	LS	LS	HS	HS	HS
23.	HS	HS		M	M
24.	HS	HS		LS	HS
25.	HS	HS		HS	PM
26.	HS	LS	LS	HS	LS
27.	LS	LS	M	LS	LS
28.	LS	LS		LS	LS
29.	LS	M		M	PM
30.	LS	LS	HS	LS	M
31.	LS	LS		HS	LS
32.	LS	M		M	M

Далее необходимо определить методы для агрегирования подусловий. Поскольку во всех правилах 1–32 в качестве логической связки для

подусловий используется только нечеткая конъюнкция (операция «И»), в качестве метода агрегирования мы будем использовать операцию мин-конъюнкции.

Для накопления выводов правил воспользуемся методом макс-диэюнкции, который также применяется в случае схемы нечеткого вывода Мамдани.

Построение нечеткой модели с помощью Fuzzy Logic Toolbox и анализ результатов. Построим нечеткую модель, используя графические инструменты системы MATLAB [116].

С этой целью в редакторе FIS мы определим 4 входные переменные с именами «Успеваемость» (β_1), «Баллы при поступлении» (β_2), «Участие в проектах и олимпиадах» (β_3), «Дифф. карта» (β_4) и одну выходную переменную с именем «Навыки по направлениям» (β_5).

Вид графического интерфейса редактора FIS для этих переменных показан на рисунке 12.

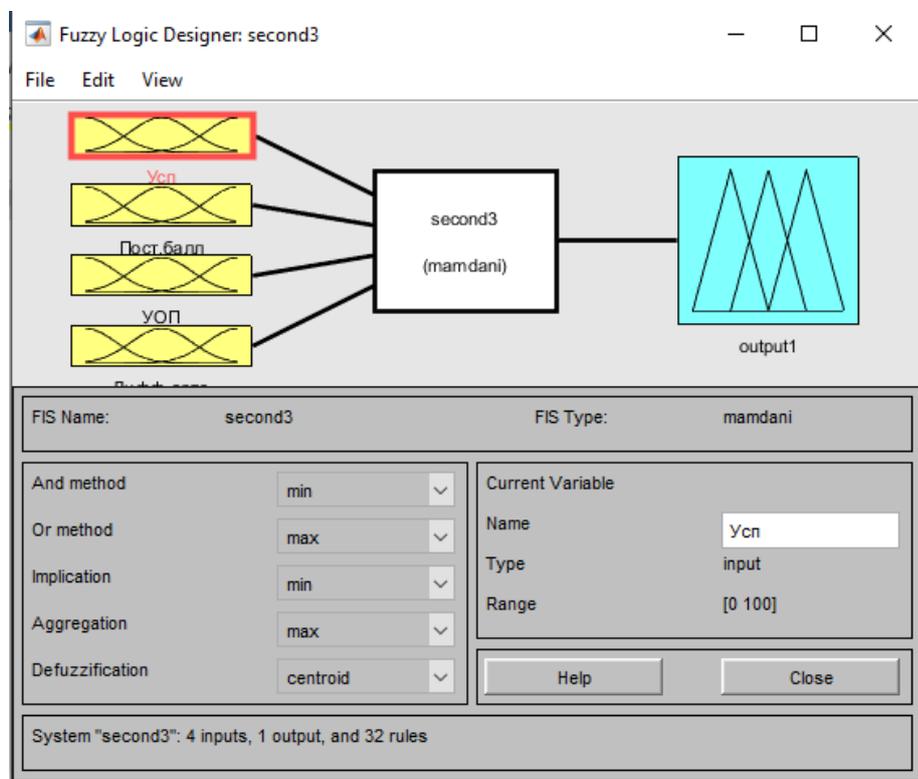


Рисунок 3.9 - Графический интерфейс редактора FIS после определения входных и выходных переменных системы нечеткого вывода CS

Графический интерфейс редактора функции принадлежности для выходной переменной «Навыки по направлениям» показан на рисунке 3.10.

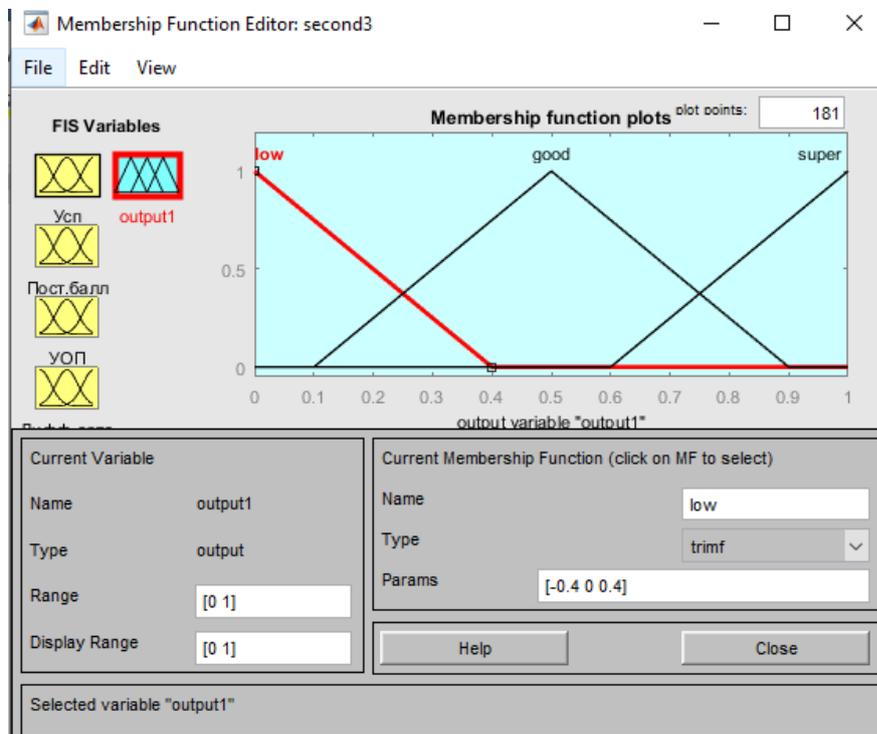


Рисунок 3.10 - Графический интерфейс редактора функций принадлежности выходной переменной «Эффективность качества знания (уровень одаренности)»

Вид графического интерфейса редактора правил после задания всех 32 правил нечеткого вывода показан на рисунке 3.11.

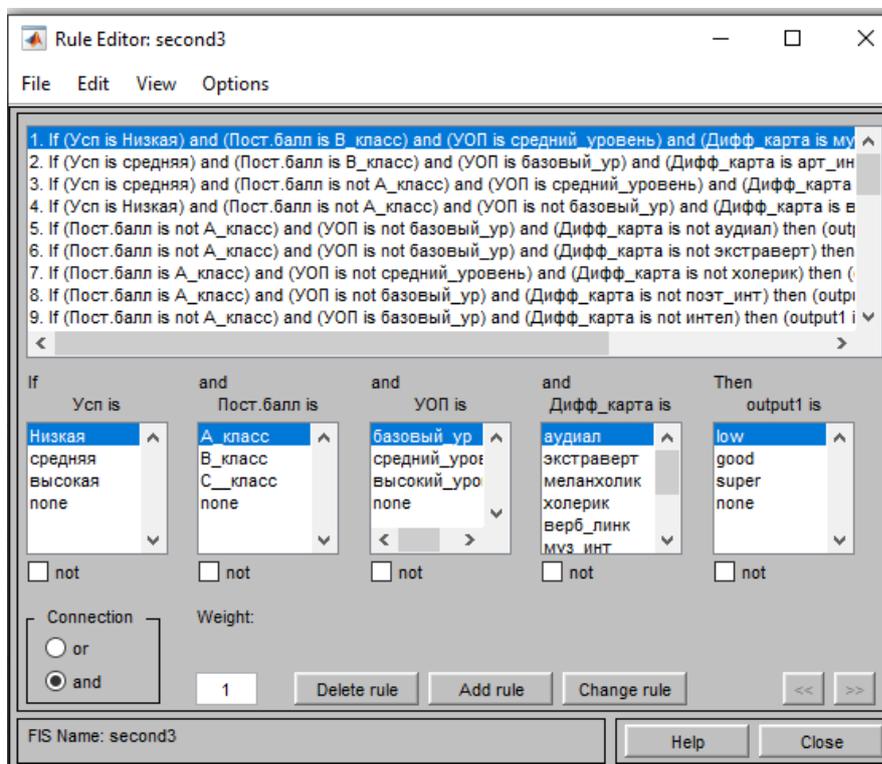


Рисунок 3.11 - Графический интерфейс редактора правил после настройки базы правил системы нечеткого вывода

Теперь мы можем проанализировать построенную систему нечеткого вывода для рассматриваемой задачи.

Для этого открываем окно просмотра правил системы MATLAB и вводим значения входных переменных для конкретного случая, когда значение входной переменной «Успеваемость» составляет 40,3%, значение входной переменной «Баллы при поступлении» составляет 36,3 %, значение входной переменной «Участие в проектах и олимпиадах» — 37,9 %, значение входной переменной «Дифф карта» — 31,9 %.

Процедура нечеткого вывода, выполняемая системой MATLAB для разработанной нечеткой модели, приводит к значению выходной переменной «Навыки по направлениям» 46.2. Это средний показатель формирования индивидуальных траекторий обучающегося.

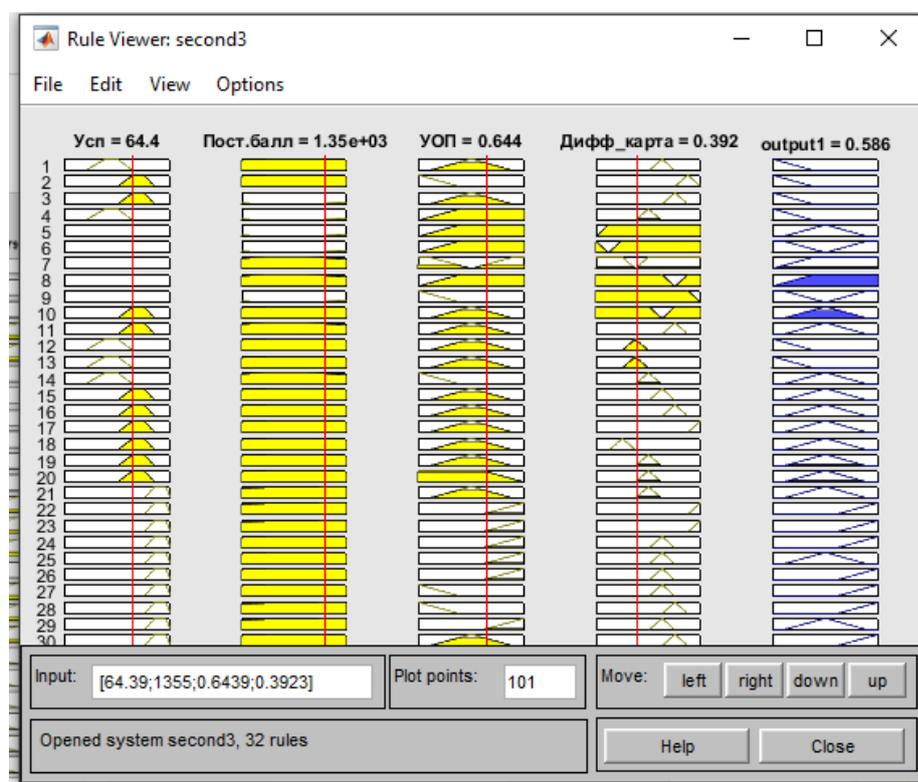


Рисунок 3.12 – Нечеткая поверхность вывода

Для общего анализа разработанной нечеткой модели также может быть полезно визуализировать соответствующую нечеткую поверхность вывода.

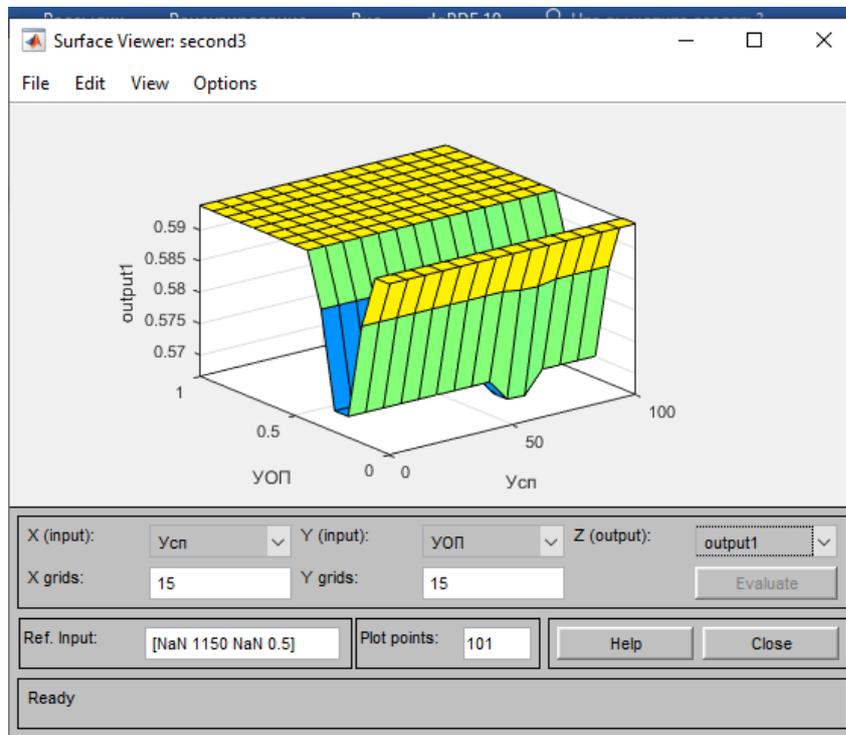


Рисунок 3.13 - Визуализация поверхности нечеткого вывода рассматриваемой модели для входных переменных «Успеваемость» и «Участие в проектах и олимпиадах»

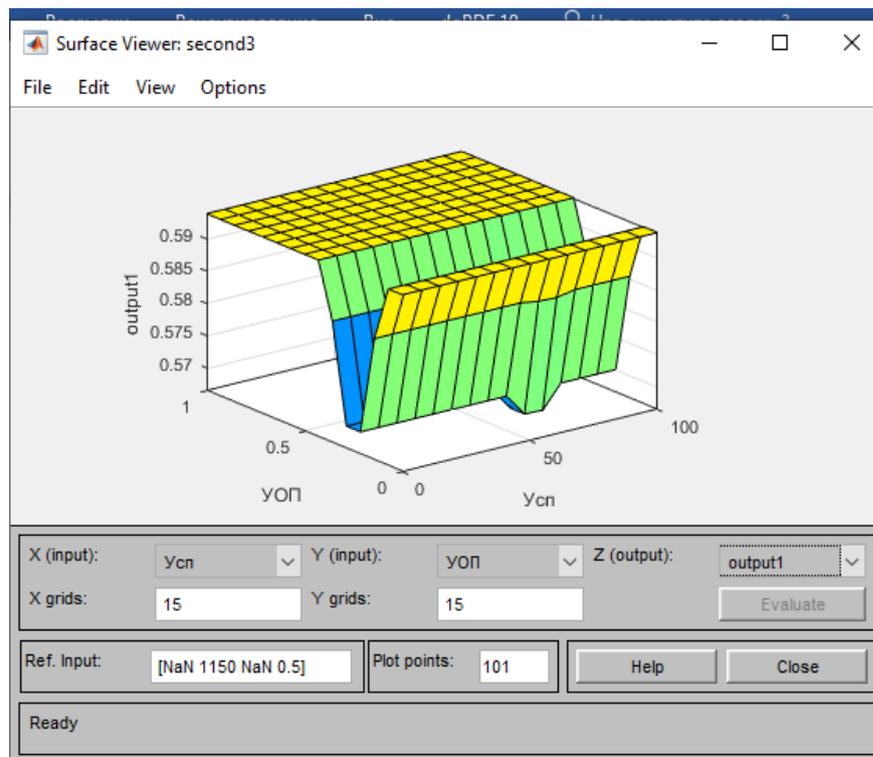


Рисунок 3.14 - Визуализация поверхности нечеткого вывода рассматриваемой модели для входных переменных «Баллы при поступлении» и «Участие в проектах и олимпиадах»

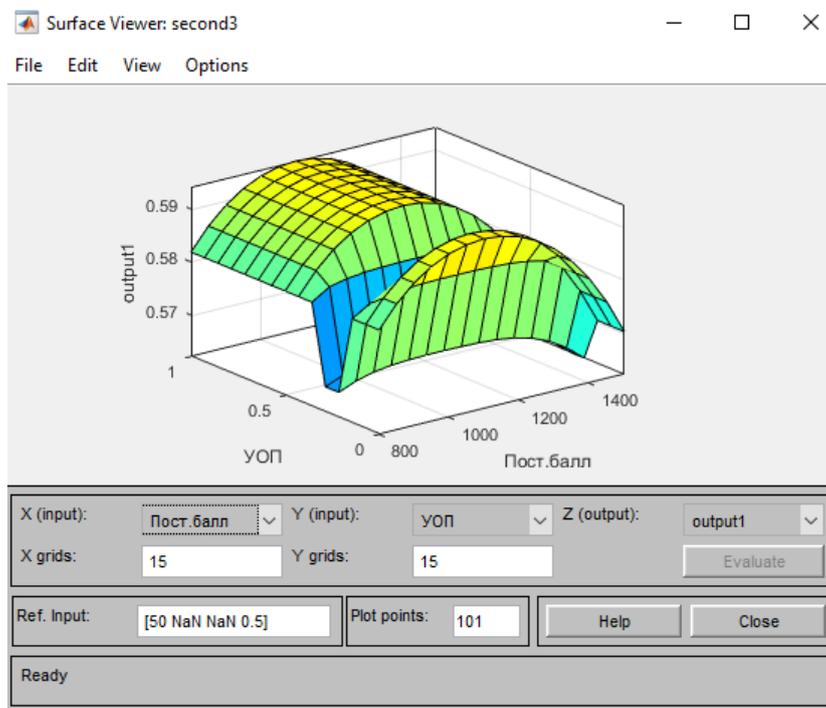


Рисунок 3.15 - Визуализация поверхности нечеткого вывода рассматриваемой модели для входных переменных «Успеваемость» и «Дифф.карта»

Эта нечеткая поверхность вывода позволяет установить зависимость значений выходной переменной от значений отдельных входных переменных нечеткой модели. Анализ этих зависимостей может служить основой для изменения функций принадлежности входных переменных или нечетких правил с целью повышения адекватности системы нечеткого вывода.

Таким образом на этом этапе исследования разработана продукционная модель оценки соответствия элективных курсов по направлениям соответствующие индивидуальным параметрам учащегося. В данной модели определены 5 входных лингвистических переменных, характеризующих вершину дерева, одна выходная лингвистическая переменная, характеризующая соответствие курса по 32 продукционным правилам. Наличие системы автоматического подбора критериев по направлениям на основе модели нечеткой логики, учитывающей индивидуальные характеристики учащихся, что будет являться отличительной чертой разрабатываемой информационной технологии.

3.4 Алгоритм формирования программы дифференцированного обучения

В учебных учреждениях Казахстана образовательное содержание определяется серией нормативных документов, структурированных по пяти

уровням. Не на каждом уровне предусмотрена возможность дифференциаций учебного материала. Типовая учебная программа и технологический учебный план являются жестко регламентированными государственными документами, изменения в которых происходят при участии МПРК. Однако на уровне рабочего учебного плана учебные заведения могут внести изменения в вариативную часть программы, включая распределение часов на дополнительные курсы и выборные предметы[147-149].

Уровень 6 представляет собой краткосрочный план, который включает в себя планы уроков по каждому предмету для каждого класса[148].

Уровень 5 описывает календарно-тематический план, который отображает темы уроков и количество часов по каждой дисциплине для каждого класса[148].

Уровень 4 представлен среднесрочным планом, который отражает содержание образования по каждой дисциплине для каждого класса[148].

На уровне 3 находится типовая учебная программа, нормативный документ, определяющий содержание образования по каждой дисциплине[148].

Уровень 2 представляет собой рабочий учебный план (РУП), который составляется на основе типового учебного плана для каждой конкретной школы[148].

Уровень 1 - это типовой учебный план (ТУП), государственный нормативный документ, определяющий требования государственного стандарта к содержанию образования. Этот документ остается статичным на учебный год для всех школ Республики Казахстан[148].

В рамках нашего исследования были выбраны элективные курсы для учащихся старшей школы, адаптировать которые под индивидуальные характеристики учащихся более реалистично, нежели инвариантный компонент, который строго регламентирован и по объему, и по содержанию.

Перечень элективных курсов в каждой отдельно взятой школе формируется на основании различных факторов: профиль учащегося, наличие кадров, материально-техническое обеспечение, запросы родителей и т.д. Данный перечень можно собрать в один модуль по какому-либо признаку и назвать комплекс курсов по направлениям.

Структура курсов по направлениям (гуманитарное, физико-математическое, химико-биологическое) в разрабатываемой информационной технологии состоит из:

- курсов: все курсы расфасованы в 3 направления;
- в каждом направлении находятся по элективные курсы разного уровня, но разной предметной области (химико-биологическое, физико-математическое, инженерное и т.п.);

- каждый отдельно взятый курс состоит из разделов;
- каждый раздел состоит из отдельных уроков;
- каждый урок состоит из формируемых компетенций, содержания урока, заданий.

В структуре одного урока представлены следующие виды материалов[149]:

1. Ресурсы по уровням
2. Видеофайл по новой теме
3. Задания на закрепление тем

Контент программы курса можно настраивать в зависимости от возраста учащегося.

Автоматизированный подбор комплексов курсов позволяет трансформировать обучение из статичной и линейной модели в динамически адаптивный процесс[149] .

На основании результатов разделов 3.1, 3.2, 3.3 построена общая структура системы адаптации обучающегося и представлена на рисунке 3.15.

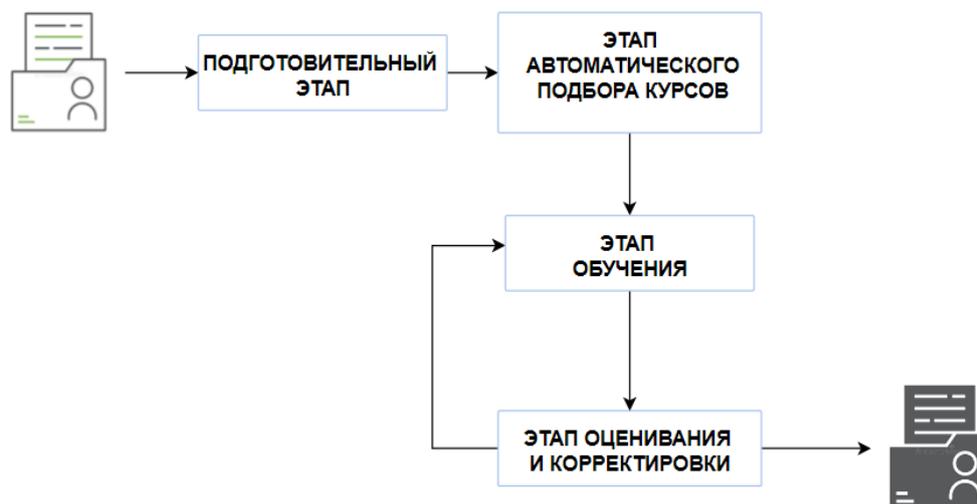


Рисунок 3.16 – Общая структура адаптации курсам по направлению

Детализация данной структуры позволила разработать универсальный алгоритм формирования индивидуальной программы обучения, дающий возможность овладеть установленными компетенциями и учитывающий индивидуальные характеристики обучающегося[149].

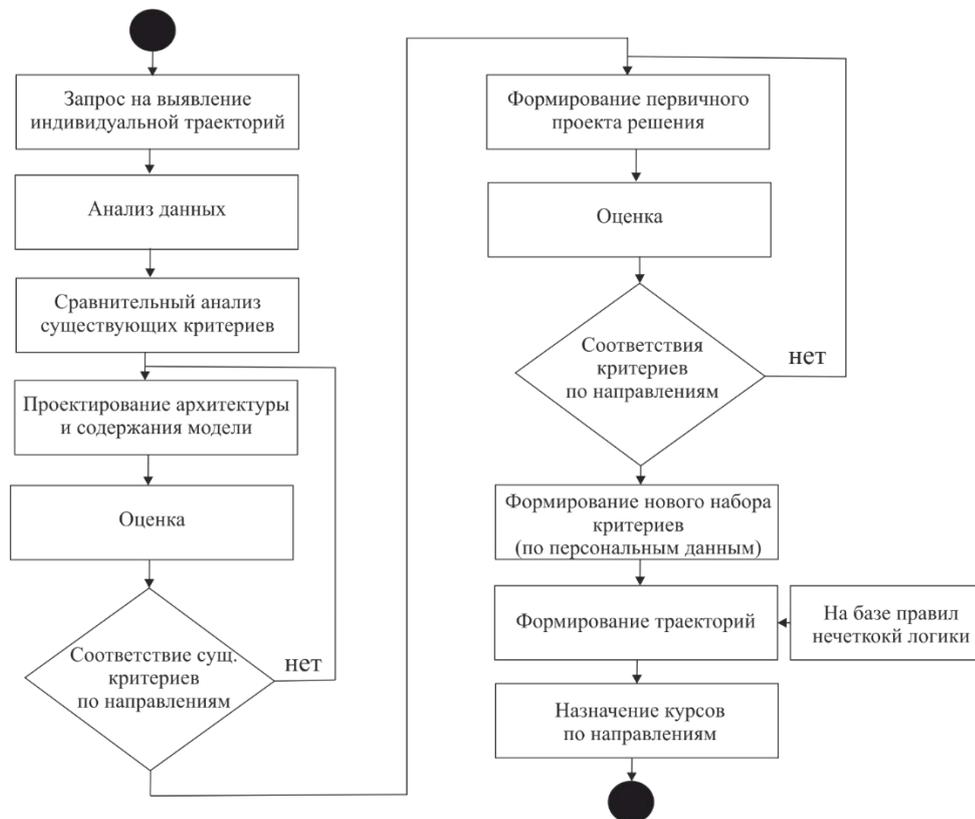


Рисунок 3.17 - Алгоритм формирования программы дифференцированного обучения

Описание алгоритма:

1. Как мы ранее определили, профиль учащегося в системе будет состоять из двух частей: базовой и специальной. Для формирования специальной части профиля учитываются многочисленные критерии, которые являются динамичными. Входные данные могут включать 5 и более переменных. Эти данные могут поступать автоматически из внешних источников (например, сайтов НИИ) или вводиться вручную через платформу[150].

2. На основе динамических входных данных создается база правил. Используя эту базу, формируется индивидуальная траектория обучения учащегося по направлениям.

3. По направлениям (гуманитарное, физико-математическое, химико-биологическое) и индивидуальным характеристикам создаются курсы, доступные исключительно зарегистрированным пользователям. На основе выявленных направлений можно планировать и проводить уроки с использованием дифференциаций. Весь процесс обучения, как в классе с учителем, так и онлайн, осуществляется на основе концептуальной модели дифференцированного обучения.

4. Затем проходит этап оценки и корректировки, где проверяется соответствие критериев по направлениям. В соответствии с выявленной траекторией (направлением) учащемуся назначаются курсы, которые будут корректироваться в зависимости от динамики входных данных специального профиля учащегося.

В рамках нашего исследования многокритериальный персонализированный путь включает достижение целей, установленных программой курса, на разных уровнях входных данных.

Выводы по третьему разделу

1. Разрабатываемая система информационных технологий содержит механизм автоматического выбора контента, базирующийся на данных профиля учащегося. В предложенной технологии дифференцированного обучения профиль учащегося включает две части: основную и специализированную, основанные на различных типах данных.

2. На базе многочисленных факторов разработана продукционная модель с входными данными. Выбранные ключевые характеристики для каждого типа компетенций приняты как необходимые при создании индивидуализированных образовательных программ. Проведенное исследование по определению набора факторов позволило разработать алгоритм формирования модели профиля обучающегося, который обладает универсальным характером.

3. Создана модель оценки соответствия курсов индивидуальным характеристикам учащихся с использованием продукционного подхода. Система предлагает учащимся курсы в зависимости от их направлений. Присутствие автоматической системы подбора учебных курсов, основанной на модели нечеткой логики и учитывающей индивидуальные характеристики учащихся, является ключевой особенностью разрабатываемой информационной.

4. Создан общий каркас системы адаптации содержания программ, включающий в себя этап подготовки, этап определения критериев, этап обучения, этап оценки и корректировки. Детальное разработание этой структуры привело к созданию универсального алгоритма формирования образовательной программы, который позволяет достичь определенных компетенций, учитывая индивидуальные особенности обучающегося.

5. Результаты нашей исследовательской работы были представлены и опубликованы в сборниках международных научно-практических конференций. [166]

4 АРХИТЕКТУРА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

4.1 Функциональное обеспечение образовательной платформы для разработки индивидуальной траекторий

Образовательная платформа дифференцированного обучения по профилю обучающего (ОПДО) - это программный комплекс, разработанный для практической реализации моделей и алгоритмов, представленных в третьей главе. Он соответствует общим требованиям к техническим и программным средствам обеспечивающий дифференцированное обучения[150-155].

Этот программный комплекс предоставляет возможность учащимся проходить элективные курсы с углубленным или расширенным контентом по трем направлениям, а также дает возможность учителю правильно планировать уроки и проводить их в нужные направления, развивая академические знания учащихся. Эти курсы не только предоставляют учебные материалы и помогают развить умения, но также способствуют формированию цифровых навыков, интегрированных в учебный контент в соответствии с разработанной моделью[156-157].

Концепция разработки образовательной платформы дифференцированного обучения представлена на рисунке 4.1.

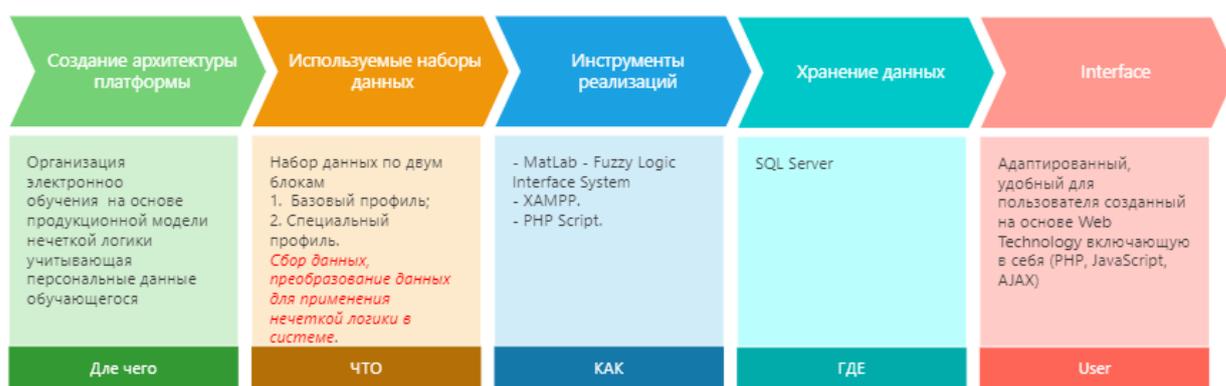


Рисунок 4.1 – Концепция разработки ОПДО

Согласно данной концепции, информационная технология, применяемая для поддержки дифференцированного обучения, выполняет две основные функции: она служит средством для индивидуализации процесса

обучения и инструментом для развития цифровых компетенций. Такой подход объединяет две ключевые цели в одно комплексное решение. В нашей системе персонализации используется технология нечеткой логики Fuzzy Logic, встроенная в программное обеспечение Matlab[116-117]. Этот модуль реализует механизм нечеткой логики для выбора курсов и учебных траекторий, учитывая индивидуальные особенности каждого обучающегося. Концепция данной информационной технологии дает возможность поддерживать следующие функции[158]:

- Интеграция функциональности дифференцированного обучения и развития одаренности в различных областях[158].
- Применение интеллектуальной обработки данных на основе продукционной модели нечеткой логики для выбора элективных курсов, учитывая персональные характеристики учеников[158].
- Хранение различных типов данных в единой базе данных[158].
- Возможность интеграции с внешними приложениями и системами[158].
- Поддержка учителей в планировании и проведении эффективных уроков[158].

Гибкость и возможность адаптации и развития информационных технологий в соответствии с потребностями пользователей[159].

Исходя из вышесказанного, разработанная платформа будет обладать следующими функциональными возможностями[159]:

1. Проверка подлинности пользователей - процесс аутентификации пользователей на основе их учетных данных, таких как логин и пароль. Для обеспечения безопасности, пароли должны храниться в зашифрованном виде[159].
2. Определение прав доступа пользователей - разграничение доступа пользователей к различным функциям системы в зависимости от их роли (например, администраторы, учителя и ученики)[159].
3. Управление справочными данными, необходимыми для работы платформы (доступно администраторам системы). Это включает следующие справочники[160]:

- Справочник учебных периодов;
- Справочник предметов.

4. Ведение профайлов пользователей системы (Администраторы системы). Платформа поддерживает следующие элементы[160]:

- Профайлы учеников. Данные, содержащиеся в данных профайлах, должны использоваться для проведения оценки системой нечеткой логики, для определения соответствия курсов индивидуальным характеристикам учащихся. Просмотр своего профайла доступно только конкретному ученику[160-163].

- Профайлы учителей, где учитель может детально анализировать траекторию учащегося, относительно его изменяющимся данным. Это дает учителю правильно и эффективно спланировать и проводить урок, акцентируя на развитие одаренности учащегося[160-163].



Рисунок 4.2 - Схема использования функций платформы

5. Администрирование курсов, доступных в системе по направлениям (Администраторы системы). Платформа поддерживает следующие подфункции в рамках этой функции [164]:

- создание новых курсов с указанием предмета, периода и пакета уроков[164];
- назначение преподавателей к курсам.

6. Одна из ключевых функций – это определение индивидуальных траекторий на основе многокритериального профиля учащегося [164].

7. Работа преподавателей с курсами (Преподаватели). В рамках этой функции платформа должна обеспечивать следующие подфункции[164]:

- Формирование и изменение разделов курса (Преподаватели);
- Формирование и изменение уроков в разделе курса (Преподаватели);
- Формирование и изменение материалов для уроков (Преподаватели);
- Формирование и изменение заданий для уроков (Преподаватели);

8. Работа учащихся с курсами (Учащиеся). В рамках этой функции платформа поддерживает следующие подфункции [164]:

- Запись на прохождение курса. В рамках этой функции применяется система нечеткой логики для оценки соответствия курсов профилю учащегося [164]. Просмотр курса. В рамках этой функции учащийся имеет возможность ознакомиться с различными учебными материалами и заданиями по уровням в рамках курса [164].

4.2 Архитектура образовательной платформы дифференцированного обучения

На рисунке 4.3 представлена архитектура информационной технологии поддержки дифференцированного обучения на основе модели профиля обучающегося [164].

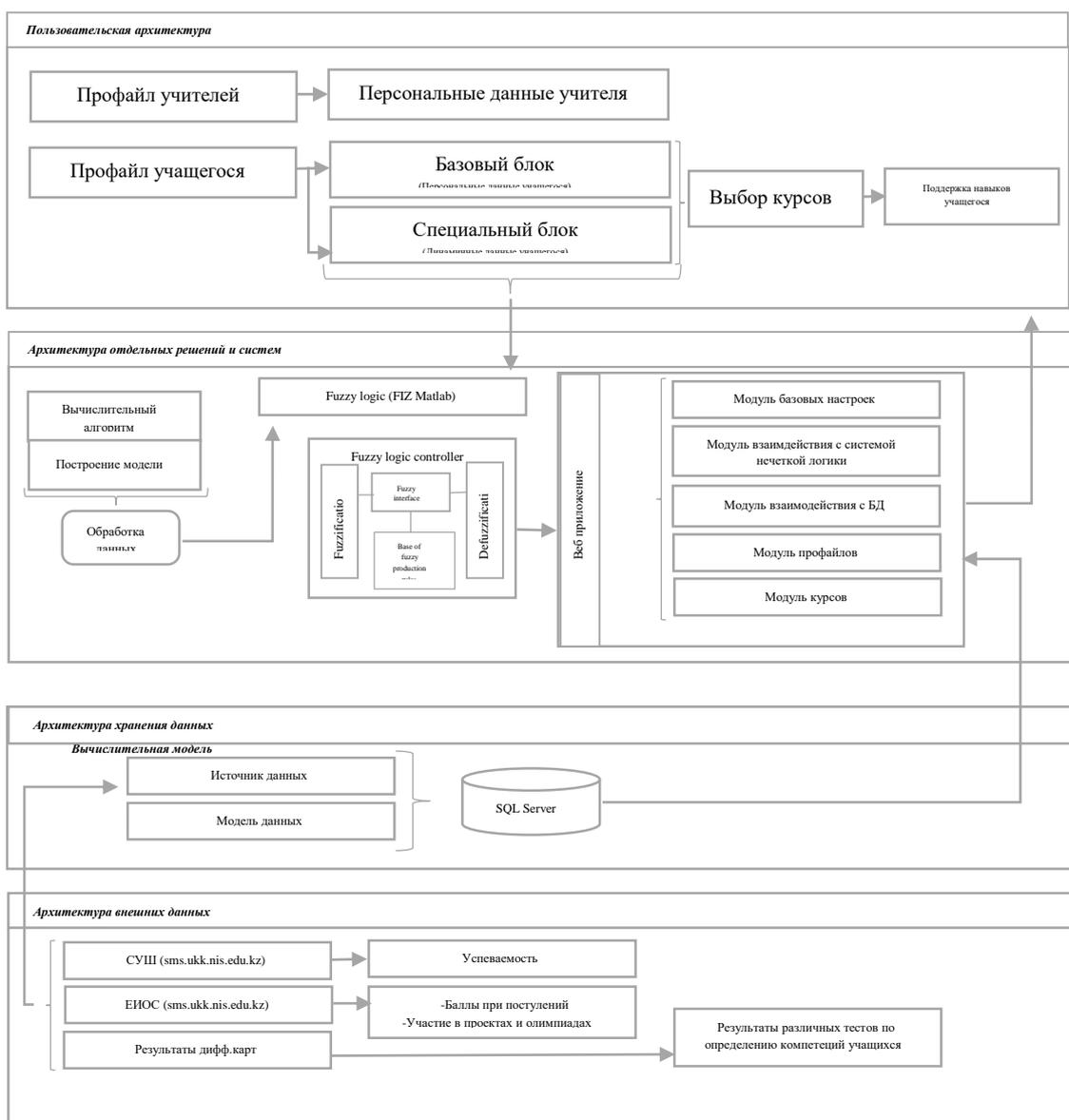


Рисунок 4.3 - Архитектура образовательной платформы

Первый уровень архитектуры ИТ поддержки дифференцированного направленный на развитие одаренности учащегося включает сбор и загрузку данных:

- Персональные данные учащихся, в том числе, выбранный профиль обучения (базовый блок);
- Данные по успеваемости учащегося (СУШ);
- Данные при поступлении в школу (ЕИОС);
- Данные об участиях в проектах и олимпиадах (ЕИОС);
- Языковые компетенций (IELTS);
- Данные результатов дифф. карты (психологическая служба школы).

Библиотека курсов (структура и содержание программ) формируется учителем (тьютором):

На основе продукционной модели (указать где) после того как выявляется многокритериальная индивидуальная траектория обучающегося учитель назначает курсы по его направлениям (гуманитарное, физико-математическое, химико-биологическое) что способствует развитию одаренности, а также дает возможность эффективно спланировать и проводить уроки используя дифференциацию.

Через SQL-запрос осуществляется выборка данных, которые подлежат дальнейшей интеллектуальной обработке для выявления соответствия предложенных курсов индивидуальным характеристикам учащихся.

На уровне отдельных решений и систем ИТ реализуется вычислительная модель через использование программного модуля Fuzzy logic для проектирования и исследования модели нечеткой логики, в том числе реализации алгоритмов нечеткого вывода Мамдани. Fuzzy Logic получает данные через веб-приложение и функционирует на базе веб-сервера сохраняя все данные на SQL сервере[166].

На уровне представлений описывается пользовательский интерфейс разработанной многокритериальной платформы дифференцированного обучения. В качестве пользователей выступают учащиеся, учителя (тьюторы), администраторы (заместители директора и ИТ-специалисты). Каждая категория пользователей имеет определенный перечень доступных вкладок (более подробно в разделе 4.3). Учащимся после заполнения своих профайлов открывается доступ к рекомендованному пакету курсов, соответствующих их индивидуальным характеристикам.

4.2.1 Программная архитектура

На рисунке 4.4 представлена программная архитектура МОПДО.

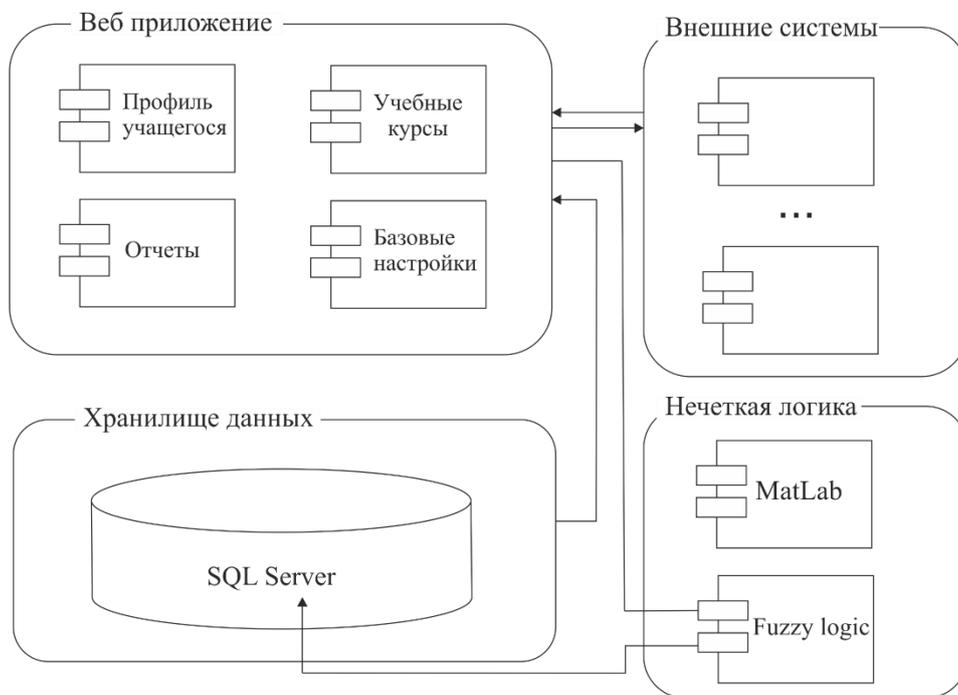


Рисунок 4.4 – Программная архитектура ОПДО

Как видно из приведенной схемы, программные компоненты архитектуры разделены на 3 уровня:

1) Хранилище данных. На этом уровне расположены программные элементы, предназначенные для обеспечения работы базы данных системы. К элементам этого уровня относится система управления базами данных на платформе SQL Server. В этой СУБД хранится основная база данных МОПДО [164].

2) Веб-приложение. Этот компонент представляет собой веб-приложение, используемое конечными пользователями системы (учащимися, преподавателями и другими заинтересованными сторонами). Приложение разработано с использованием технологий PHP и JavaScript и функционирует на веб-сервере SQL Server. Оно взаимодействует с системным хранилищем данных и внешними компонентами. Основными элементами этого веб-приложения являются компоненты, соответствующие ранее упомянутым концептуальным частям системы [164]:

- а) Профиль учащегося
- б) Учебные курсы
- в) Базовые настройки
- г) Отчеты

3) Внешние платформы. Этот раздел включает внешние по отношению к МОПДО платформы, необходимые для организации обучения, а также вспомогательные сервисы, не входящие в систему [164]. К перечню внешних платформ относятся сайты НИИ, образовательные ресурсы, вебсайты готовых курсов, MS Teams (создание групп, внутренняя

коммуникация в команде, встречи с преподавателями и учащимися), MS Forms (опросы, тестирование)[164].

4) Этот модуль, построенный на основе программного пакета Matlab, представляет собой реализацию нечеткой логики в контексте рекомендательной системы для выбора курсов и образовательных траекторий учащихся. Расчеты по нечеткой модели выполняются в виде динамической библиотеки, которая интегрируется в приложение.

4.3 Архитектура базы данных

Процесс разработки базы данных выполняется этапами и включает в себя следующие шаги:

- построение инфологической модели базы данных;
- построение логической модели и нормализация отношений;
- реализация логической модели в физической базе данных на основе определенной системы управления базами данных [164].

Рассмотрим построение базы данных ОПДО на основе перечисленных выше этапов.

Модель, изображающая структуру данных в базе, фокусируясь на логике и отношениях, без учета технических деталей или физической реализации ОПДО. Проектирование базы данных начинается с выявления информационных объектов, которые предполагается хранить в данной базе. На данном этапе проектирования производится определение необходимых информационных объектов, и для каждого такого объекта определяется его атрибутивный состав[161-166]. Выявленные в результате нашего исследования информационные объекты и их атрибутивный состав представлены в таблице

Таблица 4.1 – Data dictionary

Объект	Атрибут
Тип пользователя	ID типа пользователя
	Название
Пользователь	ID пользователя
	Имя пользователя
	Тип пользователя
	Пароль
Учитель	ID учителя
	ФИО учителя
	ID пользователя
	E-Mail
Ученик	ID ученика
	ФИО ученика
	ID пользователя

Объект	Атрибут
Предмет	ID предмета
	Название предмета
Учебный период	ID периода
	Название периода
Индикатор профайла ученика	ID индикатора профайла ученика
	Код
	Название
Профайл ученика	ID ученика
	ID индикатора профайла ученика
	Значение
Индикатор профайла учителя	ID индикатора профайла учителя
	Код
	Название
Профайл учителя	ID учителя
	ID индикатора профайла учителя
	Значение
Тип ресурса	ID типа ресурса
	Название типа ресурса
Тип цели раздела	ID типа цели раздела
	Название
Тип задания	ID типа задания
	Название типа задания
Направление	ID направления
	Название
	ID профайла ученика для определения значение переменной нечеткой логики «Уровень текущей успеваемости»
	ID профайла ученика для определения значение переменной нечеткой логики «Уровень баллов при поступлений»
	ID профайла ученика для определения значение переменной нечеткой логики «Уровень языковых компетенций»
	ID профайла ученика для определения значение переменной нечеткой логики «Участие в проектах и олимпиадах»
	ID профайла ученика для определения значение переменной нечеткой логики «Результаты дифференцированной карты»
	Минимальное значение для «Соответствия курса по индивидуальным данным» нечеткой логики
	Среднее значение для «Соответствия курса по индивидуальным данным» нечеткой логики
	Максимальное значение для «Соответствия курса по индивидуальным данным» нечеткой логики

Объект	Атрибут
Курсы	ID курса
	ID предмета
	ID учебного периода
	Назначение курса
	ID направления
Учителя курса	ID курса
	ID учителя
	Дата регистраций
Учащиеся курса	ID курса
	ID ученика
	Дата регистраций
Раздел курса	ID раздела
	ID курса
	Название
	Дата
	Номер раздела
	Краткое описание
Урок	ID урока
	ID раздела
	Название
	Количество уроков
	Краткое описание
Ресурсы урока	ID ресурсы урока
	ID урока
	ID тип ресурса
	Название
	Содержание ресурса
Задания урока	ID задания урока
	ID урока
	Название
	ID тип задания
	Содержание задания
	Период выполнения задания

Для иллюстрации взаимосвязей между объектами в базе данных применяется ER-диаграмма, на которой представлены следующие компоненты:

- прямоугольник — это объект;
- ромб — это действие;
- линия связывает объекты через действие. ER-диаграмма нашей системы представлена на рисунке 4.5.

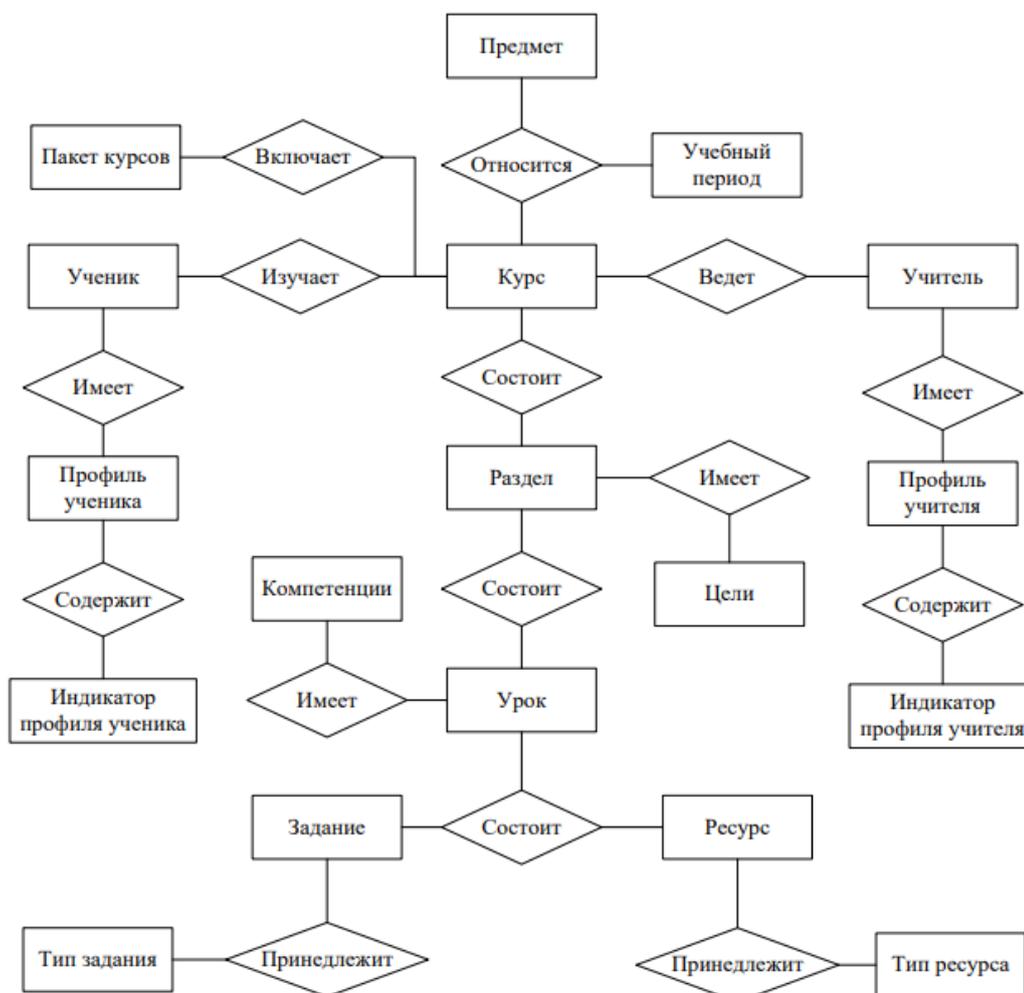


Рисунок 4.5 – ER диаграмма системы

После построения инфологической модели базы данных начинается разработка логической модели [154-156]. На этом этапе:

- Определяются отношения между сущностями и их атрибуты.
- Устанавливаются первичные и внешние ключи для отношений.
- Производится нормализация отношений для улучшения структуры данных.

На заключительном этапе создается логическая схема данных. Исходя из построенной инфологической модели, определяются информационные объекты, которые будут храниться в базе данных. Затем эти объекты преобразуются в отношения с набором атрибутов. Для идентификации объектов в отношениях определяются первичные ключи, а для связи между отношениями - внешние ключи.

После завершения логического проектирования базы данных, модель переводится на физический уровень. Этот процесс включает адаптацию модели к конкретной системе управления базами данных. В данном исследовании мы используем SQL Server.

При переводе логической модели на физический уровень, отношения преобразуются в таблицы с соответствующими атрибутами, а также

определяются первичные и внешние ключи. Для создания этих элементов в современных системах управления базами данных применяется язык SQL.

4.4 Реализация системы дифференцированного обучения

Программная архитектура веб-приложения Веб-приложение для ОПДО работает на базе верстки html, Python. Данное приложение состоит из нескольких модулей, в которых реализована основная логика работы ОПДО.

- Модуль управления базой данных - этот модуль обеспечивает взаимодействие с базой данных, осуществляя получение и обновление данных.

- Модуль интеграции с нечеткой логикой - данный модуль обеспечивает взаимодействие с системой нечеткой логики.

- Административный модуль - этот модуль предназначен для настройки и управления системой.

- Модуль профилей - данный модуль предназначен для работы с профилями учителей и учеников.

- Модуль курсов - этот модуль предназначен для создания и проведения обучения по различным предметам.

Программная архитектура разработанного веб-приложения представлена на рисунке 4.8. Рассмотрим модули, представленные в веб-приложении:

1. Компонент взаимодействия с базой данных (DBMS) - этот модуль ответственен за взаимодействие с базой данных, включая получение и обновление и обработку данных.

2. Модуль интеграции с системой нечеткой логики включает в себя следующие компоненты:

- Библиотека времени выполнения Matlab (Matlab runtime).

- Fuzzy Inference System Model - компонент для взаимодействия с библиотекой времени выполнения Matlab. Этот компонент служит прослойкой между веб-приложением и библиотекой времени выполнения Matlab и используется для вычисления соответствия курсов для учеников на основе нечеткой логики.

3. Модуль профилей пользователей - этот модуль предназначен для управления профилями пользователей и включает в себя следующие компоненты:

- Компонент «Профайл учителя» (Teacher profile) – этот компонент предназначен для управления и отображения данных о профилях учителей;

- Компонент «Профайл ученика» (Pupil profile) - этот компонент предназначен для управления и отображения данных о профилях учеников;

- Компонент «Регистрация на курс» (Registration) – этот компонент предназначен для регистрации учеников на учебные курсы. Данный компонент взаимодействует с модулем нечеткой логики (FuzzyModel) для определения уровня соответствия курса профилю ученика [163-164].

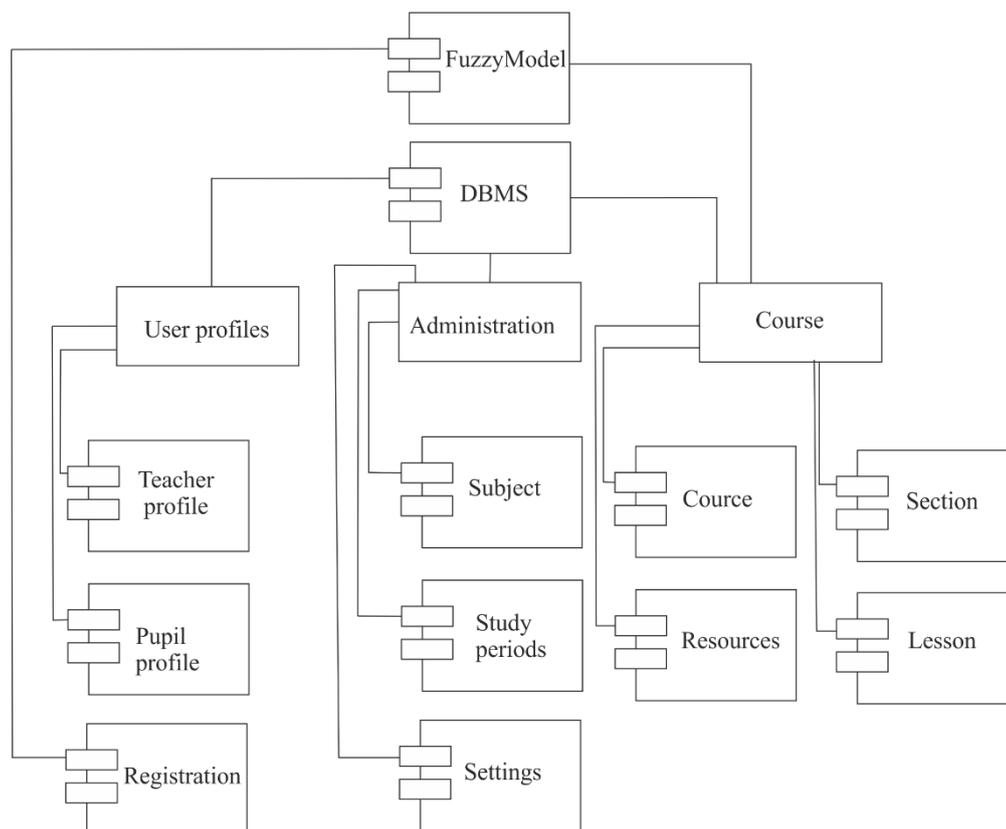


Рисунок 4.6 – Модули профилей пользователей

4) Управляющий модуль (Administration) – раздел, предназначенный для конфигурации системы и содержащий следующие элементы[164]:

- Элемент «Предметы» (Subjects) – используется для редактирования списка учебных дисциплин, по которым будут создаваться курсы в системе[164];
- Элемент «Периоды обучения» (StudyPeriods) – служит для редактирования списка учебных периодов, в рамках которых будут проводиться курсы в приложении[164];
- Элемент «Параметры курса» (Course settings) – предназначен для создания новых курсов, их настройки и назначения учащихся на эти курсы[164];

5) Модуль курсов – часть системы, предназначенная для разработки и проведения учебных программ по предметам и индивидуально определённым траекториям, и включает в себя следующие компоненты[164]:

- Элемент «Курс» (Course) – этот компонент отвечает за отображение общего содержания учебного курса (описание, а также включённые в курс разделы и уроки)[164].

- Элемент «Раздел» (Section) – этот компонент отвечает за управление разделом курса (описание раздела, цели раздела, перечень уроков в разделе)[164].

- Элемент «Урок» (Lesson) – этот компонент предназначен для управления уроком курса (описание урока, цели урока, учебные материалы и задания для урока) [164].

- Компонент «Учебные материалы» (Resources) – данный компонент предназначен для создания и работы с учебными материалами для урока[164].

- Компонент «Учебные задания» (Works) – данный компонент предназначен для создания и работы с учебными заданиями для урока[164].

Веб-приложение имеет следующую логическую структуру и включает в себя следующие элементы:

1. Начальная страница веб-приложения, которая содержит описание системы и меню для перехода в другие разделы приложения;

2. Административная часть. Данная часть содержит следующие элементы - «Мои курсы» - данный элемент содержит ссылки на доступные для пользователя учебные курсы - «Мой профайл» - данный элемент представляет страницу с содержанием профайла пользователя - «Администрирование» - данный элемент включает страницы для редактирования справочников (предметы и учебные периоды), создания курсов, а также для создания учетных записей пользователей и редактирования их профилей (учителей и учеников) [164].

3. Учебный курс. Этот подраздел предназначен для взаимодействия с программой и содержит следующие страницы сайтах[164]:

- страница курса, на которой отображаются основные сведения о программе, а также осуществляется редактирование её содержания (добавление новых подразделов для программы) [164];

- страница подраздела, на которой представлены сведения о разделе программы, а также осуществляется редактирование его содержания (описание программы и структура уроков в разделе) [164];

-страница урока, на которой отображаются сведения по уроку: описание урока, учебные материалы и учебные задания. Также на данной странице производится редактирование содержания урока – редактирование описание урока, добавление и изменение учебных материалов и учебных заданий[164].

Ниже представлен логическая структура веб-приложения.

Home page

- Пользовательская часть

1. Курсы

2. Мой профайл

- Учебный курс

1. Раздел курса

2. Урок

- Учебные материалы

- Задания

- 1) Администрирование

- Курсы

- Предметы

- Ученики – Профиль ученика
- Учителя – Профиль учителя

Работа приложения зависит от роли пользователя в системе. Как видно по логической структуре будут три пользователя это администратор, учитель и ученик. Роли пользователей показаны ниже через use case диаграмму[165].



Рисунок 4.7 - Use case диаграмма веб-приложения

- Диаграмма показывает наличие трех типов пользователей в системе:
- Администратор, который управляет системой, включая ведение справочников, создание пользователей и курсов[165].
 - Учитель, ответственный за разработку содержания курсов по выявленной индивидуальной траектории[165].
 - Ученик, который регистрируется на учебные курсы и просматривает их содержание. При регистрации на курс применяется модель нечеткой логики

для оценки соответствия курса профилю ученика с использованием Matlab Runtime[166].

Далее приведем краткое описание работы с веб-приложением ОПДО.

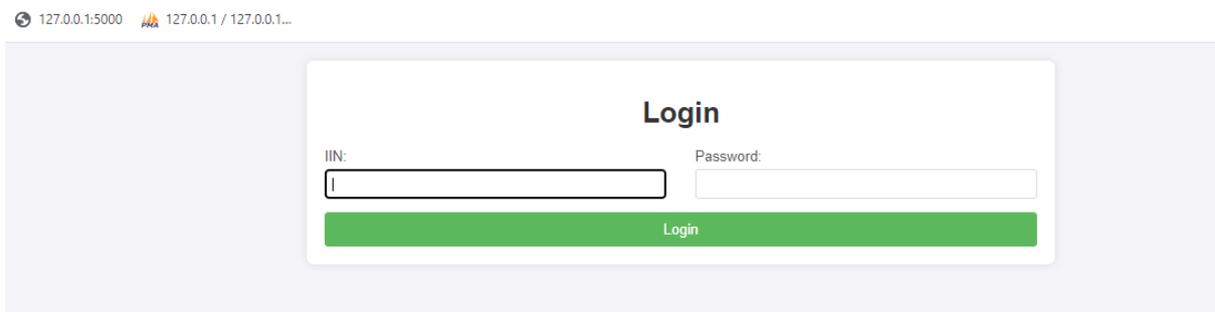


Рисунок 4.8 – Страница авторизаций

Здесь на странице авторизаций по своему логину и паролю каждый учитель и учащийся имеет доступ к ОПДО. Учитель введив все свои данные попадает на страницу «Профиль учителя». Системному администратору доступны все данные учителя, учащегося и курсы.



←T→	id	first_name	middle_name	last_name	iin	password
□	3	Bektenova	Asel	Mergalyevna	123456789000	scrypt:32768:8:1\$uuLUqvVcboCMjnf9\$9350ea15381e1ceb...

Рисунок 4.9 – Данные учителя в базе данных



←T→	id	first_name	middle_name	last_name	birth_date	iin	password
□	2	Rakhimov	Quat	Serikovich	1995-07-14	950714351142	scrypt:32768:8:1\$uuLUqvVcboCMjnf9\$9350ea15381e1ceb...

Рисунок 4.10 – Данные учащегося в базе данных

Extra options

	id	course name
<input type="checkbox"/>	1	Biotechnology
<input type="checkbox"/>	2	Environmental Science
<input type="checkbox"/>	3	Pharmacy
<input type="checkbox"/>	4	Engineering
<input type="checkbox"/>	5	Computer Science
<input type="checkbox"/>	6	Physics
<input type="checkbox"/>	7	Linguistics
<input type="checkbox"/>	8	History
<input type="checkbox"/>	9	Law

Рисунок 4.11 – Курсы по направлениям

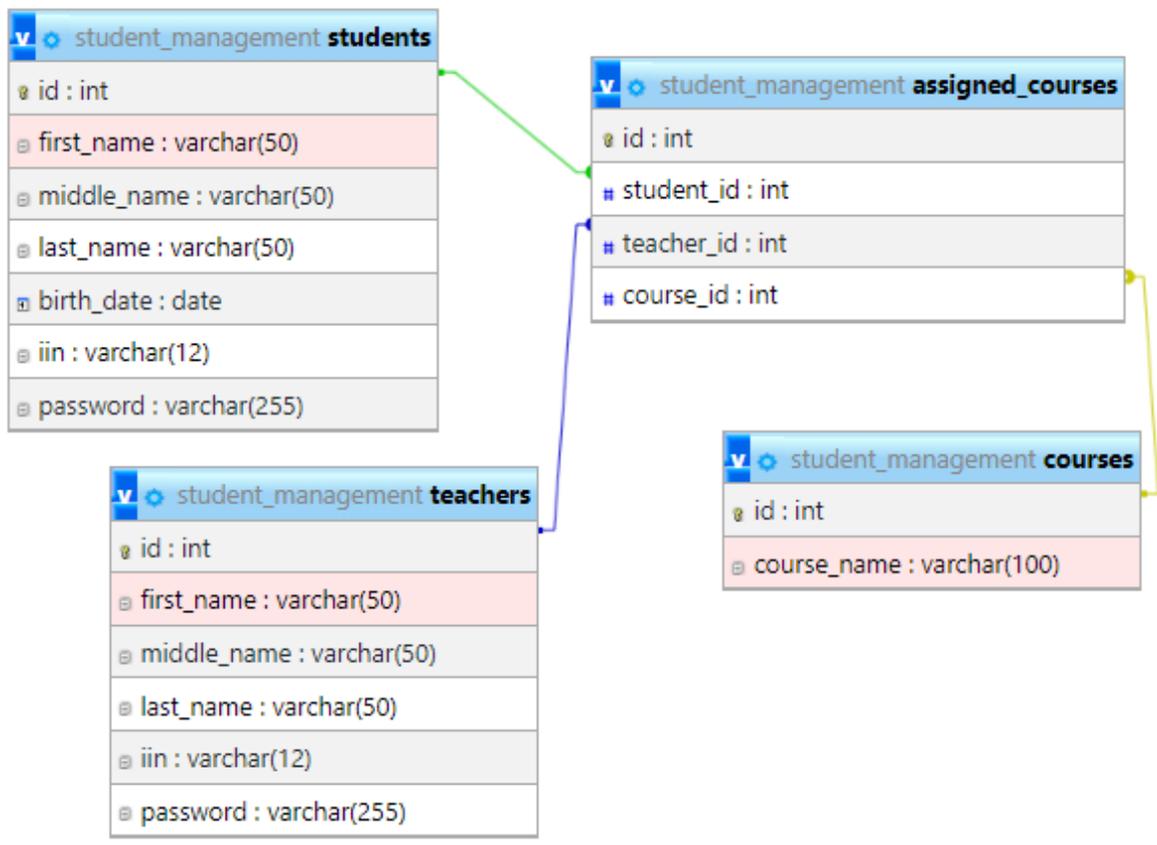


Рисунок 4.12 – Связь таблиц

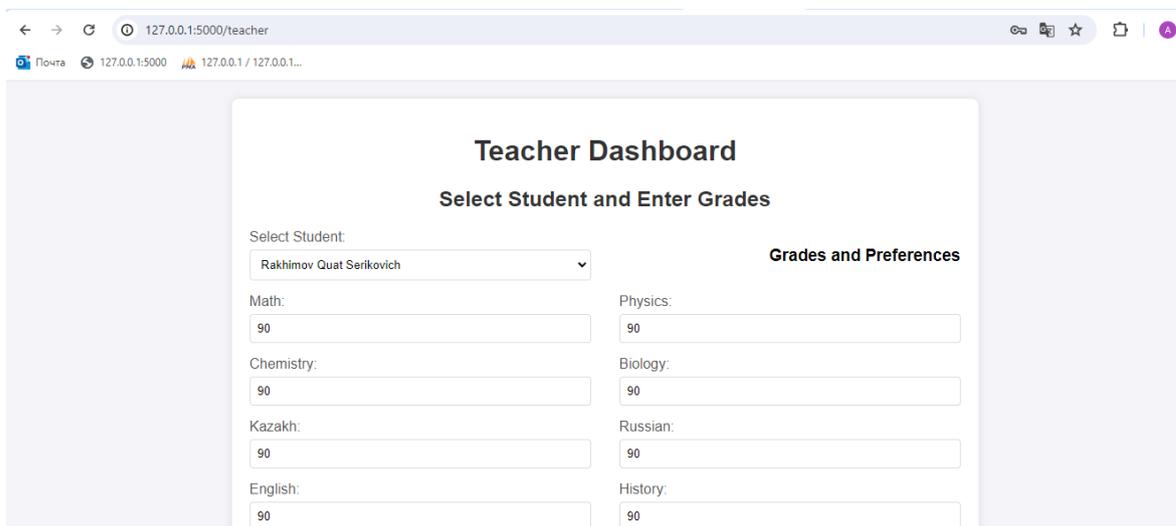


Рисунок 4.13 – Страница профиля учителя

В профиле учителя можно выбрать студента автоматический с базы данных, где базовый профиль уже будет доступен. Далее заполнив поля по успеваемости, баллы при поступлений, результаты IELTS, и дифф карту учащегося (рисунок 4.14) можно автоматический ссисемой получить траекторию учащегося (рисунок 4.15).

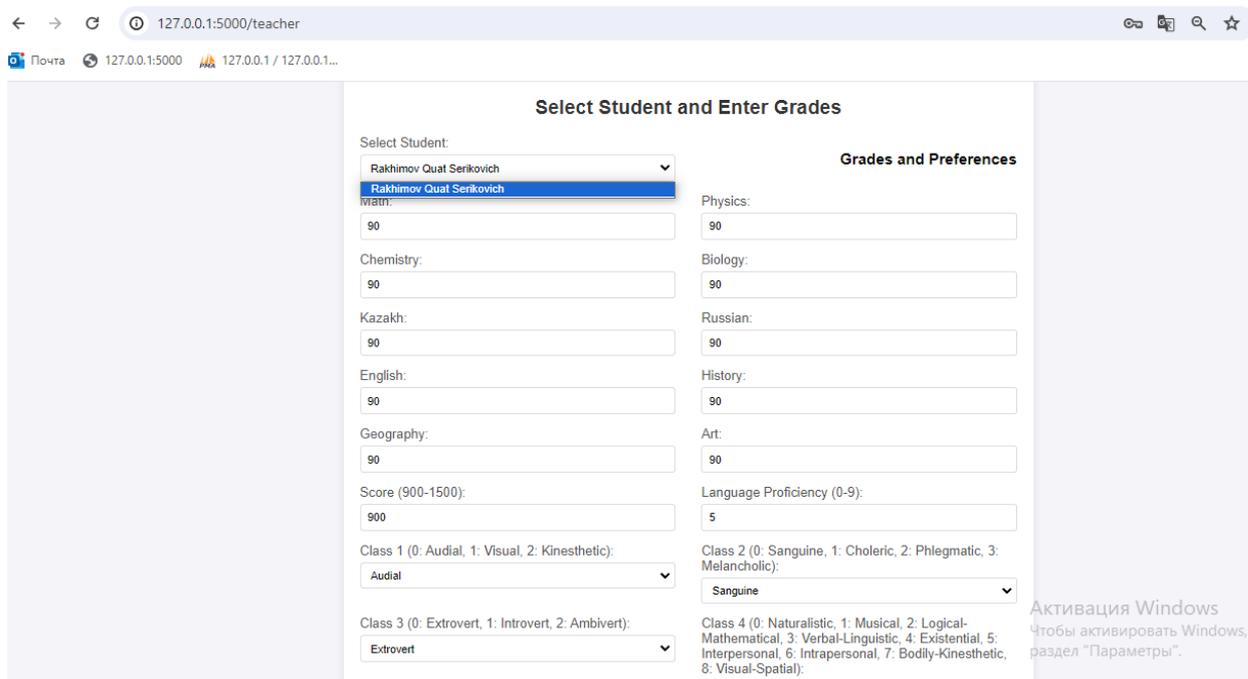


Рисунок 4.14 - страница профиля учителя

На основе заполненных данных (многочисленных критериев) с использованием нечеткой логики строится траектория учащегося,

учитывающая все базовые и динамичные критерии. Данные берутся с сайтов НИШ, а некоторые заполняются вручную.

Например, базовый блок, где находятся неизменяемые данные об учащихся, автоматически заполняется из базы данных сайта eios.nis.edu.kz, куда все данные вносятся при поступлении в школу.

Успеваемость учащихся берется с сайта sms.ukk.nis.edu.kz – на этой платформе находятся все данные об академической успеваемости учащегося.

Баллы при поступлении фиксируются протоколом и зачислением в школу после конкурсного отбора детей; эти данные хранятся на сайте eios.nis.edu.kz и используются образовательной платформой дифференцированного обучения [166].

Данные специального блока, где заполняется дифференцированная карта учащегося, предоставляются психологической службой школы.

Дифференцированная карта составляется один раз после прибытия учащегося в школу. Она формируется на основе различных тестов, например, тестов Гарднера, Вильямса и т.д. (Рисунок 4.14).

Все данные базового и специального блоков объединяются. Различные данные с разными индикаторами преобразуются в единую шкалу с помощью нечеткой логики.

В системе используется специальный контент, работающий на основе нечеткой логики. В процессе разработки системы весь проект по нечеткой логике был преобразован в код на Python.

Данные преобразуются в единый показатель, и система определяет степень одаренности учащегося по направлениям (Рисунок 4.15).

Student Information and Grades

Personal Information

Middle Name:

Date of Birth (YYYY-MM-DD):

First Name:

Last Name:

IIN:

Grades and Preferences

Physics:

Biology:

Russian:

History:

Art:

Language Proficiency (0-9):

Class 2 (0: Sanguine, 1: Choleric, 2: Phlegmatic, 3: Melancholic):

Class 4 (0: Naturalistic, 1: Musical, 2: Logical-Mathematical, 3: Verbal-Linguistic, 4: Existential, 5: Interpersonal, 6: Intrapersonal, 7: Bodily-Kinesthetic, 8: Visual-Spatial):

Math:

Chemistry:

Kazakh:

English:

Geography:

Score (900-1500):

Class 1 (0: Audial, 1: Visual, 2: Kinesthetic):

Class 3 (0: Extrovert, 1: Introvert, 2: Ambivert):

Рисунок 4.15 – страница профиля учителя

После того как система определяет степень одаренности по направлениям (см. модель в разделе 3.2 и Рисунок 4.16), учащемуся назначается курс (элективные курсы). Элективные курсы включают индивидуальное направление на развитие одаренности учащегося и содержат задания разного уровня сложности. Уведомления о назначении курса предоставляются как учителю, так и ученику.

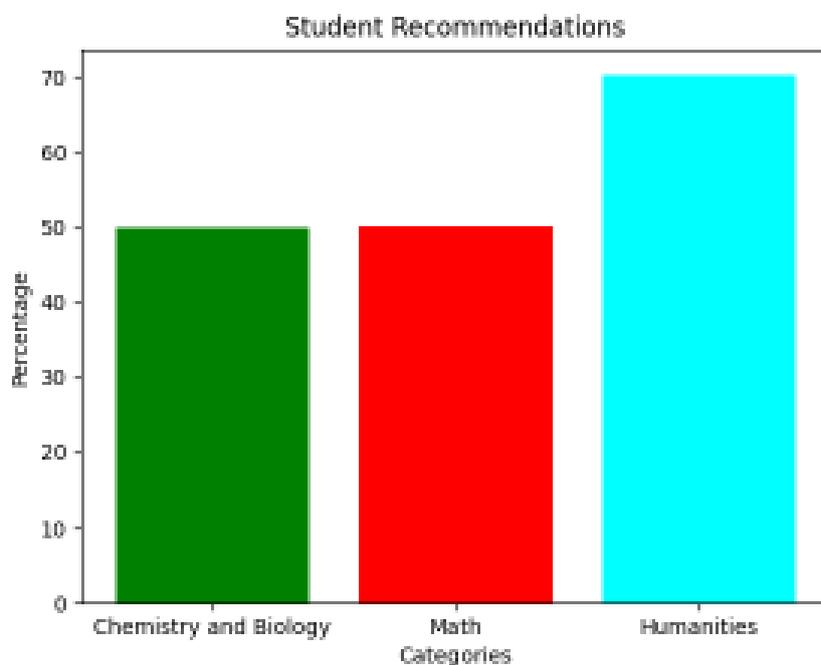
Платформа также может использоваться для планирования эффективных уроков с учетом дифференциации. Кроме того, она может

предоставлять рекомендации учащимся по участию в сетевых и республиканских олимпиадах и проектах.

Chemistry and Biology Recommendation: 50.00%

Math Recommendation: 50.16%

Humanities Recommendation: 70.24%



Student ID

Rakhimov Quat Serikovich 950714351142

Assign a Course

Select a course:

History

Assign Course

Assigned Courses for Rakhimov Quat Serikovich 950714351142

History

Рисунок 4.16 – страница профиля учителя

Апробация предложенных алгоритмов и моделей дифференцированного обучения была осуществлена в ОПДО на базе Назарбаев Интеллектуальной школы г. Усть-Каменогорск с привлечением учащихся средней школы в 2023-2024 учебном году.

По результатам исследования, для апробирования работоспособности системы была выбрана фокус группа: учащиеся 8А класса (12 учеников) НИШ ХБН г. Усть-Каменогорск. Использование алгоритма предложенный в разделе 3.4 в системе с применением логики дал возможность учесть многочисленные критерий и формированию траекторий. Входные данные были анализированы системой и было предложены ряд рекомендаций. Рекомендации были сформированы на основе базе правил. Данные рекомендаций охватывали, как целевые группы, так и индивидуальных учащихся.

Таблица 4.2 – Рекомендации по выводам системы

№	Учащийся	Направления	Рекомендаций
1	Ученик 1	Гуманитарное	Уделить внимание на успеваемость
2	Ученик 2	Физико-математическое	Участие в проектах, олимпиадах
3	Ученик 3	Физико-математическое	Участие в проектах, олимпиадах (объединить с учеником 8)
4	Ученик 4	Физико-математическое	Уделить внимание на успеваемость
5	Ученик 5	Химико-биологическое	Уделить внимание на успеваемость
6	Ученик 6	Химико-биологическое	Уделить внимание на успеваемость
7	Ученик 7	Химико-биологическое	Участие в проектах, олимпиадах
8	Ученик 8	Химико-биологическое	Участие в проектах, олимпиадах (объединить с учеником 3)
9	Ученик 9	Гуманитарное	Персональное изучение по языкам
10	Ученик 10	Физико-математическое	Уделить внимание на успеваемость

Апробация началась с 2 четверти 2023-2024 учебного года. Соглашение на апробацию прилагается в приложении 1.

За последние два учебных периода (2-3 четверти 2023-2024 учебного года), учителя 8А класса и руководители проектов активно использовали рекомендации для улучшения планирования и проведение уроков.

Полученный опыт и анализ помогли оптимизировать учебные методики и адаптировать их под потребности конкретных учеников. Этот подход

стимулировал не только академический прогресс, но и развитие личностных качеств каждого ученика. Кроме того, успехи в олимпиадах и проектах подтверждают эффективность принятых мер и мотивируют как учеников, так и преподавателей к дальнейшему совершенствованию.

После периода апробации было проведено анкетирование и произведен анализ академических результатов, а также эффективности олимпиад и проектов (рисунок 4.17).

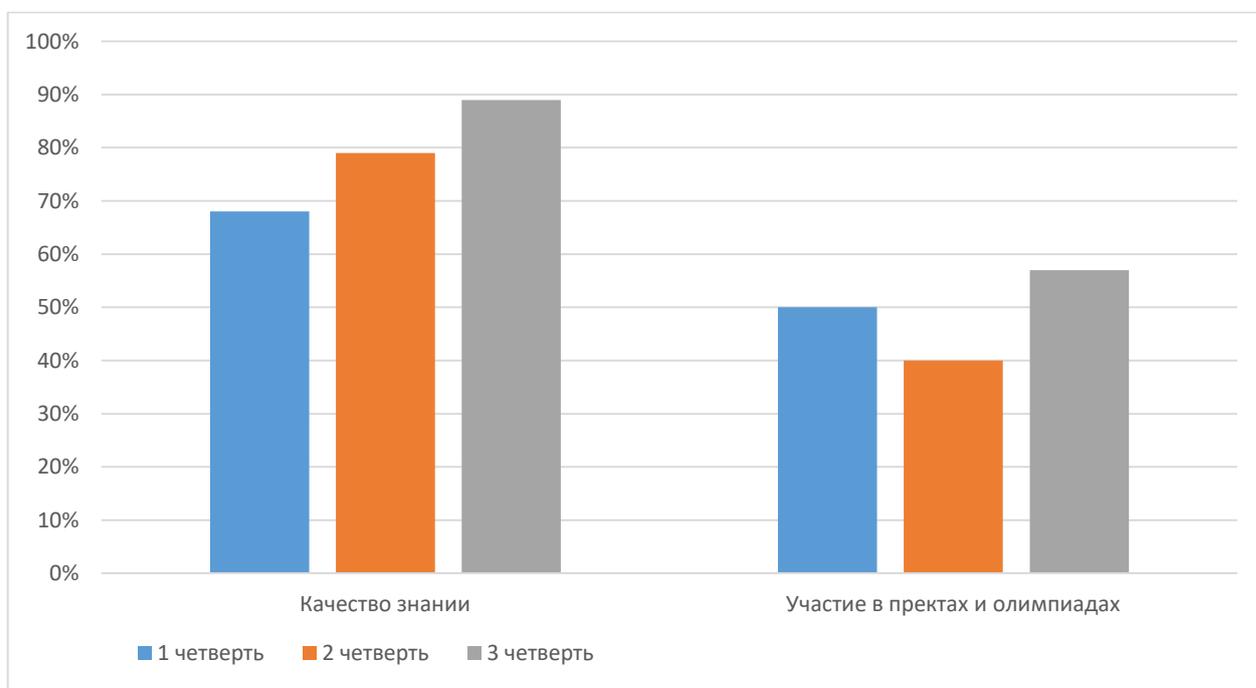


Рисунок 4.17 – Эффективность результатов

Полученные данные подтвердили, что как учащиеся, так и педагоги выразили удовлетворение результатами. Учителя смогли более целенаправленно организовывать уроки, учитывая индивидуальные особенности каждого ученика, что способствовало комфортной и продуктивной образовательной среде. Результативность олимпиад и проектов также продемонстрировала положительную динамику.

Обучающимся было предложено участвовать в соответствующих мероприятиях, и, благодаря этому, команда (из 4 учащихся) 8-го класса заняла первое место на школьном Хакатоне, что отмечено дипломом, а также участвовала в сетевом этапе соревнования. Двое учеников также приняли участие в школьном этапе сетевой олимпиады по информатике, где заняли призовые места. В начале нового учебного года они отправятся на республиканский этап данных соревнований.

Данное исследование показало свою эффективность, результаты апробации показывают эффективность использования предложенной информационной технологии при организации дифференцированного

обучения и положительное влияние на качество знаний (выше на 21%)
Рекомендовано использовать данную систему для всей параллели 8-10 классов и расширить работу после выявления индивидуальной траекторий.

Получено Свидетельство о государственной регистрации на объект авторского права РК (Программа для ЭВМ) «Программа для разработки образовательной платформы дифференцированного обучения» № 46357 от 24.05.2024 г (Приложение 1).

Выводы по четвертому разделу

1. Предложена концепция создания информационной технологии для поддержки индивидуализированного (с учетом дифференциации) образования с акцентом на раскрытие потенциала одаренных учащихся. Описана функциональное обеспечение для многокритериальной образовательной платформы дифференцированного обучения, которая приспособляется к разнообразным методам обучения и индивидуальным потребностям каждого ученика.

2. Создана и представлена архитектура многокритериальной образовательной платформы дифференцированного обучения, также приведены программные структуры, концептуальные и реальные модели хранилища данных.

3. Проведена апробация системы, результаты показывают эффективность использования предложенной информационной технологии при организации дифференцированного обучения и положительное влияние не только на качество знаний, но и повышает интерес участвовать в различных проектах и олимпиадах, способствует развития одаренности.

4. Результаты исследовательской работы изложены и опубликованы в публикации [156].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе диссертационного исследования были выполнены ряд задач, что позволяет сформулировать следующие выводы.

Было проведен анализ современного состояния внедрения дифференцированного обучения в образовательные учреждения. В результате исследования было выявлено, что эффективное организация дифференцированного обучения, адаптированного под индивидуальные потребности и способности учащихся, а также соответствующего требованиям современного общества, может быть достигнута с использованием информационных технологий.

Эти технологии способствуют развитию необходимых навыков за счёт создания автоматизированных индивидуальных путей обучения.

Был проанализирован подход к развитию компетентности в учебных программах школ Республики Казахстан, на примере Назарбаев Интеллектуальных школ, а также проведено сравнение имеющихся отечественных и зарубежных цифровых платформ, и сред, применяемых в образовательном процессе. В работе представлена концептуальная модель внедрения дифференцированного обучения и методика применения нечеткой логики для её создания.

Проведено исследование различных моделей дифференцированного обучения, основанных на нечеткой логике. Проанализированы интеллектуальные карты учащихся, проведен тщательный анализ на их основе. Для формирования групп был использован адаптированный метод центроидов с применением математических методов для оценки уровня знаний учеников в небольших группах. Для определения навыков использовалась нечеткая логика, основанная на наборе правил, что позволило отдельно выстраивать траектории развития компетенций, однако не давало полной картины индивидуального профиля обучающегося. Для построения модели многокритериальных траекторий был применен метод матрицы парных сравнений, включая математический аппарат, который способствовал формированию концептуальной модели и разработке методики комплексной оценки.

Согласно модели внедрения дифференцированного обучения, была разработана структурная модель профиля обучающегося, которая включает в себя базовый и специальный профили. Создана оригинальная модель цифровых компетенций, и предложен метод ее разработки с использованием нечеткой логики. Также была создана база правил для оценки соответствия содержания курса индивидуальным характеристикам учащегося на основе

продукционной модели нечеткой логики. Совокупность указанных моделей позволила разработать универсальный алгоритм формирования образовательной программы, который дает возможность овладеть необходимыми компетенциями и учитывает индивидуальные особенности обучающегося.

Начало формы

Характерной особенностью разработанной информационной технологии является наличие автоматической системы, которая автоматически назначает курсы на основе выявленных направлений, используя модель нечеткой логики и учитывая индивидуальные характеристики учащихся.

Вышеуказанные модели и алгоритмы взяты за основу архитектуры программного обеспечения многокритериальной образовательной платформы дифференцированного обучения.

Работоспособность системы выявления одаренности в информационной технологии, поддерживающей дифференцированное обучение, была проверена в Назарбаевских Интеллектуальных школах в городе Усть-Каменогорск с помощью фокус-группы. Результаты показали, что использование предложенной информационной технологии при организации дифференцированного обучения оказалось эффективным и положительно повлияло на качество образования.

В качестве рекомендации по применению результатов диссертации предлагается следующее:

- использование разработанной методики для внедрения образовательной платформы дифференцированного обучения в школах РК с поддержкой информационных технологий и методик выявления индивидуальных траекторий.

- применение архитектуры программного обеспечения многокритериальной образовательной платформы дифференцированного обучения с интеллектуальным модулем принятия решений для информатизации и последующего сопровождения дифференцированного обучения.

Эта технология позволит внедрить новую модель дифференцированного обучения с целью улучшения качества образовательного процесса в школах РК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi delta kappan*, 60(3), 180. <https://doi.org/10.1177/003172171109200821>
2. Bogoyavlenskaya, D. B. (2010). Giftedness: the answer in one and a half centuries. *Psychology in Russia: State of the Art. Scientific Yearbook. Moscow: Lomonosov Moscow State University*, 197-213 <https://doi.org/10.11621/pir.2010.0009>
3. Schroth, S. T., & Helfer, J. A. (2008). Identifying gifted students: Educator beliefs regarding various policies, processes, and procedures. *Journal for the Education of the Gifted*, 32(2), 155-179. <https://doi.org/10.4219/jeg-2008-850>
4. Guseva, E., Migovich, O., Tikhomirova, L., & Khitrova, G. (2016). Diagnostics of gifted children. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin* .
5. Kholodnaya, M. A. (2000). Principles and methods of identifying gifted children. *Giftedness: working concept: yearbook of the RPO*, 8(1), 22-29.
6. Pazukhina, S. V., & Abdurakhmanov, G. N. (2013). Diagnostic System For Early Detection Of Children With Signs Of Giftedness. *Humanitarian Bulletin of L. N. Tolstoy TSPU*, 3(7).
7. Revunov , S., Barkhatova , O., & Dolgova, D. (2020). 1. Modern Opportunities For The Development Of Gifted Children With The Help Of Ict . *Innovative Economy: Prospects For Development And Improvement*, 3(45).
8. Zhukova, O. (2015). Theoretical Model Of Support And Development Of Schoolchildren With Signs Of Intellectual Giftedness In The Conditions Of The Educational Portal Of The University. *Omsk State Pedagogical University*.
9. https://en.wikipedia.org/wiki/Gradient_boosting.
10. Токтарова В.И., Попова О.Г. Анализ образовательных данных взаимосвязи успешности обучения и поведения студентов в цифровой образовательной среде вуза. *Информатика и образование*. 2022;37(4):54-63. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63>
11. <https://www.gov.kz/memleket/entities/edu/press/article/details/20392?lang=r>
и
12. <https://primeminister.kz/ru/news/tsifrovoy-kazahstan-realii-i-perspektivi-16155>
13. Кречетов, И. А., Романенко, В. В. Реализация методов адаптивного обучения // Вопросы образования. – 2020. – № 2. – С. 252–277. – DOI:10.17323/1814-9545-2020-2-252-277 Маняхина, В. Г. Условия эффективности смешанного обучения // Наука и школа. – 2022. – №5. – С. 110–125.
14. Khosravi, H., Sadiq, S., Gasevic, D. Development and adoption of an adaptive learning system: Reflections and lessons learned // Proceedings of the 51st ACM technical symposium on computer science education, February 2020. – P. 58–64. – DOI:10.1145/3328778.3366900
15. Наумкин, Н. И., Агеев, В. А., Садиева, А. Э., Анохин, А. В., Шекшаева, Н. Н., Забродина, Е. В. Разработка модели создания индивидуальных

- образовательных траекторий в инженерном образовании // Интеграция образования. – 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 513–531. – DOI:10.15507/1991-9468.104.025.202103.513-531
16. Токтарова, В. И., Маматов, Д. Р. Реализация модели адаптивного обучения на основе познавательных стилей // Теория и практика общественного развития. – 2015. – № 8. – С. 242–246.
17. Вайнштейн, Ю. В., Шершнева, В. А., Есин, Р. В., Зыкова, Т. В. Адаптация математического образовательного контента в электронных обучающих ресурсах // Открытое образование. – 2017. – № 4. – С. 4–12. – DOI:10.21686/1818-4243-2017-4-4-12
18. Virgillito M. E. Rise of the robots: technology and the threat of a jobless future // *Labor History*. 2017. Т. 58. No. 2. С. 240-242. URL: <https://doi.org/10.1080/0023656X.2016.1242716>
19. Ладыжец Н. С., Неборский Е. В. Университетский барометр: мировые тенденции развития университетов и образовательной среды // Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 2 (27).
20. Dicheva D. Dichev C., Agre G., Angelova G. Gamification in education: a systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*. 2015. Т. 18. No. 3. С. 75. URL: <http://dx.doi.org/10.1145/3134302.3134305>
21. Viberg O., Grönlund Å. Understanding students' learning practices: challenges for design References 1. Virgillito M. E. Rise of the robots: technology and the threat of a jobless future. *Labor History*. 2017. Vol. 58. No. 2. P. 240-242. URL: <https://doi.org/10.1080/0023656X.2016.1242716>
22. Noble D. F. Digital diploma mills, part 1: The automation of higher education. October. 1998. Vol. 86. P. 107-117.
23. Ladyzhets N. S., Neborskiy E. V. Universitetskiy barometr: mirovye tendentsii razvitiya universitetov i obrazovatel'noy sredy. *Internet-zhurnal Naukovedenie*. 2015. Vol. 7. No. 2 (27).
24. Dicheva D. Dichev C., Agre G., Angelova G. Gamification in education: a systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*. 2015. Vol. 18. No. 3. P. 75. URL: <http://dx.doi.org/10.1145/3134302.3134305>
25. Султанов К.В., Воскресенский А.А. Особенности и проблемы поколения Y в образовательном пространстве современной России // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2015. № 3 (36).
26. Borges N.J., Manuel R.S., Elam C.L., Jones B.J. Differences in motives between Millennial and Generation X medical students // *Medical education*. 2010. Т. 44. № 6. С. 570–576. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2010.03633.x>
15. Куприяновский В.П., Синягов С.А., Намиот Д.Е., Добрынин А.П., Черных К.Ю. Информационные технологии в системе университетов, науки и инновации в цифровой экономике на примере Великобритании // *International Journal of Open Information Technologies*. 2016. Т. 4. № 4.
27. Fenwick T., Edwards R. Exploring the impact of digital technologies on professional responsibilities and education // *European Educational Research Journal*. 2016. Т. 15. № 1. С. 117–131. URL: <http://dx.doi.org/10.1177/1474904115608387>

28. Instefjord E. Appropriation of digital competence in teacher education // *Nordic Journal of Digital Literacy*. 2015. Т. 10. № Jubileumsnummer. С. 155–171.
29. Tomte C., Enochsson A.B., Buskqvist U., Karstein A. Educating online student teachers to master professional digital competence: The TPACK-framework goes online // *Computers & Education*. 2015. Т. 84. С. 26–35. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.01.005>
30. Nielsen W., Miller K. A., Hoban G. Science teachers' response to the digital education revolution // *Journal of Science Education and and integration of mobile technology into distance education. Learning, Media and Technology*. 2017. Vol. 42. No. 3. P. 357–377. URL: <https://doi.org/10.1080/17439884.2016.1088869>
31. Aleksandrovna M.O., Iurievna E.M., Olegovna E. P. Digital transformation as the factor of the generation dynamics in the information society. *QUID: Investigación, Ciencia y Tecnología*. 2017. No. 1. P. 1624–1629.
32. Lai K. W., Hong K. P. Technology use and learning characteristics of students in higher education: Do generational differences exist? *British Journal of Educational Technology*. 2015. Vol. 46. No. 4. P. 725–738. URL: <https://doi.org/10.1111/bjet.12161>
33. Голицына И. Н. Технология Образование 3.0 в современном учебном процессе // *Образовательные технологии и общество*. 2014. Т. 17. № 3.
34. Watson W. R., Watson S. L., Reigeluth C. M. Education 3.0: Breaking the mold with technology // *Interactive Learning Environments*. 2015.
35. Лебедева М. Б. Массовые открытые онлайн-курсы как тенденция развития образования // *Человек и образование*. 2015. № 1 (42).
36. Маковейчук К.А. Перспективы использования курсов в формате MOOC в высшем образовании в России // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. № 63. С. 66.
37. Freitas S. I., Morgan J., Gibson D. Will MOOCs transform learning and teaching in higher education? Engagement and course retention in online learning provision // *British Journal of Educational Technology*. 2015. Т. 46. № 3. С. 455–471. URL: <https://doi.org/10.1111/bjet.1268>
38. Kaplan A. M., Haenlein M. Higher education and the digital revolution: About MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster // *Business Horizons*. 2016. Т. 59. № 4. С. 441–450. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2016.03.008>
39. Uribe P. N., Vaughan M. Facilitating student learning in distance education: a case study on the development and implementation of a multifaceted feedback system. *Distance Education*. 2017. Vol. 38. No. 3. P. 288–301. URL: https://doi.org/10.1207/s15389286ajde1903_2
40. Kazimov K.G. Digital education environment as a condition for the application of digital educational technologies in vocational education institutions// *Professional education in the modern world*. – 2020. - №10(1). – P. 3556-3565.
41. Цифровая образовательная среда – это... // https://akvobr.ru/cifrovaya_obrazovatel'naya_sreda_ehto.html 14.09.2019.
42. Amazon Web Services (AWS) // <https://aws.amazon.com/ru/> 18.09.2019.

43. Экосистемы vs. Платформы: как финтех-компании создают условия для развития бизнеса // <https://bankstoday.net/last-articles/ekosistemy-vs-platformy>. 19.10.2019.
44. Online20 лучших LMS по версии Finances // EduTech. – 2019. - № 3 (26). – P.26-28.
45. Learning Management System (LMS) // <https://www.d2l.com/learning-management-system-lms/>. 18.11.2021.
46. Посов И.А. Стандарты представления учебных заданий в системах дистанционного обучения // Компьютерные инструменты в образовании. – 2013. - №6. – P. 18-25.
47. Класов А. Б., Класова О. В. Использование системы дистанционного обучения в учебном процессе // Научный альманах. - 2016. - № 3.- С. 165–169.
48. Is the LMS Dead? Learning Management Technology in Today's Organizations.// <https://www.td.org/insights/new-from-atd-research-is-the-lms-dead>. 23.10.2020
49. eLearning Industry // <https://elearningindustry.com> 23.09.2022.
50. The Best Learning Management Systems based on User Experience // <https://elearningindustry.com/directory/software-categories/learning-management-systems/best/user-experience> 23.09.2022.
51. 10 eLearning Software Solutions // <https://www.edapp.com/blog/elearning-software-solutions/>. 23.09.2022.
52. Что такое Learning Management System (LMS) и как с ее помощью управлять обучением // <https://www.ispring.ru/elearning-insights/chto-takoe-lms> 20.10.2022.
53. Poulouva P., Simonova I., Manenova M. Which one, or another? Comparative analysis of selected LMS // Procedia-Social and Behavioral Sciences. -2015. - Vol. 186. - P. 1302-1308.
54. Новые подходы к обучению и поддержка молодых талантов — МОН РК о развитии отечественного образования и науки // <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/novye-podhody-k-obucheniyyu-i-podderzhka-molodyh-talantov-mon-rk-o-razvitiy-otechestvennogo-obrazovaniya-i-nauki-9102812> 23.11.2021.
55. Эшназарова М. Ю. Moodle — свободная система управления обучением // Образование и воспитание. — 2015. — № 3 (3). — С. 41-44.
56. Compton, H., & Burke, D. The use of mobile learning in higher education: A systematic review. // Computers & Education. - 2018. – Vol.123. – P. 53–64.
57. Watson W. R., Watson S. L., Reigeluth C. M. Education 3.0: Breaking the mold with technology // Interactive Learning Environments. - 2015. - Т. 23, № 3. - P. 332–343.
58. Charles M.Reigeluth, Sinem Aslan et al. Personalized integrated educational system: technology functions for the learner-centered paradigm of education // Journal of educational computing research. – 2015. - Vol. 53(3). – P.459–496.
59. Reigeluth C.M., Watson W.R., Watson, S.L. Personalized integrated educational systems: Technology for the information-age paradigm of education in

- higher education // Teaching and Learning with the Net Generation. – 2011. - Chapter 3. – P. 41-60.
60. Brown M., Dehoney J., Millichap N. The next generation digital learning environment // A Report on Research. ELI Paper. Louisville, CO: Educause April. - 2015.
61. Baker John Updating the Next Generation Digital Learning Environment for Better Student Learning Outcomes // EDUCAUSE.- 2017. - № 4. - P.26-35.
62. Куприяновский В.П., Синягов С.А., Намиот Д.Е., Добрынин А.П., Черных К.Ю. Информационные технологии в системе университетов, науки и инновации в цифровой экономике на примере Великобритании // International Journal of Open Information Technologies. - 2016. - Т. 4. - № 4. – С.30-39.
63. Coursera logo // <https://about.coursera.org/>. 14.11.2021.
64. Stepik // <https://welcome.stepik.org/ru/about>. 14.11.2021.
65. Онлайн-курс для педагогов «Учусь учить дистанционно»: что, где и как можно пройти? // <https://bilimdinews.kz/?p=112922> 14.08.2020.
66. Uribe S. N., Vaughan M. Facilitating student learning in distance education: a case study on the development and implementation of a multifaceted feedback system // Distance Education. - 2017. - Т.38, № 3. - P. 288–301.
67. James Manyika et al. A future that works: automation, employment and productivity. - McKinsey Global Institute, 2017. - 28 p.
68. Future Proof Yourself. Tomorrow's jobs.- Microsoft, 2018. – 18p.
69. Атлас новых профессий: альманах. - М.: Изд-во АСИ, Сколково, 2015. – 288 с.
70. «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің Қаулысы: 2017 жылғы 12 желтоқсанда бекітілген, №827 // https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39315220#activate_doc=2. 15.10.2021.
71. Отчет о реализации Государственной программы «Цифровой Казахстан» на 2018-2022 годы в 2018-2020 годах // <https://www.gov.kz/memleke>
72. A.Bektenova, N. Denisova. Giftedness and the role of information technology in the identification and development of giftedness. Сборник трудов всероссийской конференции о математике с международным участием. – Барнаул 2022, с 337-345.
73. Babaeva Yu.D. Voiskunsky A.E. A gifted child at a computer.-М.: Skanrus, 2003.-336p.
74. Gordeeva T.O. Psychology of achievement motivation. - М.: Meaning; Publishing Center "Akdemia", 2006.-336s.
75. Dvorzhetska L.V. Identification and development of creative abilities of students // Modern school management. Head teacher for school administration. - 2009. - No. 8. - S.78-81.
76. Kovalenko N. V. The program of activities of the teaching staff of the school to work with gifted children // Management of the modern school. Head teacher for school administration. - 2009. - No. 8. - P.119-123.
77. Workshop on psychological games with children and adolescents. Under the general editorship. Bityanova M.R. - St. Petersburg: Peter, 2008.-304s.

78. Alexander Asmolov on Tony Robbins: Conveyor of Fabricated Happiness. [Electron. resource]. <https://psy.su/feed/7008/?fbclid=IwAR1Lh17IuvkB9vbMgirj5hVTejweQNNfyB8xP8VHXqykkxSgRP9X3FJsi4>
79. Gabdulkhakov V.F. Mass open courses: opportunities, reality, future. Journal "People's Education". 2017. No. 9-10. pp. 105-110
80. Gabdulkhakov V.F. Gifted student and modern teacher: technologies and models of interaction. Journal "People's Education". 2018. No. 1+2. 2018. S. 71-75
81. Gabdulkhakov V.F. Economic, legal and substantive problems in working with gifted children. Journal "People's Education". 2018. No. 10. pp. 26-31.
82. Genius or talent? The secret of creativity of geniuses. http://proffi95.ru/clubs/106_genii-ili-talanttaina-tvorchestva-geniev.html
83. Assel Bektenova, Zhanat Seytakhmetova. THEORETICAL ASPECTS OF INTRODUCING PERSONALIZED TRAINING «Жастар шығармашылығы – Қазақстанның инновациялақ дамуына» VI Халықаралық ғылыми – техникалық конференциясының материалдары. – Өскемен, Қазақстан, 2020. – IV бөлім. Б.209-212
84. А. М. Бектенова, Ж.М. Сейтахметова Модель компетенций выпускника школы в эпоху цифровой трансформации. Сборник статей международной научно-практической конференции «Наука высших школ 2021». – Шымкент, 2021. – Т. 1. – С. 279-287.
85. Assel Bektenova, L. Bobrov, N. Denissova. Formation of individual trajectories of giftedness of student based on the analysis of large data arrays. <http://www.jatit.org/volumes/Vol100No17/31Vol100No17.pdf>
86. Assel Bektenova, Natalya Denissova, Irina Doymina, Oryngul Sadykanova, Formation of a model of learning trajectories based on multi-criteria assessment of a student's profile using fuzzy set theories. Journal of Theoretical and Applied Information Technology 15th September 2022 -- Vol. 100. No. 17—2022 pp 5672-5683
87. Kornilov S.A., Tan M., Elliot J., Sternberg R.J. % Grigorenko E.L. (2012). Gifted identification with Aurora: Widening the spotlight. Journal of Physical Educational Assessment, 30. (pp 17-33)
88. Voskoglou, M.G. Stochastic and Fuzzy Models in Mathematics Education, Artificial Intelligence and Management; Lambert Academic Publishing: Saarbrücken, Germany, 2011.
89. Voskoglou, M.G. A study on fuzzy systems. Am. J. Comput. Appl. Math. 2012, 2, 232–240.
90. Voskoglou, M.G. Fuzzy logic and uncertainty in mathematics education. Int. J. Appl. Fuzzy Sets Artif. Intell. 2011, 1, 45–64.
91. Voskoglou, M.G. A fuzzy model for human reasoning. Int. J. Math. Eng. Comput. 2012, 3, 61–71. 7. Klir, G.J.; Folger, T.A. Fuzzy Sets, Uncertainty and Information; Prentice-Hall: London, UK, 1988.
92. Van Broekhoven, E.; de Baets, B. Fast and accurate centre of gravity defuzzification of fuzzy system outputs defined on trapezoidal fuzzy partitions. Fuzzy Sets Syst. 2006, 157, 904–918.

93. Voskoglou, M.G. The process of learning mathematics: A fuzzy set approach. *Heuristics Didact. Exact Sci.* 1999, 10, 9–13,
94. Subbotin, I.; Badkoobehi, H.; Bilotskii, N. Application of fuzzy logic to learning assessment. *Didact. Math. Probl. Investig.* 2004, 22, 38–41.
95. Subbotin, I.; Mossovar-Rahmani, F.; Bilotskii, N. Fuzzy logic and the concept of the Zone of Proximate Development. *Didact. Math. Probl. Investig.* 2011, 36, 101–108.
96. Subbotin, I.; Voskoglou, M.G. Applications of fuzzy logic to case-based reasoning. *Int. J. Appl. Fuzzy Sets Artif. Intell.* 2011, 1, 7–18.
97. Voskoglou, M.G.; Subbotin, I. Fuzzy models for analogical reasoning. *Int. J. Appl. Fuzzy Sets Artif. Intell.* 2012, 2, 19–38.
98. Fuzzy models for pattern recognition. IEEE Press, 1992. James C. BEZDEK & Sanker K. PAL. pp 35-62
99. Fuzzy sets and systems: Theory and applications. Academic Press 1980, Mathematics in Sciences and Engineering vol. 144. D. DUBOIS, H. PRADE. pp 12-20
100. A.I. and expert system myths, legends and facts. *IEEE Expert* 02/90, pp 8-20, 29 réf. M.S. FOX.
101. La logique floue et ses applications. Addison-Wesley, 1995. Bernadette BOUCHON-MEUNIER. pp 21-35
102. Huang, S. Y. (2008). Early identification: Cultivating success for young gifted children. *Gifted Education International*, 24(1), pp 118-125.
103. Renzulli, J. S. (2013). The achievement gap and the education conspiracy against low income children. *International Journal for Talent Development and Creativity*, 1(1), pp 45-55.
104. Moon, S. M. (2003). Personal talent. *High Ability Studies*, 14, pp 5-21.
105. Chart, H., Grigorenko, E. L, & Sternberg, R. J. (2008). Identification: The Aurora Battery. In J. A. Plucker & C. M. Callahan (Eds), *Critical issues and practices in gifted education* (pp. 345-365). Waco, TX: Prufrock Press
106. Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15, pp 119-147.
107. Gagné, F. (2007). Ten commandments for academic talent development. *Gifted Child Quarterly*, 51, pp 93-118.
108. Shavinina, L. V. (2013). The role of parents and teachers in the development of scientific talent: Lessons from early childhood and adolescent education of Nobel Laureates. *Gifted and Talented International*, 28(1), pp 11-24
109. Sternberg, R. J. (1999). The theory of successful intelligence. *Review of General Psychology*, 3, pp 292-316.
110. Sternberg, R. J. (2001). Giftedness as developing expertise: A theory of the interface between high abilities and achieved excellence. *High Ability Studies*, 12, pp 159-179.
111. Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological Science in the Public Interest*, pp 12, 3-54.

112. Sara El Khoury, Anies Al-Hroub (2018). Gifted Education in Lebanese Schools (pp.39-59).
113. Worrell F.C. What does gifted mean? Personal and society identify perspectives on giftedness in adolescence. (pp 131-152).
114. Pierson E.E., Kilmer L.M., Roslishberg B.A., McIntosh D.E (2012). Use of brief intelligence in the identification of giftedness. *Journal of Physical Educational Assessment*, 30. (pp 10-24).
115. Assouline S.G., Lupklowksi-Shoplik A. (2012) The talent search model and gifted identification. *Journal of Physical Educational Assessment*, 30. (pp 45-59).
116. Daliya Hassan Ahmed Hassauna, Aiman E.Khedr, Amira M.Idrees, Ahmedi I.Elseddawy. Intelligent personalized for enhancing the quality of learning. <http://www.jatit.org/volumes/Vol98No13/1Vol98No13.pdf>
117. Zh.Seitakhmetova, L.Bobrov, S.Kumargazhanova, S.Smailova. The study of transition to personalized learning of school children in the republic of Kazakhstan based on a logical-structural approach. <http://www.jatit.org/volumes/Vol100No6/26Vol100No6.pdf>
118. Сулейменов А.Б. Разработка методов и средств создания гибридных и интеллектуальных систем управления технологическими процессами. Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD). : 6Б070200 - Автоматизация и управление. — Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева. — Алматы: 2012. — 261 с.(сс 65-95)
119. Keating D.P. Developmental science and giftedness: An integrated life-span framework. In F.D. Horowitz, R.F.Subbotnik & D.J. Matthews. The development of giftedness and talent across the life span. (pp 189-209).
120. Kerr B.A., Multon K.D., Syme B.L., Fry N.M., Owens R., Hammond M., Ackerman C. (2012). Development of a Distance from Privilege Measure: A tool for understanding the persistence of talented women in STEM. *Journal of Physical Educational Assessment*, 30. (pp 88-102).
121. Kornilov S.A., Tan M., Elliot J., Sternberg R.J. Grigorenko E.L. (2012). Gifted identification with Aurora: Widening the spotlight. *Journal of Physical Educational Assessment*, 30. (pp 117-133).
122. Shtovba S.D. Designing fuzzy systems using MATLAB. - M.: Hot line - Telecom, 2007, 15-55pp.
123. Leonenkov A.V. Fuzzy modeling in the MATLAB and fuzzyTECH environment. - St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2005. 75-112pp.
124. J. C. Bezdek and S. K, *Fuzzy models for pattern recognition*, IEEE Press, 1992, pp. 35–62.
125. D. Dubois and H. Prade, *Fuzzy sets and systems: Theory and applications*, Mathematics in Sciences and Engineering, vol. 144, 1980, pp. 12–20.
126. M. G. Voskoglou, “Stochastic and fuzzy models in mathematics education,” *Artificial Intelligence and Management*, 2011.
127. M. G. Voskoglou, “A study on fuzzy systems,” *Am. J. Comput. Appl. Math.*, vol. 2, pp. 232–240, 2012.

128. M. G. Voskoglou, “Fuzzy logic and uncertainty in mathematics education,” *Int. J. Appl. Fuzzy Sets Artif. Intell.*, vol. 1, pp. 45–64, 2011.
129. V. V. Krasilnikov and V. S. Toiskin, *Information and communication technologies in education*, Textbook-Stavropol: SGPI Publishing House, 2008.
130. I. V. Solodovnikov, O. V. Rogozin, and O. V. Shuruev, *Implementation of a logical inference mechanism for a prototype expert system*, New Information Technologies: Materials of the Seventh Scientific and Practical Seminar MGIEM, Moscow, 2004.
131. O. A. Melikhova, *The process of cognition in terms of mathematical logic*, 2014, pp. 48–57.
132. V. V. Kureichik and Y. A. Kravchenko, “Knowledge management on multi-agent simulation in informational systems,” In *Proc. Application of Information and Communication Technologies—AICT 2014*,” 2014, pp. 264–268.
133. N. Nurdin, S. S. Pettalongi, M. N. Ahsan, and V. F. Febrianti, “Factors affecting students’ continuans touse teaching perfomance assesment application from technology continuance theory,” *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 13, no. 5, pp. 5342–5353, 2023. doi: <http://doi.org/10.11591/ijece.v13i5.pp5342-5353>
134. H. Yousuf, M. Lahzi, S. A. Salloum, and K. Shaalan, “A systematic review on sequence-to-sequence learning with neural network and its models,” *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 11, no. 3, pp. 2315–2326, 2021. doi: <http://doi.org/10.11591/ijece.v11i3.pp2315-2326>
135. S. W. Jang, and S.-H. Lee, “Feature Selection Based on Euclid Distance, and Neuro-fuzzy System,” *Journal of Advances in Information Technology*, vol. 11, no. 3, pp. 155–160, 2020. doi: 10.12720/jait.11.3.155-160
136. Aamir Hussain, Rao Wenbi, Zheng Xiaosong, Wang Hongyang, and Aristides Lopes da Silva, “Personal Home Healthcare System for the Cardiac Patient of Smart City Using Fuzzy Logic,” vol. 7, no. 1, pp. 58–64, February, 2016. doi: 10.12720/jait.7.1.58-64
137. J. Stanley, “In the beginning: The study of mathematically precocious youth,” *Intellectual Talent: Psychometric and Social Issues*, pp. 225–235, 1996.
138. D. P. Keating, “Developmental science and giftedness: An integrated life-span framework,” *The Development of Giftedness and Talent Across the Life Span*, pp. 189-209, 2009.
139. B. A. Kerr, K. D. Multon, and B. L. Syme *et al.*, “Development of a distance from privilege measure: A tool for understanding the persistence of talented women in STEM,” *Journal of Physical Educational Assessment*, vol. 30, pp. 88–102, 2012.
140. S. A. Kornilov, M. Tan, J. Elliot, R. J. Sternberg, and E. L. Grigorenko, “Gifted identification with Aurora: Widening the spotlight,” *Journal of Physical Educational Assessment*, vol. 30, pp 17–33, 2012.
141. А.М.Бектенова, Л.К. Бююров, Н.Ф.Денисова “Анық емес логика моделіне негізделген дарынды оқушының жеке бағдарын айқындау шарттары”. <http://tu.kstu.kz/>. DOI 10.52209/1609-1825_2023_2_317
142. А.М.Бектенова, Ж.М. Сейтахметова, С.К.Кумаргажанова, Ю.А. Вайс, Л.К. Бобров. «Разработка модели цифровых компетенций на основе метода

143. Роджерс К. В мире советского профессионала// Журнал практического психолога, 1997, 3, 92-111. Перевел с английского Орлов А.Б. (С. Rogers. Inside the World of the Soviet Professional // Journal of Humanistic Psychology, Vol. 27, No. 3, Summer 1987, 277-304.)

144. Роджерс К. Клиентоцентрированный / человекоцентрированный подход в психотерапии // Вопросы психологии, 2001, 2, 48-58.

145. Причины использования персонализированного обучения // Edu tech.-2019. - Т.7, №25.- С. 3.

146. Christensen U. Why Personalized Learning Should Be Centerstage // The World Economic Forum. - 2019.//

<https://www.forbes.com/sites/ulrikjuulchristensen/2019/01/22/why-personalized-learning-should-be-centerstage-at-the-world-economic-forum/?sh=36236fd818eb>

147. Block J., Burns R. Mastery Learning // Review of Research in Education.- American Educational Research Association. -1976.- Vol. 4. - P. 3-49.

148. Айзенберг А.Я. Самообразование: история, теория и современные проблемы: учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986. -126 с.

149. Громцева А.К. Формирование у школьников готовности к самообразованию: учеб. пособие. - М.: Просвещение, 1983. - 144 с.

150. Кузьмина М.Г. К вопросу о понятии «самообразование» // Формирование у учащихся стремления к самообразованию. Волгоград: ВГПИ, 1975. - С. 15-18.

151. Зуева М.Л. Формирование ключевых образовательных компетенций при обучении математике в средней (полной) школе: автореф. дис. канд. пед. наук.: - Ярославль, 2008. - 22 с.

152. Canales Cruz A., Peña-Ayala A. Adaptive and intelligent web based education system: Towards an integral architecture and framework // Expert Systems with Applications. – 2007. -№ 33(4). – P.1076-1089.

153. Worsley D., Fox E., Landzberg J., Papagiotas A. Changing Systems to Personalize Learning. Teaching to Each Student // USA:The Education Alliance at Brown University. – 2003. - 136 p.

154. Wilson S., Liber O., Johnson M., Beauvoir P., Sharpies P., Milligan C. Personal Learning Environments: Challenging the dominant design of educational systems //

http://www.somece2015.unam.mx/recursos/ACC/PLE_challenging_dominant_design_of_educational_systems.pdf.12.02.2020.

155. Martin M. Supporting Personal Learning Environments: A Definition of a PLE // <http://michelemartin.typepad.com/thebambooprojectblog/2007/08/supporting-pe-1.html>. 20.04.2020.

156. Власенко А.А. Разработка адаптивной системы дистанционного образования в сфере информационных технологий // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: матер. 11-й всерос. конф. - Воронеж: ВГУ. – 2013.– С. 165–167.

157. Бидайбеков Е. Ы. және б. Білімді ақпараттандыру және оқыту мәселелері. – Алматы, 2014. – 352 б.
158. Еркибаева Г.Г. Роль технологии индивидуально-дифференцированного обучения в повышении качества знаний // Наука, образование и культура. - 2017. - №9 (24). - С.1-6.
159. Сайфурова И.О. Персонализированный подход как основа совершенствования методики обучения программированию бакалавров образования профиля «информатика // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2020. - № 2(34). – С.72-77.
160. Савина Н.В., Омарбекова Н.К. Дистанционное обучение и самостоятельная деятельность студентов // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. - № 69(3). – С.226-229.
161. Samigulina G., Shayakhmetova A. Development of the Smart – system of distance learning visually impaired people on the basis of the combined OWL model // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2016. - №59. – P.109-118.
162. Bekmanova, G., Ongarbayev, Y., Somzhurek, B. et al. Personalized training model for organizing blended and lifelong distance learning courses and its effectiveness in Higher Education. // Journal of Computing in Higher Education. – 2021. - №33. - P.668–683.
163. А.М.Бектенова, Zh.M.Seytakhmetova, S.K.Kumargazhanova, B.Zh. Sapuanov, O.O. Sadykanova. Decision Support in Problems of Course Selection During Personalization of Learning Based on the Fuzzy Logic Method. Вестник КарТУ им.А.Сагинова раздел «Автоматика. Энергетика. ИКТ» 2023 -№2, Караганда, Қазақстан, с 535-541. DOI 10.52209/1609-1825_2024_1_535
164. Сейтахметова Ж.М. Информационная технология поддержки персонализированного обучения на основе модели цифровых компетенций (PhD 2022).с 80-95.
https://www.ektu.kz/files/research/DissertationCouncil/Seimtmahmetova/%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_21.11_%D0%A1%D0%B5%D0%B9%D1%82%D0%B0%D1%85%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf
165. А.М.Бектенова, N. Ph.Denissova, L.K.Bobrov. The method of assessing academic giftedness by analyzing the mental map. Вестник ВКТУ им.Д.Серикбаева, серия «Информационные системы» 2024–№1, Өскемен, Қазақстан, с 83-93. DOI 10.51885/1561-4212_2024_1
166. А.М. Бектенова, Н.Ф. Денисова, И.А. Дёмина, Л.К. Бобров. Нечеткая модель оценки знаний и умений учащихся на основе метода центра тяжести. Вестник ВКТУ им.Д.Серикбаева, серия «Информационные системы» 2023–№1, Өскемен, Қазақстан, с.53-62. DOI 10.51885/1561-4212_2023_1_53

Приложение А.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН



СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ВНЕСЕНИИ СВЕДЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР
ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ, ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ

№ 46357 от «24» мая 2024 года

Фамилия, имя, отчество, (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) автора (ав):
БЕКТЕНОВА АСЕЛЬ МЕРГАЛЫЕВНА

Вид объекта авторского права: **программа для ЭВМ**

Название объекта: **Программа для разработки образовательной платформы дифференцированного обучения**

Дата создания объекта: **20.05.2024**



Курсы: <http://www.kazpatent.kz/nz/sozheniya>
"Авторлык құқық" белгісінде тексеруге болмайды. <https://copyright.kazpatent.kz>

Подлинность документа возможно проверить на сайте kazpatent.kz
в разделе «Авторское право» <https://copyright.kazpatent.kz>

Подписано ЭЦП

А. Артыкова



**31.05.2024г.*

**Акт внедрения результатов научно-исследовательских работ
в учебный процесс**

1. Наименование научно-исследовательской работы:

«Разработка информационных моделей и методов многокритериального формирования индивидуальной траектории развития одаренности учащихся»

2. Краткая аннотация:

В НИР А.М.Бектеновой (докторант ШИТиИИ ВКТУ им.Д.Серикбаева) представлена методика использования метода центроидов, нечеткой логики позволяющая трансформировать любую информационную технологию в школе с фокусом на дифференцированное обучения и представить в виде конкретно реализуемого детального проекта.

Полученные результаты исследования в форме моделей и алгоритмов могут быть использованы в качестве элементов информационной системы для формирования индивидуального дифференцированного формата обучения.

Модель цифровых компетенций учащихся является новым продуктом в сфере школьного образования и может служить ориентиром для пересмотра учебных программ в условиях цифровой трансформации с применением дифференциаций.

Предложенное архитектурное решение может применяться в качестве базовой платформы для развития одаренности учащихся на основе образовательной платформы при внедрении дифференцированного обучения в условиях смешанного формата.

3. Эффект внедрения:

Работоспособность разработанной информационной технологий поддержки дифференцированного обучения была протестирована на базе НИШ г.Усть-каменогорск через внедрения в учебный процесс школы 2023-2024 учебном году. Экспериментальное внедрение проведено на основе цикла элективных курсов. По результатам тестирования были получены положительные отзывы от заинтересованных сторон: учителей, учащихся, администрацией школы и родителей. Стоит отметить что с применением данной системы в учебном процессе показал положительные показатели в росте академических знаний, участие в проектах и олимпиадах что свидетельствует о положительном эффекте внедрения.

4. Место и время внедрения:

Республика Казахстан, Филиал АОО «НИШ» Назарбаев Интеллектуальная школа химико-биологического направления г. Усть-каменогорск, ул. Сатпаева 53, 20223-2024 учебный год.

5. Формат внедрения:

Результаты НИР были внедрены для организации элективных курсов при смешанном формате обучения для всех учащихся в объеме 2 часов в неделю.

Материалы к настоящему акту были рассмотрены на заседании научно-методического совета «НИШ г.Усть-каменогорск» (протокол №4 от 27.05.2024)

Заместитель директора по УР



Умбетбаева Ж.С.

Приложение В

Код реализаций системы

```
from flask import Flask, render_template, request, redirect, url_for, flash, jsonify
from flask_mysql import MySQL
from flask_login import LoginManager, UserMixin, login_user, login_required, logout_user, current_user
from werkzeug.security import check_password_hash
import json
from fuzzy logic import calculate_recommendations # Импортируем вашу функцию расчета рекомендаций
import base64
import matplotlib.pyplot as plt
import io

app = Flask(__name__)
app.secret_key = 'alb2c3d4e5f607890abcdef123456789abcdef0123456789'

app.config['MYSQL_HOST'] = 'localhost'
app.config['MYSQL_USER'] = 'root'
app.config['MYSQL_PASSWORD'] = 'Ydfh499dh'
app.config['MYSQL_DB'] = 'student_management'
mysql = MySQL(app)
login_manager = LoginManager()
login_manager.init_app(app)
login_manager.login_view = 'login'

class User(UserMixin):
    def __init__(self, id, first_name, middle_name, last_name, is_teacher):
        self.id = id
        self.first_name = first_name
        self.middle_name = middle_name
        self.last_name = last_name
        self.is_teacher = is_teacher
@login_manager.user_loader
def load_user(user_id):
    cur = mysql.connection.cursor()
    cur.execute("SELECT id, first_name, middle_name, last_name, password FROM students WHERE id = %s", (user_id,))
    student = cur.fetchone()
    if student:
        return User(id=student[0], first_name=student[1], middle_name=student[2], last_name=student[3], is_teacher=False)
    cur.execute("SELECT id, first_name, middle_name, last_name, password FROM teachers WHERE id = %s", (user_id,))
    teacher = cur.fetchone()
    if teacher:
        return User(id=teacher[0], first_name=teacher[1], middle_name=teacher[2], last_name=teacher[3], is_teacher=True)
    return None

@app.route('/login', methods=['GET', 'POST'])
def login():
    if request.method == 'POST':
        iin = request.form['iin']
        password = request.form['password']
        cur = mysql.connection.cursor()
        cur.execute("SELECT id, first_name, middle_name, last_name, password FROM students WHERE iin = %s", (iin,))
        student = cur.fetchone()
        if student and check_password_hash(student[4], password):
```

```

        user = User(id=student[0], first_name=student[1],
middle_name=student[2], last_name=student[3],
                    is_teacher=False)
        login_user(user)
        return redirect(url_for('student'))
    cur.execute("SELECT id, first_name, middle_name, last_name, password
FROM teachers WHERE iin = %s", (iin,))
    teacher = cur.fetchone()
    if teacher and check_password_hash(teacher[4], password):
        user = User(id=teacher[0], first_name=teacher[1],
middle_name=teacher[2], last_name=teacher[3],
                    is_teacher=True)
        login_user(user)
        return redirect(url_for('teacher'))
    flash('Invalid credentials')
    return render_template('login.html')

@app.route('/teacher', methods=['GET', 'POST'])
@login_required
def teacher():
    if not current_user.is_teacher:
        return redirect(url_for('student'))

    cur = mysql.connection.cursor()
    cur.execute("SELECT id, first_name, middle_name, last_name FROM
students")
    students = cur.fetchall()
    cur.execute("SELECT id, course_name FROM courses")
    courses = cur.fetchall()
    return render_template('teacher.html', students=students,
courses=courses)
@app.route('/student')
@login_required
def student():
    if current_user.is_teacher:
        return redirect(url_for('teacher'))
    cur = mysql.connection.cursor()
    cur.execute(
        "SELECT c.course_name, t.first_name, t.middle_name, t.last_name FROM
assigned_courses ac JOIN courses c ON ac.course_id = c.id JOIN teachers t ON
ac.teacher_id = t.id WHERE ac.student_id = %s",
        (current_user.id,))
    courses = cur.fetchall()
    return render_template('student.html', courses=courses)

@app.route('/assign_course', methods=['POST'])
@login_required
def assign_course():
    data = request.json
    student_id = data.get('student_id')
    course_id = data.get('course_id')
    cur = mysql.connection.cursor()
    cur.execute("INSERT INTO assigned_courses (student_id, teacher_id,
course_id) VALUES (%s, %s, %s)", (student_id, current_user.id, course_id))
    mysql.connection.commit()

    cur.execute("SELECT first_name, middle_name, last_name FROM students
WHERE id = %s", (student_id,))
    student = cur.fetchone()
    student_name = f"{student[0]} {student[1]} {student[2]}"

    cur.execute("SELECT c.course_name FROM assigned_courses ac JOIN courses c
ON ac.course_id = c.id WHERE ac.student_id = %s", (student_id,))
    courses = cur.fetchall()

```

```

    response = {
        'student_name': student_name,
        'courses': [course[0] for course in courses]
    }
    return jsonify(response)
@app.route('/calculate', methods=['POST'])
@login_required
def calculate():
    data = request.json
    data['score'] = int(data['score'])
    data['language'] = int(data['language'])
    data['class1'] = int(data['class1'])
    data['class2'] = int(data['class2'])
    data['class3'] = int(data['class3'])
    data['class4'] = int(data['class4'])

    for key in data:
        if key in ['math', 'physics', 'chemistry', 'biology', 'kazakh',
'russian', 'english', 'history', 'geography',
                'art']:
            data[key] = int(data[key])

    recommendations = calculate_recommendations(data)
    buf = io.BytesIO()
    plt.bar(recommendations.keys(), recommendations.values(), color=['green',
'red', 'blue'])
    plt.xlabel('Categories')
    plt.ylabel('Percentage')
    plt.title('Student Recommendations')
    plt.savefig(buf, format='png')
    buf.seek(0)
    chart_base64 = base64.b64encode(buf.getvalue()).decode('utf-8')
    plt.close()

    response = {
        'recommendations': recommendations,
        'chart': chart_base64
    }
    return jsonify(response)

@app.route('/logout')
@login_required
def logout():
    logout_user()
    return redirect(url_for('login'))

if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)

```

Код реализаций применения нечеткой логики

```

import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl

subjects = {
    'math': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'math'),
    'physics': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'physics'),
    'chemistry': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'chemistry'),
    'biology': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'biology'),
    'kazakh': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'kazakh'),
    'russian': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'russian'),
    'english': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'english'),

```

```

    'history': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'history'),
    'geography': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'geography'),
    'art': ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'art'),
}
for subject in subjects:
    subjects[subject]['low'] = fuzz.gaussmf(subjects[subject].universe, 25,
10)
    subjects[subject]['average'] = fuzz.gaussmf(subjects[subject].universe,
50, 10)
    subjects[subject]['high'] = fuzz.gaussmf(subjects[subject].universe, 75,
10)
score = ctrl.Antecedent(np.arange(900, 1501, 1), 'score')
language = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 10, 1), 'language')
score['low'] = fuzz.gaussmf(score.universe, 1000, 100)
score['average'] = fuzz.gaussmf(score.universe, 1200, 100)
score['high'] = fuzz.gaussmf(score.universe, 1400, 100)
language['low'] = fuzz.gaussmf(language.universe, 3, 1)
language['average'] = fuzz.gaussmf(language.universe, 6, 1)
language['high'] = fuzz.gaussmf(language.universe, 8, 1)
class1 = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 3, 1), 'class1')
class2 = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 4, 1), 'class2')
class3 = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 3, 1), 'class3')
class4 = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 9, 1), 'class4')
class1['audial'] = fuzz.trimf(class1.universe, [0, 0, 0])
class1['visual'] = fuzz.trimf(class1.universe, [1, 1, 1])
class1['kinesthetic'] = fuzz.trimf(class1.universe, [2, 2, 2])
class2['sanguine'] = fuzz.trimf(class2.universe, [0, 0, 0])
class2['choleric'] = fuzz.trimf(class2.universe, [1, 1, 1])
class2['phlegmatic'] = fuzz.trimf(class2.universe, [2, 2, 2])
class2['melancholic'] = fuzz.trimf(class2.universe, [3, 3, 3])
class3['extrovert'] = fuzz.trimf(class3.universe, [0, 0, 0])
class3['introvert'] = fuzz.trimf(class3.universe, [1, 1, 1])
class3['ambivert'] = fuzz.trimf(class3.universe, [2, 2, 2])
class4['naturalistic'] = fuzz.trimf(class4.universe, [0, 0, 0])
class4['musical'] = fuzz.trimf(class4.universe, [1, 1, 1])
class4['logical-mathematical'] = fuzz.trimf(class4.universe, [2, 2, 2])
class4['verbal-linguistic'] = fuzz.trimf(class4.universe, [3, 3, 3])
class4['existential'] = fuzz.trimf(class4.universe, [4, 4, 4])
class4['interpersonal'] = fuzz.trimf(class4.universe, [5, 5, 5])
class4['intrapersonal'] = fuzz.trimf(class4.universe, [6, 6, 6])
class4['bodily-kinesthetic'] = fuzz.trimf(class4.universe, [7, 7, 7])
class4['visual-spatial'] = fuzz.trimf(class4.universe, [8, 8, 8])
chem_bio = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'chem_bio')
phys_math = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'phys_math')
humanities = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'humanities')
chem_bio['low'] = fuzz.gaussmf(chem_bio.universe, 25, 10)
chem_bio['average'] = fuzz.gaussmf(chem_bio.universe, 50, 10)
chem_bio['high'] = fuzz.gaussmf(chem_bio.universe, 75, 10)
phys_math['low'] = fuzz.gaussmf(phys_math.universe, 25, 10)
phys_math['average'] = fuzz.gaussmf(phys_math.universe, 50, 10)
phys_math['high'] = fuzz.gaussmf(phys_math.universe, 75, 10)
humanities['low'] = fuzz.gaussmf(humanities.universe, 25, 10)
humanities['average'] = fuzz.gaussmf(humanities.universe, 50, 10)
humanities['high'] = fuzz.gaussmf(humanities.universe, 75, 10)
rules = [
    ctrl.Rule(subjects['math']['high'] & subjects['physics']['high'] &
score['high'] & language['average'], phys_math['high']),
    ctrl.Rule(subjects['math']['average'] & subjects['physics']['average'] &
score['average'] & language['average'], phys_math['average']),
    ctrl.Rule(subjects['math']['low'] & subjects['physics']['low'] &
score['low'] & language['low'], phys_math['low']),
    ctrl.Rule(subjects['chemistry']['high'] & subjects['biology']['high'] &
score['high'] & language['average'], chem_bio['high']),
    ctrl.Rule(subjects['chemistry']['average'] &

```

```

subjects['biology']['average'] & score['average'] & language['average'],
chem_bio['average']),
    ctrl.Rule(subjects['chemistry']['low'] & subjects['biology']['low'] &
score['low'] & language['low'], chem_bio['low']),
    ctrl.Rule(subjects['history']['high'] & subjects['geography']['high'] &
subjects['art']['high'] & score['high'] & language['high'],
humanities['high']),
    ctrl.Rule(subjects['history']['average'] &
subjects['geography']['average'] & subjects['art']['average'] &
score['average'] & language['average'], humanities['average']),
    ctrl.Rule(subjects['history']['low'] & subjects['geography']['low'] &
subjects['art']['low'] & score['low'] & language['low'], humanities['low']),
    ctrl.Rule(subjects['kazakh']['high'] & subjects['russian']['high'] &
subjects['english']['high'] & language['high'], humanities['high']),
    ctrl.Rule(subjects['kazakh']['average'] & subjects['russian']['average'] &
subjects['english']['average'] & language['average'], humanities['average']),
    ctrl.Rule(subjects['kazakh']['low'] & subjects['russian']['low'] &
subjects['english']['low'] & language['low'], humanities['low']),
]

rules.extend([
    ctrl.Rule(class1['audial'] & class2['sanguine'] & class3['extrovert'] &
class4['naturalistic'], chem_bio['average']),
    ctrl.Rule(class1['visual'] & class2['choleric'] & class3['introvert'] &
class4['logical-mathematical'], phys_math['average']),
    ctrl.Rule(class1['kinesthetic'] & class2['phlegmatic'] &
class3['ambivert'] & class4['verbal-linguistic'], humanities['average']),
    ctrl.Rule(class1['audial'] & class2['melancholic'] & class3['extrovert'] &
class4['existential'], chem_bio['low']),
    ctrl.Rule(class1['visual'] & class2['sanguine'] & class3['introvert'] &
class4['interpersonal'], humanities['high']),
    ctrl.Rule(class1['kinesthetic'] & class2['choleric'] & class3['ambivert']
& class4['bodily-kinesthetic'], phys_math['high']),
])

recommendation_ctrl = ctrl.ControlSystem(rules)
recommendation_simulation = ctrl.ControlSystemSimulation(recommendation_ctrl)

```

```

def calculate_recommendations(student_data):
    for subject in subjects:
        recommendation_simulation.input[subject] = student_data[subject]
        recommendation_simulation.input['score'] = student_data['score']
        recommendation_simulation.input['language'] = student_data['language']
        recommendation_simulation.input['class1'] = student_data['class1']
        recommendation_simulation.input['class2'] = student_data['class2']
        recommendation_simulation.input['class3'] = student_data['class3']
        recommendation_simulation.input['class4'] = student_data['class4']
        recommendation_simulation.compute()
    return {
        'chem_bio': recommendation_simulation.output['chem_bio'],
        'phys_math': recommendation_simulation.output['phys_math'],
        'humanities': recommendation_simulation.output['humanities']
    }

```

Код страницы Teacher.html

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Teacher Dashboard</title>
    <link rel="stylesheet" href="/static/style.css">
</head>
<body>

```

```

<div class="container">
  <h1>Teacher Dashboard</h1>

  <h2>Select Student and Enter Grades</h2>
  <form id="student-form">
    <div class="form-group">
      <label for="student_id">Select Student:</label>
      <select id="student_id" name="student_id" required>
        {% for student in students %}
          <option value="{{ student[0] }}">{{ student[1] }} {{
student[2] }} {{ student[3] }}</option>
        {% endfor %}
      </select>
    </div>
    <h3>Grades and Preferences</h3>
    <div class="form-group">
      <label for="math">Math:</label>
      <input type="number" id="math" name="math" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="physics">Physics:</label>
      <input type="number" id="physics" name="physics" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="chemistry">Chemistry:</label>
      <input type="number" id="chemistry" name="chemistry" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="biology">Biology:</label>
      <input type="number" id="biology" name="biology" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="kazakh">Kazakh:</label>
      <input type="number" id="kazakh" name="kazakh" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="russian">Russian:</label>
      <input type="number" id="russian" name="russian" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="english">English:</label>
      <input type="number" id="english" name="english" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="history">History:</label>
      <input type="number" id="history" name="history" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="geography">Geography:</label>
      <input type="number" id="geography" name="geography" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="art">Art:</label>
      <input type="number" id="art" name="art" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="score">Score (900-1500):</label>
      <input type="number" id="score" name="score" required>
    </div>
    <div class="form-group">
      <label for="language">Language Proficiency (0-9):</label>
      <input type="number" id="language" name="language" required>
    </div>
    <div class="form-group">

```

```

        <label for="class1">Class 1 (0: Audial, 1: Visual, 2:
Kinesthetic):</label>
        <select id="class1" name="class1" required>
            <option value="0">Audial</option>
            <option value="1">Visual</option>
            <option value="2">Kinesthetic</option>
        </select>
    </div>
    <div class="form-group">
        <label for="class2">Class 2 (0: Sanguine, 1: Choleric, 2:
Phlegmatic, 3: Melancholic):</label>
        <select id="class2" name="class2" required>
            <option value="0">Sanguine</option>
            <option value="1">Choleric</option>
            <option value="2">Phlegmatic</option>
            <option value="3">Melancholic</option>
        </select>
    </div>
    <div class="form-group">
        <label for="class3">Class 3 (0: Extrovert, 1: Introvert, 2:
Ambivert):</label>
        <select id="class3" name="class3" required>
            <option value="0">Extrovert</option>
            <option value="1">Introvert</option>
            <option value="2">Ambivert</option>
        </select>
    </div>
    <div class="form-group">
        <label for="class4">Class 4 (0: Naturalistic, 1: Musical, 2:
Logical-Mathematical, 3: Verbal-Linguistic, 4: Existential, 5: Interpersonal,
6: Intrapersonal, 7: Bodily-Kinesthetic, 8: Visual-Spatial):</label>
        <select id="class4" name="class4" required>
            <option value="0">Naturalistic</option>
            <option value="1">Musical</option>
            <option value="2">Logical-Mathematical</option>
            <option value="3">Verbal-Linguistic</option>
            <option value="4">Existential</option>
            <option value="5">Interpersonal</option>
            <option value="6">Intrapersonal</option>
            <option value="7">Bodily-Kinesthetic</option>
            <option value="8">Visual-Spatial</option>
        </select>
    </div>

    <button type="submit">Calculate Recommendations</button>
</form>

<div id="result"></div>
<div id="chart"></div>

<div id="course-assignment" style="display: none;">
    <h2>Assign a Course</h2>
    <form id="course-form">
        <div class="form-group">
            <label for="course">Select a course:</label>
            <select id="course" name="course" required>
                {% for course in courses %}
                <option value="{{ course[0] }}">{{ course[1]
}}</option>
                {% endfor %}
            </select>
        </div>
        <button type="submit">Assign Course</button>
    </form>

```

```

</div>

<div id="assigned-courses"></div>

<a href="{{ url_for('logout') }}" class="logout-btn">Logout</a>
</div>

<script>
    document.getElementById('student-form').addEventListener('submit',
function(event) {
    event.preventDefault();
    const formData = new FormData(event.target);
    const data = {};
    formData.forEach((value, key) => { data[key] = value; });

    fetch('/calculate', {
        method: 'POST',
        headers: { 'Content-Type': 'application/json' },
        body: JSON.stringify(data)
    })
    .then(response => response.json())
    .then(result => {
        document.getElementById('result').innerHTML =
            `Chemistry and Biology Recommendation:
${result.recommendations.chem_bio.toFixed(2)}%\n
            Math Recommendation:
${result.recommendations.phys_math.toFixed(2)}%\n
            Humanities Recommendation:
${result.recommendations.humanities.toFixed(2)}%`;
        document.getElementById('chart').innerHTML = `Assigned Courses for ${result.student_name}</h3>
            <ul>
                ${result.courses.map(course =>
`<li>${course}</li>`).join('')}
            </ul>`;
    });
});
</script>
</body>
</html>

```