

Восточно-Казахстанский технический университет им.Д. Серикбаева

УДК 004:378

на правах рукописи

СЕЙТАХМЕТОВА ЖАНАТ МАРАТОВНА

**Информационная технология поддержки персонализированного
обучения на основе модели цифровых компетенций**

8D06101 - Информационные системы (по отраслям)

Диссертация на соискание степени
доктора философии (Phd)

Научный консультант
к.т.н., ассоц. профессор,
Кумаргажанова С.К.

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

Республика Казахстан
Усть-Каменогорск, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ С ФОКУСОМ НА РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ	13
1.1 Современное состояние исследований в области персонализации обучения в условиях информатизации образования	13
1.2 Анализ цифровых образовательных сред и платформ.....	16
1.3 Существующие модели цифровых компетенций для формирования программ обучения	25
Выводы по первому разделу:	37
2 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЛОГИКО-СТРУКТУРНОГО ПОДХОДА	39
2.1 Методика использования логико-структурного подхода для разработки концептуальной модели.....	39
2.2 Концептуальная модель внедрения персонализированного обучения	41
Выводы по второму разделу:	54
3 РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ	55
3.1 Модель профиля обучаемого	55
3.2 Модель компетенций обучаемого и алгоритм ее разработки	57
3.3 Продукционная модель оценки соответствия пакета курсов персональным характеристикам обучающегося.....	65
3.4 Универсальный алгоритм формирования программы обучения	74
Выводы по третьему разделу	78
4 АРХИТЕКТУРА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ	80
4.1 Общее описание и функциональное обеспечение образовательной платформы персонализированного обучения	80
4.2 Архитектура образовательной платформы персонализированного обучения.....	83
4.2.1 Программная архитектура.....	85
4.2.2 Архитектура базы данных	86
4.3 Программная реализация платформы персонализированного обучения.....	91
Выводы по четвертому разделу	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	113
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	115
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Свидетельство о государственной регистрации	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Акты внедрения результатов	128

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Сравнительный анализ моделей компетенций	131
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Проект логико-структурной матрицы.....	134
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Проект календарного плана разработки ИТ.....	136
ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Физическая модель базы данных	137

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСО Республики Казахстан. Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 604. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 1 ноября 2018 года № 17669.

2. СТ РК 34.016 -2004. Технические и программные средства дистанционного обучения. Общие технические требования.

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

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

5. 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
КОП	Компетентностно-ориентированный подход
КООП	Компетентностно-ориентированная образовательная программа
МЦК	Модель цифровых компетенций
ИС	Информационная система
ЛСП	Логико-структурный подход
МП РК	Министерство просвещения Республики Казахстан
МНВО РК	Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан
ЛСМ	Логико-структурная матрица
ЦОС	Цифровая образовательная среда
МАИ	Метод анализа иерархий
LMS	Learning Management System, система управления обучением
ПОС	Персональная образовательная среда
ИТ	Информационная технология
ДО	Дистанционное обучение
ИКОС	Информационно-коммуникационная образовательная среда
МООС	Massive online open course
CIS	Council of International Schools
НИШ	Назарбаев Интеллектуальные школы
ЕИОС	Единая информационная образовательная среда
МЦОС	Модульные цифровые образовательные среды
PIES	Personalized integrated educational system
NGDLE	Next generation digital learning environment
MOODLE	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
ОППО	Образовательная платформа персонализированного обучения

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Развитие инновационной экономики как приоритетного направления промышленной политики Казахстана предполагает активную подготовку молодых специалистов с высоким уровнем компетентности в различных предметных областях [1-3]. И здесь перестройка системы школьного образования требует особого внимания, поскольку школа закладывает основу для инновационного развития и цифровой трансформации национальной экономики.

Казахстан на данном этапе развития системы образования работает в соответствии с Государственной программой развития науки и образования на 2020-2025 годы. В 2017 году Казахстан стал членом двух соответствующих комитетов ОЭСР - Комитета по образовательной политике и Комитета по научно-технической политике, что свидетельствует о международном признании достижений казахстанской системы образования. Тем не менее, нынешняя система образования имеет ряд недостатков. Оценка уровня грамотности и компетенций населения Казахстана свидетельствует о значительном отставании от многих стран мира. По результатам Программы Международной оценки компетенций взрослых (16-65 лет) ОЭСР - Организации экономического сотрудничества и развития, Казахстан занял 34-е место по чтению, 33-е место по математической грамотности (из 39 стран) и 32-е место по грамотности в области информационных и коммуникационных технологий (из 36) [4]. Результаты Казахстана значительно ниже, чем в среднем по странам-членам ОЭСР. Эти исследования показывают, что необходимы срочные меры по дальнейшему развитию системы школьного образования в рамках компетентностного подхода с учетом новых тенденций в области информационных технологий.

Сферу информационных технологий можно охарактеризовать как быстро меняющуюся среду, что также определяет активное развитие современных образовательных технологий. Одной из таких технологий является персонализированное обучение, которое направлено на проектирование учебного процесса, где методы и стили обучения «работают» на обучаемого и адаптируются под его потребности. Данный подход также является основой обновленного содержания компетентностно-ориентированных программ, внедренные в общеобразовательные школы Казахстана. По результатам международного исследования "Информированный прогресс. Понимание реализации персонализированного обучения и его последствий" учащиеся демонстрируют лучшие результаты в тех школах, где акцент делается на персонализированном подходе. Центр цифрового образования США провел опрос национальных школ страны в 2018 г. 90% респондентов ответили, что они внедряют компьютерные технологии и привлекают специалистов, чтобы обеспечить индивидуальный подход к обучению [5]. Журнал FORBES также назвал персонализированное обучение одним из главных трендов в

образовании в 2019 году [6]. Эксперты отмечают высокую социальную роль такого подхода.

Изначально сама идея персонализации появилась в трудах Жан-Жака Руссо (Jean-Jacques Rousseau) в 1762 году и означала создание среды, в которой обучающийся хотел бы учиться сам. В 1968 году Бенджамин Блум (Benjamin Bloom) в своей статье «Обучение для мастерства» (Learning for Mastery) определил четыре основных условия реализации персонализированного обучения: хороший тьютор, удобный темп обучения, путеводитель, индивидуальная траектория развития [7].

В советское время идеи персонализации были заложены в теории самообразования, которая была детально изучена такими учеными, как А.Я. Айзенберг [8], А.К. Громцева [9], М.Г. Кузьмина [10] и др. Данные идеи нашли научно-практическое применение в условиях современной школы России в диссертациях А.И. Копысова [11], К.Н. Калошиной [12], М. Зуева [13] и др.

В настоящее время подходы персонализированного обучения обсуждаются в научной среде в основном в контексте разработки технологии дистанционного обучения, индивидуализации и дифференциации обучения. Среди зарубежных ученых можно отметить работы Canales Cruz A., Pena-Ayala A. (разработка веб-системы образования, ориентированной на потребности в обучении отдельного учащегося) [14], Worsley D., Fox E., Landzberg J., Paragiotas A. (персонализация обучения старшеклассников через сменные группы) [15], Wilson S., Liber O., Johnson M., Beauvoir P., Sharpies P., Milligan C. (дизайн персональных сред обучения) [16], Martin M. (персонализированное обучение как средство профессионального развития) [17], А.А. Власенко (разработка адаптивной системы дистанционного обучения, создание модели обучающегося для адаптивной системы обучения) [18].

Большой вклад в развитие информационной среды обучения и прикладных идей персонализации и индивидуализации внесли такие отечественные ученые, как Е.Ы. Бидайбеков, Д.Н. Исабаева, Н.Ошанова, В.В. Гриншкун, Г.Б. Камалова, Б.Ф. Бостанов (информатизация среднего образования, эффективность средств информатизации знаний, современные информационные технологии обучения) [19], Г.Г. Еркибаева (технология индивидуально-дифференцированного обучения, основанная на гомогенных группах) [20], И.О. Сайфурова (персонализированный подход как основа совершенствования методики обучения программированию) [21], Н.В. Савина, Н.К. Омарбекова (персонализация процесса обучения в медицинских вузах через внедрение электронных учебных курсов) [22], Г.Самигулина, А.С. Шаяхметова (интеллектуальная ИТ дистанционного обучения для лиц с ограниченными возможностями) [23], Г.Бекманова (персонализированная модель обучения в условиях смешанного формата в вузах) [24] и др.

Технические аспекты реализации персонализированного обучения в научных исследованиях рассматриваются в контексте понятия «информационно-коммуникационная образовательная среда» (ИКОС) как «совокупность объектов образовательного процесса (содержание, формы,

методы, средства обучения и учебных коммуникаций) на базе информационных технологий, обладающая вариативными характеристиками, обеспечивающая субъектов образовательного процесса (обучаемый, преподаватель) возможностью конструирования учебно-познавательной деятельности» [25].

Указанная функциональная возможность ИКОС позволяет вести речь о персональной образовательной среде (ПОС) на основе информационно-коммуникационных технологий, которая получается из ИКОС путем адаптации ее структурных компонентов в соответствии с целями, планируемыми результатами, содержанием обучения, потребностями и способностями обучаемых [26].

Значимость использования информационных технологий в поддержку персонализации обучения хорошо раскрыта в исследовании «Reimagining the Role of Technology in Education» (2017) [27]. В высших учебных заведениях исследуются и реализуются различные проекты, направленные на развитие персонализации обучения с использованием различных платформенных решений, где обучающийся может определить свой уровень знаний и подобрать собственную траекторию обучения, используя искусственный интеллект [28-30]. В качестве примеров можно привести опубликованные работы, где предлагаются различные решения относительно технологий персонализации в системах электронного обучения. К их числу можно отнести работу [31], посвященную агентному подходу к выработке системы рекомендаций по улучшению навыков обучения и упрощению выбора курсов в соответствии с интересами и предпочтениями пользователей. В работе [32] представлен набор рамок, в которых различные типы систем электронного обучения, использующие различные философии обучения и предпочтения учащихся в обучении, поддерживают кривую обучения учащегося. Авторы работы [33] предлагают адаптивную рекомендательную модель электронного обучения, позволяющую выстроить образовательную траекторию с учетом уровня знаний и стиля обучения как личного способа движения обучаемого по циклу познания. Данные исследования, направленные на использование технологических преимуществ электронного обучения и повышение его качества, стали остро востребованными в условиях пандемических ограничений COVID-19. В работах предлагаются различные решения относительно технологий персонализации в системах электронного обучения высшего образования, тогда как применение данных подходов в школьном образовании остаются не изученными.

В Казахстане на государственном уровне уделяется серьезное внимание задачам перехода на новые передовые технологии обучения с поддержкой информационных технологий. Согласно Государственной программе развития науки и образования на 2020-2025 годы и Государственной программе «Цифровой Казахстан» развитие цифровых образовательных ресурсов, цифровых сред и платформ онлайн-курсов, автоматизация услуг являются важными задачами, позволяющими реализовать смешанный формат обучения [34-35]. Модель традиционного обучения постепенно перестает работать, так

как изменяются потребности цифрового общества и происходит активное влияние внешней среды [36]. Система образования Казахстана стремится трансформировать старый формат обучения в сторону персонализированного подхода. Имеют место такие актуальные вопросы, как развитие цифровой образовательной среды в школах, моделирование цифровых компетенций учащихся, построение персональных траекторий обучения в школьной цифровой среде, а также разработка информационных технологий, моделей и алгоритмов, позволяющие адаптировать программы обучения под персональные характеристики учащихся. Применение логико-структурного подхода и методов теории принятия решений, статистической обработки информации в совокупности явились основой для исследования данных вопросов. Таким образом, **актуальность** диссертационной работы связана с решением проблемы по разработке информационной технологии поддержки персонализированного обучения с фокусом на развитие цифровых компетенций, позволяющей повысить качество и эффективность образовательного процесса в школах РК.

Объектом исследования является процесс внедрения персонализированного обучения с поддержкой информационных технологий.

Предметом исследования являются модели и архитектура информационной технологии поддержки персонализированного обучения.

Цель исследования заключается в разработке информационной технологии поддержки персонализированного обучения с фокусом на развитие цифровых компетенций, позволяющей повысить качество и эффективность образовательного процесса в школах РК.

Задачи исследования.

Для достижения указанной цели сформулированы следующие задачи:

- провести сравнительный анализ существующих подходов персонализированного обучения и современных цифровых образовательных сред;
- разработать концептуальную модель внедрения персонализированного обучения на основе логико-структурного подхода;
- разработать модель цифровых компетенций, для формирования программы обучения образовательной платформы персонализированного обучения;
- разработать продукционную модель оценки соответствия пакета курсов персональным характеристикам учащегося;
- разработать универсальный алгоритм формирования программы обучения, позволяющей овладеть установленными компетенциями и учитывающей персональные характеристики обучающегося;
- спроектировать архитектуру образовательной платформы поддержки персонализированного обучения для учащихся старшей школы;
- разработать программное обеспечение образовательной платформы, реализующей поддержку персонализированного обучения в старшей школе с фокусом на развитие цифровых компетенций.

Методы исследования.

Научные результаты диссертационной работы получены на основе методов теории принятия решений, логико-структурного метода, методов экспертных оценок, методов статистической обработки информации, метода анализа иерархий и метода нечеткой логики.

Научная новизна.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что впервые предложен алгоритм формирования программы обучения, позволяющей овладеть установленными компетенциями и учитывающей персональные характеристики обучающегося, являющийся основой информационной технологии поддержки персонализированного формата обучения.

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

1. Концептуальная модель внедрения персонализированного обучения, основанная на логико-структурном подходе, определяющая основное содержание информационной технологии поддержки персонализированного формата обучения;

2. Универсальный алгоритм формирования программы обучения, позволяющей овладеть установленными компетенциями и учитывающей персональные характеристики обучающегося;

3. Архитектура программного обеспечения образовательной платформы персонализированного обучения с интеллектуальным модулем принятия решений по рекомендациям формирования программы обучения.

Практическая ценность результатов исследования.

В результате проведенных исследований предложено архитектурное решение, разработаны модели и алгоритмы информационной технологии поддержки персонализированного обучения, реализованные в программном комплексе. Полученные результаты в форме моделей и алгоритмов могут быть использованы в качестве элементов информационной системы для формирования персональной траектории обучения. Модель цифровых компетенций учащихся старшей школы является новым продуктом в сфере школьного образования и может служить ориентиром для пересмотра учебных программ общеобразовательных школ в условиях цифровой трансформации с целью повышения конкурентоспособности выпускников школ РК.

Результаты исследований используются в сети Назарбаев Интеллектуальных школ РК, о чем имеются 2 акта внедрения. Получено авторское свидетельство на программное обеспечение персонализированной цифровой платформы.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на следующих международных конференциях: VI Международная научно-практическая конференция студентов и молодых

ученых (Казахстан, г.Усть-Каменогорск, 2019) [37]; «4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies» (Турция, 2020) [38]; VI Международная научно-техническая конференция студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана» (Казахстан, г.Усть-Каменогорск, 2020) [39]; XXXIII Международная научно-практическая телеконференция «Advances in Science and Technology» (Россия, г.Москва, 2020) [40]; МНПК «Наука высших школ 2021» (Казахстан, г.Шымкент, 2021) [41]; МНПК «Цифровизация как фактор развития науки и образования» (Россия, г.Петрозаводск, 2021) [42], IV Всероссийская тьюторская научно-практическая конференция «Реализация ФГОС как механизм развития профессиональной компетентности педагога: инновационные технологии, тьюторские практики» (Россия, г.Краснодар, 2022).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 12 научных работ, в том числе 1 статья в журнале, входящем в базу данных Scopus (перцентиль по CiteScore равный 30%), 3 статьи в изданиях, рекомендованных уполномоченным органом МНВО РК, 1 статья в научном журнале «Национальная ассоциация ученых (НАУ)» (Россия), 7 – в трудах международных конференций (1 из которых имеется в базе данных Scopus). Имеется 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем диссертационной работы:

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников из 154 наименований, изложенных на 126 страницах компьютерного текста, включает 66 рисунков, 20 таблиц и 6 приложений.

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 приведен обзор и анализ современного состояния вопроса внедрения персонализированного обучения в учебный процесс образовательных учреждений в целом и по Республике Казахстан в частности в условиях информатизации образования. Проведен обзор и сравнительный анализ компетентностного подхода образовательных программ школ РК, существующих отечественных и зарубежных цифровых сред и платформ, мировых рамок цифровых компетенций с целью определения набора компетенций для учащихся старшей школы.

Во втором разделе приводится методика использования логико-структурного подхода разработки концептуальной модели внедрения персонализированного обучения. На основании концептуальной модели на этапе планирования разработаны проекты логико-структурной матрицы и календарных планов реализации этапов внедрения персонализированного обучения.

Третий раздел диссертационной работы посвящен разработке моделей и алгоритмов персонализированного обучения. Приведена структурная модель профиля обучаемого, включающая базовый и специальный профили; модель цифровых компетенций учащихся старшей школы, разработанная на основе метода анализа иерархий; продукционная модель оценки соответствия пакета курсов персональным характеристикам обучающегося. Комплекс перечисленных моделей позволил разработать универсальный алгоритм формирования программы обучения, дающий возможность овладеть установленными компетенциями и учитывающий персональные характеристики обучающегося.

В четвертом разделе диссертационной работы представлена программная реализация информационной технологии поддержки персонализированного обучения в виде образовательной платформы. Спроектирована архитектура образовательной платформы поддержки персонализированного обучения для учащихся старшей школы и описаны функциональное, программное и информационное обеспечение разработанной платформы персонализированного обучения.

В заключении диссертационной работы приводится перечень основных результатов и выводов диссертационного исследования, исходя из которых положения, выносимые на защиту, подтверждены, дается оценка научной новизны и практической значимости исследования.

Приложения. Свидетельство о государственной регистрации авторского права РК №26727 от 01.06.2022г. (Приложение А), акты внедрения результатов исследования (Приложение Б), сравнительный анализ моделей цифровых компетенций (Приложение В), проекты логико-структурной матрицы (Приложение Г) и календарного плана (Приложение Д), физическая модель базы данных (Приложение Е).

1 ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ С ФОКУСОМ НА РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

1.1 Современное состояние исследований в области персонализации обучения в условиях информатизации образования

Идея персонализации обучения берет начало из трудов Жан-Жака Руссо (Jean-Jacques Rousseau) и Бенджамина Блума (Benjamin Bloom) и означает создание среды, в которой обучающийся хотел бы учиться сам. Развитие исследований в данном направлении позволили выстроить новую парадигму образования – теорию самообразования. Персонализация образовательной политики, методологии и практики рассматривается в изученных ресурсах с 90-х годов XX века по настоящее время, как важный путь развития высшего образования, который ведет за собой формирование важной ценности «обучение на протяжении всей жизни» (Lifelong Learning) [43-45].

В работах основоположников данной идеи (Э. Мунье, А.В. Петровский, В.А. Петровский) персонализация личности рассматривается как процесс, в результате которого субъект получает идеальную представленность в жизнедеятельности других людей и может выступать в общественной жизни как личность [46-47]. По мнению В.В. Грачева [48], сущность персонализации заключается в действенных преобразованиях интеллектуальной и аффективно-потребностной сферы личности другого человека, которые происходят в результате деятельности индивида. Исследование Ю.В. Крупнова [49] показывает, что персонализация как процесс, реализуется через разработку личностных стратегий, их реализацию в действиях, в конечном итоге рефлексию собственных результатов работы.

Теория персонализации присутствует и в зарубежной современной концепции коннективизма, развиваемой Дж. Сименсом и С.Доунсом [50-51]. Процесс персонализации в системе данной концепции рассматривается как формирование динамичной сети информационных связей и упорядоченных отношений в меняющейся среде, не находящейся полностью под контролем личности. Если рассматривать процесс снаружи, то обучающийся должен иметь реальную или виртуальную сеть общения в учебном сообществе. Он должен ставить цели своей деятельности, активно применять свои знания по различным дисциплинам на практике, где мог бы общаться с другими и т.д.

Результаты исследования А.А. Киселева, В.А. Стародубцева показывают, что на уровне школы должна создаваться учебно-методическая и технологическая база для формирования зоны ближайшего развития учащихся, в которой должна реализоваться их учебная, познавательная, научно-исследовательская и проектная деятельность. В исследовании большая роль отводится моделирующим сетевым виртуальным лабораторным работам [52].

В зависимости от используемых технологий и методов преподавания выделяют различные виды персонализированного обучения. В данной таблице

можно рассмотреть четыре вида: индивидуальное обучение, самообразование, дифференцированное обучение и адаптивное обучение (таблица 1.1).

Таблица 1.1 - Виды персонализированного обучения

Виды	Трактовка понятия
Дифференцированное обучение	Разделение обучающихся на группы/категории, для каждой из которых, с учетом интересов, способностей и мотивации участников, подбираются специальные педагогические методы и приемы воспитательной работы.
Адаптивное обучение	Персонализированное обучение, при котором компьютерные технологии в режиме реального времени адаптируют учебный материал в соответствии с потребностями учащихся.
Самообразование	Полная свобода и ответственность учащегося в выборе учебных задач, содержания и дидактических средств для достижения образовательной цели. Основу данного процесса составляет моделирование учебных ситуаций.
Индивидуальное обучение	Форма организации образовательного процесса, при которой учитель взаимодействует лишь с одним учеником, один учащийся лишь со средствами обучения (книга, компьютер и т.п.)
Примечание – Составлено по источникам [53-56]	

В документе «Трансформация американского образования: обучение на основе технологий» отмечается, что персонализированное обучение включает, но выходит за рамки как индивидуализированного обучения, так и дифференцированного обучения: «Персонализация означает обучение, которое адаптируется к потребностям обучения (что означает индивидуализацию) с учетом предпочтений обучения (что означает дифференциацию) и с учетом конкретных интересов учащихся» [57].

Также Дэн Бакли (Dan Buckley) выделил два направления персонализации обучения: персонализация программы, когда обучение адаптируется под конкретного слушателя, и персонализация самим обучающимся, когда слушатель самостоятельно выстраивает свое обучение [58]. В литературе также можно найти другой вариант видов персонализации: когда адаптируется контент и когда адаптируются инструменты мотивации и вовлечения. В первом варианте нужно оценить обучающихся с помощью выбранной ранее системы оценки, а затем создать контент в разных формах для каждой группы обучаемых. Во втором случае контент остается, но меняются инструменты вовлечения. Таким образом, результаты исследования педагогических подходов к персонализации позволили определить 3 основные вида персонализации (рисунок 1.1).

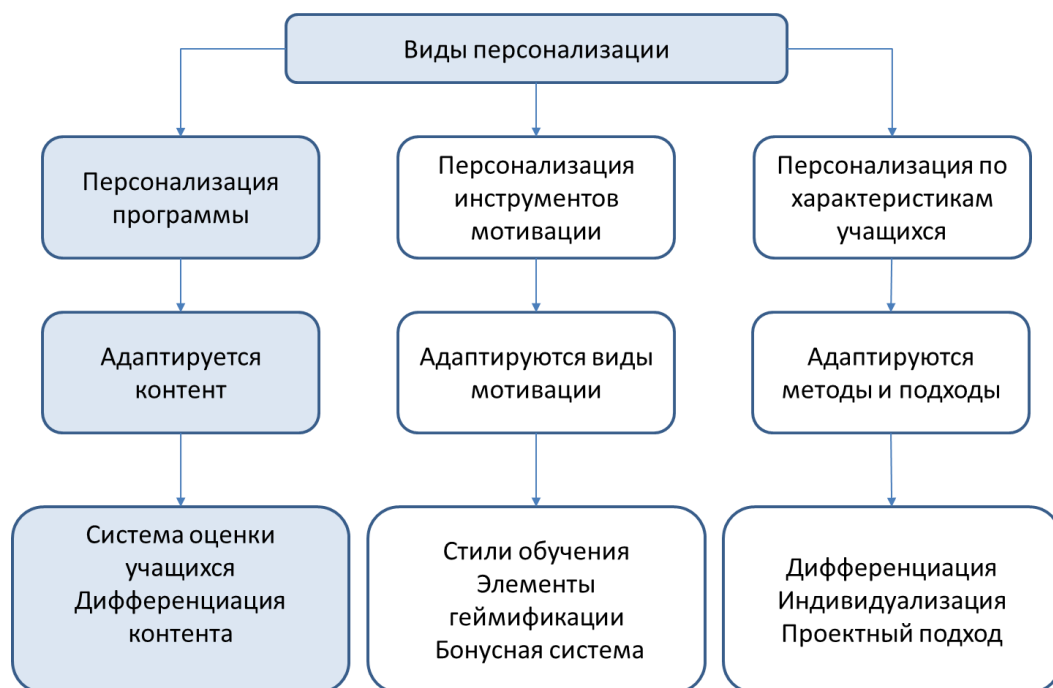


Рисунок 1.1 – Основные виды персонализированного обучения

Выбор того или иного вида персонализации зависит от целей обучения, категорий обучающихся и возможностей организации, в том числе технических. Поскольку в рамках одного исследования сложно будет охватить все виды персонализации, согласно поставленным задачам будет рассматриваться персонализация программы, где адаптируется контент под персональные характеристики учащихся.

Подводя итог, персонализированное обучение можно охарактеризовать как образовательную модель, в которой программы, методы обучения и академические стратегии ориентированы на индивидуальные потребности, интересы и социокультурный фон обучаемого [59, с. 4]. В этом случае траектория строится в процессе обучения в зависимости от результатов обучаемых на каждом этапе обучения (рисунок 1.2).

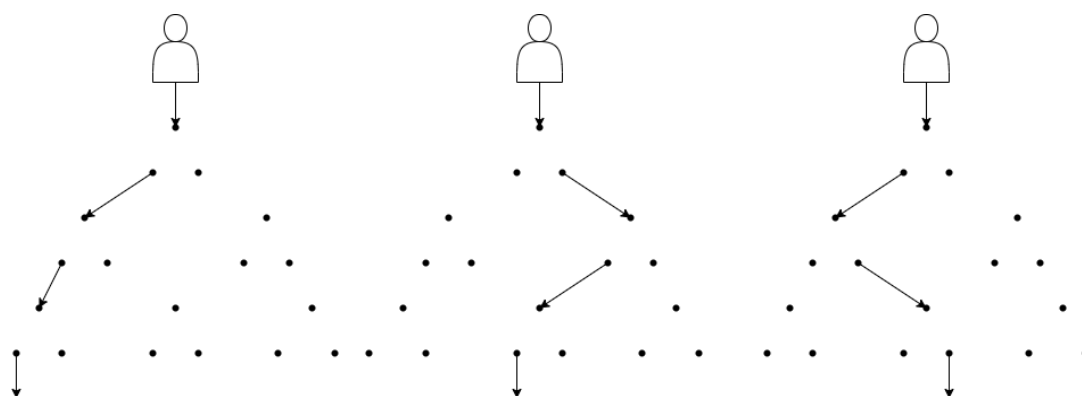


Рисунок 1.2 – Модель персонализированного обучения

Получается что-то похожее на дерево решений, по которому обучаемые будут идти по-разному в зависимости от своих успехов, но само дерево должно быть продумано и создано преподавателем, либо рекомендовано искусственным интеллектом. Данная трактовка понятия «персонализированное обучение» взято за основу данного исследования.

Внедрение персонализированного обучения неразрывно связано с информационными технологиями. В условиях информатизации образования, понятие "информационно-коммуникационная образовательная среда" (ИКОС) широко используется в качестве "набора объектов учебно-воспитательного процесса (содержание, формы, методы, средства обучения и учебных коммуникаций), основанных на информационных технологиях, с переменными характеристиками обеспечения субъектов образовательного процесса (обучающийся, педагог) возможностью построения учебно-познавательной деятельности" [60]. Исследования в данном направлении показали, что ИКОС обладает возможностью адаптироваться под конкретные потребности обучающихся. Такая функциональная способность ИКОС позволяет судить о возможности персонализации обучения и создании персонализированной образовательной среды, основанной на информационно-коммуникационных технологиях. Данный результат работы получается из ИКОС путем адаптации ее структурных компонентов в соответствии с целями, планируемыми результатами, содержанием обучения, потребностями и способностями обучаемых.

Как показывает практика и результаты исследований, персонализированное обучение – процесс достаточно трудоемкий для учителя, если учитывать, что в классе в среднем обучаются 22-30 учащихся. Разработка вручную индивидуальных траекторий развития и сопровождение каждого учащегося будет занимать все рабочее время учителя. Организация эффективного персонализированного процесса обучения, отвечающего потребностям и способностям ученика и запросам современного общества, в котором он живет, может быть достигнута лишь с использованием информационных технологий [61-64]. Главная их задача: оптимизировать процесс обучения в соответствии с потребностями обучаемого и систематизировать деятельность учителя в этом направлении. Данные технологии также позволяют развивать необходимые компетенции за счет построения гибких образовательных маршрутов.

1.2 Анализ цифровых образовательных сред и платформ

Реализация персонализированного обучения без поддержки информационных систем и технологий в реалиях цифровой трансформации не представляется возможным. Информационные технологии в образовании сделали большой рывок вперед и предлагают различные IT-решения. В данном разделе будут рассмотрены основные автоматизированные цифровые технологии и среды, существующие на рынке образовательных технологий.

Терминологический аппарат данного раздела будет включать такие

понятия, как: «информационная система» «цифровая образовательная среда», «цифровая платформа», «экосистема». Цифровая образовательная среда (ЦОС) – это открытая совокупность информационных систем, предназначенных для обеспечения различных задач образовательного процесса [65]. В данном определении слово «открытая» понимается как возможность применять разнообразные информационные системы в составе ЦОС. Следовательно, ИС имеют более короткий жизненный цикл и создаются под конкретные задачи, тогда как ЦОС более жизнеспособны и имеют возможность динамично развиваться. Более узкую трактовку имеет термин «цифровая (электронная) платформа» в техническом аспекте: построение информационной системы, позволяющей, используя предусмотренные платформой открытые инструменты, строить собственные продукты, которые смогут работать и взаимодействовать с другими продуктами на той же платформе [66]. Платформы создают технологический фундамент и открывают новые возможности для реализации различных идей. Классическим примером в сфере бизнеса является облачная платформа AWS от Amazon [67]. Цифровые образовательные платформы могут делиться на стационарные (устанавливаются на сервере организации) либо онлайн-платформы (хранят информацию в облаке). При выборе платформы необходимо учитывать ряд критериев: кросс-платформенность и поддержка необходимых видов контента, простота внедрения, надежность использования и администрирования, соответствие стандартам безопасности, поддержка разных потоков пользователей [68]. Одной из основных технических характеристик платформ является совместимость с приложениями по разработке дистанционных курсов в разных стандартах, к примеру: SCORM (Sharable Content Object Reference Model), Common Cartridge, QTI, LTI, xAPI, Tin Can API, experience API и др. [69].

На данном этапе развития технологий, наряду с понятием «платформа», все чаще появляется термин «экосистема», позволяющая на основе согласованного протокола обмена данными получить возможность взаимодействия любых ИС. Хорошими примерами экосистем могут считаться за рубежом - Apple, а в России — “Яндекс” и “Сбер”.

Среди цифровых продуктов в сфере образования можно выделить основные три:

1. LMS (Learning Management System, система управления обучением);
2. МЦОС (Модульные цифровые образовательные среды);
3. MOOC (Massive Open Online Course).

LMS (Learning Management System, система управления обучением) - платформа или программное приложение, предназначенное для интеграции инструментов обучения, а также администрирования, управления и распространения учебных программ, формирования аналитики и отчетности обучения [70]. LMS в нынешних реалиях активно используется для

организации дистанционного формата обучения в высших учебных заведениях [71-72].

Возможности LMS позволяют клиентам создавать собственное содержание и ресурсы с использованием редакторов HTML в виртуальной среде, интегрировать и импортировать контент с внешними источниками [73], задавать персональную траекторию обучения студента и порядок изучения материала, что имеет важное значение при организации персонализированного обучения. Данный цифровой продукт обладает достаточным спросом на рынке образовательных технологий. Так, к примеру, на официальном сайте E-LEARNING INDUSTRY представлены более 800 программных обеспечений LMS в отрасли электронного обучения, среди которых можно выделить топ-шесть платформ на основе результатов опроса пользователей (рисунок 1.3).

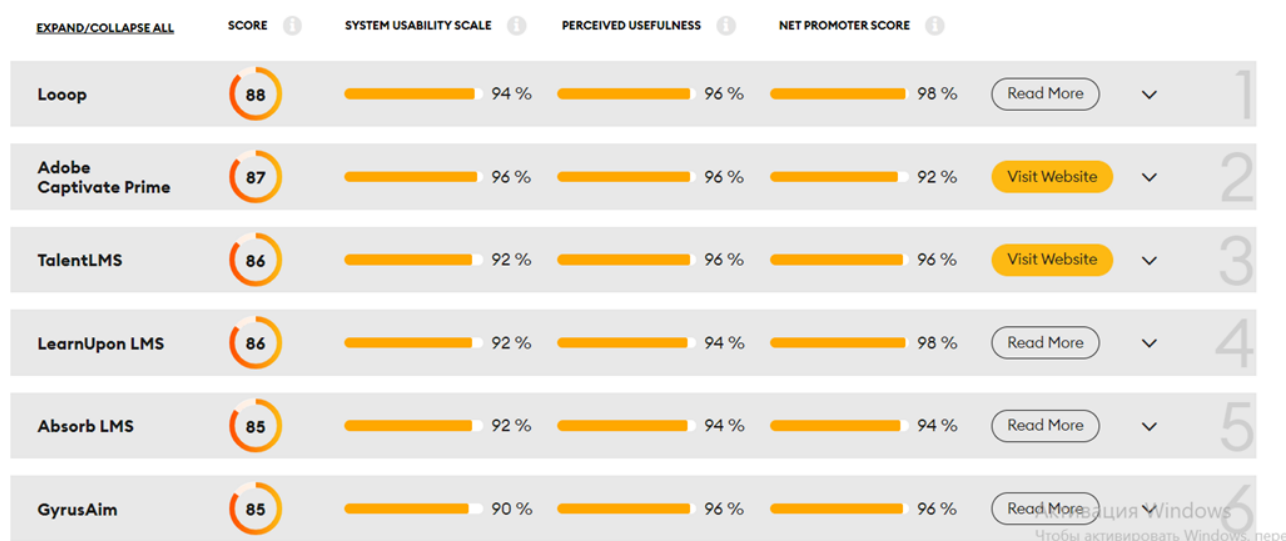


Рисунок 1.3 6 топ LMS на рынке по версии E-LEARNING INDUSTRY
Примечание - Составлено по источнику [74]

Данный список (на сайте 20 платформ LMS) был составлен на основе трех критериев: шкала удобства системы, полезность и производительность системы, Net Promoter Score (NPS): количественный показатель рекомендуемости продукта. Кроме перечисленных LMS платформ, особой популярностью пользуются также: EdApp, Schoology, Its Learning, Kadenze, Atutor, EthosCE, WizIQ, Spongelab [75-76].

Платформы LMS можно разделить на 2 вида: серверные и облачные. В серверной версии все данные по обучению хранятся в серверах компании. Надежность и безопасность работы платформы зависит от качества аппаратного обеспечения. Наглядный пример приведен на официальном сайте ispring: Сервер с ОС Windows 2003 Server, с оперативной памятью 3ГБ, с 2 процессорами Xeon, способен протестировать не более 1000 клиентов за один день [77]. Сервер может не выдержать нагрузку, если количество клиентов превысит данное количество. Для обслуживания серверного вида LMS нужен

системный администратор, который будет делать резервные копии, заниматься аккаунтами пользователей и исправлять технические неполадки, возникшие в ходе работы в работе платформы. Преимуществом является высокий уровень информационной безопасности. В последние несколько лет надежно зарекомендовала себя облачная версия LMS, которая работает по подписке, и все данные клиентов хранятся на сервере компании-поставщика услуг. Данная версия платформы не требует специального сервера, локальных сетей. Клиенты не замечают сбоев в работе, так как, при технических проблемах на сервере поставщиков, имеется возможность аварийного резервного копирования.

За рубежом подобные системы используются достаточно давно и многие из них эффективны при организации онлайн-обучения и отслеживания учебных достижений студентов [78]. Что касается внедрения LMS систем в Казахстане, то по статистике официального сайта Премьер-Министра РК [79], 100% вузов используют цифровые образовательные платформы LMS и 92% вузов имеют мобильные версии LMS. Системы управления учебным процессом в отечественных вузах разработаны компанией Tamos Development Ltd на грант Национального инвестиционного фонда [79, с.1] и адаптированы под кредитную систему обучения. Данные системы могут использоваться как в локальной, так и в глобальной сети интернет.

Особой популярностью в вузах Казахстана пользуется свободная система управления обучением – Moodle [80]. Данный цифровой продукт является программным обеспечением с лицензией GPL, которая дает возможность бесплатного использования системы. Преимущество системы - в ее возможности адаптироваться и интегрироваться в соответствии с потребностями образовательного учреждения. Эффективность использования данной цифровой среды доказана научно-прикладными исследованиями. К примеру [81], в ходе исследования студентам университетов было предоставлено трехнедельное онлайн-обучение. В исследовании использовался инструмент измерения «Moodle & Mobile Technology», разработанный исследователями и составленный экспертами этой области. По результатам сделан вывод, что студенты вузов высоко оценивают эффективность данной системы управления обучением.

Что касается уровня реализации персонализации обучения данных систем, то можно отметить, что цифровыми платформами предусмотрено ведение статистики: посещаемость, успеваемость, степень овладения материалом и др., возможность получить обратную связь через личные сообщения, форумы и чаты, свободный доступ к содержанию курсов вне зависимости места и времени. Тем не менее, есть и недостатки. К примеру, в 2018 г. исследование рынка LMS компанией ATD (Association for Talent Development) показало, что 1/3 часть респондентов отмечает, что возможности LMS не соответствуют потребностям организаций, их интерфейс оказывается слишком сложным для сотрудников [73]. Также, согласно данным отчета — E-Learning Trends 2019, подготовленного компанией Docebo, крупные организации желают поменять LMS, что почти в два раза чаще, чем небольшие

компаний. Самыми популярными называемыми недостатками LMS вне зависимости от размера организаций оказались:

- слабая интеграция с другими системами;
- неудобство для пользователя;
- высокая стоимость;
- непродвинутая аналитика и отчетность;
- при наличии технических неполадок на сервере сервис становится недоступным (серверная версия);
- необходимость соответствующей аппаратной и программной инфраструктуры (серверная версия).

Действительно, большинство эффективных LMS систем платные и их реализация для образовательных учреждений финансово доступна только по инициативе государства. Также стоит отметить низкую кроссплатформенность систем и необходимость наличия соответствующей аппаратной и программной инфраструктуры для развития цифровой среды LMS.

Еще одним важным цифровым продуктом в сфере образования являются *модульные цифровые образовательные среды (МЦОС)*. Многие компании и образовательные учреждения разрабатывают собственные интегрируемые МЦОС. Ярким примером является PIES (personalized integrated educational system) [82]. Целью технологии является поддержка парадигмы обучения, ориентированного на обучающегося. В 2008 году рабочая группа ученых Университета Индианы опубликовали результаты исследования, определив основные функции системы: учет обучения, планирование обучения, инструкции по обучению и инструменты оценивания обучающихся. Кроме того, были определены и вторичные функции, связанные с администрированием и развитием PIES [83]. При грамотном использовании данного продукта роль преподавателя будет иметь статус наставника, что обеспечит лично-ориентированную парадигму обучения. Как и в LMS системах, данная технология позволяет выбирать и разрабатывать собственные авторские учебные материалы. Необходимо отметить преимущество данной системы: системную интеграцию четырех основных функций [84]. То есть, функция ведения учета автоматически конвертирует нужную информацию функции планирования. В свою очередь, функция планирования дает четкие инструкции функции обучения, которая доступна обучающимся. Функция обучения интегрирована с функцией оценки достижений обучающихся. Замыкает круг передача функцией оценки информации в функцию ведения учета. Также стоит отметить, что проект имеет открытый исходный код, доступный образовательным учреждениям, что в будущем может повлиять на скорость распространения и внедрения данной технологии. К недостаткам можно отнести значительные финансовые затраты для системного внедрения в образовательные учреждения.

Альтернативным вариантом МЦОС может служить технология NGDLE (next generation digital learning environment) [85]. Данная технология была

разработана Фондом Билла и Мелинды Гейтс. Согласно концепции цифровой среды обучения, NGDLE основан на модульном подходе, по техническим характеристикам похож на Lego. Технология структурно представляет пять областей (таблица 1.2) [86].

Таблица 1.2 - Характеристика областей (модулей) технологии NGDLE

Название областей	Характеристики
Совместимость	<ul style="list-style-type: none"> - Легкий обмен содержанием внутри системы - Возможность использования приложений - Доступность информации заинтересованным лицам - Возможность адаптации и развития системы
Персонализация	<ul style="list-style-type: none"> - ЦОС предусматривает учет индивидуальных потребностей - Автономность образовательного учреждения - Свобода выбора стиля обучения преподавателем - Индивидуальные траектории обучения - Свобода выбора студентами деятельности, вовлеченности и выражения мыслей
Аналитика, консультирование и оценка обучения	<ul style="list-style-type: none"> - Аналитика обучения (определение группы риска, прогресс курса, адаптивные пути обучения) - Комплексное планирование и оценивание достижений обучающихся - Развернутая база данных - Среда обучения, поддерживающая стандарты платформ и данных.
Сотрудничество	<ul style="list-style-type: none"> - Архив курсов - Поощрение обучающихся - Социальные и частные сети
Доступность и дизайн	<ul style="list-style-type: none"> - Доступность как часть дизайна учебного процесса - Обеспечение адаптивного обучения и поддержка различных типов информации - Рубрики измерения и контроля качества

Основным преимуществом данной цифровой среды является возможность создавать условия обучения с учетом персональных потребностей, при этом постоянно адаптируя и развивая систему по мере необходимости. В NGDLE также необходим учитель, который должен разрабатывать индивидуальную траекторию вместе с обучающимися и контролировать процесс обучения.

МООС (massive online open course) - современный образовательный проект, наглядно доказавший свою эффективность в период пандемии Covid-19. МООС можно определить и как цифровой инструмент, и как цифровую образовательную среду. Количество обучающихся на типичных платформах выросло в несколько раз за период пандемии. Так, если к 2016 году на общеизвестных онлайн-МООС платформах (Coursera, edX, XueuetangX, FutureLearn и Udacity) было зарегистрировано более 48 миллионов учащихся

[87], то к 2022 году на одной только платформе Coursera, согласно данным официального сайта [88], зарегистрировано более 82 миллионов обучаемых и более 100 компаний из списка Fortune 500.

В Казахстане активация регистраций на онлайн-курсы на базе MOOC тоже приходится на период пандемии. По данным МП РК, в 2020 году 2 миллиона 400 тысяч школьников получали знания через онлайн-платформы, посещая онлайн-курсы и просматривая видеоуроки. Так, на платформе Daryn.Online 1,5 миллиона человек прошли обучение, а платформа Bilimland всего за 5 дней набрала 15 миллионов 100 тысяч просмотров. Стоит отметить также, что 100% колледжей имеют доступ к более чем 30 платформам (Platonus, Edu page, Canvas, CollegeSmartNation, Google Classroom, ЕИСО УО, Moodle, BilimAl, Edus, Sova, и другие) [79, с.1]. Большой популярностью в Казахстане пользуется образовательная платформа и конструктор онлайн-курсов Stepik. Это международная платформа, на которой на 1 квартал 2022 года размещены более 700 курсов по разным направлениям [89]. Наглядным примером является разработка и проведение онлайн-курса для учителей РК «Учусь учить дистанционно» Центром педагогического мастерства АОО «НИИШ» совместно с МП РК [90], на котором прошли обучение большинство учителей Республики Казахстан. Тем не менее, платформу stepic.org можно отнести к пограничным между MOOC и образовательной платформой, так как на данной платформе курсы может создать любой пользователь, независимо от уровня его квалификации, что может отразиться на качестве предоставляемых образовательных услуг.

Основным преимуществом MOOC является способность данных систем развивать направление адаптивного обучения, в котором каждый обучающийся может изучать материал, подобранный персонально под его уровень знаний. Данные платформы удобны для профессионального развития во всех сферах деятельности, развития узкопрофильных компетенций, знакомство с новыми программами и цифровыми продуктами. Также MOOC способна выдержать большой поток посетителей за один раз.

Главным недостатком данных цифровых платформ является низкая завершенность курсов. По статистическим данным, только около 10% обучающихся завершают начатые курсы. Как показывает практика, основной причиной можно назвать отсутствие преподавателя и, соответственно, отсутствие контроля за процессом обучения. Особенно данная проблема касается учащихся общеобразовательных школ и студентов колледжей [91]. Что касается технических параметров, недостатком MOOC можно назвать однотипность формата. Хотя есть несущественные различия в структурах и интерфейсах различных платформ, но в большинстве курсы имеют схожие форматы: видеолекции, текстовый формат лекции, задания и тесты с вариантами выбора ответа (открытые и закрытые).

Резюмируя вышеописанную информацию, составлена сводная таблица, характеризующая основные преимущества и недостатки данных цифровых образовательных сред (таблица 1.3).

Таблица 1.3 - Сравнительный анализ преимуществ и недостатков образовательных цифровых сред

ЦОС	Преимущества	Недостатки
LMS	<ul style="list-style-type: none"> -главный инструмент при организации ДО в вузах; -высокий спрос на рынке образовательных технологий; - администрирование и управление образовательным процессом; -разработка собственных ресурсов в виртуальной среде; -наличие общей аналитики и отчетности обучения; -система работает в браузере, на сервере поставщика, не требует специальной установки (облачная версия) 	<ul style="list-style-type: none"> -слабая интеграция с другими системами; -сложный интерфейс для пользователей; -высокая стоимость; -непродвинутая аналитика и отчетность; -необходимость соответствующей аппаратной и программной инфраструктуры (серверная версия); -при наличии технических неполадок на сервере, сервис становится недоступным.
МЦОС	<ul style="list-style-type: none"> -системная интеграция основных функций; -аналитика и отслеживание прогресса обучающегося; -наличие преподавателя, контролирующего процесс обучения; -индивидуальные траектории обучения. 	<ul style="list-style-type: none"> -финансовые затраты в связи с внедрением системы; -незавершенность проектов в связи с масштабностью; -необходимость наличия соответствующей аппаратной и программной инфраструктуры.
МООС	<ul style="list-style-type: none"> -доступность; -разнообразии предложенных курсов; -разработка авторских курсов; -отсутствие временных ограничений; -одновременное обучение большого количества обучающихся 	<ul style="list-style-type: none"> -незавершенность курсов; -отсутствие наставника (тьютора); -однотипность формата; -низкое качество материалов;.

На основании общих преимуществ и недостатков образовательных цифровых средств была построена более детальная сравнительная таблица по 3 критериям и 17 показателям: технологические решения, пользовательские характеристики, уровень персонализации. Целью сравнительного анализа является определение показателей, требующих улучшения в исследуемой модели (таблица 1.4).

Уровень персонализации в рассмотренных примерах выражен слабо, автоматизированные системы подбора курсов не покрывают определенный набор персональных характеристик обучаемых, не учитываются результаты очных занятий в интеграции с результатами дистанционного формата обучения, не осуществляется уровневая дифференциация программ обучения. Результаты сравнительного анализа были использованы при определении требований к модели персонализированного обучения на основе информационных технологий.

Таблица 1.4 - Сравнительный анализ цифровых платформ по критериям

Критерий	Показатели	LMS			МЦОС			МООС	
		iSpring Learn	Mirapolis LMS	Web Tutor	PIES	NGDLE	Coursera	Bilimland	Stepik
Технологические решения	Мульти-платформенность	-	-	+	-	+	+	+	+
	Массовость	+	-	+	-	-	+	+	+
	Гибкость настроек	- (только дизайн)	+	+	-	-	+	-	+
	Информационная безопасность	+	+		+	+	-	-	-
	Статистика и отчетность	+(19 типов отчета)	+	+	+	+	+	+	+
	Доступность (бесплатные версии)	-	- на заказ	- аренда	-	-	+ частично	+ на гос. уровне	- частично
Пользовательские характеристики	Интуитивно понятный интерфейс	+	+	-	+	+	+	+	+
	Управление учебным контентом	+	+	+		+	+	+	+
	Управление пользователями	+	+	+	+	+	+	+	+
	Содержит элементы геймификации	+	-	-	-	-	-	-	-
	Уровень завершенности курсов	-	+	-	+	+	-	-	-
	Общение между пользователями	+	-	+	+	+	+	-	+
Уровень персонализации	Возрастной контент (школьный уровень)	-	-	-	+	+	- узкопроф.	+	+ для 10-11кл.
	Персональная траектория	-	-	-	+	+	-	-	-
	Наличие персонального тьютора	-	+	-	-	-	-	-	-
	Учет результатов очных занятий	-	-	-	-	-	-	-	-
	Автоматизированная система подбора курсов	-	+	-	+	-	-	-	-

Таким образом, комплексный анализ примеров существующих ЦОС позволил сделать следующие выводы:

- цифровые платформы создают технологический фундамент и открывают новые возможности для реализации разных форматов обучения;
- цифровые платформы позволяют клиентам создавать собственное содержание и ресурсы с использованием редакторов HTML в виртуальной среде, интегрировать и импортировать контент с внешними источниками;
- сфокусированы на взрослую аудиторию: студенты, сотрудники компаний (корпоративное обучение);
- большинство эффективных ЦОС платные и их реализация для образовательных учреждений финансово доступна только по инициативе государства;
- в рассмотренных примерах ЦОС недостаточно развиты функции подбора курсов под персональные характеристики учащихся, учета очных занятий, уровневой дифференциации программ обучения.

1.3 Существующие модели цифровых компетенций для формирования программ обучения

Стремительное развитие информационных технологий и цифровизация всех сфер деятельности привели к изменениям карт профессий и росту дефицита специалистов любой отрасли с соответствующим уровнем цифровых компетенций. Компании и предприятия, подстраиваясь под внешние изменения, все чаще начинают использовать сложные цифровые автоматизированные информационные системы, искусственный интеллект, цифровые устройства. Согласно прогнозу, уже в 2022 г. доля автоматизированных машин и алгоритмов в рабочем времени составит около 42%, а к 2025 году больше 52% [92]. Результаты исследований экспертов компании Microsoft показывают, что более 65% учащихся школ и студентов будут трудоустроены в отрасли, напрямую связанные с уровнем развития цифровых навыков, и будут выполнять деятельность, которой сейчас не существует (биохакаеры, аналитик данных Интернет вещей и др.) [93]. В «Атласе новых профессий» также существует прогноз, что к 2030 г. в списке профессий не будет более 55 нынешних профессий и появятся новые 186 [94]. Успешность поступления выпускников школ в вузы на «новые» специальности и дальнейшее их успешное трудоустройство будут зависеть от текущего уровня цифровых навыков. В данном направлении правительство Казахстана запустило государственную программу «Цифровой Казахстан», целью которого являются «ускорение темпов развития экономики Республики Казахстан и улучшение качества жизни населения за счет использования цифровых технологий в среднесрочной перспективе, а также создание условий для перехода экономики Казахстана на принципиально новую траекторию развития, обеспечивающую создание цифровой экономики будущего в

долгосрочной перспективе» [95]. На сегодняшний момент имеются промежуточные результаты реализации данной программы [96]. Согласно статистической информации Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, уровень цифровой грамотности населения по итогам 2018-2020 года составляет 84,1 %, что по сравнению с 2018 годом показывает рост на 4,5% [96, с.2]. Автоматизированы государственные услуги в сфере образования, к примеру, постановка в очередь и выдача направлений в детские сады, прием учащихся в 1 класс, зачисление в колледжи. Тем не менее по пунктам программы: «Создание и внедрение единой информационной системы науки Казахстана», «Создание и внедрение системы управления образования» выделенные бюджетные средства возвращены в госбюджет и сроки реализации перенесены на 2021 год [96, с.393] , что показывает существующие пробелы в разработке и внедрении необходимых электронных платформ. Реализация данной программы также требует от системы образования пересмотра стандартов и образовательных программ обучения. Важность развития цифровых компетенций учащихся выпускных классов особенно актуально была в период всемирной пандемии Ковид-19 [97], когда уровень сформированности цифровых компетенций стал прямо пропорционален уровню конкурентоспособности учащихся на рынке труда и, безусловно, будет влиять на выбор будущей профессии.

Для конкретизации сущности понятия «цифровые компетенции» и дальнейшего формулирования определения, которое будет взято за основу модели компетенций, был проведен терминологический анализ на основе материалов теоретических обоснований существующих моделей цифровых компетенций.

В руководстве по использованию Европейской рамки ИКТ компетенций, понятие «компетенция» определяется как «продемонстрированная способность применять знания, умения и отношения для достижения определенных результатов»[98]. Описание ИКТ-компетенций включает в себя такие понятия как «знания», «умения» и «отношения». «Умения» в данном контексте означают «способность выполнять человеком конкретные управленческие и технические задачи», «отношения» - «когнитивные способности и способности устанавливать связи», а «знания» - «совокупность знаю что» (языки программирования, средства разработки и дизайна). Данная трактовка понятия подкрепляет идею EQF (The European Qualifications Framework for Lifelong Learning), где «компетенция» определяется как «подтвержденная способность использовать знания, умения и персональные, социальные и/или методологические способности в рабочих и учебных ситуациях, и профессиональном и личностном развитии» [99].

«Цифровая компетенция», лежащая в основе цифровой грамотности, в исследованиях Регионального общественного центра интернет-технологий (РОЦИТ) определяется как «способность решать разнообразные задачи в области использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ): использовать и создавать контент при помощи цифровых технологий, включая

поиск и обмен информацией, ответы на вопросы, взаимодействие с другими людьми и компьютерное программирование». [100]. В плане действий по развитию цифрового образования (DEAR), подготовленном Европейской комиссией, отмечается, что особенно значимым в формировании цифровой компетенции является «осознанное и ответственное использование индивидом цифровых технологий в обучении, на работе и в общественной жизни» [101].

Понятие «цифровая компетенция» трактуется в данных источниках по-разному, но можно сделать вывод, что оно включает в себя три важных компонента: «определенные знания в области цифровых технологий и техник ее применения», «определенные умения и навыки, основанные на этих знаниях» и «определенный уровень когнитивных способностей и ценностей (ответственное отношение, обеспечение и соблюдение безопасности в цифровой среде, способность к цифровому сотрудничеству и др.). Данная трактовка понятия будет взята за основу исследования.

Анализ зарубежной литературы позволяет определить наличие различных моделей цифровых компетенций, разработанных группами экспертов: учеными, представителями бизнес-сектора и государственными органами, специалистами в сфере информационных технологий. В последнее десятилетие было развернуто множество проектов в этом направлении [102-107]. Среди общеизвестных результатов следует отметить четыре модели цифровых компетенций, которые наиболее актуальны на данный момент и более точно отражают взятую за основу исследования трактовку понятия «цифровая компетенция» (рисунок 1.6). К этим моделям относятся:

- DigCompEdu 2018: Европейская модель цифровых компетенций для образования [98, с.16];
- EU DigComp 2.1. Модель цифровых компетенций для граждан[108];
- Target Competency Model 2025 (Целевая модель компетенций 2025) [109];
- European Competency Framework (e-CF) [110].

Была построена сравнительная таблица данных моделей, отражающая особенность и структуру определенной модели, детальную расшифровку компонентов компетенций (Приложение В).

Анализ представленных МЦК показал, что Европейская модель цифровых компетенций для образования (DigCompEdu 2018) способствует формированию нового видения цифровых компетенций по трем направлениям: совершенствование применения цифровых технологий в преподавании и обучении; развитие навыков, необходимых для цифровой трансформации; анализ и прогнозирование на основе данных в образовании.



Рисунок 1.6 – Мировые модели цифровых компетенций и их особенности

Из анализа структуры данной модели можно увидеть, что цифровые навыки, лежащие в основе цифровых компетенций, условно делятся на пользовательские и профессиональные. В данной МЦК для учащихся старшей школы приемлемым считаются пользовательские цифровые навыки, как базовые, так и производные. Базовые цифровые навыки заложены в программах по многим основным предметам. Производные цифровые навыки формируются путем целенаправленного использования на уроках и во внеурочное время: квесты, элективные курсы, исследовательские проекты, создание мобильных приложений для социальных целей и т.п.

Второе МЦК: EU DigComp 2.1., основной целью которого является подготовка рекомендации для обучения людей и разработка политики в области развития цифровой экономики имеет более расширенную структуру и включает 5 областей и 21 компонент компетенций для всех граждан. Данная МЦК наиболее полно отражает учебные программы старшей школы РК, так как включает все основные аспекты цифровой компетенций. Информационная грамотность учащегося, умение сотрудничать в цифровой среде, умение обеспечить и соблюдать кибербезопасность, способность решать несложные технические проблемы, связанные со своим персональным компьютером и настройкой сети, являются основными компетенциями, заложенными в учебных программах информатики старших классов. Компетенция, связанная с созданием цифрового контента, на первый взгляд может показаться сложной, но в учебной программе по предмету информатика в старшей школе предусматривается разработка сайтов, мобильных приложений и веб-программирование.

Target Competency Model 2025 (Целевая модель компетенций 2025) имеет цель развития цифровых навыков, охватывающие технические знания в области ИКТ, в тесной связи с мягкими навыками и общими знаниями. Структуру модели представляют: технические навыки работы с цифровыми устройствами; когнитивные и социально-поведенческие навыки, направленные на эффективную коммуникацию и саморазвитие человека в цифровой среде. Из данной МЦК можно выделить навык цифровой коммуникации, как наиболее важный компонент цифровой компетенций. Коммуникация и сотрудничество как отдельная область также отражено в модели EU DigComp. Что касается цифровых навыков, то создание информационных производственных систем является сложной задачей для учащихся старших классов, хотя на примере жизненного цикла инновации учащиеся создают собственные мини-проекты на уроках. А навык управления информацией в контексте анализа и обработки информации является важным компонентом и отражен также в EU DigComp.

МЦК - European Competency Framework - представляет собой рамочную структуру ИКТ-компетенций, которая может быть использована предприятиями ИТ-индустрии и компаниями, использующими ИКТ в своей основной деятельности для определения соответствия квалификации своих (нанимаемых) сотрудников определенным стандартам качества. В данном МЦК самый широкий набор компетенций (40), сгруппированных по 5 этапам жизненного цикла ИС. Эти компоненты и уровни владения выходят на профиль профессии. Предложенные компетенции можно соотнести к специализированным профессиональным цифровым навыкам, связанные с решением сложных профессиональных задач в ИТ-индустрии, как в модели DigCompEdu 2018. Поэтому в основном все компоненты компетенций не соответствуют содержанию учебных программ старшей школы РК. Но, тем не менее есть некоторые компетенции пользовательского уровня, которые можно включить в разрабатываемую модель.

Таким образом, сравнительный анализ исследованных МЦК показал, что они взаимно дополняют друг друга, но тем не менее есть компоненты компетенций, полноценно отраженные в учебных программах, и есть компоненты, неприемлемые для учащихся старшей школы. Резюмируя можно сказать, что EU DigComp 2.1. - Модель цифровых компетенций для граждан - наиболее полно отражает учебные программы старшей школы РК, так как включает все основные аспекты цифровой компетенции. А в Target Competency Model 2025 (Целевая модель компетенций 2025) можно выделить навык цифровой коммуникации как наиболее важный компонент цифровой компетенции. В European Competency Framework (e-CF) можно вычлени такие компетенции пользовательского уровня, как: управление отношениями, рисками, проблемами; управление проектом, согласно жизненному циклу инновации, которые можно включить в прогнозируемую модель.

Результаты сравнительного анализа мировых рамок цифровых компетенций позволили определить первичный набор компонентов, который

будет взят за основу разработки модели компетенций для формирования программ обучения.

С целью детального анализа содержания действующих образовательных программ в РК и для реализации данного набора компетенций были выбраны программы обучения старшей школы Назарбаев Интеллектуальных школ. Данный выбор обусловлен тем, что система среднего образования Республики Казахстан с 2016 года претерпевает масштабную перестройку по планомерному обновлению образовательных программ обучения, основываясь на опыте Назарбаев Интеллектуальных школ [111-112]. Учебные программы сети Назарбаев Интеллектуальных школ NIS-Programme с 2012 года внедрены и реализуются в 21 интеллектуальных школах во всех регионах Казахстана. Помимо предметного содержания, образовательные программы нацелены на развитие навыков широкого спектра, которые необходимы современному выпускнику, чтобы быть конкурентоспособным в цифровом мире [113].

В 2020 году на основании широкомасштабного исследования проектными группами Центра образовательных программ и Назарбаев Интеллектуальных школ была разработана Рамка ключевых компетенций NIS-Programme, которая формируется через ценности, знания, навыки и виды грамотности (рисунок 1.5) Как видно из данного рисунка, в состав ключевых компетенций входят и цифровые навыки. Отсюда можно сделать вывод, что учебные программы сети Назарбаев Интеллектуальных школ начали адаптироваться с фокусом на развитие ключевых компетенций, где ожидаемый результат обучения выражается через компетенции [114].

Для проведения качественного анализа контента отдельных учебных программ на наличие элементов компетентностно-ориентированного подхода были выбраны образовательные программы и среднесрочные планы старших классов по предметам информатика (как специфический предмет) и математика (как общеобразовательный предмет), реализующиеся в школах в 2020-2021 учебном году.

Анализ содержания данных учебных программ старшей школы (11-12 классы) показал, что они имеют отдельный раздел - «Компетентность в использовании информационно-коммуникационных технологий», где дается краткое описание понятию «компетенция» и определяется перечень компетенций, которые развивают содержание данного предмета.

К примеру, в учебной программе по информатике (11-12 класс) говорится, что: «Учащиеся развивают навыки по предмету «Информатика» по всей образовательной программе, находя, создавая и используя информацию, сотрудничая и сообщая информацию и идеи, оценивая и затем совершенствуя свою работу, а также используя широкий спектр оборудования и приложений» [115].



Рисунок 1.5 - Рамка ключевых компетенций NIS-Programme (2020)
Примечание - Составлено по источнику [114, с.104]

Перечень компетенций, заложенных в учебной программе по информатике (из программы):

- творческий подход в использовании знаний по предмету «Информатика» при решении практических задач и при организации обработки, хранения и передачи данных;

- гибкость мышления, навыки самостоятельного обучения и профессионального развития;

- повышение личных ценностей и жизненных приоритетов, содержащих мировоззрение на проблемы компьютеризации;

- развитие презентационных навыков, которые включают сбор материалов из различных источников, отобранных для определенной цели и аудитории;

- сбор материала и их совместное использование через электронные средства коммуникации в групповой слаженной работе над различными темами;

- применение и развитие компьютерных моделей (например, с помощью электронных таблиц) для имитации реальных систем и событий, а также изучение этих ситуаций для дальнейшего понимания;

- использование программного обеспечения для обработки текста, верстки печатных изданий, создание веб-страниц и презентаций для письменной работы, требуют навыков и умений в выборе программного обеспечения, дизайна, модели, стиля, языка, содержания и т.д.;

- использование и развитие прикладного программного обеспечения через языки высокого уровня требуют логики и вычислительных способностей.

Как видно из данного списка, виды цифровой компетенции включают не только пользовательские базовые навыки, но и когнитивные навыки: саморазвитие, организованность, управленческие навыки, достижение результатов, решение нестандартных задач, адаптивность и навыки коммуникации, к примеру: сбор материала и его совместное использование через электронные средства коммуникации в групповой слаженной работе над различными темами.

Анализ инструктивно-методических рекомендаций по организации образовательного процесса в 2021-2022 учебном году выявил, что, кроме обязательного учебного предмета «Информатика», в Типовой учебный план Назарбаев Интеллектуальных школ был внедрен новый предмет «Программирование» [114, с.196]. Необходимость внедрения предмета обусловлена растущим спросом навыка программирования на языке Python. Данное новшество, безусловно, позитивно скажется на формировании ряда цифровых компетенций учащихся старшей школы.

Интеллектуальные школы, прошедшие международную аккредитацию CIS (Council of International Schools), развиваются в непрерывном процессе, тем самым шагая в ногу с мировыми тенденциями [116]. Одним из новых стандартов CIS является «развитие цифрового гражданства», которое

определяется как набор фундаментальных цифровых навыков, которые необходимы каждому человеку, чтобы безопасно, ответственно и этично пользоваться цифровыми технологиями [117].

Учебные программы интеллектуальных школ также пересматриваются с позиции развития цифрового гражданства. В нашем случае можно сказать, что контент учебной программы и учебных планов по предмету «Информатика» основной и старшей школы соответствует требованиям по развитию цифровой компетенции (таблица 1.6).

Таблица 1.6 - Отражение элементов Цифрового гражданства в содержании учебной программы по предмету «Информатика»

Элементы цифрового гражданства	Класс, раздел
Цифровое здоровье и благополучие	7 класс Безопасная работа за компьютером
Цифровая безопасность	8 класс Безопасность и сети 9 класс Здоровье и безопасность 10 класс Сеть и безопасность
Цифровые права и ответственность	11–12 классы Информационная безопасность
Цифровая грамотность	7 класс Тексты, Электронные таблицы, Компьютерные сети 10 класс Создание сайта
Примечание - Составлено по источнику [114, с.196]	

В инструктивно-методических рекомендациях представлен яркий пример отражения элементов цифрового гражданства на примере раздела «Информационная безопасность» в 11 классе (таблица 1.7)

Предмет «Информатика» является специфическим в отношении развития цифровых компетенций, и, как мы видим, учебные программы наглядно отражают компетентностный подход. Поэтому было принято решение провести анализ учебной программы по предмету «Математика» в старшей школе как неспецифического предмета в данном аспекте.

Анализ содержания учебной программы по предмету «Математика» выявил также наличие перечня цифровых компетенций, необходимых для развития в рамках данного предмета:

- Последовательное обучение учащихся навыкам работы с инженерным калькулятором (для обеспечения наглядности, высвобождения времени при выполнении объемных заданий, использования их при выполнении проектов, исследовательских задач и т. д.).

Таблица 1.7 - Цифровое гражданство на примере раздела «Информационная безопасность» в 11 классе

Тема	Цели обучения	Элемент цифрового гражданства
Безопасность, конфиденциальность данных	11.1.2.1 объяснять разницу между терминами «безопасность», «конфиденциальность» и «целостность данных»	Цифровая безопасность, Цифровой закон
Способы защиты	11.1.2.2 аргументировать необходимость защиты данных и компьютерной системы	Цифровое здоровье и благополучие
	11.1.2.3 описывать способы защиты, разработанные для обеспечения безопасности данных, включая резервное копирование и зеркалирование дисков	Цифровая безопасность, Цифровой доступ
	11.1.2.4 описывать способы защиты, разработанные для обеспечения безопасности данных, включая шифрование и авторизацию	Цифровая безопасность, Цифровой доступ
Валидация и верификация	11.1.2.5 объяснять разницу между терминами валидация и верификация	Цифровая безопасность
Технологии Blockchain	11.1.2.6 объяснять назначение и принцип работы технологии Blockchain	Цифровая коммерция
Этика и право собственности	11.1.3.1 соблюдать закон об авторском праве при разработке приложения	Цифровой этикет, Цифровой закон
	11.1.3.2 описывать особенности программного обеспечения с открытым исходным кодом	Цифровые права и ответственность, Цифровая безопасность
	11.1.3.3 описывать особенности программного обеспечения с закрытым исходным кодом	Цифровые права и ответственность, Цифровая безопасность
	11.1.3.4 использовать методы ограничения доступа к данным, предоставляемым через Интернет	Цифровые права и ответственность, Цифровая безопасность, Цифровая коммуникация
	11.1.3.5 оценивать риски использования облачных технологий	Цифровые права и ответственность Цифровая безопасность
Примечание - Составлено по источнику [114, с.197]		

- Обучение учащихся с помощью электронных учебников, которые способствуют развитию навыков самоконтроля;

- Использование оценочных заданий с помощью специальных программ;
- Построение графиков, чертежей самими учащимися с использованием программного обеспечения;
- Развитие у учащихся навыков самостоятельной работы, связанной с поиском информации, ее отбором, сравнением и установлением связей и различий между фактами и явлениями;
- Создание видео о процессе выполнения творческого задания;
- Обеспечение наглядности при изучении различных разделов математики (например, геометрии, при помощи программного обеспечения GeoGebra);
- Совершенствование навыков учащихся в математическом моделировании с помощью различных программных сред;
- Развитие у учащихся умения выдвигать гипотезы и проверять их с помощью различных программных сред (например, при решении вероятностных задач);
- Участие в интернет-олимпиадах или олимпиадах, в которых дистанционная олимпиада является отборочным туром, которые способствуют развитию математических способностей и творческой активности школьников;
- Участия в онлайн-сообществе или форуме, что дает возможность продолжать вне школы диалог на актуальные темы, посредством которых развиваются математические навыки и математический язык [118].

Данный перечень компетенций также покрывает такие виды компетенций как информационная грамотность, программирование, коммуникация в цифровой среде, создание и развитие цифрового контента.

Как отмечается в учебной программе NIS-Programme, на уроках математики важно «последовательное применение информационных технологий, возможности которых раскрываются в сочетании с математическими методами исследований и обработки информации» [119]. Учителям предлагается использовать информационные технологии для систематизации и обработки полученных данных. К примеру, построение обратных тригонометрических функций через приложение GeoGebra и создание интерактивной модели, которая позволит развить цифровые компетенции учащихся наряду с улучшением точности графического восприятия учебного материала. Также в программе предусмотрено использование цифровой образовательной платформы «Online Mektep» для осуществления мониторинга выполнения уровневых заданий [120].

Хорошим доказательством отражения в учебной программе компетентностно-ориентированного подхода является пересмотр программ с позиции Programme for International Student Assessment (PISA). Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся PISA (Programme for International Student Assessment) – это международное сопоставительное

исследование качества образования, в рамках которого оцениваются знания и навыки учащихся школ в возрасте 15 лет [121]. В 2022 году планируется оценка математической грамотности учащихся. Анализ официального сайта показал, что математическая грамотность рассматривается в контексте современных технологических изменений в условиях неустойчивой внешней среды. Оценка ситуации, выбор эффективных стратегий, логические выводы, описание и разработка решений, эффективность принятых решений являются этапами математических рассуждений.

Важно отметить, что учебные программы должны быть нацелены на использование математических навыков во всех сферах жизни: личной, научной, профессиональной и общественной. Анализ учебной программы показал, что в целом компетентностно-ориентированный подход имеет место в содержании программы, хотя развитие цифровых компетенций носит хаотичный характер.

Помимо обязательного предметного содержания, образовательные ресурсы NIS-Programme содержат и цикл элективных курсов для изучения по выбору. Данные элективные курсы также нацелены на развитие компетенций, в том числе цифровых. В таблице 1.8 представлены некоторые элективные курсы, разработанные Центром образовательных программ НИШ.

Таблица 1.8 Перечень элективных курсов для развития цифровых компетенций

№	Направление	Наименование	Классы	Объём, ч	Язык
1	IT компетенций	IT Essentials	10	34	рус., англ.
2		Разработка мобильных приложений	12	9	англ.
3		Невидимый мир гаджетов	7–8	17	каз., рус.
4		Основы финансовой безопасности	12	10	каз., рус.
Примечание - Составлено по источнику [114, с.178]					

Результат анализа содержания программ позволяет сделать вывод, что учебные программы NIS-Programme (2021-2022 учебный год) отражают некоторые общие подходы компетентностно-ориентированного образования, основанного на стандартах CIS (цифровое гражданство) и Pisa (функциональная грамотность). В учебных программах дается обобщенный набор цифровых компетенций. Данные компетенции не имеют четкой структуры (классификации) и соответственно имеют размытый алгоритм формирования в учебном процессе.

Таким образом, существует необходимость разработки модели цифровых компетенций учащихся старших классов, основываясь на результаты сравнительного анализа мировых моделей компетенций, позволяющая конкретизировать набор компетенций для формирования персональных программ обучения.

Выводы по первому разделу:

1. В данном разделе проведено изучение современного состояния вопроса внедрения персонализированного обучения в учебный процесс образовательных учреждений в целом и по Республике Казахстан. Терминологический анализ понятия показал, что персонализированное обучение можно охарактеризовать как образовательную модель, в которой программы, методы обучения и академические стратегии ориентированы на индивидуальные потребности, интересы и социокультурный фон обучаемого. Выбор того или иного вида персонализации зависит от целей обучения, категорий обучающихся и возможностей организации, в том числе, технических. Поскольку в рамках одного исследования сложно будет охватить все виды персонализации, поэтому согласно поставленным задачам, в данном исследовании рассматривается персонализация программы, где адаптируется контент под персональные характеристики учащихся.

2. В процессе исследования было выявлено, что организация эффективного персонализированного процесса обучения, отвечающего потребностям и способностям обучаемого и запросам современного общества, может быть достигнута лишь с использованием информационных технологий. Главная их задача: оптимизировать процесс обучения в соответствии с потребностями обучаемого и систематизировать деятельность учителя в этом направлении. Данные технологии также позволяют развивать необходимые компетенции за счет построения персональных траекторий обучения.

3. Проведен обзор и анализ существующих отечественных и зарубежных цифровых сред и платформ, используемых в образовательном процессе. Изучены основные характеристики и проведен сравнительный анализ преимуществ и недостатков. Увеличение количества и разнообразия цифровых образовательных продуктов обеспечивает достаточные условия для разработки персональных образовательных сред обучения. Но уровень персонализации в рассмотренных примерах выражен слабо: автоматизированные системы подбора курсов не покрывают определенный набор персональных характеристик обучаемых, не учитываются результаты очных занятий в интеграции с результатами дистанционного формата обучения. Результаты сравнительного анализа используются для определения требований к модели персонализированного обучения с поддержкой информационных технологий.

4. Результат анализа КООП системы НИШ позволяет сделать вывод, что учебные программы NIS-Programme (2021-2022 учебный год) отражают общие подходы компетентностно-ориентированного образования, основанные на стандартах CIS (цифровое гражданство), Pisa (функциональная грамотность). В учебных программах дается обобщенный набор цифровых компетенций, необходимых для развития через предметное содержание. Данные компетенции не имеют четкой структуры (классификации) и соответственно имеют размытый алгоритм формирования в учебном

процессе. Результаты анализа подтверждают необходимость разработки рамки цифровых компетенций учащихся старших классов, которая могла бы конкретизировать критерии и компоненты цифровой компетенции.

5. Результаты сравнения цифровых мировых рамок показали, что EU DigComp 2.1. - Модель цифровых компетенций для граждан - наиболее полно отражает учебные программы старшей школы РК, так как включает все основные аспекты цифровой компетенции. В Target Competency Model 2025 (Целевая модель компетенций 2025) можно выделить навык цифровой коммуникации, как наиболее важный компонент цифровой компетенции. В European Competency Framework (e-CF) можно вычленить некоторые компетенции пользовательского уровня, которые можно включить в прогнозируемую модель: управление отношениями, рисками, проблемами; управление проектом, согласно жизненному циклу инновации. Результаты сравнительного анализа мировых рамок взяты за основу разработки модели компетенций в 3 главе диссертации.

6. Полученные результаты исследований доложены и опубликованы в сборниках Международных научно-практических конференций [37,39,40,42,111,112].

2 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЛОГИКО-СТРУКТУРНОГО ПОДХОДА

2.1 Методика использования логико-структурного подхода для разработки концептуальной модели

Логико-структурный подход (ЛСП), английский термин Logical Framework Approach (LFA), активно используется при разработке и реализации различных проектов, в том числе проектов в сфере информационных систем.

Логико-структурный подход состоит из этапа анализа проблем и разработки целей, которые необходимо достичь для решения этих проблем, а также этапа планирования, который определяет конкретные действия, направленные на достижение данных целей [122-123].

Этап анализа включает:

- 1) анализ проблем - определение заинтересованных сторон (стейкхолдеров), их ключевых проблем, препятствий и возможностей; определение причинно-следственных связей между проблемами (рисунок 2.1).

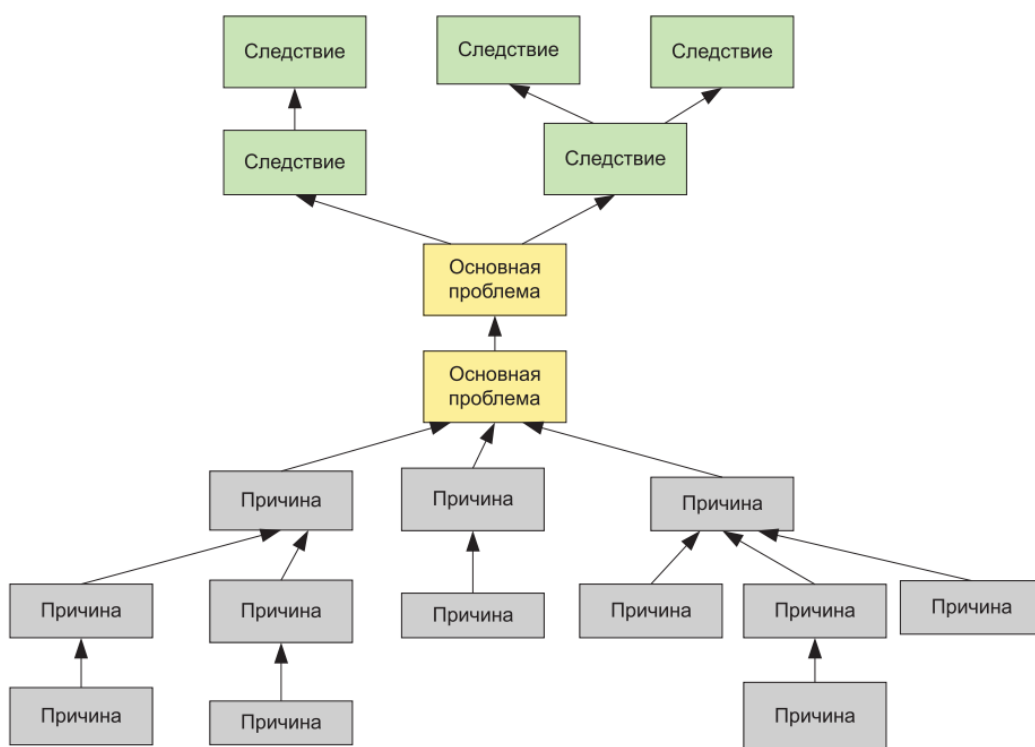


Рисунок 2.1 - Шаблон схемы построения дерева проблем

Примечание - Составлено по источнику [124, с.53]

- 2) анализ целей - выработка целей, вытекающих из выявленных проблем; определение связей “средства-цель”;

3) анализ стратегий - определение стратегий достижения целей и постановка главных целей (общих целей и цели проекта).

Этап планирования предусматривает:

- построение логической матрицы проекта - определение структуры проекта, проверка его внутренней логики, а также формулирование целей в измеримых величинах, определение средств и затрат;

- планирование деятельности - определение последовательности и взаимозависимости действий, оценка их продолжительности, установка этапов и распределение ответственности;

- планирование ресурсов - на основе плана действий разрабатывается план расходования ресурсов и бюджет проекта.

Логико-структурный подход является методом, который допускается адаптировать и развивать. Для визуального представления реализации задачи разработки концептуальной модели внедрения персонализированного обучения была разработана структурная схема авторской методики использования логико-структурного подхода (рисунок 2.2). В нашем исследовании этот метод использовался для разработки концептуальной модели внедрения персонализированного обучения, за основу которого были взяты результаты этапа анализа.

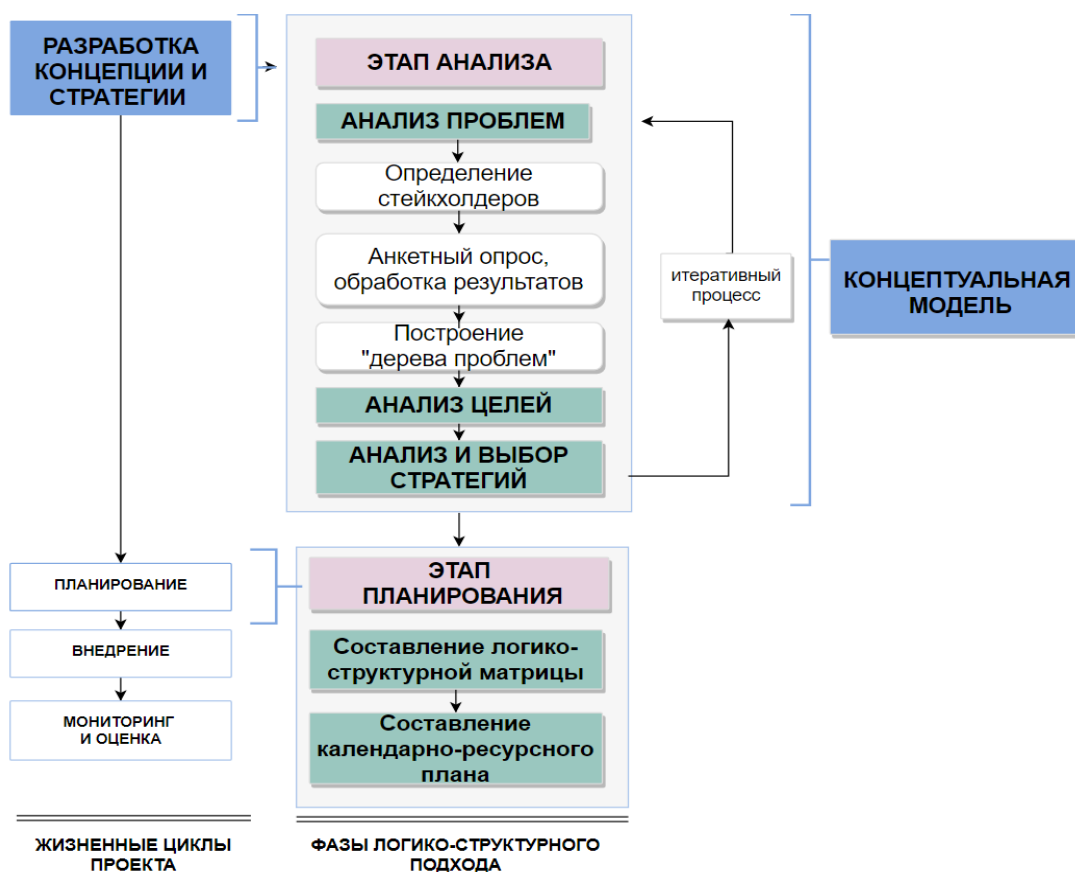


Рисунок 2.2 – Структурная схема методики использования ЛСП

Согласно данной структурной схеме, в следующих разделах главы обсуждаются результаты этапа анализа (анализ проблем, анализ целей и выбор стратегии) для разработки концептуальной модели внедрения персонализированного обучения и результаты этапа планирования для возможности практической реализации данной модели. Данная методика использования ЛСП в разработке концептуальной модели внедрения является универсальной для аналогичных случаев. Важным моментом также является то, что на этапе анализа проблем был использован метод ранжирования [125] как оценочный инструмент для определения значимости проблем.

2.2 Концептуальная модель внедрения персонализированного обучения

Согласно структурной схеме на рисунке 2.2, первым пунктом аналитической фазы является определение стейкхолдеров проекта и выявления уровня их заинтересованности.

Заинтересованными сторонами являются отдельные лица, группы лиц или учреждения, интересы которых затрагивает проект. В данном исследовании переход на персонализированное обучение интересен в первую очередь для учащихся старших классов и их родителей, администрации и учителей, преподающих в старшей школе. Также при реализации проекта затрагиваются интересы руководящих структур в сфере образования: МПРК, Республиканский научно-практический центр «ДАРЫН», Автономная организация образования «НИШ». Сразу заметим, что, следуя идеологии логико-структурного подхода, влияние этих организаций на проект предполагается учитывать в качестве допущений (рисков) и потому далее детально анализироваться не будет.

В 2020-2021 учебном году авторами было инициировано проведение анкетных опросов, направленных на выявление проблем перехода на персонализированное обучение в Интеллектуальных школах. Анкетирование охватило сеть Интеллектуальных школ Казахстана по всем регионам и предназначалось в первую очередь основным заинтересованным сторонам проекта: учащимся и их родителям, преподавателям.

Выбор в качестве объекта исследования сети Назарбаев Интеллектуальных школ [126-127] продиктован следующими обстоятельствами:

- сеть NIS является форпостом внедрения инновационных методов обучения школьников Казахстана на примере работы с талантливой молодежью;
- высокий уровень технического оснащения школ NIS;
- учащиеся Интеллектуальных школ имеют серьезную мотивацию к приобретению высокого уровня компетенций и использованию современных информационно-коммуникационных технологий;
- образовательные учреждения сети NIS имеют опыт выполнения крупных совместных инновационных проектов;

-положительный опыт сети NIS транслируется в общеобразовательные школы Казахстана.

Поскольку в программе статистического наблюдения отсутствуют вопросы, варианты ответа на которые измеряются в интервальной и относительной шкалах, расчет минимального объема выборки (формула 2.1) производился по известной формуле:

$$n = \frac{t^2 w(1-w)N}{N\Delta^2 + t^2 w(1-w)}, \quad \sigma^2 = w(1-w) = 0,25 \quad (2.1)$$

где σ^2 – дисперсия (принята равной 0,25);

t – коэффициент доверия (для доверительной вероятности 0,954 равен 2);

Δ – предельная ошибка выборки (0,11);

N – численность генеральной совокупности (19 школ – всего 4797 учеников и, соответственно, 4797 родителей, 402 преподавателя старших классов [128]. Минимальный объем выборки, обеспечивающий ее репрезентативность: при опросе учеников и родителей – 83, при опросе учителей – 67. На первом этапе анкетирование было проведено среди учащихся старших классов и их родителей (10-12 классы), ответов было получено 101 от родителей (<https://forms.office.com/Pages/DesignPage.aspx?fragment=FormId%3DyVLbOR7jwkKAg3U1W3KN45vKqSoT3OxLqgGTjt2ywcpUOEUXWEtIRFg2QjU1OFROR1M3RzI3UEtWUC4u%26Token%3Da6e00510a30c40d1afd6770767105df8> и 123 – от учащихся (<https://forms.office.com/Pages/DesignPage.aspx?fragment=FormId%3DyVLbOR7jwkKAg3U1W3KN45vKqSoT3OxLqgGTjt2ywcpUODdIRVZHVfDdODJPN1IKS0JCSFZTR08yRy4u%26Token%3D884b316d1b0448b1b465aa8c4784a517>).

На втором этапе анкетированием был охвачен преподавательский состав Интеллектуальных школ Казахстана в количестве 102 человек (<https://forms.office.com/Pages/DesignPage.aspx?fragment=FormId%3DyVLbOR7jwkKAg3U1W3KN45vKqSoT3OxLqgGTjt2ywcpUQzBUQVhaVkpWTFcyQjFSQTLQkNOUEpFRi4u%26Token%3Dc18021aa7c364eb3ad02057c3f298082h>).

Данные ссылки доступны пользователям с рабочей или учебной учетной записью Office 365, так как разрабатывались и проводились согласно внутренним корпоративным актам Автономной Организации Образования NIS Республики Казахстан. Обработка данных осуществлялась с помощью специализированного программного приложения MS Forms. Валидность и достоверность вопросов анкетирования были заранее проверены через тестирование, в котором приняли участие 17 респондентов Назарбаев Интеллектуальной школы г.Усть-Каменогорск. Анализ результатов альфа методом Конбаха показал достаточный уровень надежности (0,73). Первичный анализ данных анкетирования позволил выявить основные 6 факторов, препятствующих внедрению персонализированного обучения: отсутствие

персональной образовательной среды (образовательной платформы), неструктурированность предлагаемых ресурсов, субъективность оценивания, слабый учет индивидуальных потребностей и интересов, отсутствие ресурсной базы, слабая мотивация учителей (материальная в том числе).

Проблемы, озвученные респондентами, имеют место. Особенно остро стоит вопрос разработки единой образовательной платформы, включающей возможность отслеживания прогресса каждого ученика с эффективной системой оценивания учебных достижений. Факт, что образовательная система Казахстана во время пандемии Covid-19 ощутила на себе весь спектр проблем из-за отсутствия единой образовательной платформы. В очень короткий срок были разработаны и дополнены ресурсами множество образовательных платформ. Каждая организация образования в силу своих возможностей выбирала электронные образовательные платформы. Из числа действующих образовательных платформ можно назвать: iMekterp.kz, Bilimland.kz, Twig-bilim.kz, Zhastar.org, Audiokitap.kz, Openu.kz, Academia.kz и другие. В онлайн режиме использовались социальные сети, телетрансляции уроков. Лидерами в использовании были признаны платформы для обучения ZOOM и Microsoft Teams [129]. Но тем не менее для массового внедрения данного вида обучения необходимы научное изучение вопросов внедрения, разработка методики перехода на персонализированный формат обучения. Исследование вопросов разработки информационных технологий для создания персонализированных траекторий обучения, особенно для одаренных учащихся и учащихся с особыми образовательными потребностями, также требуют всестороннего изучения.

Для дальнейшей обработки данных анкетирования был использован метод ранжирования. Число факторов $n=6$. Число категорий экспертов $m=4$. На основе данных анкетного опроса составлена сводная матрица рангов (таблица 2.1).

Таблица 2.1 - Сводная матрица рангов

Факторы, препятствующие внедрению персонализированного обучения		Эксперты			
		1 <i>школьник</i>	2 <i>родитель</i>	3 <i>учитель</i>	4 <i>администрация</i>
x ₁	Неструктурированность предлагаемых ресурсов	3	4	5	4
x ₂	Субъективность оценивания	5	6	3	4
x ₃	Слабый учет индивидуальных потребностей и интересов	4	3	1	3
x ₄	Отсутствие персональной образовательной среды (образовательной платформы)	1	1	3	1
x ₅	Слабая мотивация учителей (материальная в том числе)	6	5	6	6
x ₆	Отсутствие ресурсной базы	2	2	2	2

В связи с тем, что в данной матрице в оценке экспертов №3 и №4 имеются одинаковые ранговые номера, было произведено переформирование рангов без изменения мнения экспертов (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Переформирование рангов эксперта №3 и №4

Номера мест в упорядоченном ряду	1	2	3	4	5	6
Расположение факторов эксперта №3	1(x ₃)	2(x ₆)	3(x ₂)	3(x ₄)	5(x ₁)	6(x ₅)
Новые ранги эксперта №3	1	2	3,5	3,5	5	6
Расположение факторов эксперта №4	1(x ₄)	2(x ₆)	3(x ₃)	4(x ₁)	4(x ₂)	6(x ₅)
Новые ранги эксперта №4	1	2	3	4,5	4,5	6

На основании переформирования рангов была построена новая матрица рангов (таблица 2.3).

Таблица 2.3 - Матрица рангов

Факторы, препятствующие внедрению ПО	Категории экспертов				Сумма рангов	Δ	Δ ²
	1	2	3	4			
x ₁	3	4	5	4,5	16,5	2,5	6,25
x ₂	5	6	3,5	4,5	19	5	25
x ₃	4	3	1	3	11	-3	9
x ₄	1	1	3,5	1	6,5	-7,5	56,25
x ₅	6	5	6	6	23	9	81
x ₆	2	2	2	2	8	-6	36
Σ	21	21	21	21	84	S = 213,5	

Проверка правильности составления матрицы производится на основе исчисления контрольной суммы по формуле 2.2:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = \frac{(1+n) \cdot n}{2} = \frac{(1+6) \cdot 6}{2} = 21 \quad (2.2)$$

Суммы по столбцам матрицы равны между собой и контрольной суммой, значит, матрица составлена правильно. Оценки исследуемых факторов по значимости распределились следующим образом (таблица 2.4).

Таблица 2.4 - Расположение факторов по значимости

Факторы, препятствующие внедрению персонализированного обучения		Сумма рангов
x ₄	Отсутствие персональной образовательной среды (образовательной платформы)	6,5
x ₆	Отсутствие ресурсной базы	8
x ₃	Слабый учет индивидуальных потребностей и интересов	11
x ₁	Неструктурированность предлагаемых ресурсов	16,5
x ₂	Субъективность оценивания	19
x ₅	Слабая мотивация учителей (материальная в том числе)	23

Полученные результаты для наглядности можно представить в виде диаграммы (рисунок 2.3) и провести классификацию выявленных факторов по сумме рангов.

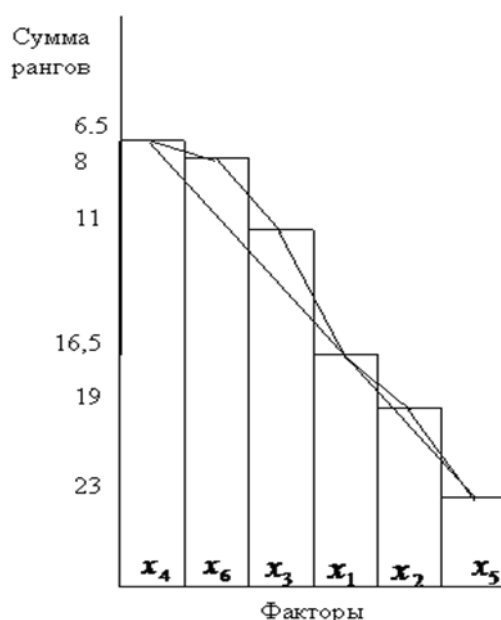


Рисунок 2.3 - Диаграмма распределения рангов

На основе диаграммы можно сделать следующие выводы:

- первая группа по значимости включает два фактора: фактор x₄ (отсутствие персональной образовательной среды (образовательной платформы) и фактор x₆ (отсутствие ресурсной базы);
- вторая группа по значимости включает в себя один фактор x₃ (слабый учет индивидуальных потребностей и интересов);
- третья группа включает в себя факторы x₁ (неструктурированность предлагаемых ресурсов), x₂ (субъективность оценивания), x₅ (слабая мотивация учителей (материальная в том числе)).

Таким образом, значимыми факторами, препятствующими внедрению персонализированного обучения являются следующие факторы: x^4 , x^6 , x^3 .

Авторами была проведена оценка средней степени согласованности мнений всех экспертов, согласно коэффициенту конкордации по формуле 2.3. Расчеты, согласно формуле, показывают:

$$W = \frac{213,5}{\frac{1}{12} \cdot 4^2 \cdot (6^3 - 6) - 4 \cdot 1,0} = \frac{213,5}{276,0} = 0,774 \quad (2.3)$$

$W = 0.774$ говорит о наличии высокой степени согласованности мнений экспертов.

$W = 0.744$ - величина не случайная, а потому, полученные результаты по оценке факторов, препятствующих внедрению данного вида обучения по степени их важности, имеют место быть реальными и могут быть использованы в будущих исследованиях.

Таким образом, результаты исследования на основе экспертных оценок показывают, что значимыми факторами, препятствующими внедрению нового формата обучения являются: отсутствие персональной образовательной среды (единая образовательная платформа), отсутствие необходимой ресурсной базы, слабый учет индивидуальных потребностей и интересов обучающихся в процессе обучения как следствие слабой мотивации и профессиональной подготовки кадров.

Для визуального представления результатов экспертной оценки было построено дерево проблем, позволяющее наглядно представить выявленные ключевые проблемы и их причинно-следственные связи (рисунок 2.4).

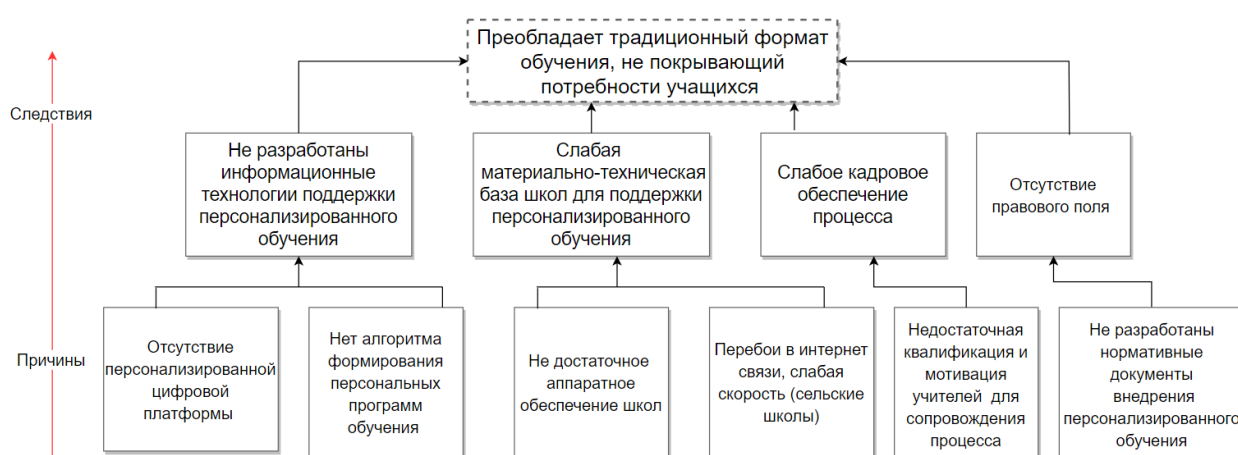


Рисунок 2.4 - Дерево проблем внедрения персонализированного обучения

На следующем этапе исследования, проблемы, показанные в «дереве проблем», были трансформированы в соответствующие цели. Таким образом, было построено «дерево целей» (рисунок 2.5).

Как видно из рисунка 2.5, эффективное внедрение персонализированного обучения возможно при выполнении таких задач, как: разработка ИТ-поддержки персонализированного обучения, улучшение материально-технической базы школы, разработка нормативно-правовой базы и подготовка кадров для реализации данного вида обучения. Следующий шаг – определить границы, которые затронет проект, и выбрать основные стратегии.

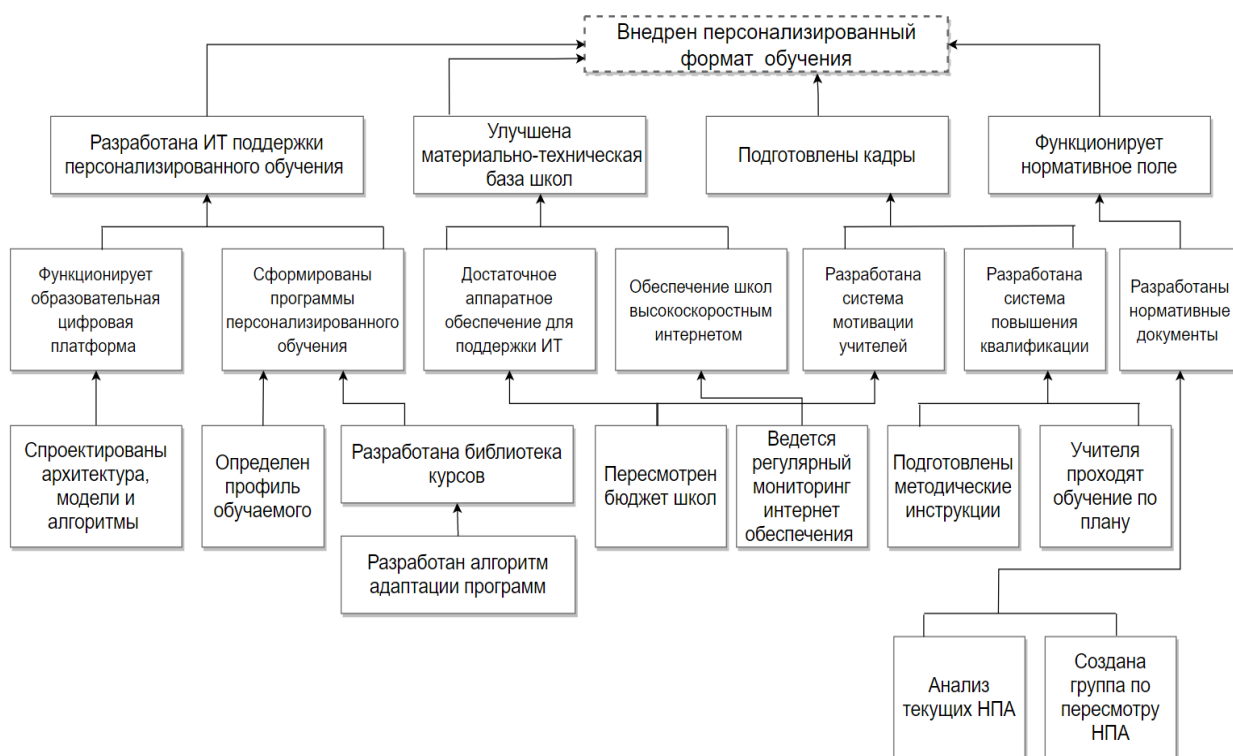


Рисунок 2.5 - Дерево целей внедрения персонализированного обучения

«Стратегия проекта - это направление в проекте, которое способствует успеху проекта в его среде» [130]. В ходе анализа стратегии принимается решение о том, какие цели могут или будут, а какие не могут или не будут достигнуты в рамках проекта. Отправной точкой для анализа стратегии в нашем случае является дерево целей.

Выбор стратегии проекта может быть тактически обработан, если существует согласованный набор критериев, по которым можно оценить достоинства различных вариантов вмешательства. В нашем случае набор критериев включает:

- ожидаемый вклад в развитие сферы образования, реализующийся через совершенствование действующей модели дистанционного обучения;
- техническая осуществимость: технически выполняемая стратегия;

- последствия для капитальных и операционных затрат, а также возможность покрытия текущих расходов на местном уровне;
- интеграция с текущими и планируемыми государственными программами и проектами: поддерживает обновленные программы обучения общеобразовательных школ РК; не противоречит правилам дистанционного обучения.

Выбранные стратегии проекта полностью соответствуют заявленным критериям (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 - Выбор стратегии для разработки концептуальной модели внедрения персонализированного обучения

Анализ стратегии достижения целей позволил выделить стратегические направления, обеспечивающие возможность внедрения персонализированного обучения в школах РК с поддержкой информационных технологий, и разработать концептуальную модель.

В разработанной концептуальной модели (рисунок 2.7) представлена целостная картина решения проблемы внедрения персонализированного обучения и учитываются все факторы, влияющие на эффективность реализации цели. Эффективное внедрение персонализированного обучения возможна при комплексном рассмотрении четырех задач: разработка программ персонализированного обучения как основное условие реализации информационной технологии поддержки персонализированного обучения, усовершенствование нормативно-правовой базы (правила организации персонализированного формата обучения, система мотивирования и др.), техническое и ресурсное обеспечение процесса персонализированного

обучения, переподготовка учителей в данном направлении (курсы повышения квалификации по методике персонализированного обучения, курсы по развитию цифровых компетенций учителей и др.) Задачи №2, №3, №4 не входят в область данного исследования и будут рассмотрены как допущения, влияющие на результат.

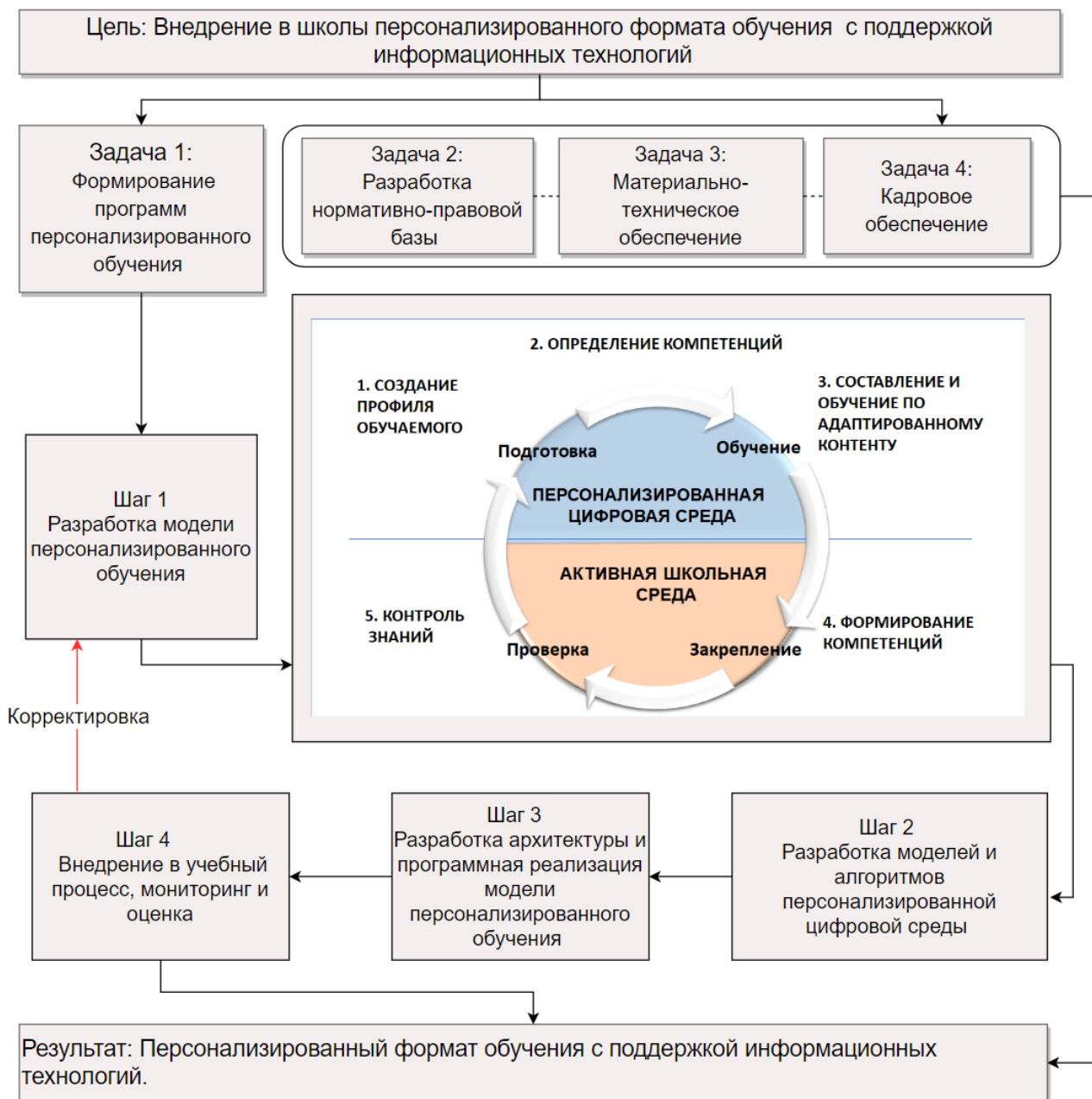


Рисунок 2.7 – Концептуальная модель внедрения персонализированного обучения

Первым шагом при реализации задачи №1 является разработка модели персонализированного обучения, которая состоит из двух взаимосвязанных между собой сред: персонализированная цифровая среда и активная школьная

среда. Класно-урочная форма остается в Казахстане как основная форма обучения, поэтому предлагается интеграция цифровой и активной среды обучения, которая позволит полноценно реализовать персонализированный формат обучения. Персонализированная цифровая среда охватывает такие компоненты, как «создание профиля обучаемого», «определение компетенций», «составление программ и обучение по адаптированному контенту».

Данный блок компонентов требует поддержки информационной технологии с автоматизированной системой подбора контента под персональные характеристики учащихся. В предлагаемой информационной технологии профиль обучаемого содержит 2 блока данных: базовый профиль и специальный профиль. Данные специального профиля являются изменяемыми, и после завершения выбранного курса осуществляется их корректировка для последующего формирования пакета курсов уже под измененные входные данные. Определение компетенции для формирования программ обучения осуществляется на основе сравнительного анализа мировых моделей компетенций, выявление соответствия набора компетенций действующим образовательным программам школ и математической обработки экспертных оценок. Составление адаптированного контента обучения подразумевает разработку системы адаптации содержания программ, которая состоит из 4-х этапов: подготовительный этап, этап автоматического подбора курсов, этап обучения, этап оценивания и корректировки. На основе автоматизированного подбора пакета курсов процесс обучения из статичного и линейного трансформируется в динамически адаптируемый процесс.

В активной школьной среде осуществляется непосредственно «развитие компетенций» и «контроль знаний», что предусматривает проведение практических, лабораторных работ, активных форм деятельности, формативного и суммативного оценивания знаний обучаемых. Данная интеграция позволит осуществить обучение по персональной траектории и не будет противоречить действующим формам организации обучения в Казахстане. Следующий этап: разработка соответствующих моделей и алгоритмов, которые будут взяты за основу архитектуры программной реализации образовательной платформы персонализированного обучения. Завершающим этапом является внедрение программного продукта в учебный процесс школ, проведение мониторинга и оценки эффективности через апробацию в экспериментальном режиме. Данный этап имеет итеративный характер и позволяет осуществить корректировку и доработку по результатам мониторинга.

И, как результат, осуществляется системный переход на персонализированный формат обучения с поддержкой информационных технологий. Модели и алгоритмы каждого из компонентов модели персонализированного обучения будут рассмотрены подробнее в 3 главе, а программная реализация архитектуры ИТ в 4 главе диссертационного исследования.

Согласно структурной схеме методики использования ЛСП (рисунок 2.2), разработанная концептуальная модель ложится за основу этапа планирования внедрения персонализированного обучения с поддержкой информационных технологий.

Этап планирования предусматривает:

- построение логико-структурной матрицы (ЛСМ) проекта - определение структуры проекта, проверка его внутренней логики, а также формулирование целей в измеримых количествах, определение средств и затрат (в целом);

- планирование деятельности - определение последовательности и взаимозависимости действий, оценка их продолжительности, постановка задач и распределение ответственности;

- планирование ресурсов - на основе плана действий разрабатывается план расходования ресурсов и бюджет проекта.

ЛСМ - это средство для систематизации большого количества информации в последовательной и краткой форме, помогающее в формулировании, реализации, мониторинге и оценке проектов (USAID, 2012). Логическая матрица объединяет различные компоненты проекта, такие как: общая цель, задачи (цели проекта), результаты, действия и т.д. (таблица 2.5), и показывает тесную взаимосвязь между ними (FundsForNGOs, 2010).

Таблица 2.5 - Шаблон построения логико-структурной схемы

Примечание - Составлено по источнику [124, с.70]

Логика действий	Показатели	Источники проверки	Допущения и предварительные условия
Общая цель	Показатели достижения цели		
Задачи проекта	Показатели выполнения проекта	Оценка уровня достижения цели	Допущения, при которых цель проекта может быть достигнута
Промежуточные результаты	Показатели полученных промежуточных результатов	Оценка уровня достижения промежуточных результатов	Допущения, при которых достигнутые результаты приведут к выполнению цели проекта
Действия	Человеческие и материальные ресурсы	Стоимость ресурсов	Допущения, при которых действия приведут к результатам
			Предварительные условия

Таким образом, логико-структурная матрица позволяет выявить закономерность между следующими компонентами:

- Какие конкретные задачи предстоит решить? → Задачи проекта;
- Что будет в рамках проекта? → Результаты;
- Почему предлагается проект? → Цель/результат;
- Как можно определить или измерить прогресс или успех проекта? →

Показатели;

- Где можно найти или проверить информацию, необходимую для оценки прогресса проекта? → Источники проверки;

- Какие потенциальные проблемы могут повлиять на успех проекта →

Допущения и предварительные условия (Taylor, Thin, & Sartain, 2003).

В приложении Г представлен один из вариантов логико-структурной матрицы, общая цель которой – внедрение персонализированного обучения в школы РК. В предложенном варианте общая цель реализуется через тактическую цель проекта: «Разработка информационной технологии поддержки персонализированного обучения». Результатами реализации тактической цели являются функционирование образовательной платформы персонализированного обучения и сформированная ресурсная база: адаптируемые учебные программы и проверочные задания. Согласно ожидаемым результатам, в ЛСМ разработаны конкретные действия, описано техническое обеспечение проекта и рассчитаны возможные затраты. В качестве измеримых проверяемых показателей предусмотрены: уровень удовлетворенности заинтересованных сторон, процент завершенности курсов, качество знаний учащихся в экспериментальных классах.

Согласно логико-структурному подходу, этап составления ЛСМ предусматривает учет возможных угроз и рисков, на которые проект повлиять не может. Но они учитываются как допущения, и выполнение этих допущений постоянно отслеживается в ходе выполнения проекта. Тем самым обеспечивается своевременное реагирование на угрозы возникновения негативных событий, препятствующих успешному выполнению проекта, а также появляются возможности полного или частичного деформирования угроз. Следует отметить, что допущение интерпретируется как положительное изложение условия, которое должно быть выполнено для достижения целей, в то время как риск - как отрицательное изложение того, что может помешать достижению целей (AusAID, 2005). Разработка нормативных документов реализации персонализированного обучения, обучение и организация специальных курсов повышения квалификации для учителей по составлению адаптированных программ, разработка системы мотивирования учителя при переходе на данный вид обучения, технические условия внедрения персонализированного обучения (доступ к интернету и оборудования) включены в ЛМС как допущения, поэтому могут быть представлены в качестве отдельных проектов.

Согласно изученным ресурсам, применение логико-структурного подхода завершается разработкой логико-структурной матрицы [124, с.92], однако для

логического завершения этапа планирования представлены образцы календарного плана работ на основе готовой ЛСМ.

Календарный план проекта предусматривает генерацию действий, представленных в ЛСМ, в конкретные задачи, с определением расчетных сроков выполнения и продолжительностью по времени. Качество календарного плана определяется согласованностью со всеми участниками проекта и утверждением плана-графика. Стоит отметить, что в календарный план возможно внесение изменений, детализирующие какие-либо действия, представленные в ЛСМ.

Программные приложения (программы-планировщики) для разработки календарного плана и создания диаграммы Ганта: PlanWIZARD, LeaderTask, JIRA, OpenProj, Smartsheet и др. эффективны и просты в использовании [131]. Подобные технические средства присутствуют и в различных программных пакетах, к примеру: Microsoft Office Visio, Microsoft Project. В большинстве, данные программные продукты являются платными. Основываясь на критериях практичности и общедоступности для разработки образцов календарных планов, в диссертации была использована программа Excel.

Исходя из вышеизложенных положений, были разработаны два образца календарного плана:

- Календарный план для полноценного внедрения информационной технологии поддержки персонализированного обучения;
- Календарный план для пилотного внедрения информационной технологии поддержки персонализированного обучения в рамках одной школы (Приложение Д).

В представленных рисунках можно увидеть иерархическую структуру задач (действий) с указанием продолжительности, дат начала и окончания, назначенных ответственных. Важным элементом в календарном плане являются контрольные точки: вехи. Данные точки показывают определенный промежуток времени, когда необходимо произвести мониторинг достижения промежуточных результатов. К примеру, в предлагаемом варианте такие вехи назначены на даты 24-25.12.2021г. и для них определены критерии, согласно которым будет осуществляться мониторинг выполнения. Соответственно, это реализация важного для осуществления проекта результата либо проверка допущения.

Что касается ресурсного обеспечения, то в рамках пилотного внедрения проекта, который носит исследовательско-прикладной характер, расходы на материальные объекты отсутствуют. Разработка информационной технологии проводилась на базе ВКТУ им.Серикбаева с использованием персонального компьютера. Также отсутствуют расходы на программные средства в связи с тем, что лицензии на использование программных приложений, используемых при разработке информационной технологии, были уже приобретены для других целей или не требовались, по причине использования учебных или бесплатных версий программ.

Таким образом, результаты этапа планирования позволили определить структуру исследования, проверить его внутреннюю логику, сформулировать измеримые цели, определить последовательность действий. Индикаторы успешности в логико-структурной матрице взяты за основу определения эффективности разрабатываемой информационной технологий.

Выводы по второму разделу:

1. В данном разделе представлена концептуальная модель внедрения персонализированного обучения и методика использования логико-структурного подхода для её разработки. Это подход отличается тем, что включает методы логического структурирования и позволяет глубоко проанализировать проблему. В нашем исследовании этот метод использовался для разработки концептуальной модели внедрения персонализированного обучения, за основу которого были взяты результаты этапа анализа.

2. Согласно схеме логико-структурного подхода результаты этапа анализа включают: результаты анкетного опроса заинтересованных сторон; построение «дерева проблем», трансформацию «дерева проблем» в «дерево целей», выбор стратегий. Проведенное исследование позволило выявить основные факторы, способствующие внедрению персонализированного обучения, и построить концептуальную модель его реализации с поддержкой информационных технологий.

3. Результаты этапа планирования определяют содержание моделей и алгоритмов персонализированного обучения. Индикаторы успешности в логико-структурной матрице взяты за основу определения эффективности разрабатываемой информационной технологии.

4. Изложенная методика использования логико-структурного подхода позволит трансформировать любую информационную технологию в школе с фокусом на персонализацию обучения и представить в виде конкретно реализуемого детального проекта.

5. Полученные результаты исследований доложены и опубликованы в издании [132], рекомендованном уполномоченным органом МНВО РК. Опубликована статья [133] в международном журнале (в базе данных Scopus показатель процентиля по CiteScore равный 36%).

3 РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

3.1 Модель профиля обучаемого

Одним из основных компонентов модели персонализированного обучения является профиль обучаемого.

Профиль обучаемого характеризуется как систематическое хранение данных об обучаемом, которые в дальнейшем будут использоваться для персонализации обучения [134]. К модели профиля обучаемого ставятся определенные требования. Модель обучаемого должна быть: валидной (учет персональных характеристик обучаемого), адекватной (соответствие профиля обучаемого самому обучаемому), динамичной (профиль обучаемого должен меняться на основании результатов предыдущего цикла обучения).

Структура модели профиля обучаемого в стандарте может включать множество данных (рисунок 3.1). К примеру, данные о цели обучения, об уровне знаний обучаемого в рамках определенного курса, об особенностях подачи материала и т.д. [135].

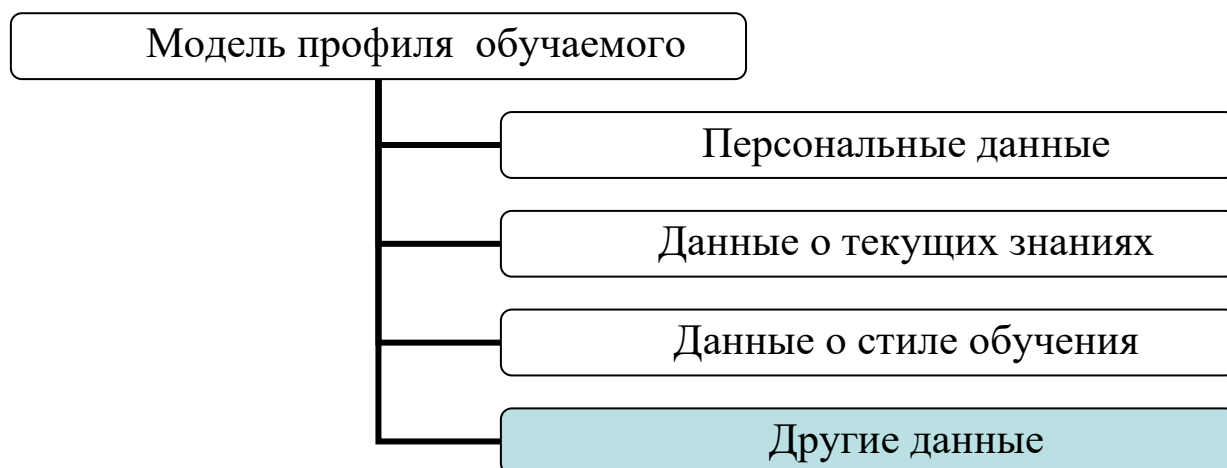


Рисунок 3.1 – Пример структуры модели профиля обучаемого

Разрабатываемая информационная технология содержит систему автоматизированного подбора контента на основании данных профиля обучаемого. Данный подход обеспечивает адаптацию контента обучаемого, который был выбран как основной вид персонализации для нашей системы.

Структурная модель профиля обучаемого представлена на рисунке 3.2

В предлагаемой информационной технологии поддержки персонализированного обучения профиль обучаемого содержит 2 блока данных: базовый профиль и специальный профиль. Базовый профиль имеет постоянные данные, которые включают персональные данные обучаемого: ФИО, класс, язык обучения, категория по уровню знаний («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), профилирующий предмет. Профилирующий предмет выбирается учащимися по завершению

основной школы (9 класс – по 11-летней системе обучения, 10 класс – по 12-летней системе обучения).



Рисунок 3.2 Структурная модель профиля обучаемого

Блок «Специальный профиль» состоит из трех параметров: уровень текущих знаний по предмету, на котором базируется курс, уровень владения иностранным языком и уровень компетенций. Под уровнем текущих знаний понимаются знания, которые измеряются системой до и после завершения курса. Уровень владения языком означает текущий уровень навыков аудирования, чтения и письма по выбранному языку, необходимый для усвоения определенного курса. Уровень компетенций – набор минимальных компетенций, необходимых для успешного усвоения курса и их систематического формирования на протяжении обучения. Данные параметры являются изменяемыми, и после завершения выбранного курса осуществляется их корректировка для последующего формирования пакета курсов уже под измененные входные данные.

Модель профиля обучаемого формируется, когда добавляется новый пользователь, и корректируется (специальный профиль) по завершению одного курса.

3.2 Модель компетенций обучаемого и алгоритм ее разработки

Для проведения исследования были использованы такие методы и инструменты, как изучение и создание базы знаний по существующим моделям компетенций (база лучших зарубежных практик как ориентир при формировании структуры), отбор надежных источников и проведение сравнительного анализа их содержания для подготовки начального проекта модели цифровых компетенций (далее МЦК). Целью данного этапа являлось составление более детального списка возможных цифровых компетенций и определение их частоты использования в существующих моделях, а также выявление соответствия данных компетенций образовательным программам обучения в старшей школе Республики Казахстан. Наиболее подходящие под данные критерии компетенции экспортировались в начальный проект МЦК. В начальном проекте модели цифровых компетенций представлены 5 видов и 35 компонентов компетенций (таблица 3.1).

На следующем этапе исследования были созданы 4 фокус-группы (представители администрации школы; практикующие учителя, родительский комитет, учащиеся старших классов), в количестве 54 человека. В процессе обсуждения проблемы были проведены структурированные интервью с представителями каждой фокус группы (24 респондента). Далее экспертами были проведены рабочие заседания групп для выявления наиболее подходящих компетенций и оценки каждой из них по важности. Для реализации данной задачи был использован метод анализа иерархий (МАИ)Т.Саати и А.Кернса дающий возможность решения задачи многокритериального выбора слабоформализованных альтернатив [136].

Метод анализа иерархий позволяет провести математическую обработку экспертных оценок, основываясь на матричные вычисления и аддитивную свертку критериев. В итоге определяется относительная степень взаимодействия компонентов в иерархии. Данный метод включает процессы синтеза множественных суждений, выявления приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений через попарное сравнение элементов [137].

Существуют различные варианты МАИ, которые отличаются типом связей между критериями и альтернативами, расположенными на нижнем уровне иерархии, а также методом сравнения альтернатив [138]. В нашем случае используется тип иерархий с различными числом и функциональным составом альтернатив под критериями.

На рисунке 3.3 представлена иерархическая модель проблемы. На самом верхнем уровне находится глобальная цель: определение набора цифровых компетенций для учащихся старших классов, далее представлены пять критериев и подкритерии (компоненты компетенций) и замыкает иерархию нижний уровень – альтернативы (набор уточненных компетенций к каждому критерию).

Таблица 3.1 – Модель цифровых компетенций учащихся старшей школы (Проект1)

п/п	Виды компетенций	Компоненты компетенций (надстрочным знаком в конце предложения указаны номера МЦК из таблицы в Приложении В)
1	Информационная грамотность	1.1 просмотр, поиск и фильтрация данных, информации и цифрового контента ² ; 1.2 оценка данных, информации и цифрового контента ² ; 1.3 управление данными, информацией и цифровым контентом ² ; 1.4 управление проектом и портфолио ⁴ ; 1.5 управление техническими устройствами, файлами, онлайн-сервисами ¹ ; 1.6 сбор, структурирование, хранение и защита информации ¹ ; 1.7 обработка и анализ данных ³
2	Коммуникация и сотрудничество в цифровой среде	2.1 взаимодействие посредством цифровых технологий ² ; 2.2 обмен посредством цифровых технологий ² ; 2.3 гражданское участие посредством цифровых технологий ² ; 2.4 сотрудничество с использованием цифровых технологий ² ; 2.5 этикет в сети ² ; 2.6 презентационные навыки ³ ; 2.7 межличностные навыки ³ ; 2.8 межкультурное взаимодействие ³ ; 2.9 управление отношениями ⁴ ; 2.10 управление своей цифровой идентичностью ² ;
3	Создание цифрового контента	1.1 создание и развитие цифрового контента ^{1,2} ; 1.2 интеграция и переработка цифрового контента ² ; 1.3 авторские права и лицензии ² ; 1.4 программирование ^{2,3} ; 1.5 разработка приложений ³ ; 1.6 проектирование систем (производственных) ^{3,4} ; 1.7 творческие навыки работы с цифровым контентом ¹ ;
4	Безопасность	4.1 защита устройства ² ; 4.2 защита персональных данных и обеспечение конфиденциальности ² ; 4.3 защита здоровья и благополучия ² ; 4.4 защита окружающей среды ² ; 4.5 управление информационной безопасностью ⁴ ;
5	Решение проблем	1.1 управление проблемами ⁴ ; 1.2 решение технических проблем ² ; 1.3 управленческие решения, определение потребностей и технологических решений ^{2,3} ; 1.4 креативное применение цифровых технологий, решение нестандартных задач ^{2,3} ; 1.5 определение пробелов в цифровой компетентности, саморазвитие ^{2,3} ; 1.6 управление рисками ⁴ ;

Таким образом, согласно этапам использования МАИ, была произведена структуризация задачи в виде иерархической структуры с несколькими уровнями: цели – критерии – альтернативы.

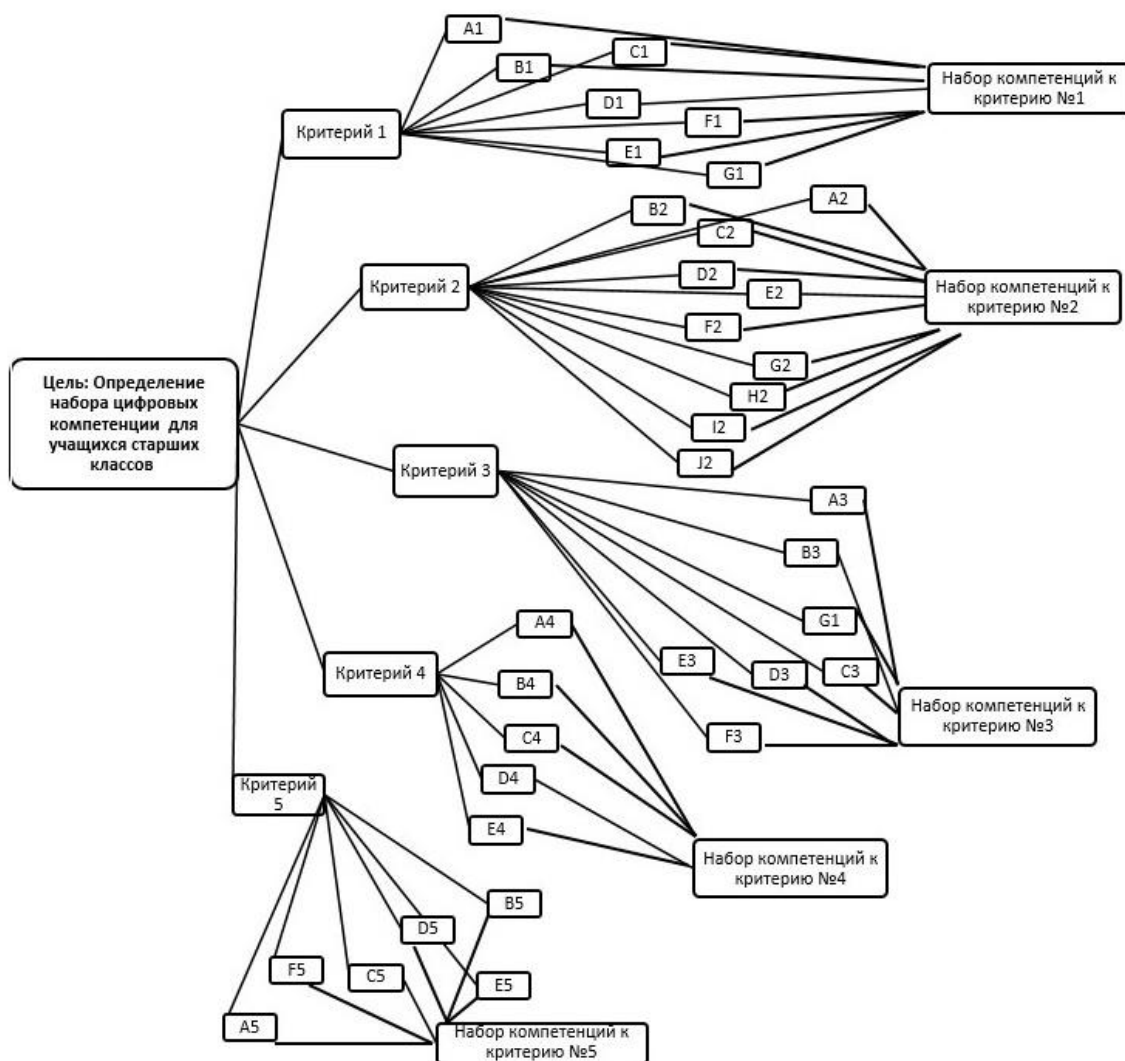


Рисунок 3.3 - Иерархическая модель

Следующим этапом является попарное сравнение элементов каждого уровня определенными группами экспертов.

Вычисление коэффициентов важности для элементов каждого уровня и проверка согласованности суждений является завершающим этапом исследования [139]. В таблице 3.3 представлены результаты количественной оценки качества альтернатив и оценки однородности суждений экспертов на примере одного критерия.

В расчетах были использованы пять формул:

Расчет средней геометрической (в каждой строке матрицы) по формулам (3.2.1):

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \sqrt[n]{\text{произведение элементов 1 – й строки}} \\
 a_2 &= \sqrt[n]{\text{произведение элементов 2 – й строки}} \\
 a_n &= \sqrt[n]{\text{произведение элементов n – й строки}}
 \end{aligned}
 \tag{3.2.1}$$

И, соответственно, расчет суммы средних геометрических по формуле (3.2.2):

$$\Sigma a_i = a_1 + a_2 + \dots + a_n
 \tag{3.2.2}$$

Расчет компонентов нормализованного вектора приоритетов (НВП) по формулам (3.3.3):

$$\begin{aligned}
 \text{1-й компонент НВП} &= \frac{a_1}{\Sigma a_i} \\
 \text{2-й компонент НВП} &= \frac{a_2}{\Sigma a_i} \\
 \text{n-й компонент НВП} &= \frac{a_n}{\Sigma a_i}
 \end{aligned}
 \tag{3.3.3}$$

Проверка согласованности локальных приоритетов была осуществлена путем расчета трех характеристик по формулам (3.3.4):

Расчет собственного значения матрицы:

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\max} &= \text{сумма элементов } 1^{\text{го}} \text{ столбца} \times \text{1}^{\text{й}} \text{компонент НВП} \\
 &+ \text{сумма элементов } 2^{\text{го}} \text{ столбца} \times \text{2}^{\text{й}} \text{компонент НВП} + \dots \\
 &+ \text{сумма элементов } n^{\text{го}} \text{ столбца} \times \text{n}^{\text{й}} \text{компонент НВП}
 \end{aligned}
 \tag{3.3.4}$$

В данном случае было использовано отклонение величины максимального собственного значения λ_{\max} от порядка матрицы n . Согласованность суждения оценивается индексом согласованности (ИС) или отношением согласованности (ОС) в соответствии с формулами (3.3.5 и 3.3.6):

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}
 \tag{3.3.5}$$

где λ_{\max} - величина максимального собственного значения;

n – число сравниваемых элементов;

ИС- индекс согласованности

$$\text{ОС} = \frac{\text{ИС}}{\text{ПСС}}
 \tag{3.3.6}$$

где ОС-отношение согласованности, ИС-индекс согласованности, ПСС – показатель случайной согласованности составленной матрицы парных сравнений, который основан на экспериментальных данных. Входным параметром выступает в данном случае размерность матрицы (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Среднее значение ПСС в зависимости от порядка матрицы

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПСС	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Оценки в матрице считаются согласованными, если $OC \leq 10-15\%$ [140, с.25]

В результате данного исследования было сделано ранжирование пяти критериев. Под критерий «наименее значимые» попадают компоненты, в которых НВП (нормализованный вектор приоритетов) $\approx < 0,1$

Так, в таблице 3.3, как пример, представлено ранжирование компетенций «информационная грамотность», из анализа данных которой видно:

Наиболее значимы такие компоненты компетенций, как:

-на 1 месте - просмотр, поиск и фильтрация данных, информации и цифрового контента;

-на 2 месте - сбор, структурирование, хранение и защита информации;

Наименее значимые компоненты компетенций:

-на 6 месте - управление проектом и портфолио;

-на 7 месте - управление техническими устройствами, файлами, онлайн-сервисами.

Для проверки достоверности ручных расчетов, была использована программа Excel с готовыми шаблонами формул для расчета оценки согласованности, представленная на рисунке 3.4. Результаты по всем пяти критериям с использованием электронного шаблона показали достоверность произведенных расчетов с минимальными отклонениями в сотых долях.

По остальным критериям также были произведены соответствующие расчеты, что позволило определить компоненты, имеющие наименьшую значимость по каждому критерию:

«Коммуникация и сотрудничество в цифровой среде»: управление отношениями; этикет в сети; межличностные навыки; межкультурное взаимодействие; гражданское участие посредством цифровых технологий; презентационные навыки.

«Создание цифрового контента»: творческие навыки работы с цифровым контентом; проектирование систем (производственных); авторские права и лицензии.

«Безопасность»: защита окружающей среды; защита устройства.

«Решение проблем»: управление рисками.

Таблица 3.3 - Ранжирование компетенций «Информационная грамотность»

Компоненты компетенций		A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	Средние геометрические	НВП(по форм-муде (3.3))	Приоритет (номер)
A1	Просмотр, поиск и фильтрация данных, информации и цифрового контента;	1	1	3	5	3	1	1	≈1,723	0,223	1
B1	Оценка данных, информации и цифрового контента;	1	1	1	3	3	1/2	1	≈1,240	0,160	4
C1	Управление данными, информацией и цифровым контентом;	1/3	1	1	3	3	1/3	1	=1	0,129	5
D1	Управление проектом и портфолио;	1/5	1/3	1/3	1	3	1/2	1/3	≈0,526	0,068	6
E1	Управление техническими устройствами, файлами,онлайн-сервисами;	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1/3	≈0,456	0,059	7
F1	Сбор, структурирование, хранение и защита информации;	1	2	3	2	1	1	1	≈1,426	0,184	2
G1	Обработка и анализ данных	1	1	1	3	3	1	1	≈1,369	0,177	3
Ср.геом. по форм (3.2)		7,74									
λmax по форм. (3.4)		7,565									
ИС по форм. (3.5)		0,0942									
ОС по форм. (3.6)		0,0713 (7,13%)									

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a 7x7 matrix of values. The values are as follows:

	A	B	C	D	E	F	G
1	1,000	1,000	3,000	5,000	3,000	1,000	1,000
2	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	0,500	1,000
3	0,333	1,000	1,000	3,000	3,000	0,333	1,000
4	0,200	0,333	0,333	1,000	3,000	0,500	0,333
5	0,333	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	0,333
6	1,000	2,000	3,000	2,000	1,000	1,000	1,000
7	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	1,000	1,000

Below the matrix, the following values are calculated:

- lambda = 7,794255
- ИС = 0,132376
- ОС = 0,100285
- λmax = 7,564978
- ИС = 0,080711
- ОС = 0,061145

Рисунок 3.4 - Ранжирование компетенций «Информационная грамотность» с использованием программы Excel

Проведенные расчеты позволили исключить перечень несущественных компонентов компетенций и на его основании построить уточненную МЦК учащихся старшей школы.

В таблице 3.4 представлена уточненная классификация цифровых компетенций учащихся старшей школы.

Таблица 3.4 – Модель цифровых компетенций учащихся старшей школы (Проект2)

п/п	Виды компетенций	Компоненты компетенций (надстрочным знаком в конце предложения указаны номера МЦК из таблицы в Приложении В)
1	Информационная грамотность	1.1 просмотр, поиск и фильтрация данных, информации и цифрового контента ² ; 1.2 оценка данных, информации и цифрового контента ² ; 1.3 управление данными, информацией и цифровым контентом ² 1.4 сбор, структурирование, хранение и защита информации ¹ ; 1.5 обработка и анализ данных ³
2	Коммуникация и сотрудничество в цифровой среде	2.1 взаимодействие посредством цифровых технологий ² ; 2.2 сотрудничество с использованием цифровых технологий ² ; 2.3 обмен посредством цифровых технологий ² ; 2.4 управление своей цифровой идентичностью ⁴ ;
3	Создание цифрового контента	3.1 создание и развитие цифрового контента ^{1,2} ; 3.2 программирование ^{2,3} ; 3.3 разработка приложений ³ ; 3.4 интеграция и переработка цифрового контента ² ;
4	Безопасность	4.1 защита здоровья и благополучия ² ; 4.2 защита персональных данных и обеспечение конфиденциальности ² ; 4.3 управление информационной безопасностью ⁴ ;
5	Решение проблем	5.1 определение пробелов в цифровой компетентности, саморазвитие ^{2,3} ; 5.2 решение технических проблем ² ; 5.3 креативное применение цифровых технологий, решение нестандартных задач ^{2,3} ; 5.4 управление проблемами ⁴ ; 5.5 управленческие решения, определение потребностей и технологических решений ^{2,3} ;

В результате проделанной работы, разработана уточненная модель цифровых компетенций учащихся старшей школы, состоящая из 5 критериев и 21 компонента. Выбранные значимые компоненты по каждому виду компетенций могут быть приняты как обязательные при создании персонализированных образовательных программ.

Таким образом, проведенное исследование по определению набора цифровых компетенций позволило выявить определенный алгоритм разработки модели компетенций, который имеет универсальный характер. Данный алгоритм представлен на рисунке 3.5.

Алгоритм включает:

- запрос на разработку модели компетенций;
- проведение терминологического анализа понятий и сравнительного анализа действующих рамок компетенций;
- разработку первичного проекта структуры и содержания модели;
- экспертную оценку по критериям: «соответствие компонентов компетенций содержанию образовательных программ» и «отсутствие дублирования схожих компонентов»;
- разработку первичного проекта (Проект№1);
- математическую обработку экспертных оценок методом анализа иерархий: если оценка согласованности мнений экспертов (ОС) $\leq 10-15\%$ и нормированный вектор приоритетов отдельного компонента (НВП) $> 0,1$, то компоненты будут включены в окончательный проект;

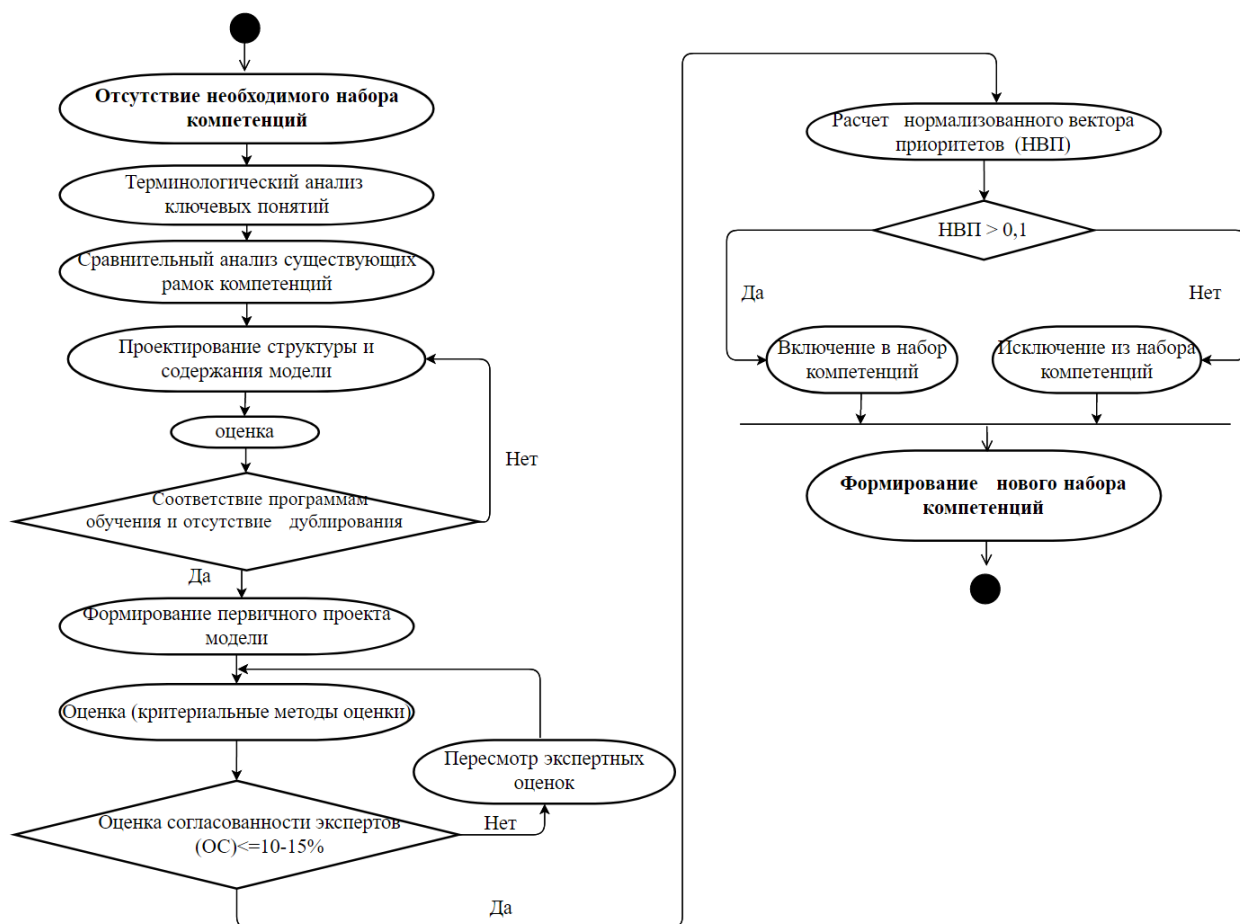


Рисунок 3.5 – Универсальный алгоритм разработки модели компетенций (на примере цифровых компетенций)

Разработка системы оценки цифровых компетенций не является задачей исследования, но для определения термов входной переменной «уровень цифровых компетенций» при реализации продукционной модели оценки соответствия курса персональным характеристикам обучающихся была создана шкала оценивания цифровых компетенций по трем показателям:

1. Средний. Обучающийся знает и применяет некоторые инструменты и методы. Сформированы не менее 50% компонентов цифровых компетенций.

2. Уверенный. Обучающийся знает и применяет большинство инструментов и методов. Сформированы компоненты цифровых компетенций в диапазоне 51-80%.

3. Продвинутый. Обучающийся демонстрирует прочные знания в данной области, достаточный опыт применения знаний и умений на практике, способен учить других. Сформированы компоненты цифровых компетенций в диапазоне 81-100%.

Таким образом, разработанный набор компетенций взят за основу при разработке персонализированных программ обучения, что также нашло отражение в интерфейсе образовательной платформы персонализированного обучения на трех уровнях вмешательства: SOFT (мягкое), MIDDLE (среднее), HARD (глубокое).

3.3 Продукционная модель оценки соответствия пакета курсов персональным характеристикам обучающегося

Для оценки соответствия курса согласно профилю обучаемого, рассмотренного в разделе 3.1, используется нечеткая продукционная модель Fuzzy-технологии. Задача заключается в разработке модели системы нечеткого вывода, в которой выходным параметром является решение рекомендательного характера по выбору определенного пакета курсов для учащихся.

Модель системы нечеткого вывода представлена на рисунке 3.6

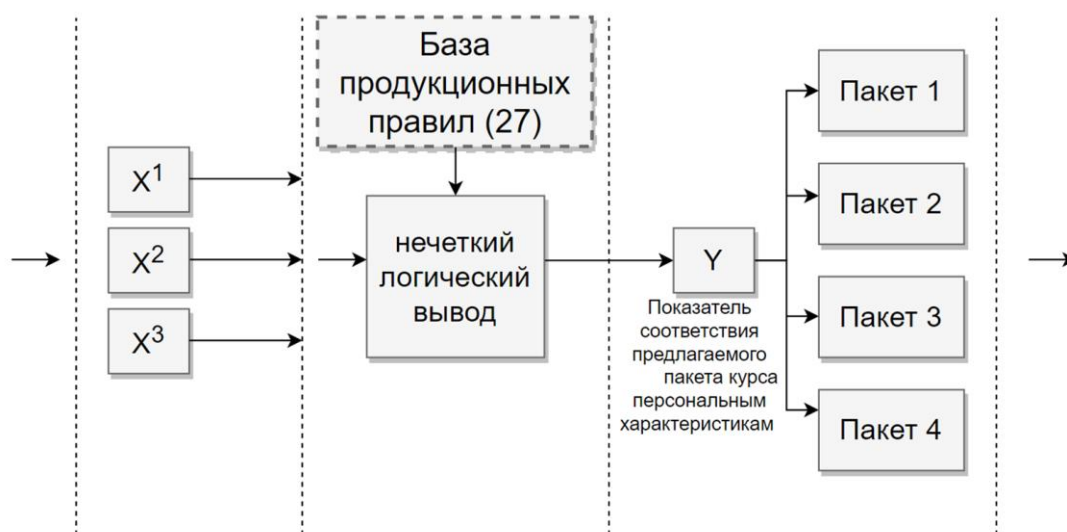


Рисунок 3.6 - Модель системы нечеткого вывода

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 применения (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 ; $\mu_B(y) \in [0, 1]$ - функция принадлежности нечеткого множества B.

В нашем исследовании, пример продукции имеет следующую запись:

ЕСЛИ $X1 \in \langle \text{высокий} \rangle$ И $X2 \in \langle \text{средний} \rangle$ И $X3 \in \langle \text{продвинутый} \rangle$ ТОГДА $Y(\text{показатель_соответствия_пакета_курсов}) \in \langle \text{Пакет4} \rangle$

Согласно модели нечеткого вывода, для формирования правил оценки соответствия курса персональным характеристикам обучающегося определены входные параметры (переменные X^1, X^2, X^3) и выходные параметры (переменная Y). В данной задаче входные параметры учитываются не в точном измерении, а в некотором диапазоне значений с соответствующими лингвистическими терминами:

- Переменная $X^1 = \langle \text{Уровень текущих знаний по предмету} \rangle$ с универсальным множеством $U(X^1) = [0, 1]$. Терм-множество $T(X^1) = \{ \langle \text{высокий} \rangle, \langle \text{пороговый} \rangle, \langle \text{низкий} \rangle \}$.

- Переменная $X^2 = \langle \text{Уровень владения английским языком} \rangle$ с универсальным множеством $U(X^2) = [0, 1]$. Терм-множество $T(X^2) = \{ \langle \text{выше среднего} \rangle, \langle \text{средний} \rangle, \langle \text{базовый} \rangle \}$.

- Переменная $X^3 = \text{«Уровень цифровых компетенций»}$ с универсальным множеством $U(X^3) = [0,1]$. Терм множество $T(X^3) = \{\text{«продвинутый»}, \text{«уверенный»}, \text{«средний»}\}$.

В данном случае решение о соответствии предлагаемого пакета курсов персональным характеристикам учащегося также является нечеткой величиной Y :

- Переменная $Y = \text{«Показатель соответствия пакета курсов персональным характеристикам учащегося»}$, с универсальным множеством $U(Y) = [0,1]$. Терм-множество $T(Y) = \{\text{«пакет 1»}, \text{«пакет 2»}, \text{«пакет 3»}, \text{«пакет 4»}\}$.

В рамках диссертационной работы осуществлено внедрение системы принятия решения через образовательную платформу персонализированного обучения для определения соответствия пакетов элективных курсов. Элективные курсы, разработанные в качестве контента к данной платформе, условно разделены на 4 пакета, отражающие те или иные персональные характеристики учащихся. Система предлагает учащимся наиболее подходящий пакет курсов, что, безусловно, положительно отразится на результатах обучения. Правильно подобранный пакет курсов снижает уровень тревожности учащегося, повышает мотивацию, позволяет усвоить новые знания и навыки, опираясь на текущий уровень. Ожидается, что уровень завершенности таких курсов будет значительно выше, нежели рандомно выбранный курс.

Функции принадлежности для входных и выходных переменных представлены нечеткими числами (L-R)-типа. Нечеткие числа (L-R)-типа – это разновидность нечетких чисел специального вида, т. е. задаваемых по определенным правилам с целью снижения объема вычислений при операциях над ними [142]. Функции принадлежности нечетких чисел (L-R)-типа задаются с помощью невозрастающих функций на множестве неотрицательных действительных чисел действительных переменных $L(x)$ и $R(x)$, удовлетворяющих свойствам:

а) $L(-x) = L(x)$, $R(-x) = R(x)$;

б) $L(0) = R(0)$;

в) $L(\infty) = R(\infty) = 0$.

Нечеткое число в общем виде задается как (3.3.1):

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{a-x}{\gamma} \right), & \text{если } a - \gamma \leq x < a; \\ 1, & \text{если } a \leq x \leq b; \\ 1 - \left(\frac{x-b}{\delta} \right), & \text{если } b < x \leq b + \delta; \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases} \quad (3.3.1)$$

и обозначается (a, b, γ, δ) .

Построение функции принадлежности реализуется двумя методами: прямой или косвенный. В данном исследовании используется прямой метод, так как значения являются измеримыми и описание функции принадлежности осуществляется экспертами.

Пакет курсов (структура и содержание программ) формируется учителем (тьютором), прошедшим специальное обучение, и оценивается экспертом с точки зрения 3-х параметров:

1. На какой уровень входных знаний по предмету ориентирован курс: высокий, пороговый, низкий;

2. На каком уровне знания английского языка базируется курс: выше среднего, средний, базовый;

3. Какой минимальный уровень цифровых компетенций необходим для усвоения курса: продвинутый; уверенный; средний.

В таблице 3.5 представлена общая интерпретация шкалы оценивания каждой переменной, определенная экспертами.

Таблица 3.5 – Характеристика шкалы оценивания

Переменные	Характеристика шкалы оценивания			Макс. значение
	Высокий	Пороговый	Низкий	
X^1	Демонстрирует глубокие знания и понимание предметных понятий, выполняет сложные задания, успешно применяет знания в различных ситуациях.	Демонстрирует достаточные знания и понимание предметных понятий, выполняет типичные задания, успешно применяет знания в знакомых ситуациях.	Демонстрирует элементарные знания и понимание предметных понятий, выполняет простые задания, применяет знания в соответствии с прямыми указаниями.	100%
X^2	Выше среднего /компетентные знания, курс без поддержки/	Средний /умеренные знания, курс с интерактивным словарем/	Базовый /ограниченные знания, курс с синхронным переводом/	
X^3	Продвинутый /знает, успешно применяет и может научить /	Уверенный /знает и применяет большинство инструментов и методов/	Средний /знает и применяет некоторые инструменты и методы/	10 баллов

Функции принадлежности для переменной X^1 , отражающей этап выполнения процесса, имеют следующий вид:

$\mu^{\text{высокий}}(x) = (0.8, 0.9, 1, 1)$, $\mu^{\text{пороговый}}(x) = (0.4, 0.6, 0.8, 0.9)$, $\mu^{\text{низкий}}(x) = (0, 0, 0.4, 0.6)$ и показаны на рисунке 3.7.

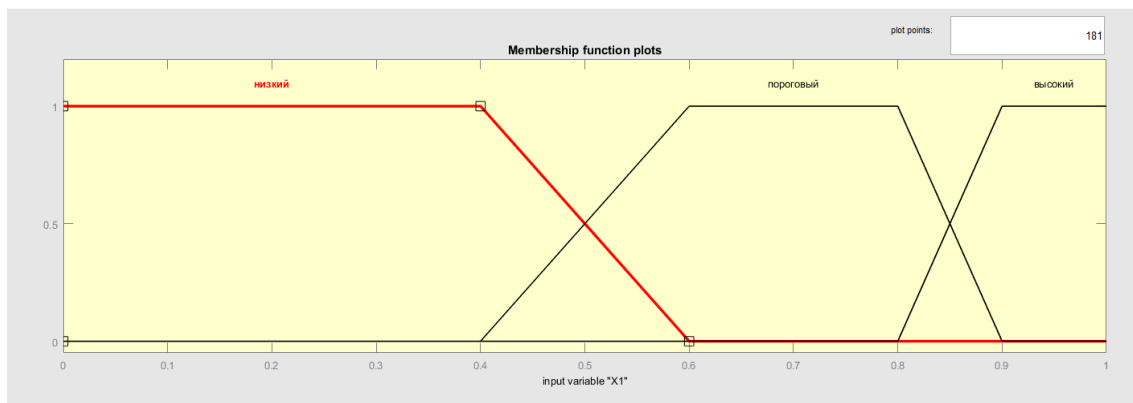


Рисунок 3.7 - Функции принадлежности термов входной переменной X^1

Функции принадлежности для переменной X^2 имеют следующий вид:

$$\mu^{\text{вышесреднего}}(x) = (0.65, 0.7, 1, 1), \quad \mu^{\text{средний}}(x) = (0.3, 0.35, 0.65, 0.7),$$

$$\mu^{\text{базовый}}(x) = (0, 0, 0.3, 0.35). \text{ Функции принадлежности термов входной переменной } X^2 \text{ показаны на рисунке 3.8.}$$

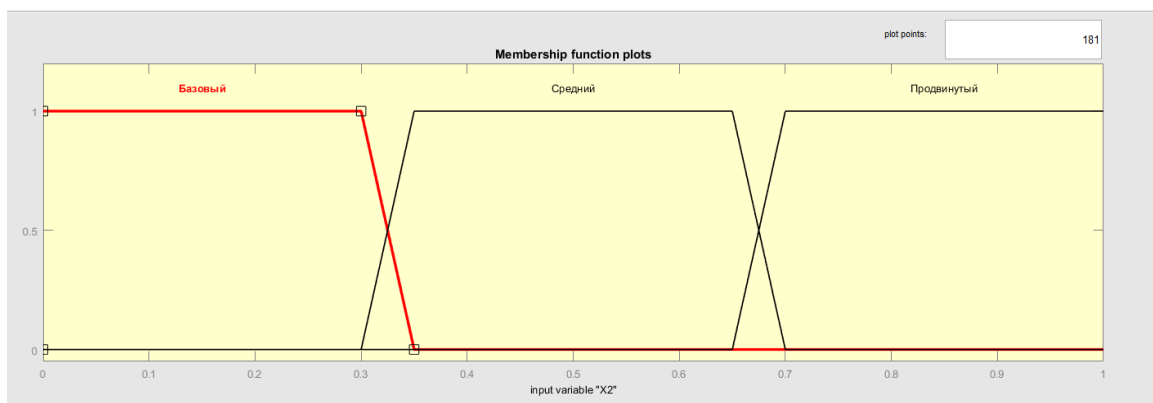


Рисунок 3.8 - Функции принадлежности термов входной переменной X^2

Функции принадлежности для переменной X^3 , отражающей уровень цифровых компетенций, имеют следующий вид:

$$\mu^{\text{продвинутый}}(x) = (0.7, 0.8, 1, 1), \quad \mu^{\text{уверенный}}(x) = (0.55, 0.65, 0.7, 0.8),$$

$$\mu^{\text{средний}}(x) = (0, 0, 0.55, 0.65).$$

Функции принадлежности термов входной переменной X^3 показаны на рисунке 3.9.

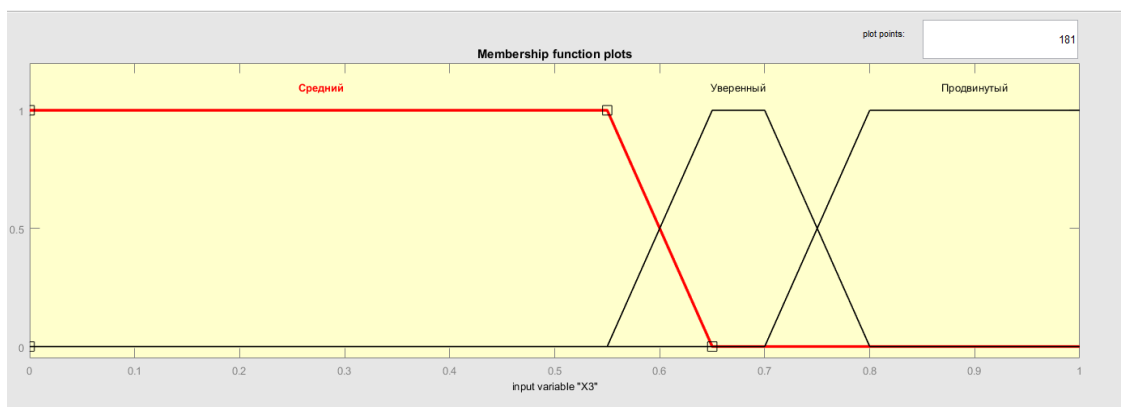


Рисунок 3.9 - Функции принадлежности термов входной переменной X^3

Функции принадлежности для выходной переменной Y , отражающей рекомендации по выбору соответствующего пакета курсов, имеют следующий вид:

$$\mu^{\text{пакет}^4}(y) = (0.65, 0.7, 1, 1), \quad \mu^{\text{пакет}^3}(y) = (0.45, 0.5, 0.65, 0.7),$$

$$\mu^{\text{пакет}^2}(y) = (0.3, 0.39, 0.45, 0.5), \quad \mu^{\text{пакет}^1}(y) = (0, 0, 0.3, 0.39)$$

Функции принадлежности термов выходной переменной Y показаны на рисунке 3.10.

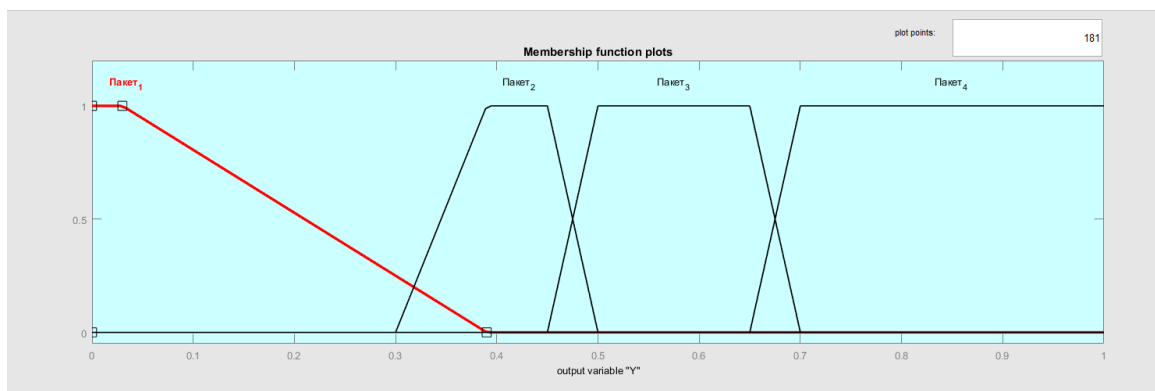


Рисунок 3.10 - Функции принадлежности термов выходной переменной Y

Алгоритмы нечеткого логического вывода основываются, как известно, на композиционных правилах Заде. «Если известно нечеткое отношение \tilde{R} между x и y , то при нечетком значении входной переменной $x = \tilde{A}$ нечеткое значение выходной переменной y определяется так: $y = \tilde{A} \circ \tilde{R}$, где знак « \circ » - максиминная композиция» [143-145].

В данном исследовании применяется алгоритм Мамдани [146]. Нечеткий вывод Мамдани выполняется по базе знаний по формуле (3.3.2):

$$(x_1 = \tilde{a}_{1j} \Theta_j x_2 = \tilde{a}_{2j} \Theta_j \dots \Theta_j x_n = \tilde{a}_{nj} \text{ с весом } w_j) \Rightarrow y = \tilde{d}_j, \quad j = \overline{1, m} \quad (3.3.2)$$

Степень выполнения посылки j -го правила для текущего входного вектора $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ рассчитывается по формуле (3.3.3):

$$\mu_j(X^*) = w_j(\mu_j(x_1^*) \chi_j \dots \chi_j \mu_j(x_n^*)), \quad j = \overline{1, m} \quad (3.3.3)$$

где χ_j обозначает t -норму, если в j -м правиле НБЗ используется И, и соответствует s -норме если используется ИЛИ.

Формула результата нечеткого вида (3.3.4) представлена ниже:

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{\mu_1(X^*)}{\tilde{d}_1}, \frac{\mu_2(X^*)}{\tilde{d}_2}, \dots, \frac{\mu_m(X^*)}{\tilde{d}_m} \right) \quad (3.3.4)$$

Для перехода к нечеткому множеству на носителе $[\underline{y}, \overline{y}]$ выполняются операции импликации и агрегирования. По итогам логического вывода по j -му правилу нечеткой базы знаний выявляется нечеткое значение выходной переменной y по формуле (3.3.5):

$$\tilde{d}_j^* = \text{imp}(\tilde{d}_j, \mu_j(X^*)), \quad j = \overline{1, m} \quad (3.3.5)$$

здесь imp – импликация, которая осуществляется через операцию минимума.

Результат логического вывода по всей нечеткой базе знаний рассчитывается агрегированием нечетких множеств (3.3.6):

$$\tilde{y}^* = \text{agg}(\tilde{d}_1^*, \tilde{d}_2^*, \dots, \tilde{d}_m^*) \quad (3.3.6)$$

здесь agg – агрегирование нечетких множеств, которое осуществляется через операцию максимума.

Нечеткая база знаний (НБЗ) представляет собой совокупность нечетких правил, которые отражают опыт эксперта и его понимание причинно-следственных связей в рассматриваемой задаче [142]. НБЗ, связывающая входы $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ с выходом y , представляется следующим образом (3.3.7):

$$(x_1 = \tilde{a}_{1j} \Theta_j x_2 = \tilde{a}_{2j} \Theta_j \dots \Theta_j x_n = \tilde{a}_{nj}) \Rightarrow y = d_j, \quad j = \overline{1, m} \quad (3.3.7)$$

где \tilde{a}_{ij} – нечеткий терм, которым оценивается переменная x_i в j -м правиле; d – заключение j -го правила; m – количество правил в НБЗ; Θ – логическая операция, связывающая фрагменты антецедента j -го правила (ей может быть логическая операция И или ИЛИ); \Rightarrow – нечеткая импликация.

В данном исследовании, при создании базы данных, были представлены всевозможные варианты входных переменных с участием всех

термов. Следующим этапом было удаление сочетания бессмысленных антецедентов. Консеквенты были заданы с участием эксперта.

Таким образом, разработанная база правил оценки соответствия пакета курсов персональным характеристикам обучающегося содержит 27 продукций и представлена таблицей 3.6.

Таблица 3.6 - База правил для принятия решений о соответствии пакета курсов персональным характеристикам обучающегося

№ п/п	Операция	Уровень текущих знаний (X^1)	Уровень владения иностранным языком (X^2)	Уровень цифровых компетенций (X^3)	Рекомендуемый пакет курсов (Y)
1	И	Высокий	Продвинутый	Продвинутый	Пакет 4
2	И	Высокий	Продвинутый	Уверенный	Пакет 4
3	И	Высокий	Продвинутый	Средний	Пакет 3
4	И	Высокий	Средний	Продвинутый	Пакет 4
5	И	Высокий	Средний	Уверенный	Пакет 4
6	И	Высокий	Средний	Средний	Пакет 3
7	И	Высокий	Базовый	Продвинутый	Пакет 3
8	И	Высокий	Базовый	Уверенный	Пакет 3
9	И	Высокий	Базовый	Средний	Пакет 2
10	И	Пороговый	Продвинутый	Продвинутый	Пакет 4
11	И	Пороговый	Продвинутый	Уверенный	Пакет 4
12	И	Пороговый	Продвинутый	Средний	Пакет 3
13	И	Пороговый	Средний	Продвинутый	Пакет 4
14	И	Пороговый	Средний	Уверенный	Пакет 3
15	И	Пороговый	Средний	Средний	Пакет 3
16	И	Пороговый	Базовый	Продвинутый	Пакет 2
17	И	Пороговый	Базовый	Уверенный	Пакет 2
18	И	Пороговый	Базовый	Средний	Пакет 2
19	И	Низкий	Продвинутый	Продвинутый	Пакет 2
20	И	Низкий	Продвинутый	Уверенный	Пакет 2
21	И	Низкий	Продвинутый	Средний	Пакет 2
22	И	Низкий	Средний	Продвинутый	Пакет 1
23	И	Низкий	Средний	Уверенный	Пакет 1
24	И	Низкий	Средний	Средний	Пакет 1
25	И	Низкий	Базовый	Продвинутый	Пакет 1
26	И	Низкий	Базовый	Уверенный	Пакет 1
27	И	Низкий	Базовый	Средний	Пакет 1

Каждая запись в данной таблице соответствует своему нечеткому правилу, например: ЕСЛИ $X1 \in \langle \text{пороговый} \rangle$ И $X2 \in \langle \text{базовый} \rangle$ И $X3 \in \langle \text{средний} \rangle$ ТОГДА $Y \in \langle \text{Пакет2} \rangle$

Программная реализация данных правил в Матлабе представлена на рисунке 3.11

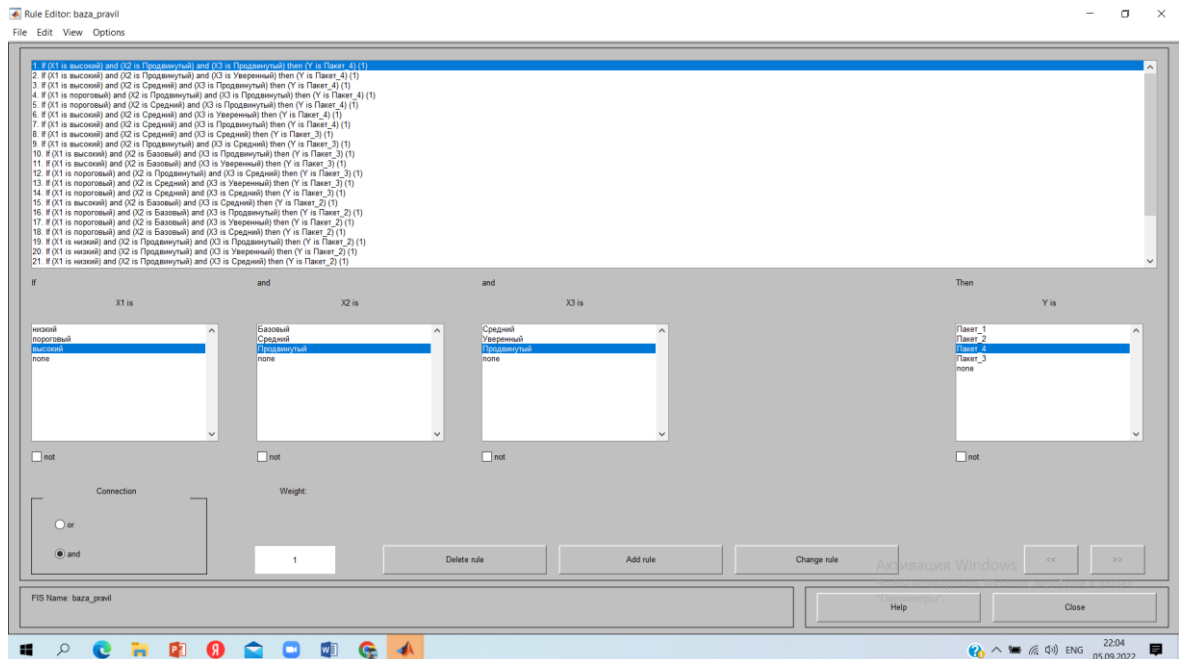


Рисунок 3.11 Программная реализация базы правил

На рисунке 3.12 приведена поверхность нечеткой модели для базы правил, построенная в среде MATLAB [147-148].

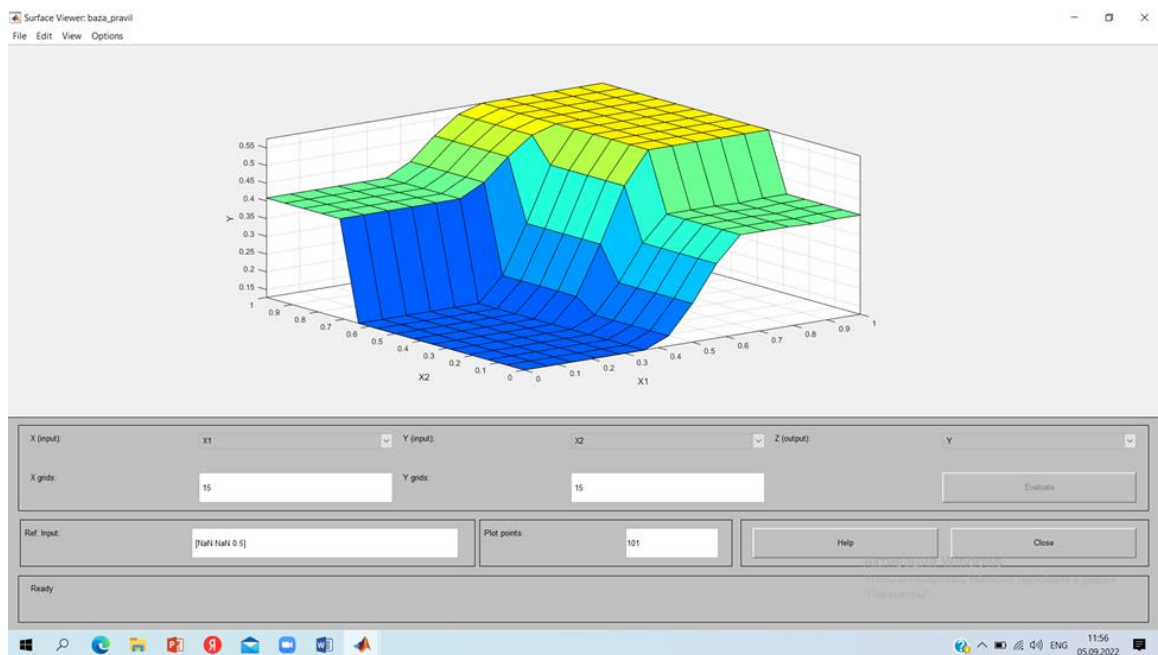


Рисунок 3.12 - Поверхность нечеткой модели для базы правил

Построенная модель позволяет по заданным значениям входных

переменных определить выходное значение переменной Y .

Например, при $X^1 = 0,879$, $X^2 = 0,655$, $X^3 = 0,791$ результирующее значение выходной переменной Y соответствует значению 0.82, что определяет соответствующий пакет курса №4.

На рисунке 3.13 приведена реализация правил нечеткого вывода для данного случая.

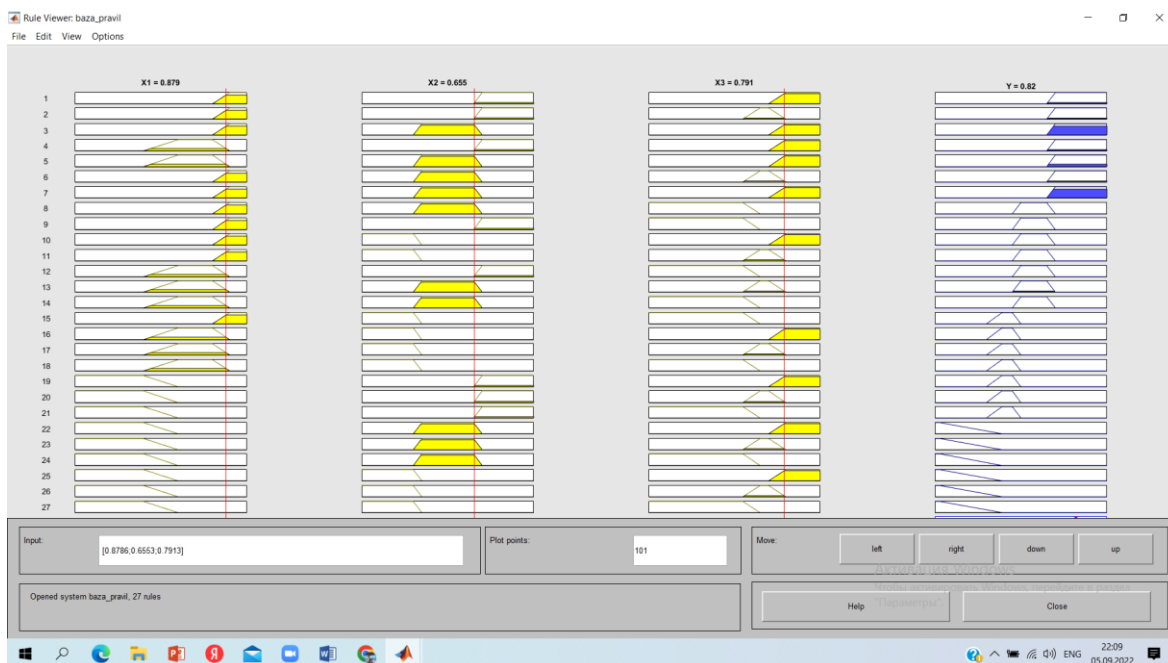


Рисунок 3.13 – Пример реализации правил нечеткого вывода

Таким образом, разработана продукционная модель оценки соответствия пакета курсов индивидуальным параметрам учащегося. В данной модели определены 3 входных лингвистических переменных, характеризующих вершину дерева, одна выходная лингвистическая переменная, характеризующая соответствие курса по 27 продукционным правилам. Наличие системы автоматического подбора пакета учебных курсов на основе модели нечеткой логики, учитывающей персональные характеристики учащихся, будет являться отличительной чертой разрабатываемой информационной технологии.

3.4 Универсальный алгоритм формирования программы обучения

Содержание образования в школах РК определяется перечнем нормативных документов [149-150], которые условно можно разделить на 5 уровней (таблица 3.7).

Персонализация контента возможна на не всех уровнях содержания образования. ТУП и типовая учебная программа представляют собой строго нормативные государственные документы, обновление которых возможно только под руководством МПРК. На уровне РУП школы могут адаптировать вариативную часть учебного плана, где даются часы на элективные курсы и курсы по выбору.

Таблица 3.7 – Типы документов, отражающие содержание среднего образования

Уровни	Типы документов	Назначение
Уровень 6	Краткосрочный план	-план одного урока по каждому предмету для каждого класса.
Уровень 5	Календарно-тематический план	-учебно-методический документ, отражающий темы уроков и количество часов по отдельно взятой дисциплине и отдельному классу
Уровень 4	Среднесрочный план	-документ, отражающий содержание образования по отдельно взятой дисциплине и отдельному классу
Уровень 3	Типовая учебная программа	-нормативный документ, отражающий содержание образования по отдельно взятой дисциплине
Уровень 2	РУП (рабочий учебный план)	-нормативный документ, составленный на основе ТУП для каждой отдельной школы;
Уровень 1	ТУП (типовой учебный план)	-государственный нормативный документ, определяющий требования государственного стандарта к содержанию образования. Является статичным на учебный год для всех школ РК, согласно профилю школы

В рамках нашего исследования были выбраны элективные курсы для учащихся старшей школы, адаптировать которые под персональные 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 школы, наличие кадров, материально-техническое обеспечение, запросы родителей и т.д. Данный перечень курсов можно собрать в один модуль по какому-либо признаку и назвать «пакетом курсов». Структура курсов в разрабатываемой информационной технологии состоит из:

- пакетов: все курсы расфасованы в 4 пакета;
- в каждом пакете находится по 3 курса одинакового 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. Визуально структурная модель содержания программ обучения представлена на рисунке 3.14.



Рисунок 3.14 – Структурная модель содержания программ обучения

В структуре одного урока представлены следующие виды материалов:

1. Учебный материал (текст, графика)
2. Видеообзор новой темы
3. Задания на закрепление

Набор ресурсов для представления учебного материала:

1. Файл
2. Папка
3. Книга
4. Гиперссылка
5. Аудиофрагмент (аудиообъяснение)

Содержание программы курса можно расширять или сужать в зависимости от возраста обучаемого. На основе автоматизированного подбора пакета курсов процесс обучения из статичного и линейного трансформируется в динамически адаптируемый курс.

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

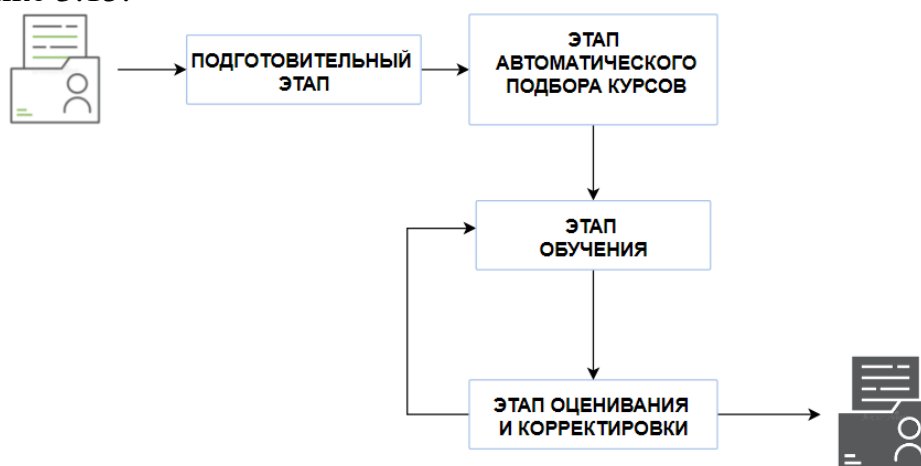


Рисунок 3.15 – Общая структура адаптации содержания программ

Детализация данной структуры позволила разработать универсальный алгоритм формирования программы обучения, дающий возможность овладеть установленными компетенциями и учитывающий персональные характеристики обучающегося (рисунок 3.16).

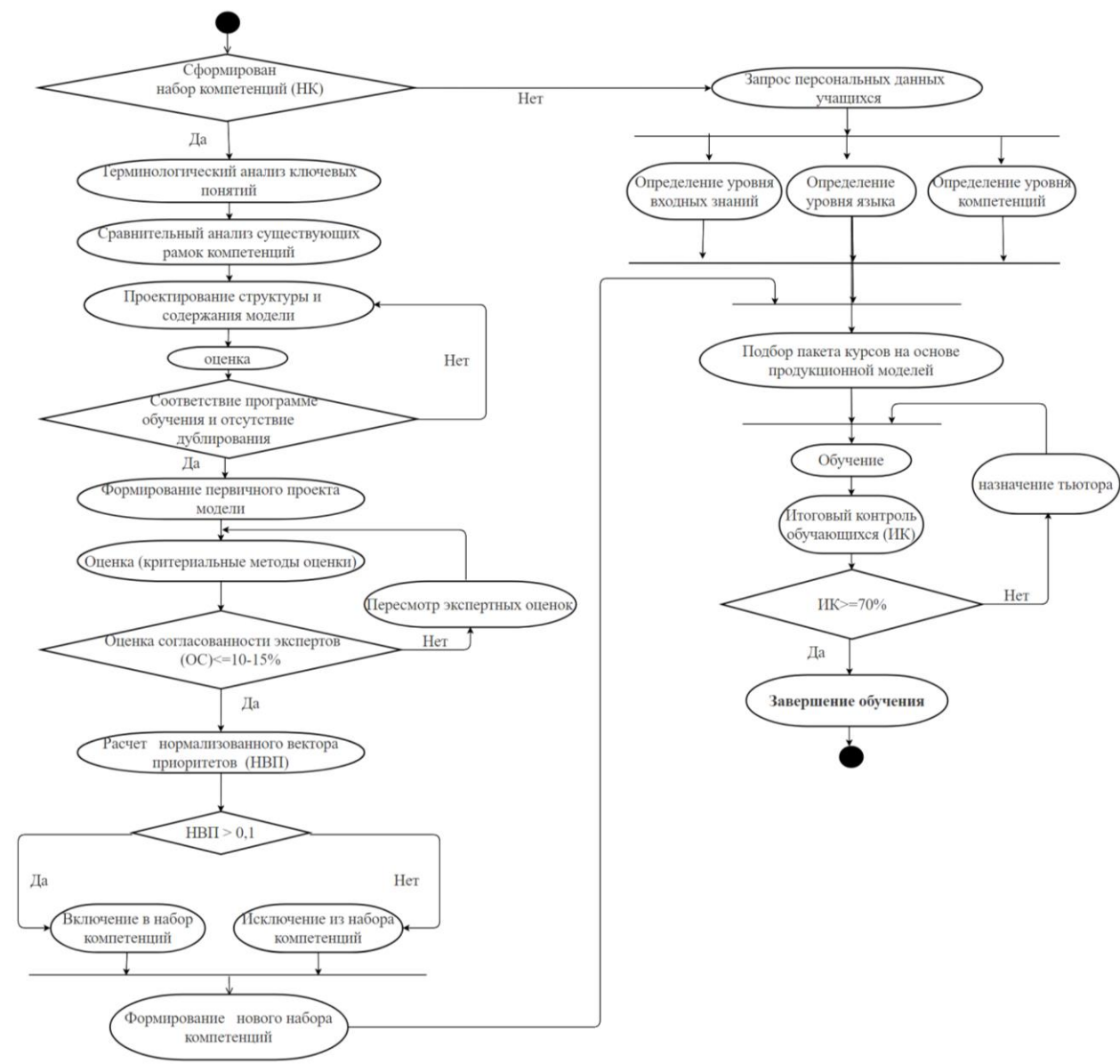


Рисунок 3.16 – Универсальный алгоритм формирования программы обучения

Поэтапное описание алгоритма:

1. Подготовительный этап. На данном этапе осуществляется оценка входного уровня «специального профиля» обучаемого (см.раздел 3.1) Специальный профиль, имеющий тип изменяемых данных, может содержать от 3-х и выше входных переменных. Данные могут быть импортированы с внешнего хранилища, если до подготовительного этапа было осуществлено

определение компетенций и других параметров, либо может быть произведена оценка входных параметров непосредственно на платформе.

2. Этап автоматического подбора курсов. На данном этапе система автоматически подбирает пакет курсов, согласно входным данным обучаемого на основе модели нечеткого вывода. Обучаемому открывается доступ только на рекомендуемый пакет курсов (раздел 3.3). Формирование курсов осуществляется учителями, прошедшие специальное обучение.

3. Этап обучения. На данном этапе, зарегистрированный обучаемый выбирает один из 3-х предлагаемых курсов в своем пакете. Все курсы в одном пакете имеют аналогичный уровень, но базированы на разных профильных направлениях: химико-биологическое, физико-математическое, инженерное. Такая возможность дана обучаемому, чтобы позволить внедрить персонализацию на уровне личных интересов и потребностей. Обучаемый получает доступ к информационным ресурсам курса и проходит обучение теоретического материала, с заданиями для самооценивания. Процесс обучения осуществляется под наставничеством тьютора (учителя). Согласно концептуальной модели персонализированного обучения, функции обратной связи развития компетенций через лабораторные и практические занятия, формативное и суммативное оценивание за разделы осуществляется в активной школьной среде непосредственно на уроке с учителем.

4. Этап оценивания и корректировки. На данном этапе осуществляется процесс проверки усвоения содержания курса. Итоговый контроль (ИК) подразумевает выполнение практических заданий, позволяющих оценить сформированность набора компетенций, заложенных в программе. Первоначальное нормативное значение $ИК \geq 70\%$ базируется на результатах экспертной оценки преподавателей, а в дальнейшем может меняться в зависимости от среднего балла всех обучившихся на данном курсе. В случае, если обучаемый не набирает пороговый уровень, обучаемому назначается тьютор (учитель), который на основании результатов ИК, проводит консультации и способствует повторению западающих тем. Обучаемый повторно сдает ИК и завершает обучение.

В рамках нашего исследования, персональная траектория развития подразумевает достижение ожидаемых результатов (формирование компетенций) согласно программе курса при различном уровне входных данных. Поэтому «завершенность обучения с результатами ИК» является одним из основных параметров системы.

Выводы по третьему разделу

1 Разрабатываемая информационная технология содержит систему автоматизированного подбора контента на основании данных профиля обучаемого. В предлагаемой информационной технологии поддержки персонализированного обучения профиль обучаемого содержит 2 блока

данных: базовый профиль и специальный профиль, базирующиеся на разных типах файлов.

2 На основании сравнительного анализа и метода анализа иерархий разработана модель цифровых компетенций учащихся старшей школы, состоящая из 5 критериев и 21 компонента. Выбранные значимые компоненты по каждому виду компетенций приняты как обязательные при создании персонализированных образовательных программ. Проведенное исследование по определению набора цифровых компетенций позволило построить алгоритм разработки модели компетенций, который имеет универсальный характер.

3 Разработана продукционная модель оценки соответствия курса персональным характеристикам учащихся. Система предлагает учащимся наиболее подходящий пакет курсов. Наличие системы автоматического подбора пакета учебных курсов на основе модели нечеткой логики, учитывающей персональные характеристики учащихся, является отличительной чертой разрабатываемой информационной технологии.

4 Построена общая структура системы адаптации содержания программ. Она включает подготовительный этап, этап автоматического подбора курсов, этап обучения, этап оценивания и корректировки. Детализация данной структуры позволила разработать универсальный алгоритм формирования программы обучения, дающий возможность овладеть установленными компетенциями и учитывающий персональные характеристики обучающегося.

5 Полученные результаты исследований доложены и опубликованы в сборниках международных научно-практических конференций [38, 41]. Опубликована статья в издании [61], рекомендованном уполномоченным органом МНВО РК.

4 АРХИТЕКТУРА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

4.1 Общее описание и функциональное обеспечение образовательной платформы персонализированного обучения

Для возможности практической реализации моделей и алгоритмов, представленных в 3 главе, был разработан программный комплекс «Образовательная платформа персонализированного обучения» (далее ОППО), соответствующий общим требованиям к техническим и программным средствам дистанционного обучения в Республике Казахстан [151-152]. Данный программный комплекс включает в себя прохождение обучения учащимися курсов с углубленным или расширенным контентом по предметам естественно-математического цикла, которые, в свою очередь, кроме предметных навыков и знаний, развивают цифровые компетенции, заложенные в контенте программ, согласно разработанной модели.

На рисунке 4.1 представлена концепция разработки образовательной платформы персонализированного обучения.

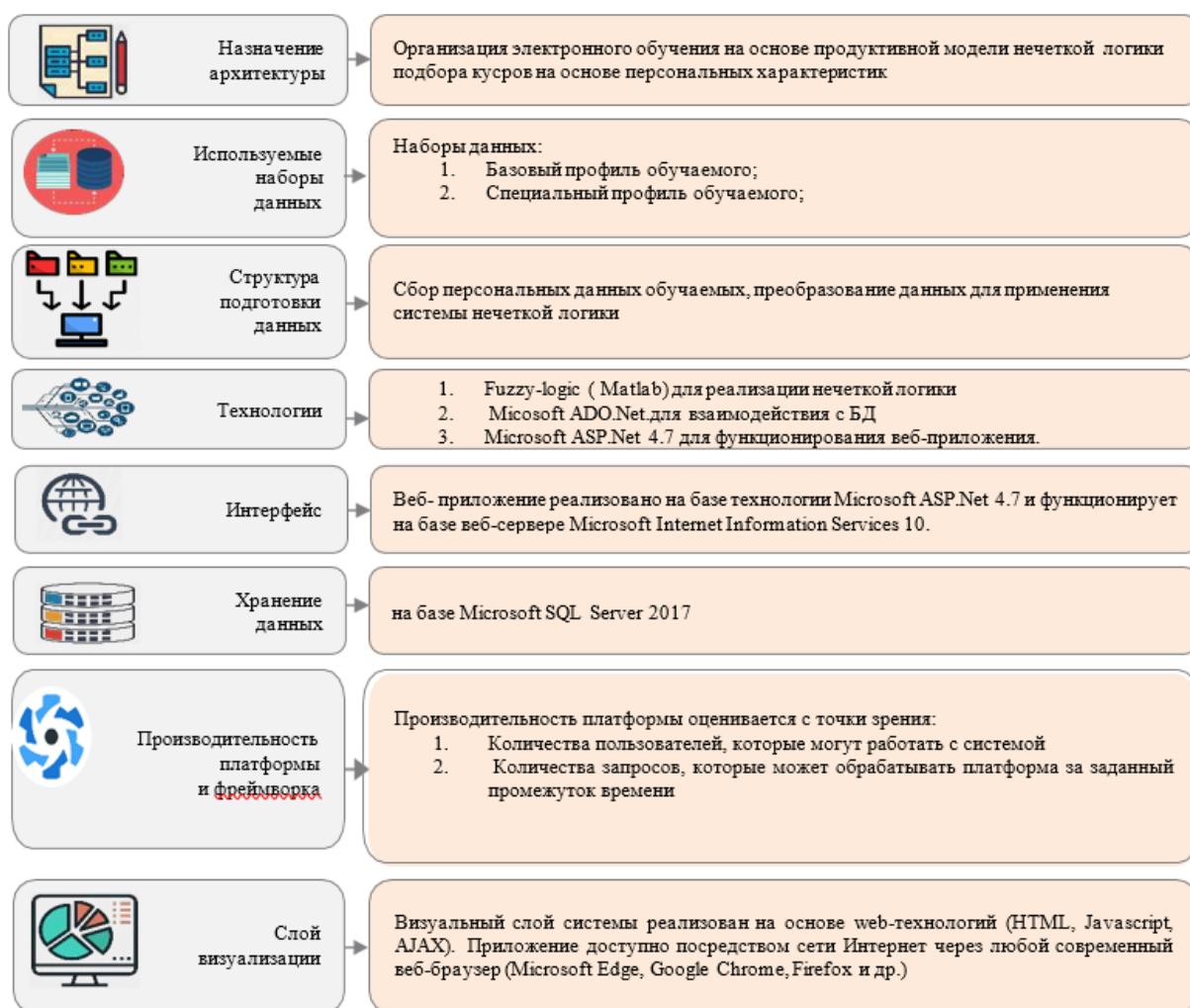


Рисунок 4.1 – Концепция разработки ОППО

Согласно предложенной концепции, информационная технология поддержки персонализированного обучения используется в двух целях: как средство персонализации обучения и как средство развития цифровых компетенций, что позволяет интегрировать два актуальных вопроса в одно оптимальное решение.

Поддержка персонализации в нашей системе будет осуществляться посредством технологии Fuzzy logic, которая является частью программного пакета Matlab. В данном модуле реализована поддержка нечеткой логики для рекомендательной системы выбора учащимися курсов и траектории обучения, согласно их персональным характеристикам (раздел 3.5).

Концепция данной информационной технологии дает возможность поддерживать следующие функции:

- интеграция возможности персонализации обучения и развития цифровых компетенций в одной ИТ;

- интеллектуальная обработка данных на основе продукционной модели нечеткой логики выбора курсов в соответствии с персональными характеристиками обучающихся;

- хранение различных типов данных в одной БД;

- возможность интегрирования с внешними приложениями и системами;

- возможность адаптирования и развития ИТ под нужды потребителей.

Исходя из вышесказанного, необходимо отметить, что разработанная платформа будет поддерживать следующие функциональные возможности (рисунок 4.2):

1. Аутентификация пользователей – проверка подлинности пользователя системы на основе логина и пароля. Для обеспечения безопасности пароли не должны храниться в открытом виде.

2. Авторизация пользователей – определение групп пользователей и на этой основе определение доступа пользователей к различным функциям системы (Администраторы системы, Учителя и Ученики)

3. Ведение справочных данных, необходимых для функционирования платформы (Администраторы системы). Платформа поддерживает ведение следующих справочников:

- Справочник учебных периодов;

- Справочник предметов.

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

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

- Профайлы учителей.

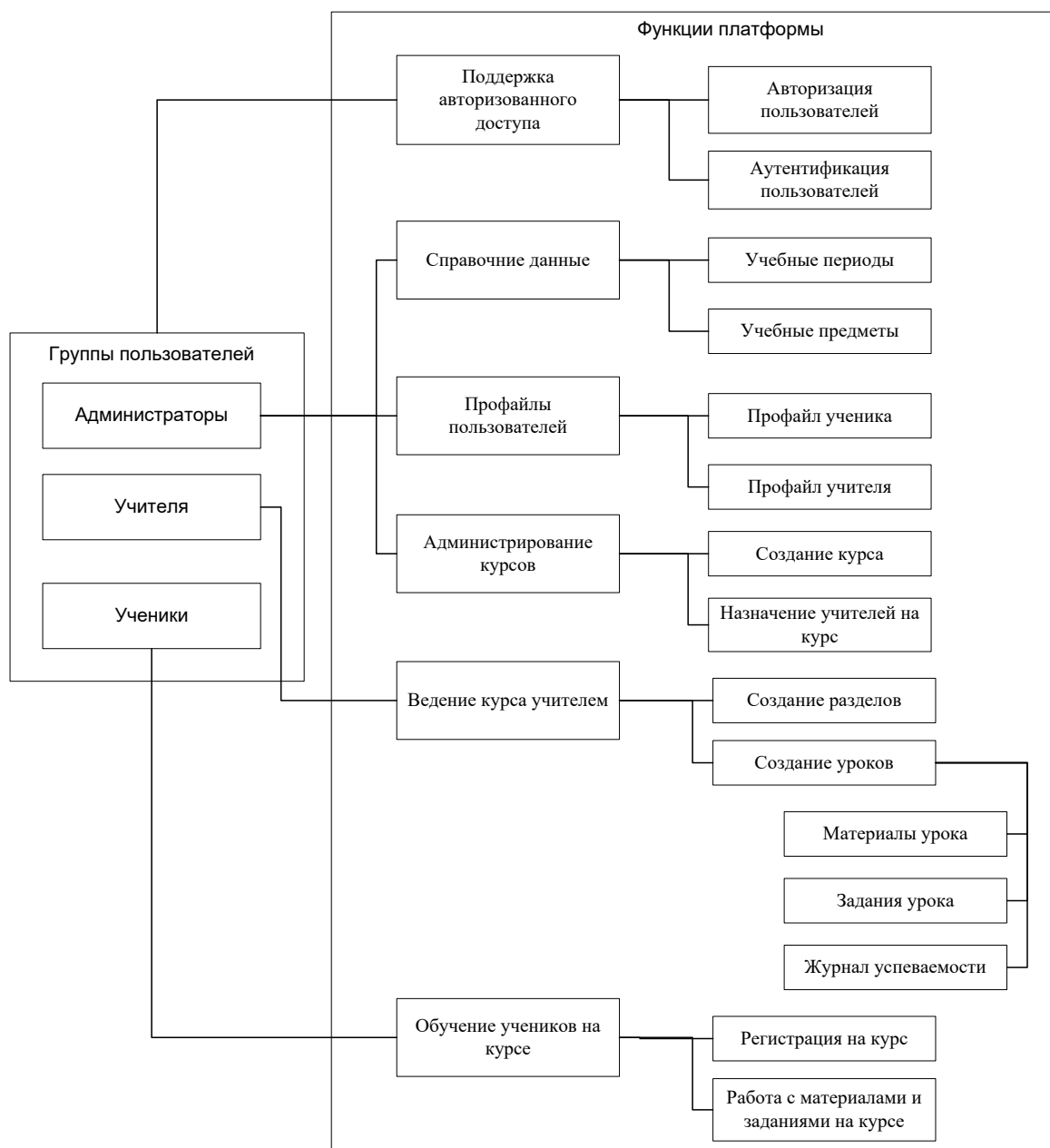


Рисунок 4.2 - Схема использования функций платформы

5. Ведение списков курсов, доступных в системе (Администраторы системы).

Платформа поддерживает следующие подфункции в рамках данной функции:

- создание новых курсов с указанием предмета, периода и пакета курса;
- прикрепление учителей за курсами.

6. Работа учителей с курсами (Учителя) . В рамках данной функции платформа должна поддерживать следующие подфункции:

- Создание и редактирование разделов курса (Учителя);
- Создание и редактирование уроков в разделе курса (Учителя);
- Создание и редактирование материалов уроков (Учителя);
- Создание и редактирование заданий уроков (Учителя);
- Введение журнала успеваемости по урокам.

7. Работа учеников с курсами (Ученики). В рамках данной функции платформа поддерживает следующие подфункции:

- Регистрация на изучение курса. В рамках данной функции используется система нечеткой логики для определения соответствия курсов профилю ученика.

- Просмотр курса. В рамках данной функции ученик может ознакомиться с различными материалами и заданиями на курсах.

4.2 Архитектура образовательной платформы персонализированного обучения

На рисунке 4.3 представлена архитектура информационной технологии поддержки персонализированного обучения на основе модели цифровых компетенций.

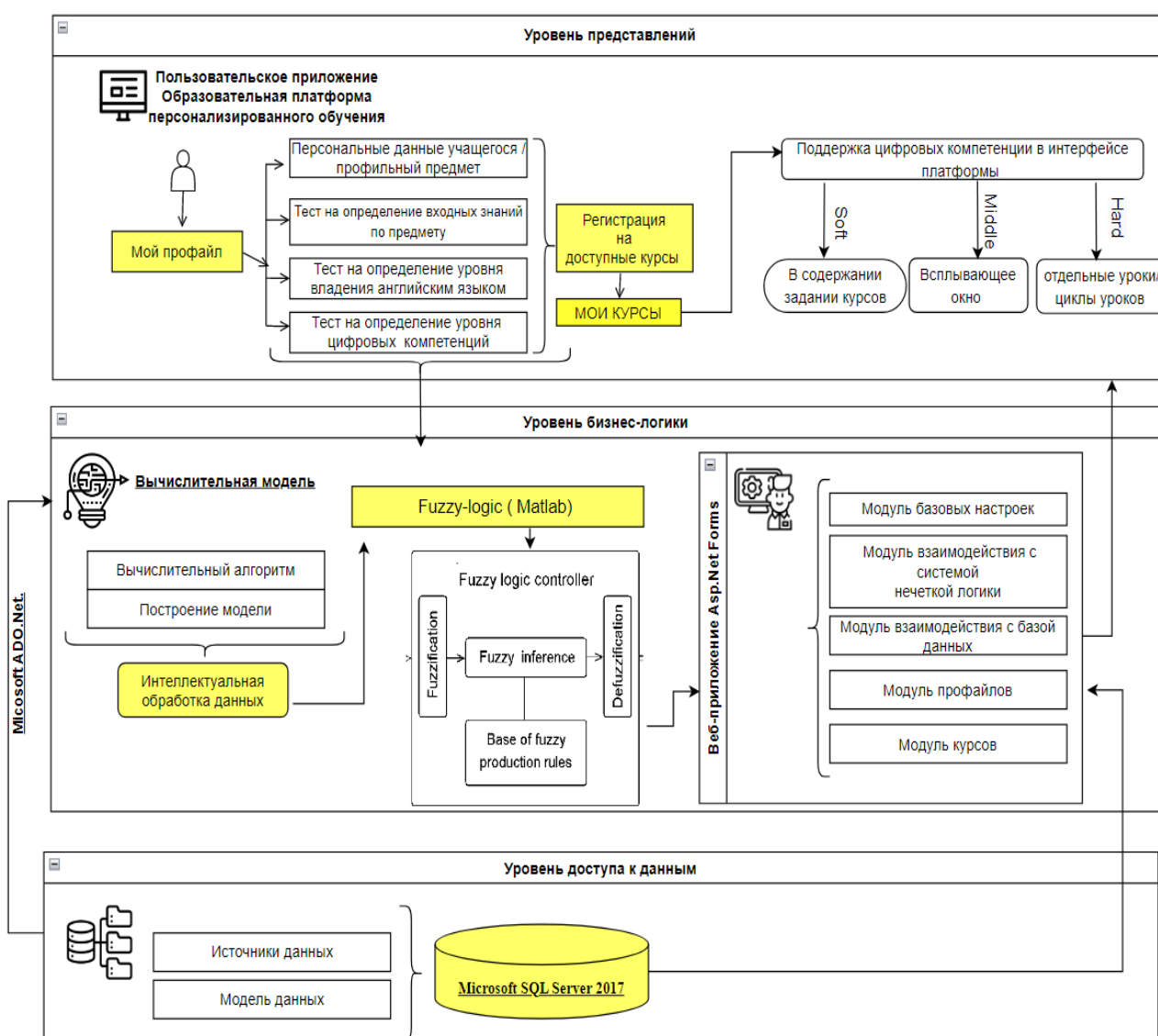


Рисунок 4.3 - Архитектура программного обеспечения ОППО

Первый уровень архитектуры ИТ поддержки персонализированного

обучения включает сбор и загрузку данных:

- Персональные данные учащихся, в том числе, выбранный профиль обучения;
- Данные о результатах входных тестов по профилирующему предмету;
- Данные о результатах теста на определение уровня владения английским языком;
- Данные о результатах теста на определение уровня цифровой компетенции.

Библиотека курсов (структура и содержание программ) формируется учителем (тьютором), прошедшим специальное обучение и оценивается экспертом с точки зрения 3-х показателей:

1. На какой уровень входных знаний по предмету ориентирован курс: высокий, пороговый, базовый;
2. На каком уровне знания английского языка базируется курс: выше среднего, средний, базовый;
3. Какой минимальный уровень цифровых компетенций необходим для усвоения курса: продвинутый, уверенный, средний.

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

На уровне бизнес-логики архитектуры 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 Microsoft ASP.Net 4.7 и функционирует на базе веб-сервера Microsoft Internet Information Services 10.

На уровне представлений описывается пользовательский интерфейс разработанной образовательной платформы персонализированного обучения. В качестве пользователей выступают учащиеся (курсанты), учителя (тьюторы), администраторы (заместители директора и ИТ-специалисты). Каждая категория пользователей имеет определенный перечень доступных вкладок (более подробно в разделе 4.3). Курсантам после заполнения своих профайлов открывается доступ к рекомендованному пакету курсов, соответствующих их персональным характеристикам. В период обучения, для реализации цели развития цифровых компетенций, осуществляется поддержка обучающихся на 3-х уровнях вмешательства: SOFT (мягкое), MIDDLE (среднее), HARD (глубокое).

4.2.1 Программная архитектура

На рисунке 4.4 представлена программная архитектура ОППО.

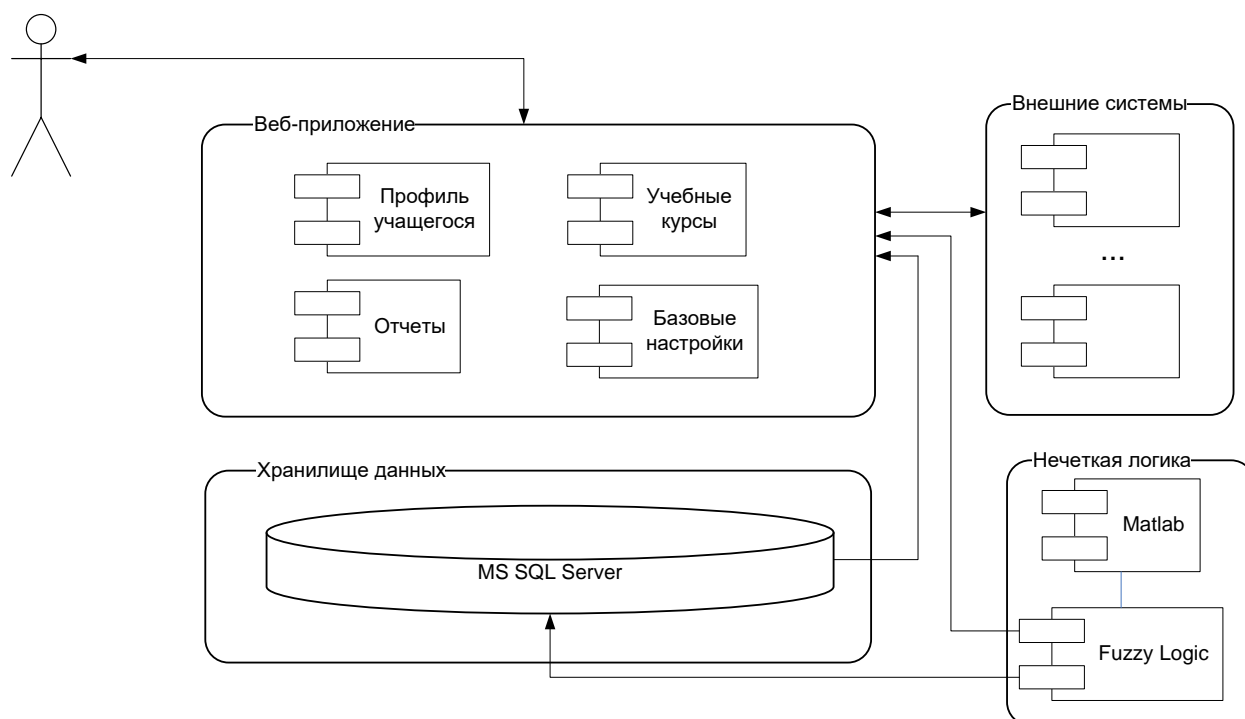


Рис. 4.4 – Программная архитектура ОППО

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

1) Хранилище данных. На данном уровне находятся программные компоненты, которые предназначены для поддержки функционирования базы данных системы и проведения аналитических расчетов. К компонентам данного уровня относятся система управления базами данных на основе Microsoft SQL Server 2017. В данной СУБД находится основная база данных ОППО.

2) Веб-приложение. Данный компонент представляет собой веб-приложение, с которым работают конечные пользователи системы (учащиеся, учителя и другие заинтересованные лица). Данное приложение реализовано на базе технологии Microsoft ASP.Net 4.7 и функционирует на базе веб-сервера Microsoft Internet Information Services 10. Данное приложение взаимодействует с хранилищем данных системы и взаимодействует с внешними компонентами. Основными компонентами данного веб-приложения являются компоненты, соответствующие концептуальным компонентам системы, перечисленным ранее:

а) Профиль учащегося

- б) Учебные курсы
- в) Базовые настройки
- г) Отчеты

3) Внешние системы. Данная часть включает в себя внешние по отношению к ОППО системы, которые требуются для проведения обучения, и вспомогательные службы, которые не являются частью системы. Список внешних систем представлен на рисунке 4.5.

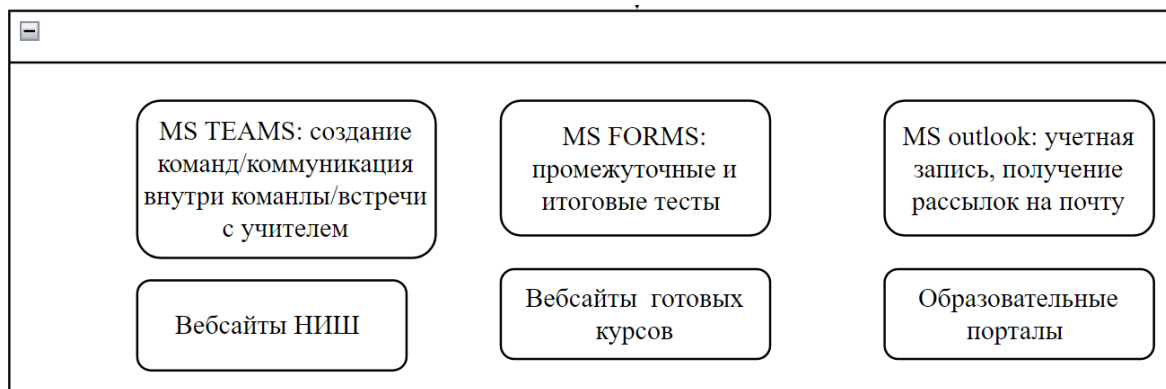


Рисунок 4.5 - Внешние системы

4) Модуль нечеткой логики. Данный модуль построен на основе программного модуля Fuzzy logic, который является частью программного пакета Matlab. В данном модуле реализована поддержка нечеткой логики для рекомендательной системы выбора учащимися курсов и траектории обучения. Данный программный пакет поддерживает компиляцию своих модулей в различные форматы, в том числе и в библиотеки Net Framework. Модуль, который осуществляет расчет по созданной нечеткой модели был скомпилирован в динамическую библиотеку и подключен к нашему приложению.

4.2.2 Архитектура базы данных

Проектирование базы данных осуществляется поэтапно 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 [153].

Рассмотрим построение базы данных ОППО на основе перечисленных выше этапов.

Инфологическая модель базы данных ОППО

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.

Выявленные в результате нашего исследования информационные объекты и их атрибутивный состав представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Информационные объекты и их атрибуты

Объект	Атрибут
Тип пользователя	Идентификатор типа пользователя
	Название
Пользователь	Идентификатор пользователя
	Имя пользователя
	Тип пользователя
	Фото
	Пароль
Учитель	Идентификатор учителя
	ФИО учителя
	Идентификатор пользователя
	E-Mail
Ученик	Идентификатор ученика
	ФИО ученика
	Идентификатор пользователя
Предмет	Идентификатор предмета
	Название предмета
Учебный период	Идентификатор периода
	Название периода
Индикатор профайла ученика	Идентификатор индикатора профайла ученика
	Код
	Название
Профайл ученика	Идентификатор ученика
	Идентификатор индикатора профайла ученика
	Значение
Индикатор профайла учителя	Идентификатор индикатора профайла учителя
	Код
	Название
Профайл учителя	Идентификатор учителя
	Идентификатор индикатора профайла учителя
	Значение
Тип ресурса	Идентификатор типа ресурса
	Название типа ресурса
Тип цели раздела	Идентификатор типа цели раздела
	Название
Тип задания	Идентификатор типа задания
	Название типа задания
Пакет курсов	Идентификатор пакета
	Название пакета
	Идентификатор индикатора профайла ученика для определения значения переменной нечеткой логики «Уровень текущих знаний по предмету»
	Идентификатор индикатора профайла ученика для определения значения переменной нечеткой логики «Уровень владения английским языком»
	Идентификатор индикатора профайла ученика для определения значения переменной нечеткой логики «Уровень цифровых компетенций»
	Минимальное значение для «Показатель соответствия пакета курсов персональным характеристикам учащегося» нечеткой логики
	Максимальное значение для «Показатель соответствия пакета курсов персональным характеристикам учащегося» нечеткой логики

Курс	Идентификатор курса
	Идентификатор предмета
	Идентификатор учебного периода
	Дата создания курса
	Курс действующий или нет
	Идентификатор пакета курсов
Учителя курса	Идентификатор курса
	Идентификатор учителя
	Дата регистрации
Ученики курса	Идентификатор курса
	Идентификатор ученика
	Дата регистрации
Раздел курса	Идентификатор раздела
	Идентификатор курса
	Название раздела курса
	Дата создания
	Порядковый номер раздела
	Краткое описание раздела
Цели раздела курса	Идентификатор цели раздела курса
	Идентификатор раздела
	Идентификатор типа цели раздела
	Описание цели
Урок раздела	Идентификатор урока
	Идентификатор раздела
	Название урока
	Дата создания
	Количество часов для изучения урока
	Порядковый номер урока
	Краткое описание урока
Компетенций урока	Идентификатор компетенций урока
	Идентификатор урока
	Описание компетенций
Ресурсы урока	Идентификатор ресурса урока
	Идентификатор урока
	Идентификатор типа ресурса
	Название ресурса
	Порядковый номер ресурса
	Двоичные данные ресурса
	Содержание ресурса
	Дата создания
Задания урока	Идентификатор задания урока
	Идентификатор урока
	Название задания
	Порядковый номер задания
	Идентификатор типа задания
	Двоичные данные задания
	Содержание задания
	Дата создания
	Начальная дата для задания
	Завершающая дата для задания

Для понимания взаимодействия объектов внутри базы данных используется специальный вид диаграмм взаимодействия – ER-диаграммы, в которых отражаются взаимосвязи между информационными объектами. На данной диаграмме изображаются следующие элементы:

- прямоугольник – представляет собой объект;
- ромб – обозначает действие;
- линия – связывает объекты через действие.

ER-диаграмма нашей системы представлена на рисунке 4.6.

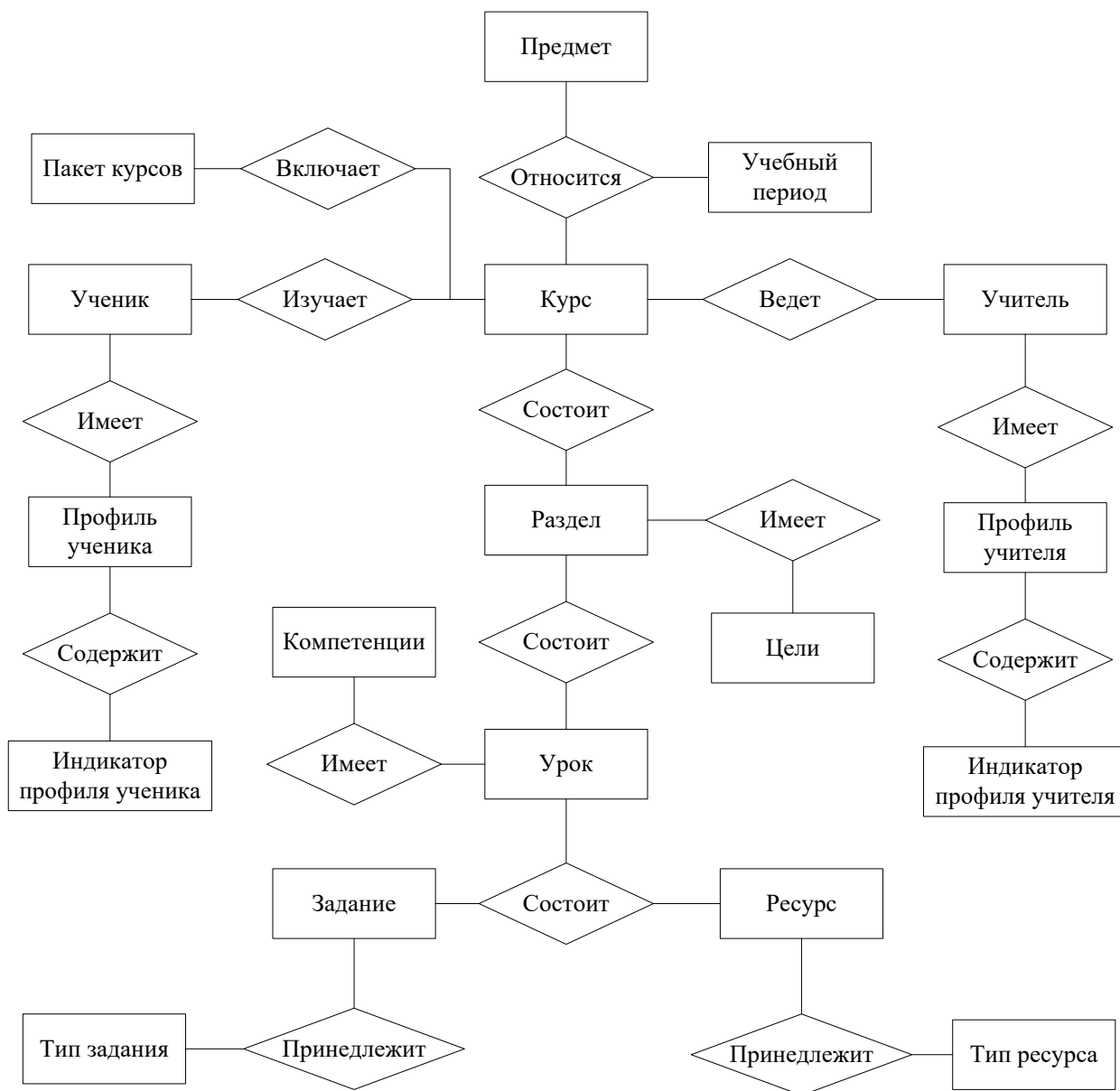


Рисунок 4.6 – ER-диаграмма базы данных

Построенная инфологическая модель базы данных является основой для следующего этапа - построения логической модели базы данных.

Логическая модель базы данных

На данном этапе проектирования базы данных выполняются следующие действия:

- определяются отношения и их атрибутивный состав;
- определяются первичные и внешние ключи для отношений;

- производится нормализация отношений;
- на заключительном этапе строится логическая схема данных.

На основе построенной инфологической модели базы данных определяются те информационные объекты, которые должны содержаться в базе данных. Выявленные информационные объекты на данном этапе проектирования преобразуются в отношения с набором атрибутов. Для идентификации объектов в отношениях определены первичные ключи для каждого отношения, а для связи между отношениями определены внешние ключи.

На завершающем шаге данного этапа проектирования построена логическая схема базы данных, которая приведена на рисунке 4.7.

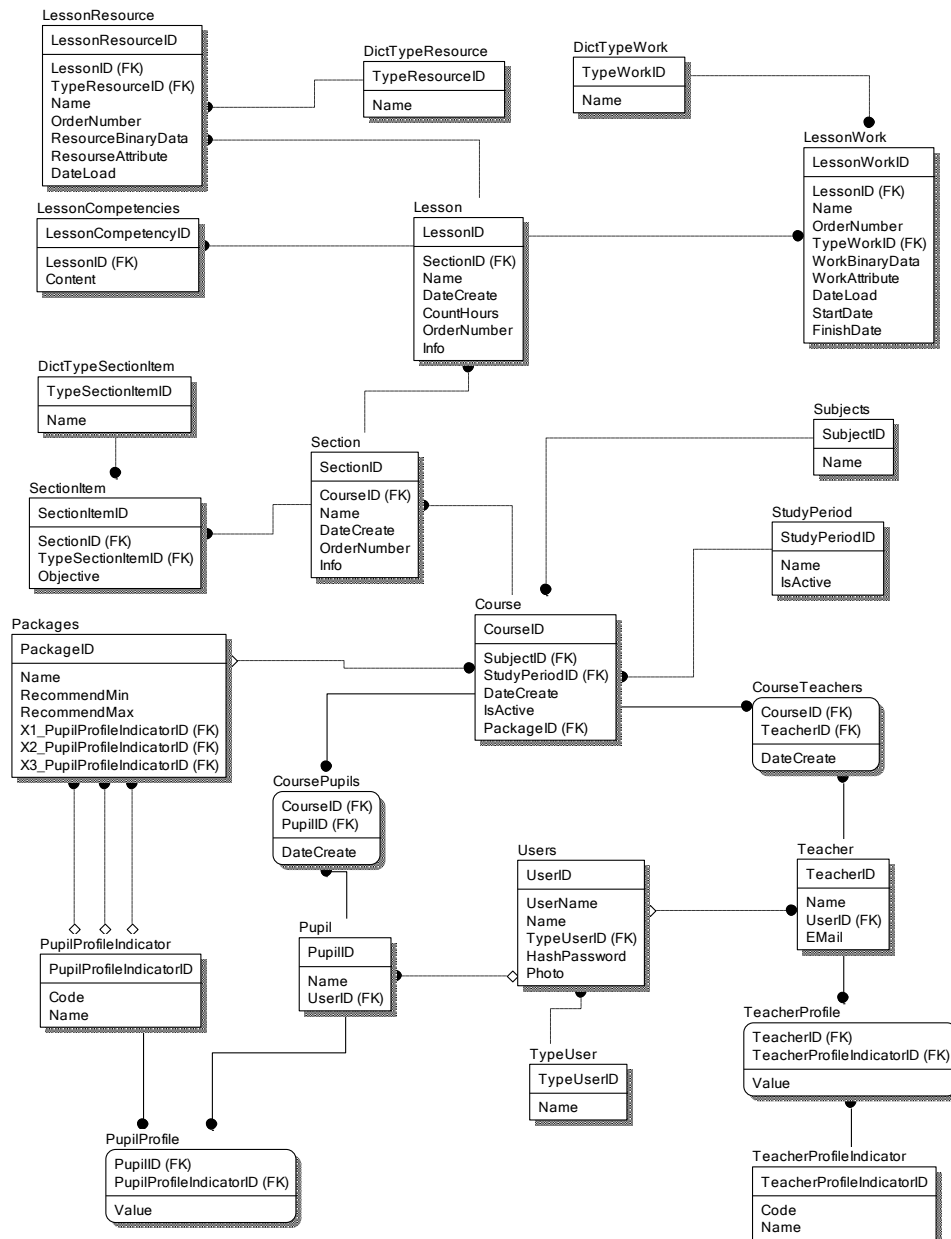


Рисунок 4.7 – Логическая схема базы данных

После проведения логического проектирования базы данных, данная модель переносится на физическую модель. Данная модель строится на конкретной системе управления базами данных. В данном исследовании в качестве системы управления базами данных используется Microsoft SQL Server 2017.

При переносе логической модели базы данных на физическую модель отношения отображаются в таблице с набором атрибутов, первичных и внешних ключей (Приложение Е). Для создания указанных объектов в современных системах управления базами данных используется язык SQL.

4.3 Программная реализация платформы персонализированного обучения

Программная архитектура веб-приложения

Веб-приложение для ОППО работает на базе технологии ASP.Net Forms. Данное приложение состоит из нескольких модулей, в которых реализована основная логика работы ОППО.

1) Модуль взаимодействия с базой данных – данный модуль отвечает за взаимодействие с базой данных: получение и обновления данных;

2) Модуль взаимодействия с системой нечеткой логики;

3) Административный модуль – модуль предназначен для настройки системы;

4) Модуль профайлов – модуль предназначен для работы с профайлами учителей и учеников;

5) Модуль курсов – модуль предназначен для создания и проведения обучения по предметам.

Программная архитектура разработанного веб-приложения представлена на рисунке 4.8.

Рассмотрим модули, представленные в веб-приложении:

1. Компонент взаимодействия с базой данных (DBManager) – данный модуль отвечает за взаимодействие с базой данных: получение и обновления данных;

2. Модуль взаимодействия с системой нечеткой логики. Данный компонент включает в себя следующие компоненты:

- Matlab runtime – библиотека времени выполнения Matlab;

- FuzzyModel – компонент для взаимодействия с Matlab runtime.

Данный компонент является прослойкой между веб-приложением и библиотекой времени выполнения Matlab и используется для вычисления соответствия курса для учеников на основе нечеткой логики.

3) Модуль профайлов (User Profiles) – модуль предназначен для работы с профайлами пользователей и включает в себя следующие компоненты:

- Компонент «Профайл учителя» (Teacher profile) - данный компонент используется для редактирования и отображения данных по профайлам учителей;

- Компонент «Профайл ученика» (Pupil profile) - данный компонент

используется для редактирования и отображения данных по профайлам учеников;

- Компонент «Регистрация на курс» (Registration) – данный компонент используется для осуществления регистрации учеников на учебные курсы. Данный компонент взаимодействует с модулем нечеткой логики (FuzzyModel) для определения уровня соответствия курса профилю ученика.

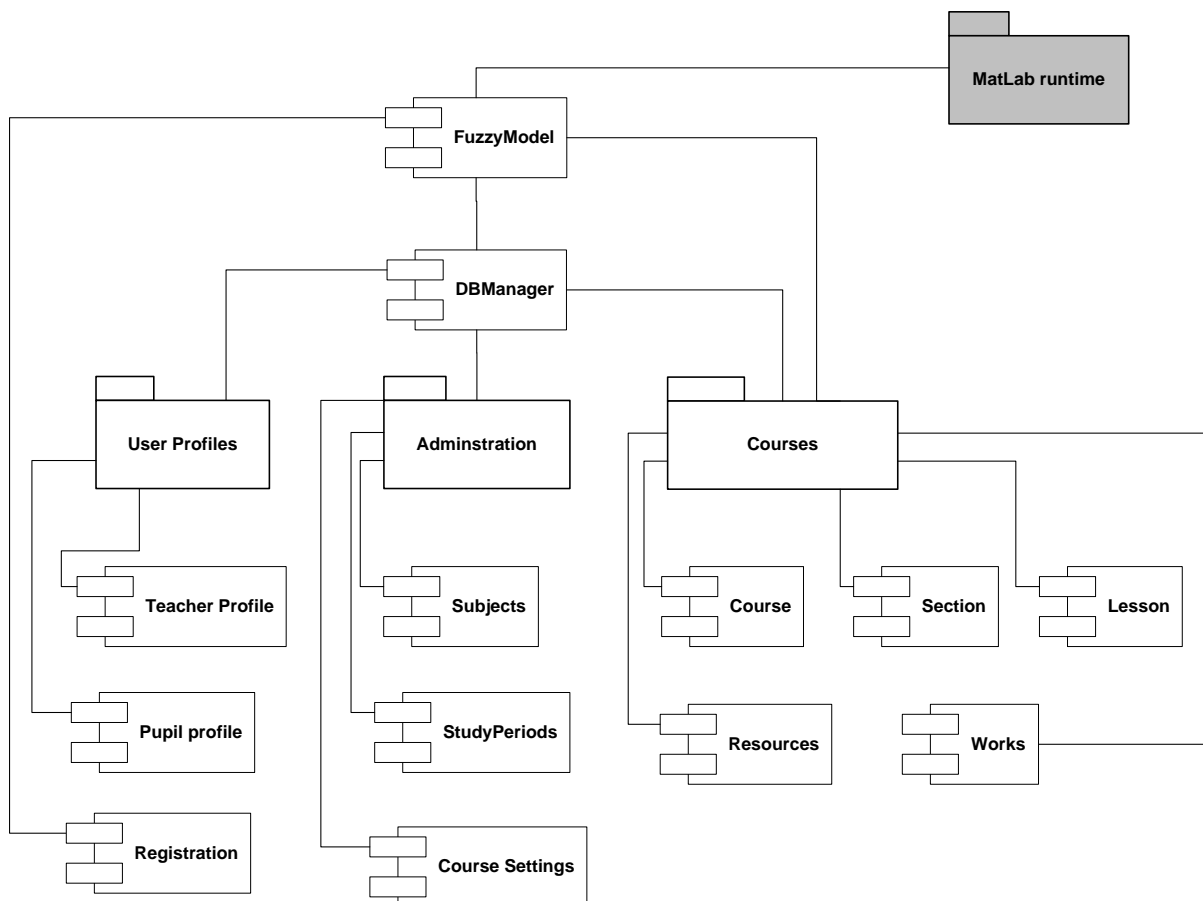


Рисунок 4.8 - Программная архитектура веб-приложения

4) Административный модуль (Administration) – модуль предназначен для настройки системы и включает в себя следующие компоненты:

- Компонент «Учебные предметы» (Subjects) – данный компонент предназначен для редактирования справочника учебных предметов, по которым в системе будут создаваться учебные курсы;

- Компонент «Учебные периоды» (StudyPeriods) – данный компонент предназначен для редактирования справочника учебных периодов, по которым в приложении будут вестись учебные курсы;

- Компонент «Настройки курса» (Course settings) – данный компонент предназначен для создания новых курсов, их настройки и назначения на курс учителей;

5) Модуль курсов – модуль предназначен для создания и проведения

обучения по предметам и включает в себя следующие компоненты:

- Компонент «Курс» (Course) – данный компонент отвечает за представление общего содержания учебного курса (описание и включенные в курс разделы и уроки).

- Компонент «Раздел» (Section) – данный компонент отвечает за работу с разделом курса (описание раздела, цели раздела, список уроков по разделу).

- Компонент «Урок» (Lesson) – данный компонент предназначен для работы с уроком курса (описание урока, компетенции урока, учебные материалы и задания к уроку).

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

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

Исходный код разработанных модулей был представлен для получения свидетельства авторского права (Приложение А).

Логическая структура веб-приложения

Веб-приложение имеет следующую логическую структуру (рисунок 4.9) 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).

3. Учебный курс. Данный раздел предназначен для работы с курсом и включает в себя следующие веб-страницы:

- страница учебного курса, на которой выводятся общие сведения по курсу, а также производится редактирование содержания курса (создание новых разделов для курса);

- страница раздела, на которой отображаются сведения по разделу курса, а также производится редактирование содержания раздела (описание курса и состав уроков по разделу);

- 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.



Рисунок 4.9 – Логическая структура веб-приложения

Описание функциональных возможностей веб-приложения

Работа приложения зависит от роли пользователя в системе. На рисунке 4.10 представлена use case диаграмма веб-приложения.



Рисунок 4.10 - Use case диаграмма веб-приложения

Как видно из диаграммы, в системе имеется 3 категории пользователей:
 -Администратор. Данный пользователь занимается администрированием системы – ведением справочников, созданием пользователей и курсов.

- Учитель. Данный пользователь занимается наполнением содержания курсов.

- Ученик. Данный пользователь регистрируется на учебные курсы и знакомится с содержанием курсов, на которые он зарегистрирован. Также при регистрации на курс используется модель нечеткой логики для оценки соответствия курса профилю ученика (пакет Matlab runtime (fuzzy logic)).

Далее приведем краткое описание работы с веб-приложением ОППО.

Для администратора системы начальная страница представлена на рисунке 4.11.

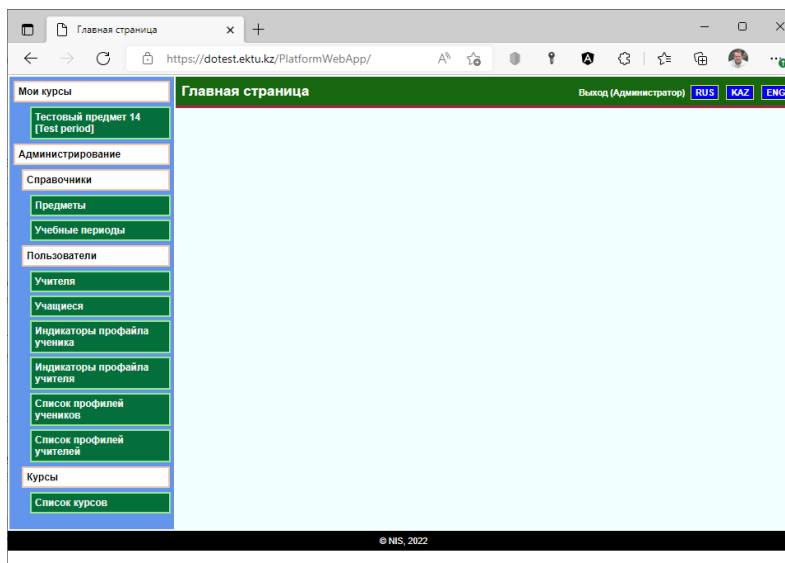


Рисунок 4.11– Начальная страница администратора системы

Администраторам системы доступны разделы:

- 1) Мои курсы – перечислены все курсы, которые активны в системе.
- 2) Администрирование – данный раздел включает в себя 3 подраздела: Справочники, Пользователи и Курсы.

Справочники – предназначен для ведения справочников по учебным предметам и учебным периодам.

На рисунке 4.12 представлена страница со списком учебных предметов. На данной странице можно создать новый предмет, удалить предмет или изменить предмет. Работа со справочником учебных периодов аналогична работе со справочником учебных предметов (рисунок 4.13).

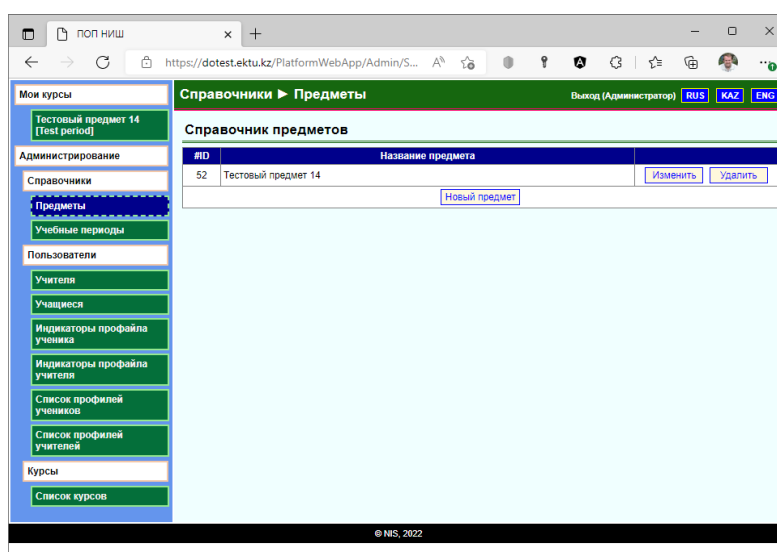


Рисунок 4.12 – Справочник учебных предметов

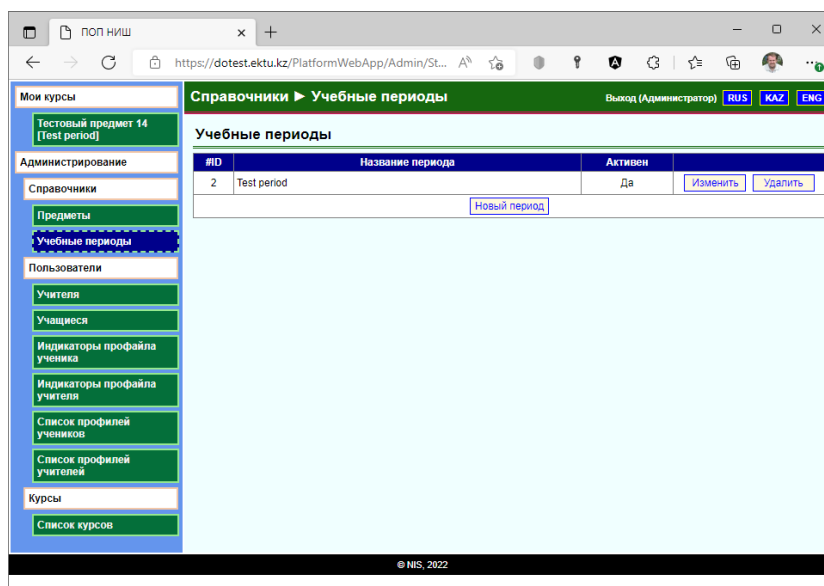


Рис. 4.13 – Справочник учебных периодов

Раздел «Пользователи» предназначен для ведения списка учеников и учителей, а также редактирования их профилей в системе. В данный раздел включены следующие элементы:

- Учителя. При переходе в данный раздел появляется список учителей (рисунок 4.14). На данной странице мы можем добавить, удалить или изменить данные по учителю.

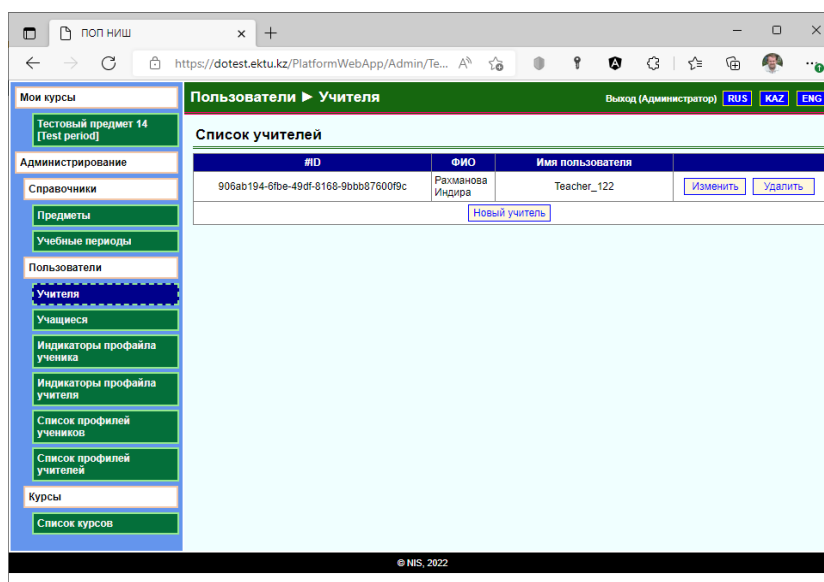


Рисунок 4.14 – Список учителей

- Учащиеся. При переходе в данный раздел появляется список учеников (рисунок 4.15). На данной странице мы можем добавить, удалить или изменить данные по ученику.

- Индикаторы профайла ученика. При переходе в данный раздел открывается страница с индикаторами профайла ученика (рисунок 4.16).

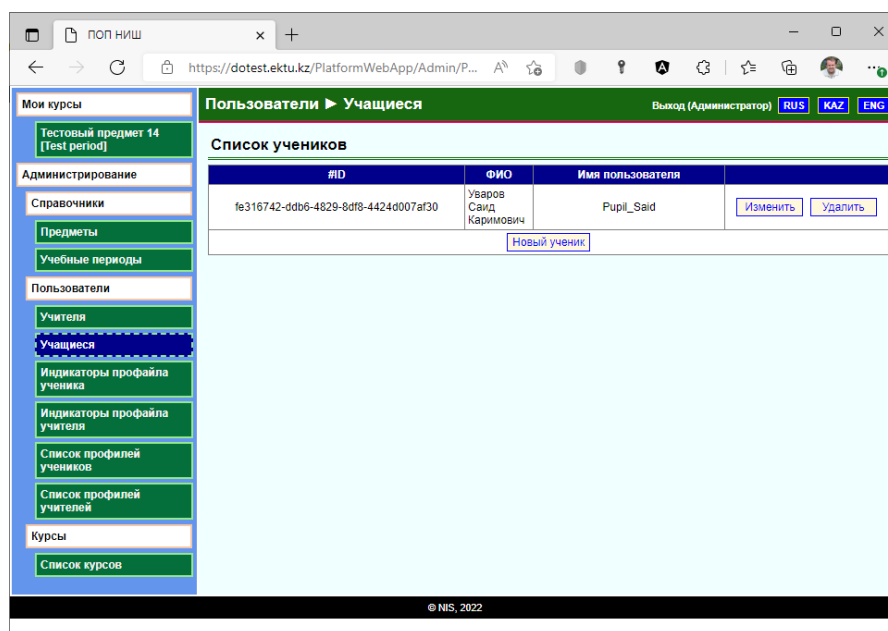


Рисунок 4.15 – Страница со списком учеников

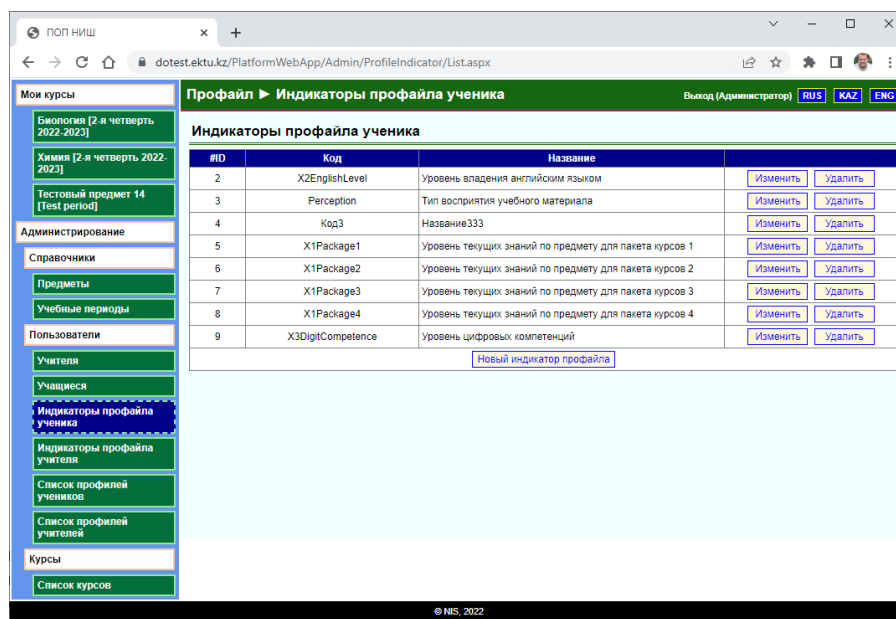


Рисунок 4.16 – Список индикаторов профайла ученика

- Индикаторы профайла учителя. При переходе в данный раздел открывается страница с индикаторами профайла учителя (рисунок 4.17). В данном разделе мы можем добавить, изменить или удалить индикатор.

- Список профилей учеников. Данный раздел предназначен для ввода данных по профилю учеников (рисунок 4.18). Для редактирования профиля ученика нужно щелкнуть по кнопке «редактирование» напротив ФИО ученика.

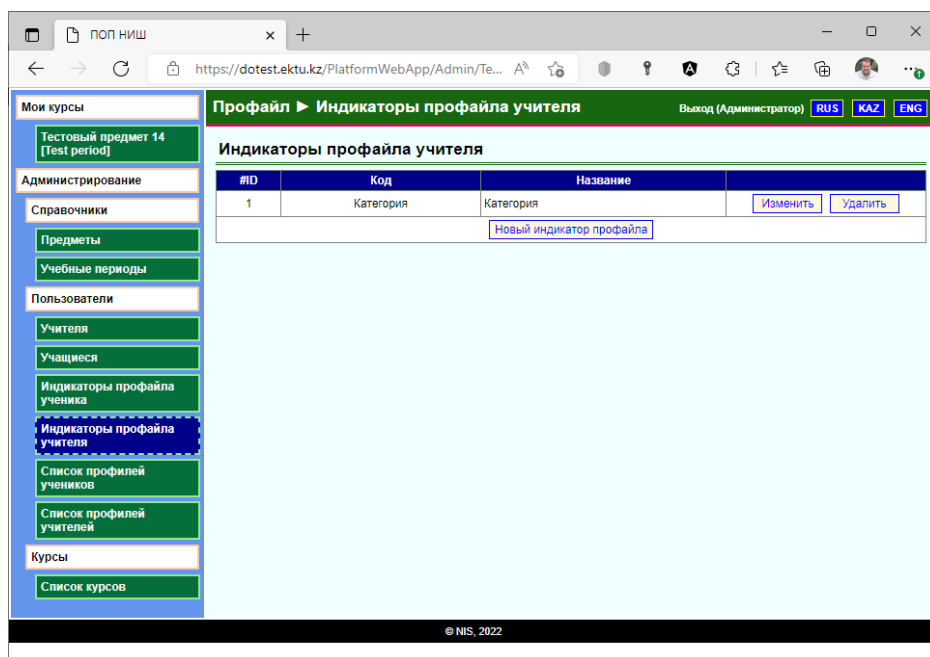


Рисунок 4.17 – Список индикаторов профиля учителя

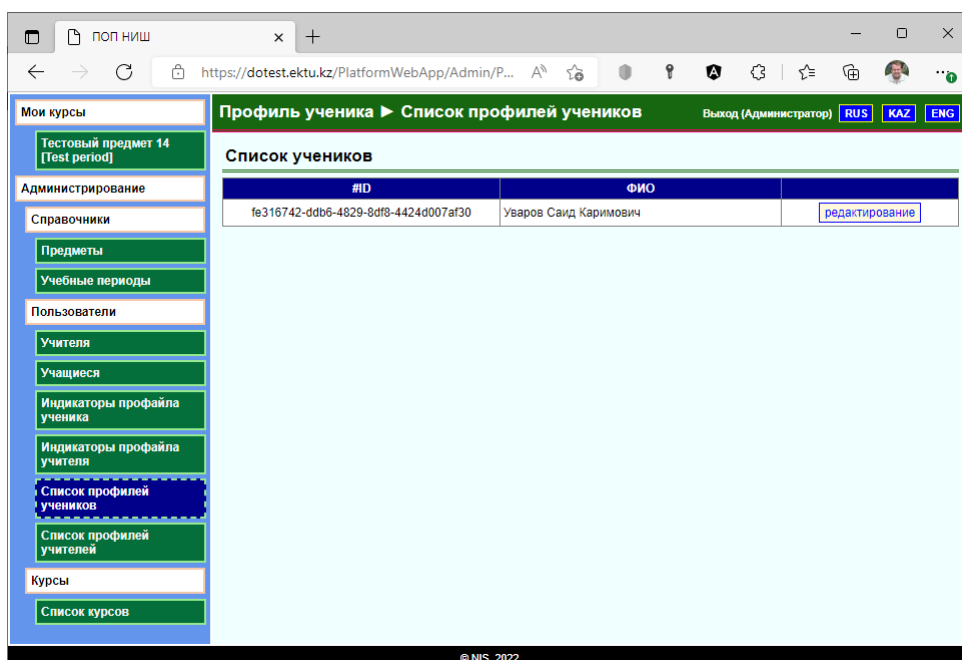


Рисунок 4.18 – Список профилей учеников

- Список профилей учителей. Данный раздел предназначен для ввода данных по профилю учителей (рисунок 4.19). Для редактирования профиля учителя нужно щелкнуть по кнопке «редактирование» напротив ФИО учителя.

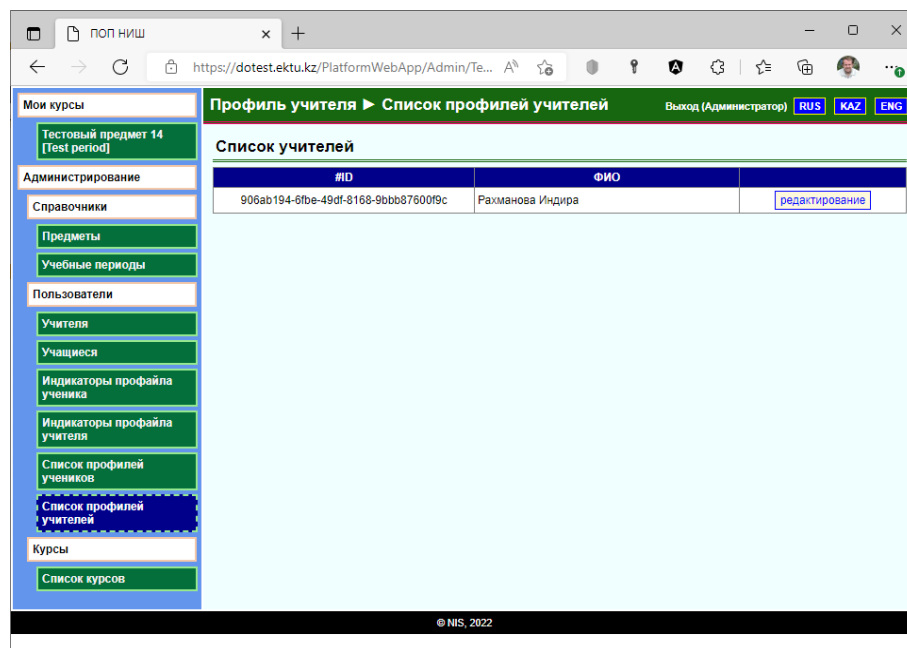


Рисунок 4.19– Список профилей учителей

3) Курсы. Данный раздел имеет только 1 подраздел «Список курсов». В данном подразделе представлены активные курсы в системе (рисунок 4.20). Курсы имеют дополнительные характеристики по уровням знаний по профильному предмету, уровню владения английским языком и уровню сформированности цифровых компетенций. В данном разделе можно создать новый курс, удалить курс или изменить характеристики курса.

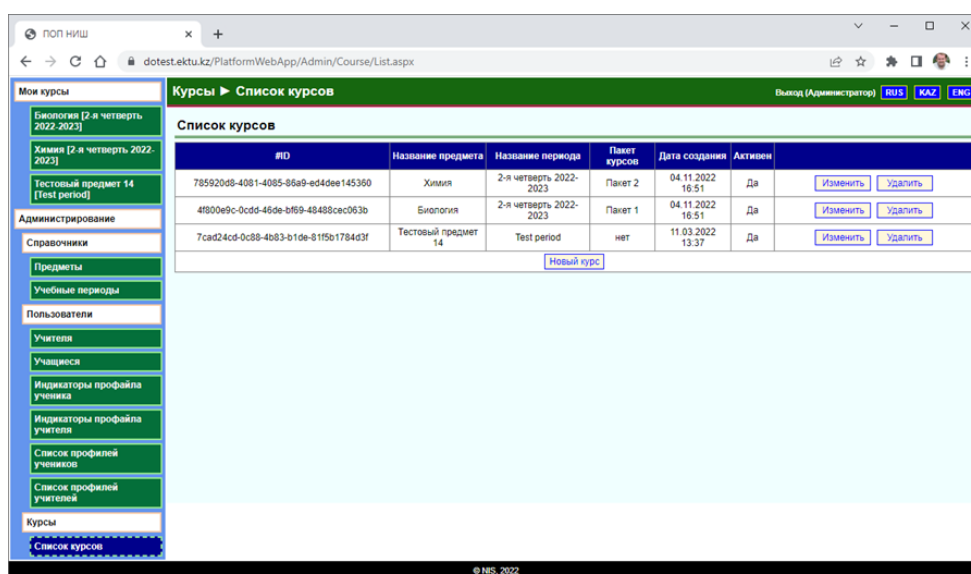


Рисунок 4.20 – Список курсов

Для добавления нового курса нужно нажать кнопку «Новый курс». После этого откроется страница добавления нового курса (рисунок 4.21).

Для нового курса мы указываем:

1. Учебный предмет.
2. Учебный период.
3. На какой уровень входных знаний по предмету ориентирован курс.
4. На каком уровне знания английского языка базируется курс.
5. На каком уровне цифровых компетенций базируется курс.

После указания этих данных и нажатия кнопки «Сохранить» данный курс появится в списке курсов.

Для добавления учителей на курс нужно на странице со списком курсов нажать кнопку «Изменить». После этого откроется страница редактирования курса (рисунок 4.22), где можно закрепить и/или открепить учителей за курсом.

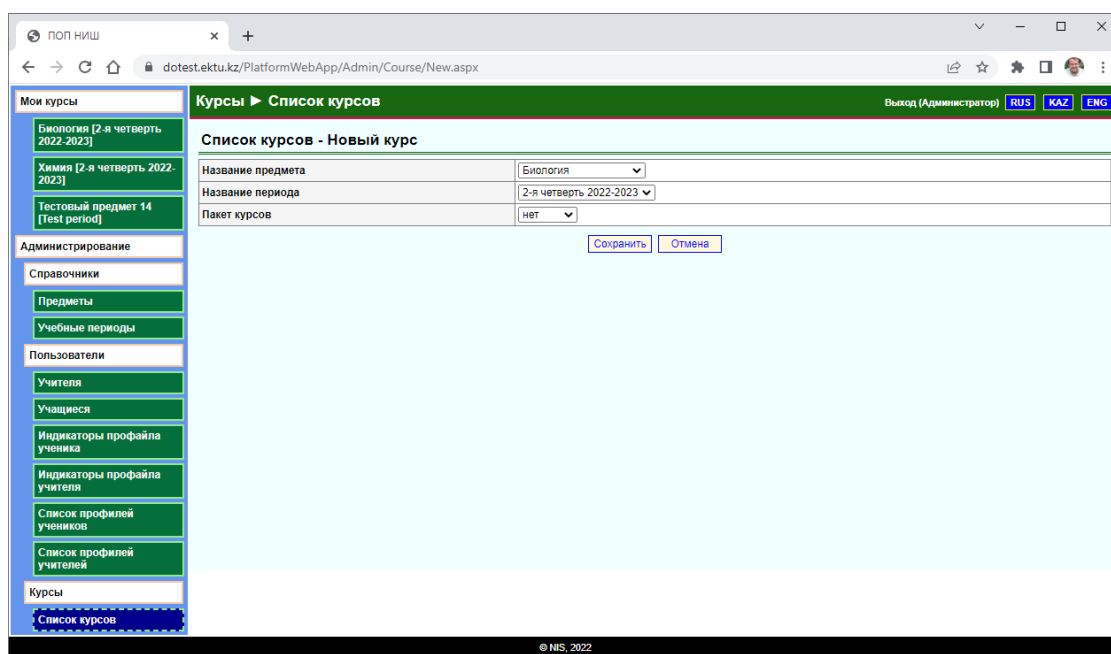


Рисунок 4.21– Добавление нового курса

Учителям системы доступны разделы:

- Мои курсы – перечислены все активные курсы, которые закреплены за учителем.

- Мой профиль. В данном разделе учитель может просмотреть свой профиль в системе (рисунок 4.23).

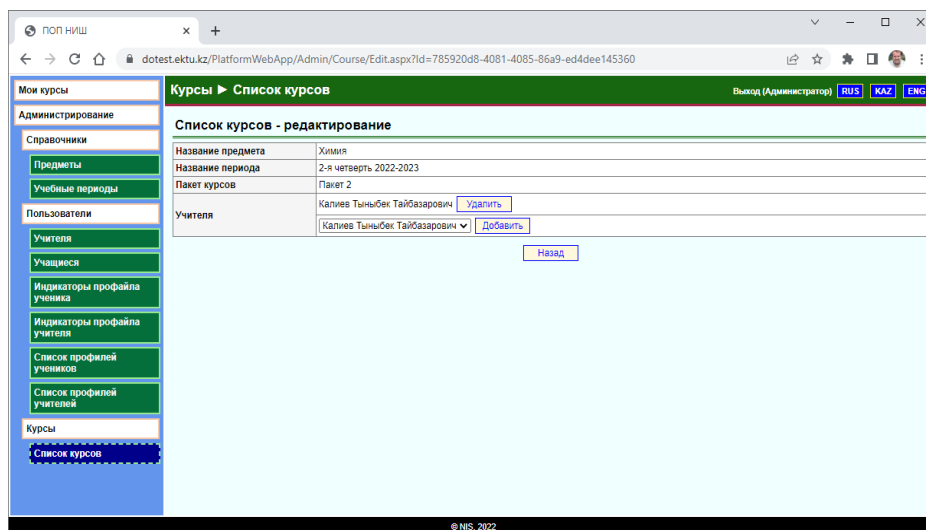


Рисунок 4.22 – Страница редактирования курса

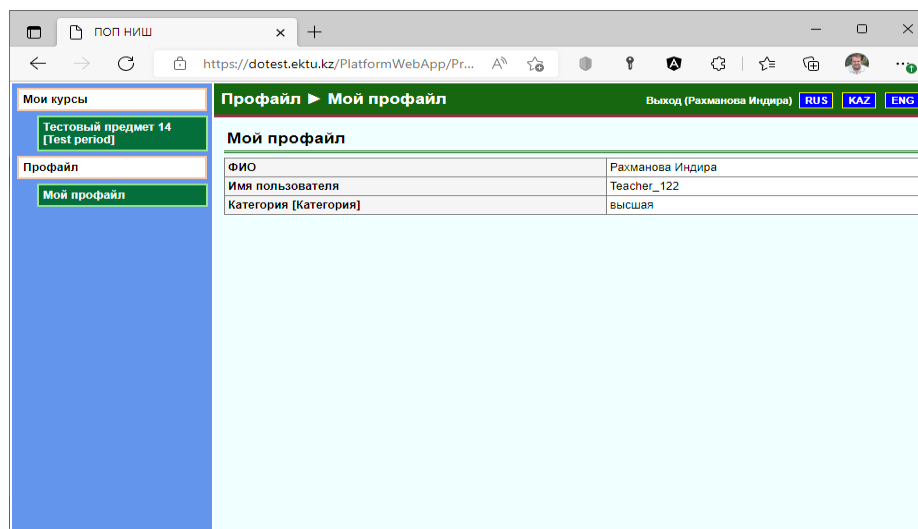


Рисунок 4.23 – Страница профиля учителя

Учащимся системы доступны разделы:

- Мои курсы – перечислены все активные курсы, на которые зарегистрировался ученик.
- Мой профайл. В данном разделе ученик может просмотреть свой профайл в системе (рисунок 4.24)
- Регистрация на курсы. В данном разделе учащиеся может зарегистрироваться на курсы, которые ему доступны согласно его персональным характеристикам (рисунок 4.25). На данной странице представлен рекомендуемый пакет курсов. Для регистрации на курс учащийся должен нажать кнопку «Регистрация». После этого выбранный курс автоматически появляется в разделе «Мои курсы».

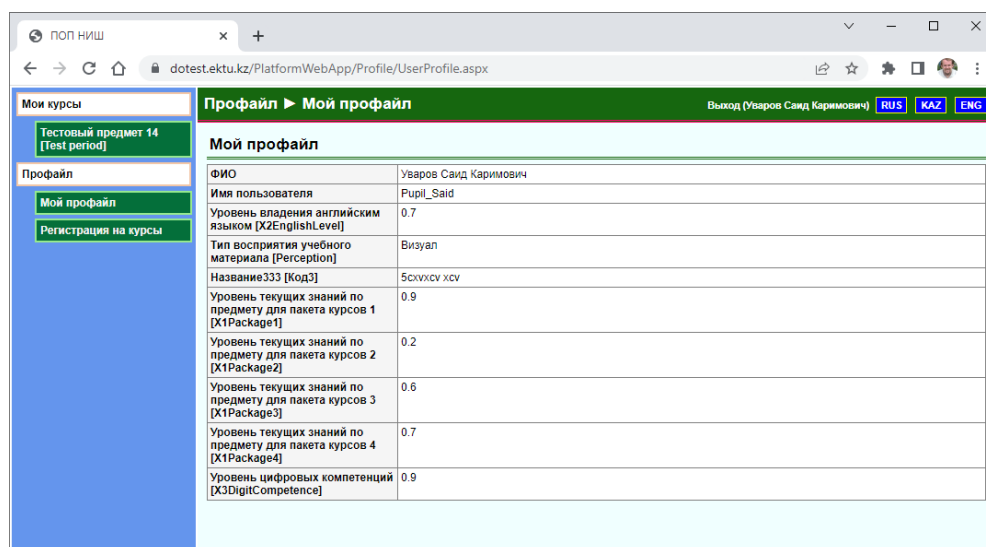


Рисунок 4.24 – Страница профиля ученика

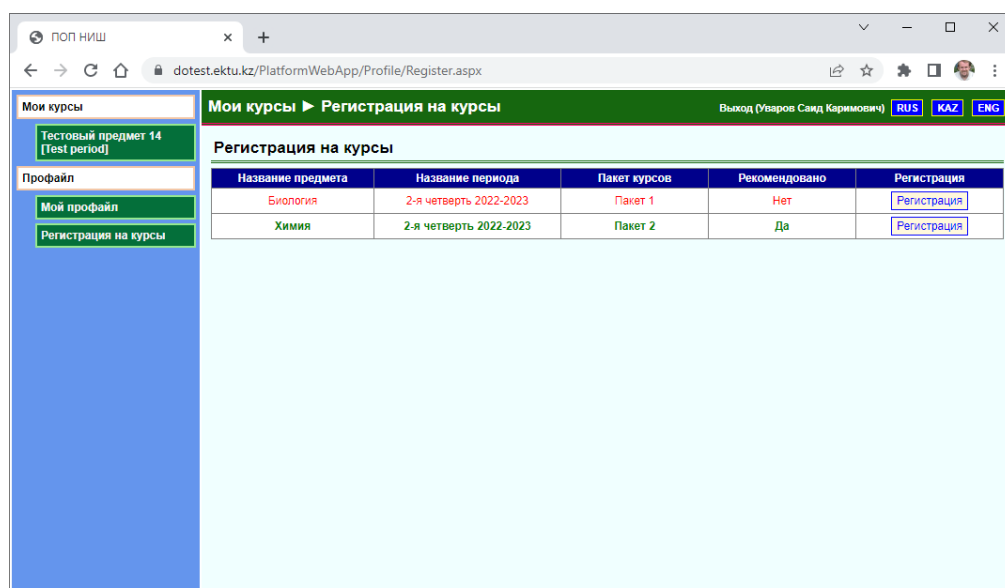


Рисунок 4.25 – Страница регистрации на курсы

Работа на курсе ведется в отдельном окне для каждого курса. Для перехода на курс нужно щелкнуть по ссылке курса в разделе «Мои курсы». После этого осуществляется переход на страницу курса (рисунок 4.26).

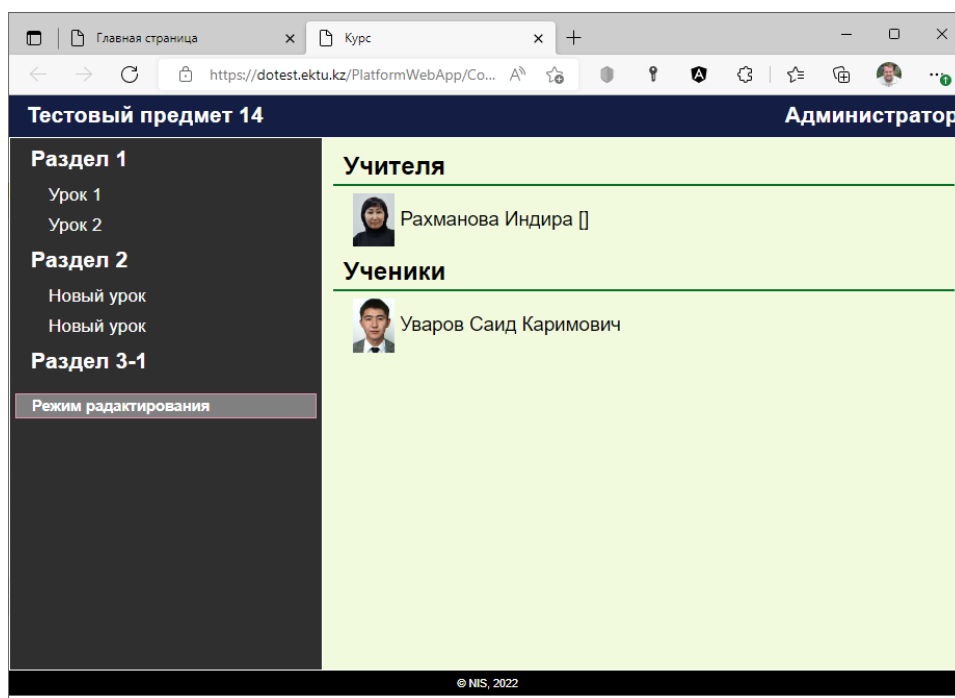


Рисунок 4.26 – Главная страница курса

Страница курса разделена на три части:

- в верхней части отображается название курса и текущая страница курса;
- в левой части отображается меню курса, а также ссылка перехода в режим редактирования курса (только для учителей);
- в правой части отображается содержание текущего элемента курса.

На начальной странице курса отображается список учителей курса и учеников, которые зарегистрировались на данный курс.

Меню курса содержит ссылки на разделы курса и уроки курса.

Для перехода в раздел курса нужно щелкнуть на название раздела курса. После этого отобразится содержание раздела курса (рисунок 4.27). Раздел курса содержит краткое описание раздела и его цели.

Для перехода на страницу урока нужно щелкнуть по названию урока в меню курса. После этого откроется страница урока (рисунок 4.28).

На странице урока представлены следующие элементы:

- цели и ожидаемые результаты урока;
- перечень компетенций, развивающихся на данном уроке;
- учебные материалы урока (текстовый, графический, видео материалы)
- учебные задания для урока.

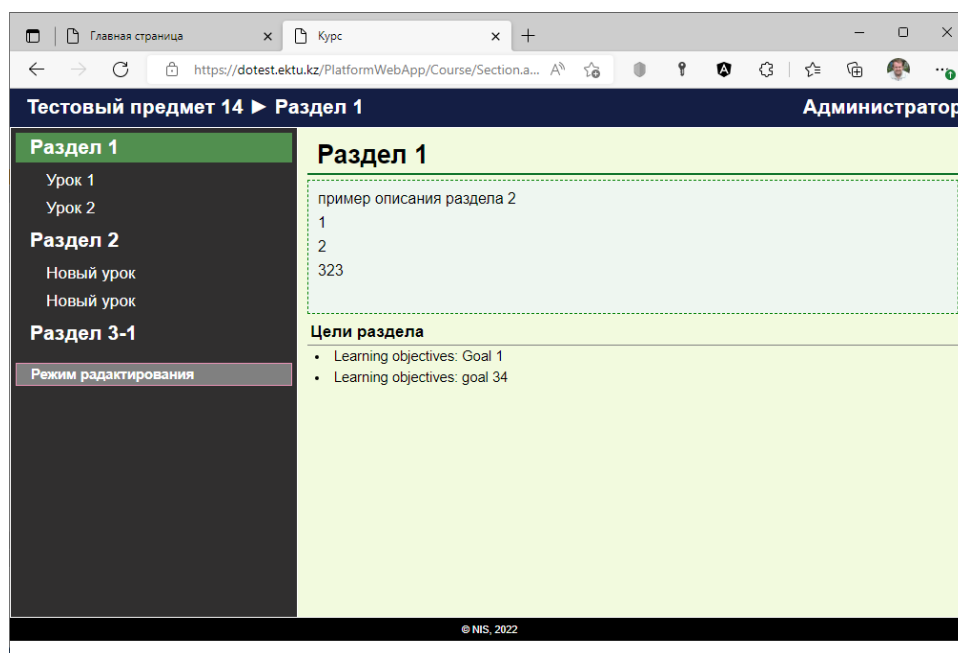


Рисунок 4.27 – Страница раздела курса

Учебные материалы и задания для урока представлены в виде гипертекстовых ссылок. При щелчке по данным ссылкам производится скачивание файла или переход по ссылке на другую страницу.

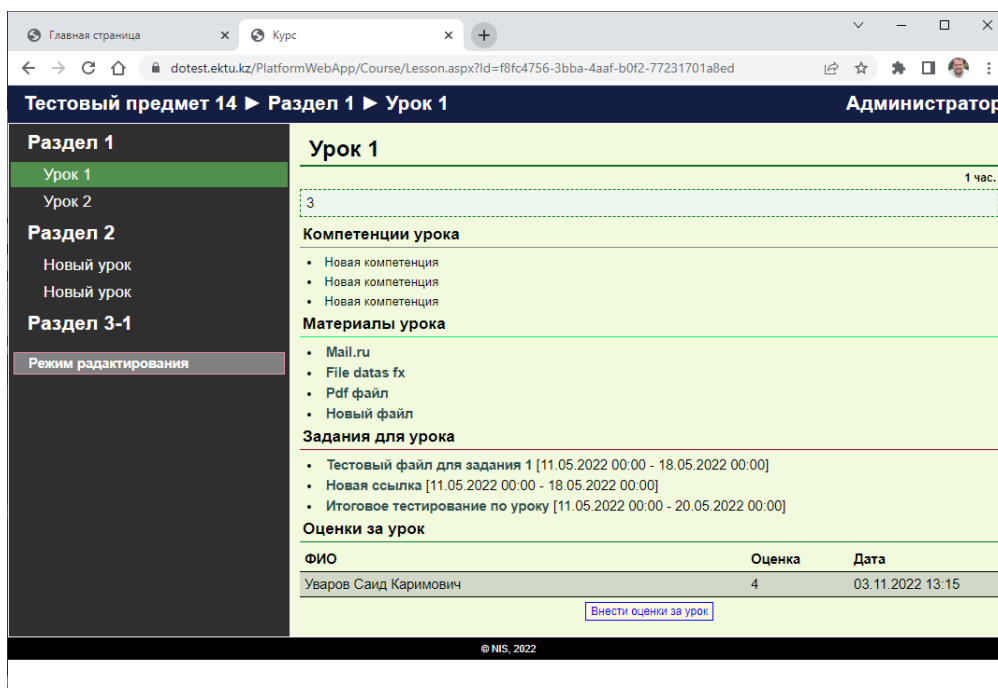


Рисунок 4.28– Страница урока курса

В интерфейсе учащегося, при выборе задания к уроку, развитие цифровых компетенций отражается на трех уровнях вмешательства, согласно

концепции разработки данной ИТ. На первом уровне учащимся предлагаются задания, предполагающие развитие информационной грамотности на основе теоретического материала курса. К примеру: на основе трех надежных цифровых источников составить сравнительную таблицу понятия "масса тела" и "вес тела" (физика). На рисунке 4.29 представлен пример страницы с заданием первого уровня: soft вмешательство из курса «Экомир» по профилю «Биология».

На втором уровне вмешательства (middle) учащимся предлагается алгоритм действий (подсказка) выполнения задания, связанного с развитием цифровых компетенций по щелчку ссылки (рисунок 4.30). Учащийся проходит по данной ссылке по необходимости. Во всплывающем окне дается краткая информация, необходимая для грамотного выполнения задания. К примеру, в задании №2 к уроку по теме «Man and nature: secrets of interaction» по щелчку ссылки доступна короткая информация по типам блок-схем для создания в программе diagrams.net.

На уровне вмешательства Hard учащимся предлагается специальный видеоролик либо цикл уроков по развитию определенного вида цифрового навыка. К примеру: видеоролики «Как правильно работать с поисковыми системами?», «Как построить 3D модель объекта?», «Как создать собственный сайт?» и др. Учащиеся проходят по ссылке к заданию, где указана тема видеоролика либо цикла уроков. Переход по ссылке открывает окно с указанием гиперссылки на видеоролик (рисунок 4.31).

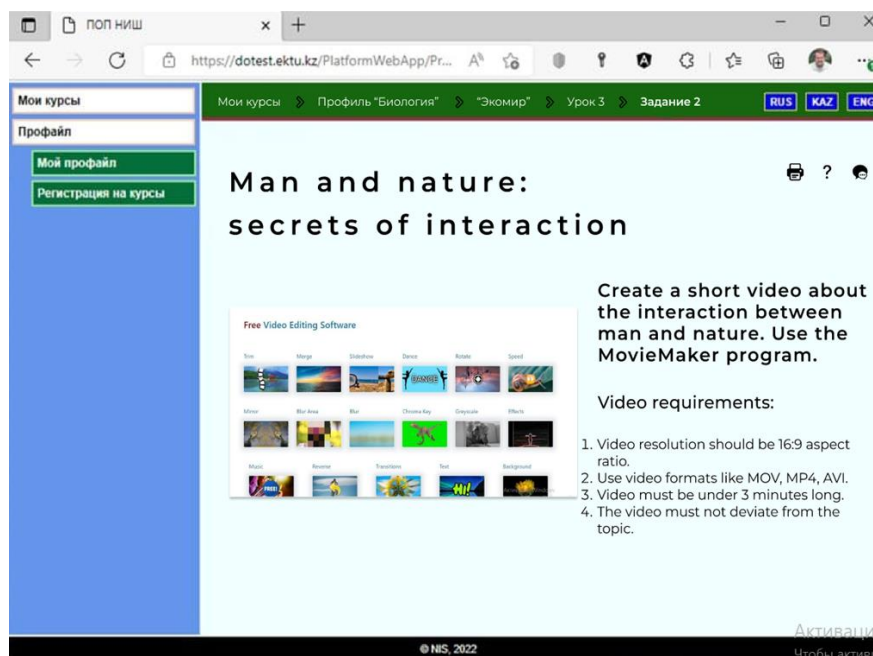


Рисунок 4.29 - Пример SOFT(мягкое) вмешательство внутри учебного модуля в содержании задания курсов

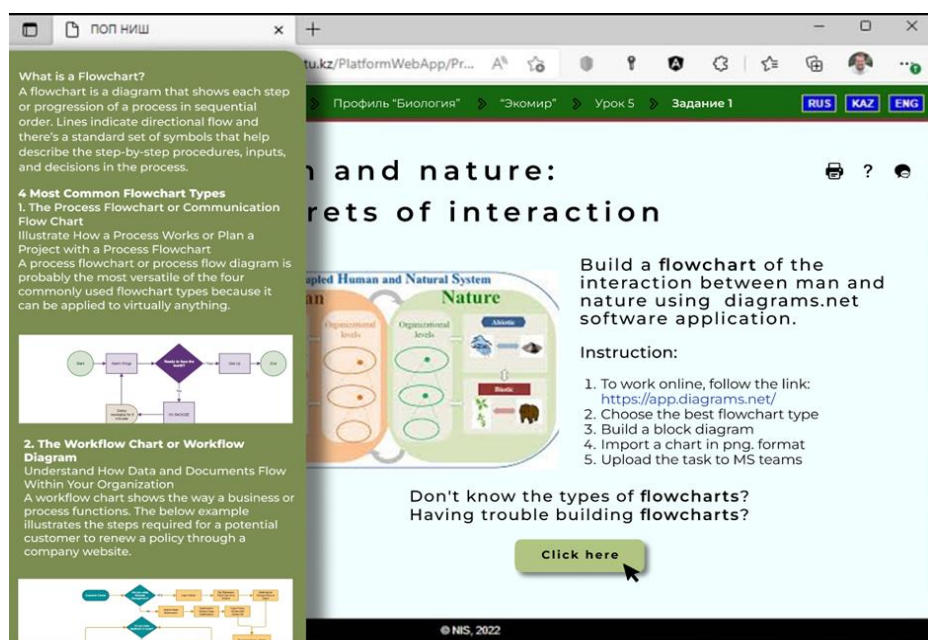


Рисунок 4.30 - Пример MIDDLE (среднее) вмешательства – переход по ССЫЛКЕ

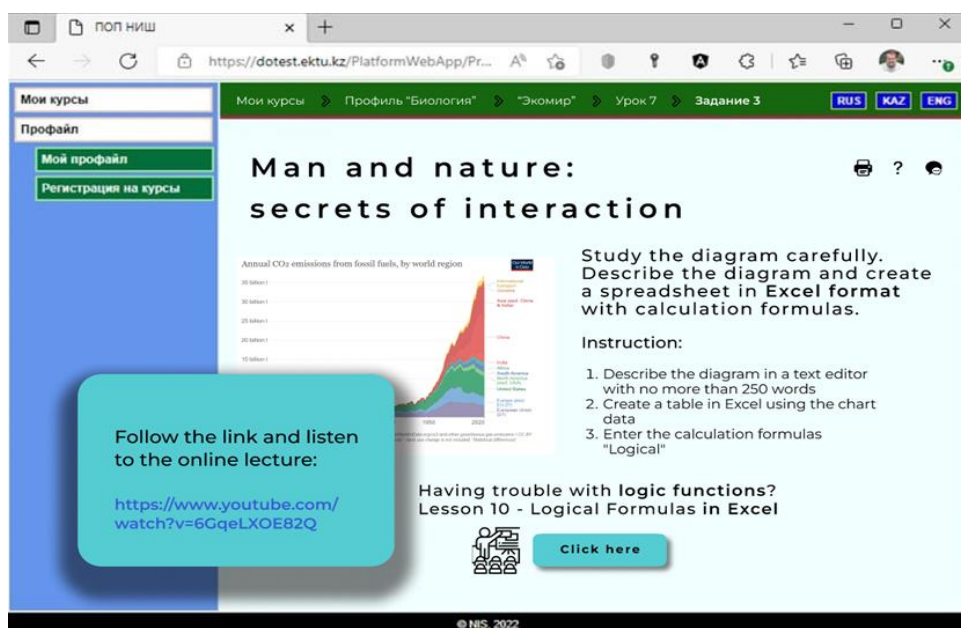


Рисунок 4.31 - Пример HARD (глубокое) вмешательства - ссылка на видеоурок

Для редактирования содержания курса нужно перейти в режим редактирования. Для перехода в режим редактирования курса нужно нажать ссылку «Режим редактирования» меню курса. После этого, в зависимости от выбранного раздела, становятся доступны:

- добавление нового раздела на курсе;

- для раздела становятся доступны изменения раздела (рисунок 4.32), удаление раздела и добавление нового урока;

- для урока становятся доступны изменения урока (рисунок 4.33), удаление урока и добавление, удаление и редактирование учебных материалов и заданий.

Учебные материалы добавляются в урок в разделе «Материалы урока». Для этого нужно нажать кнопку «Добавить файл» или «Добавить ссылку». После нажатия этой кнопки в раздел добавляется новый материал. Для указания файла или ссылки для учебного материала нужно нажать кнопку «Изменить». После этого откроется страница, где вы можете загрузить файл или указать ссылку (рисунок 4.34).

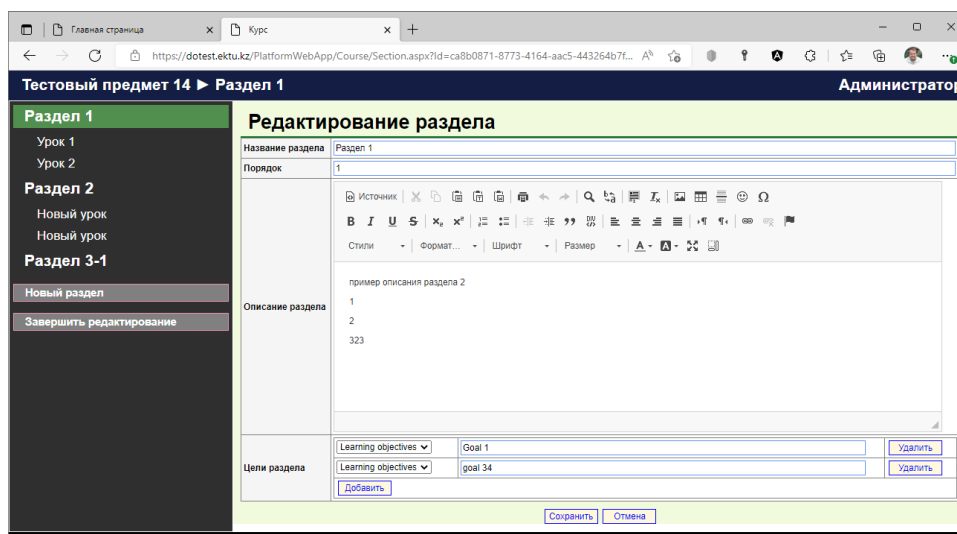


Рисунок 4.32 – Страница редактирования раздела

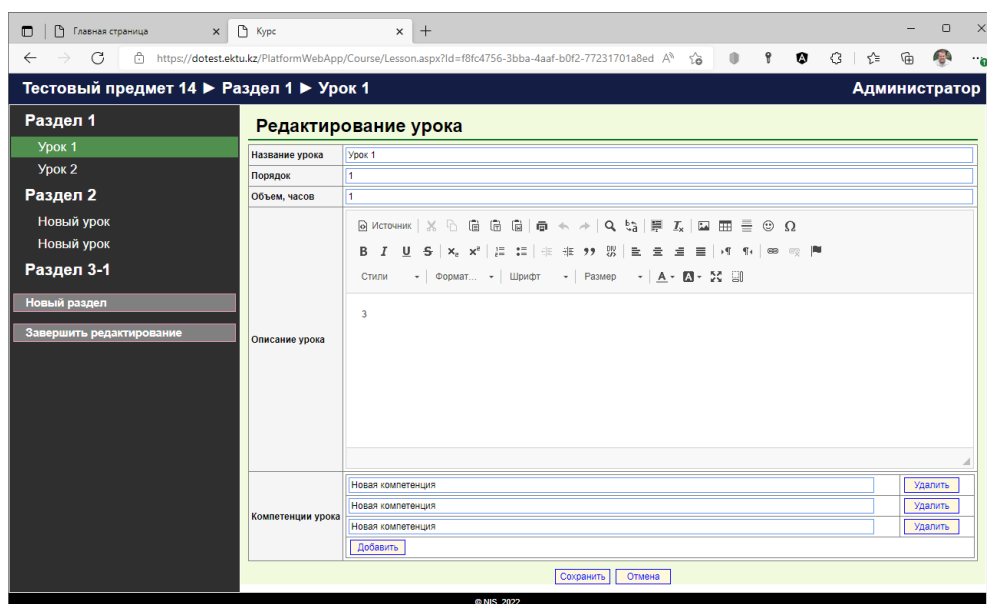


Рисунок 4.33 – Страница редактирования урока

Аналогичным образом производится добавление учебных заданий на курс в разделе «Задания для урока». Для указания файла или ссылки для учебного задания, нужно нажать кнопку «Изменить». После этого откроется страница, где вы можете загрузить файл или указать ссылку, а также указать период сдачи для задания (рисунок 4.35).

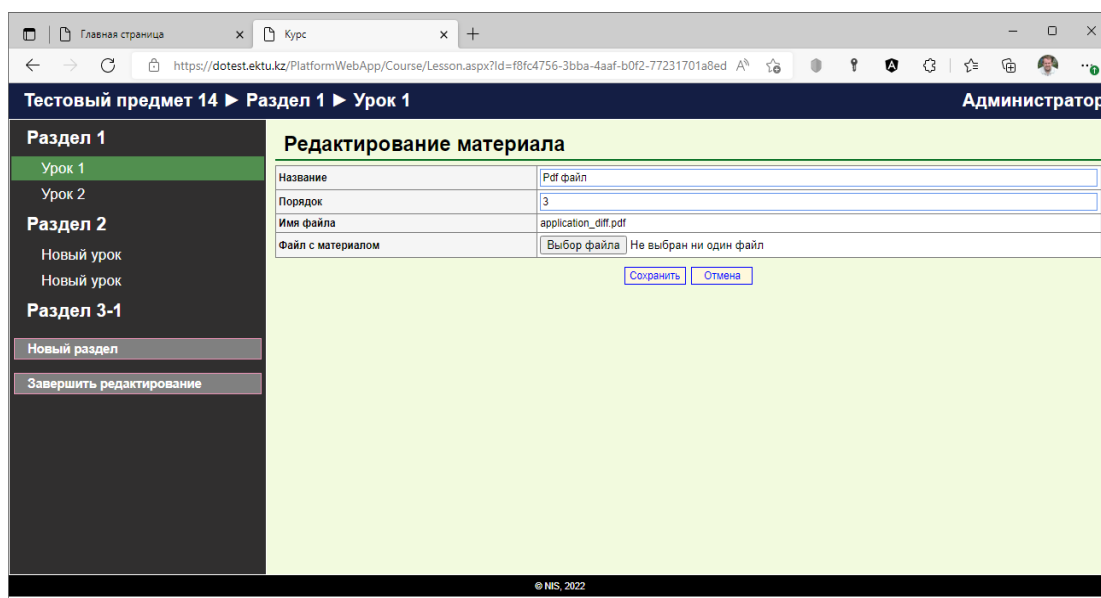


Рисунок 4.34 – Редактирование учебного материала

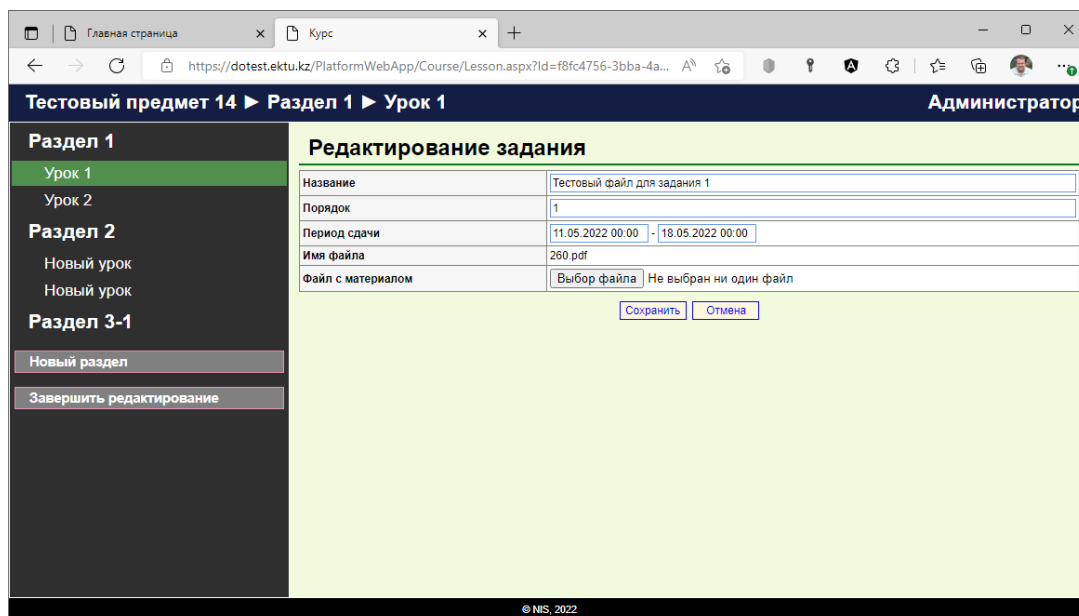


Рисунок 4.35 – Редактирование задания

Для выставления оценок за урок внизу страницы урока имеется кнопка «Внести оценки за урок». После нажатия на данную кнопку открывается страница для ввода оценок, где учитель вводит оценки каждому ученику.

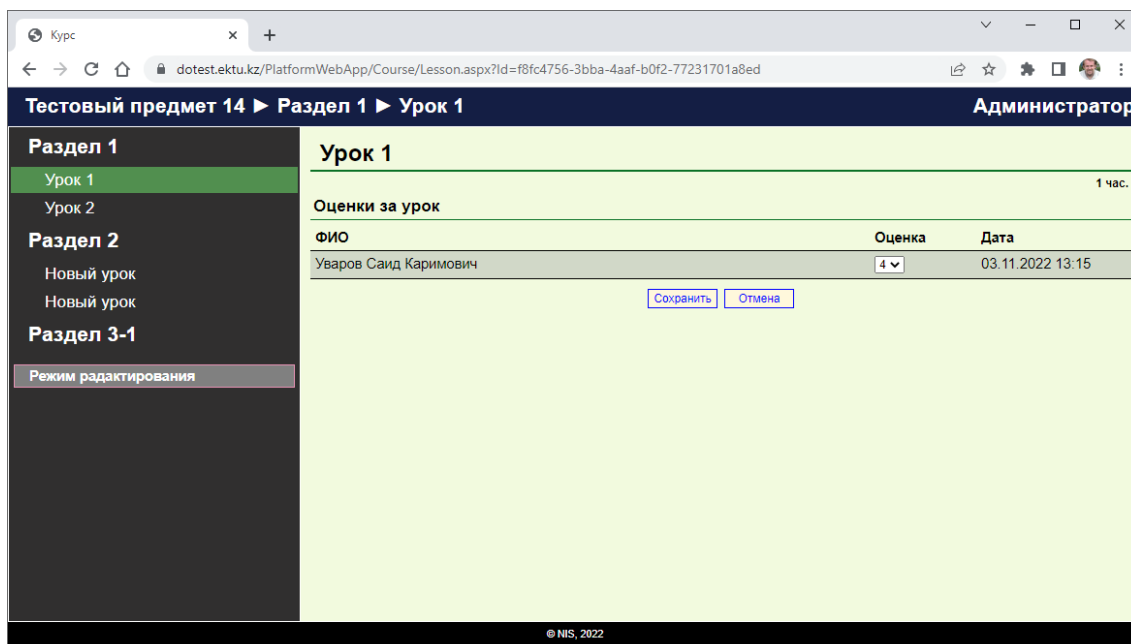


Рисунок 4.36 – Выставление оценок за урок

Апробация предложенных алгоритмов и моделей персонализированного обучения была осуществлена в ОППО на базе Назарбаев Интеллектуальных школ г.Усть-Каменогорск и г.Нур-Султан с привлечением учащихся старшей школы в 2021-2022 учебном году.

В эксперименте приняли участие 67 учащихся экспериментальной группы (ЭГ) и 62 учащихся контрольной группы (КГ). В качестве критериев оценки эффективности были выбраны четыре параметра:

1. Уровень завершенности курсов.
2. Количество подходов к сдаче итогового контроля.
3. Уровень удовлетворенности обучением.
4. Результаты итогового контроля усвоения материала.

Уровень завершенности курсов в экспериментальной группе одного цикла составил 82%, тогда как в контрольной группе данный параметр показал 71%. Количество подходов к сдаче итогового контроля (ИК) в экспериментальной группе составил: ИК \geq 70% (попытка 1) – 73%, ИК \geq 70% (попытка 2) – 27%. В контрольной группе этот же параметр показал 65% и 35% соответственно (рисунок 4.37).

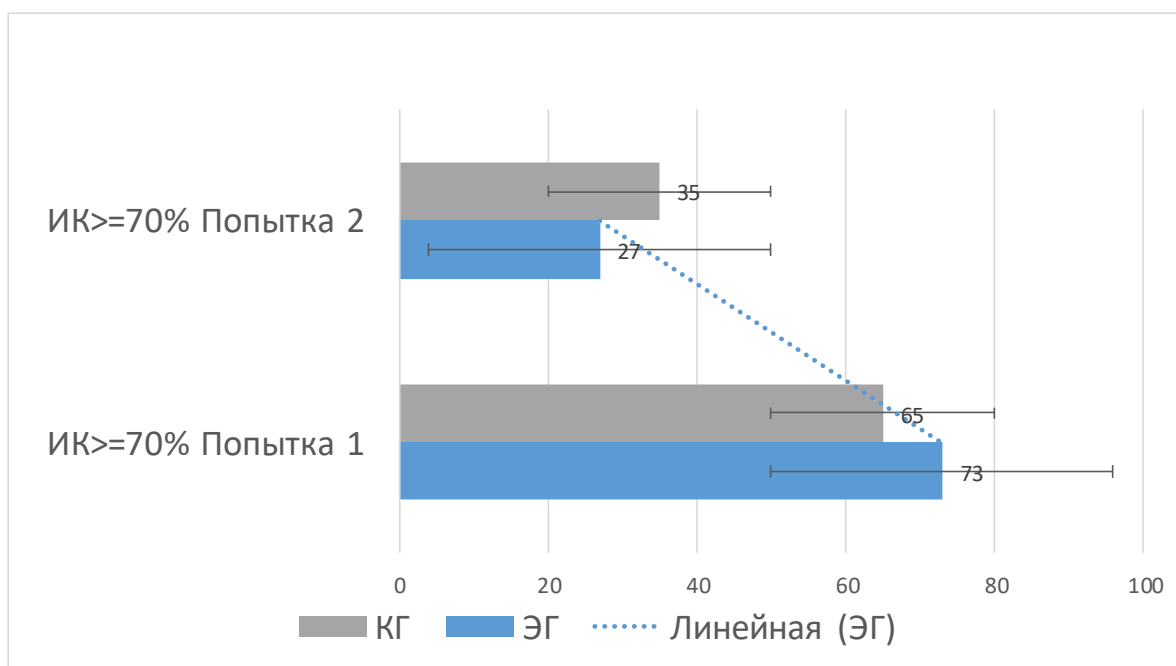


Рисунок 4.37 - Количество подходов к сдаче ИК (%)

Уровень удовлетворенности обучением был определен с помощью анонимного анкетного опроса всех участников эксперимента по 3-х бальной шкале: низкий, средний, высокий. Результаты представлены на рисунке 4.38.

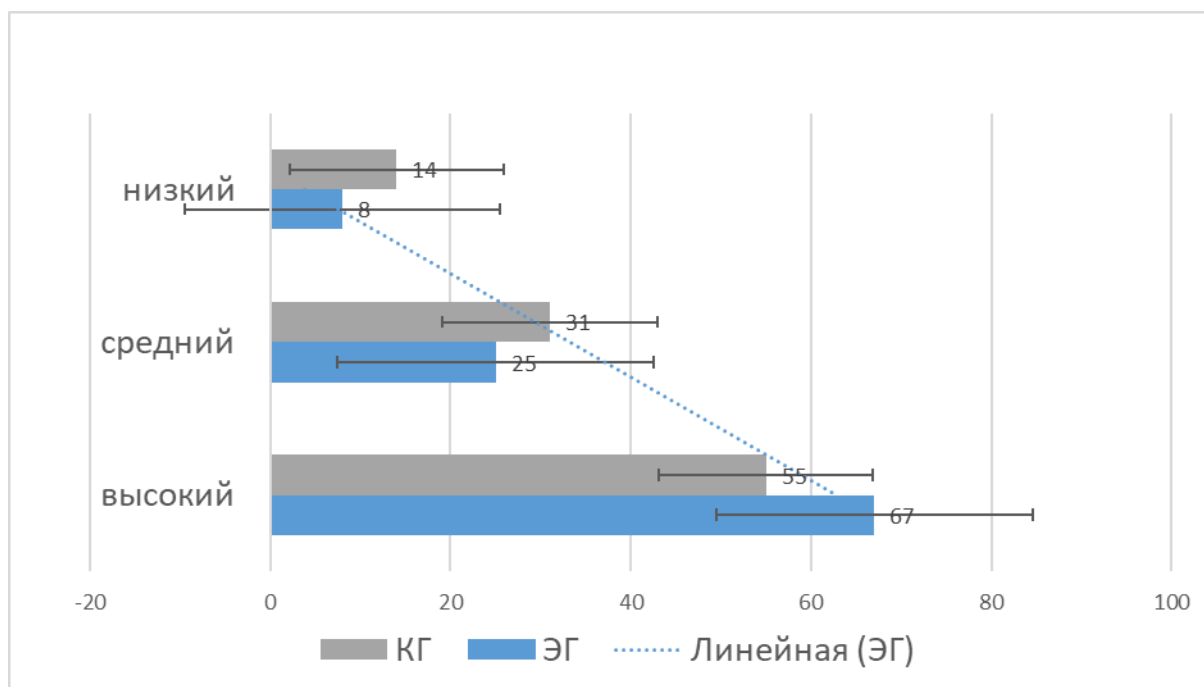


Рисунок 4.38– Уровень удовлетворенности обучаемых (%)

Сравнительные результаты двух групп демонстрируют положительную реакцию участников экспериментальной группы на предложенный формат обучения через ОППО. Учащиеся также отмечают, что изучение курса, подходящего под их персональные характеристики, способствует стойкой мотивации, желанию быстрее завершить курс и начать другой.

Сравнительный анализ результатов ИК в экспериментальной и контрольной группах тоже показал различия: КЗ в экспериментальной группе составил 89%, в контрольной группе 72%.

Таким образом, результаты апробации показывают эффективность использования предложенной информационной технологии при организации персонализированного обучения и положительное влияние на качество знаний (выше на 17%).

Получено Свидетельство о государственной регистрации на объект авторского права РК (Программа для ЭВМ) «Программа для разработки образовательной платформы персонализированного обучения» №26727 от 01.06.2022г.

Выводы по четвертому разделу

1. Представлена концепция разработки информационной технологии поддержки персонализированного обучения с фокусом на развитие цифровых компетенций. Описано функциональное обеспечение образовательной платформы персонализированного обучения.

2. Разработана и спроектирована архитектура образовательной платформы поддержки персонализированного обучения для учащихся старшей школы, а также описаны программная архитектура, инфологическая, логическая и физическая модели базы данных.

3. Создан программный продукт «Образовательная платформа персонализированного обучения», интегрирующий результаты исследования. Результаты апробации показывают эффективность использования предложенной информационной технологии при организации персонализированного обучения и положительное влияние на качество знаний (выше на 17%).

4. Полученные результаты исследований доложены и опубликованы в издании [154], рекомендованном уполномоченным органом МНВО РК, и получено Свидетельство о государственной регистрации на объект авторского права РК «Программа для разработки образовательной платформы персонализированного обучения» №26727 от 01.06.2022г (Приложение А).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения диссертационного исследования выполнен ряд задач, позволяющий сделать следующие выводы.

Проведено изучение современного состояния вопроса внедрения персонализированного обучения в учебный процесс образовательных учреждений. В процессе исследования было определено, что организация персонализированного процесса обучения, отвечающего потребностям и способностям обучаемого и запросам современного общества, может быть эффективной с поддержкой информационных технологий.

Данные технологии позволяют развивать необходимые компетенции за счет построения автоматизированных персональных траекторий обучения. Проведен анализ компетентностного подхода образовательных программ школ Республики Казахстан на примере Назарбаев Интеллектуальных школ и сравнительный анализ существующих отечественных и зарубежных цифровых сред и платформ, используемых в образовательном процессе. В работе представлена концептуальная модель внедрения персонализированного обучения и методика использования логико-структурного подхода для её разработки. Логико-структурный подход, включающий методы логического структурирования, позволил системно проанализировать, спланировать и реализовать исследовательский проект.

Согласно концептуальной модели внедрения персонализированного обучения, построена структурная модель профиля обучаемого, включающая базовый и специальный профили. Разработана авторская модель цифровых компетенций, и предложен алгоритм ее разработки с использованием метода анализа иерархий. Создана база правил оценки соответствия курса персональным характеристикам учащегося на основе продукционной модели нечеткой логики. Комплекс перечисленных моделей позволил разработать универсальный алгоритм формирования программы, дающий возможность овладеть установленными компетенциями и учитывающий персональные характеристики обучающегося. Наличие системы автоматизированного подбора пакета учебных курсов на основе модели нечеткой логики, учитывающей персональные характеристики учащихся, является отличительной чертой разработанной информационной технологии.

Вышеуказанные модели и алгоритмы взяты за основу архитектуры программного обеспечения образовательной платформы персонализированного обучения. Создан программный продукт «Образовательная платформа персонализированного обучения», интегрирующий результаты исследования.

Работоспособность информационной технологии поддержки персонализированного обучения была апробирована на базе Назарбаев Интеллектуальных школ г. Усть-Каменогорск и г. Астана через цикл элективных курсов по выбору в 11-12 классах. Результаты апробации показывают эффективность использования предложенной информационной

технологии при организации персонализированного обучения и положительное влияние на качество знаний.

В качестве рекомендации по применению результатов диссертации предлагается использовать:

- концептуальную модель внедрения персонализированного обучения с поддержкой информационной технологии и методику изложенного логико-структурного подхода, позволяющая сгенерировать проект, детализируя до календарно-ресурсного плана при организации перехода на данный формат обучения в школах РК;

- разработанные модели и алгоритмы в качестве элементов любой информационной системы для формирования персонализированных программ обучения, основанные на компетентностно-ориентированном подходе;

- архитектуру программного обеспечения образовательной платформы персонализированного обучения с интеллектуальным модулем принятия решений в качестве базовой для информатизации перехода и последующего сопровождения персонализированного обучения.

Разработанная информационная технология позволит реализовать новую модель персонализированного обучения, направленную на повышение качества образовательного процесса в школах РК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Казахстан в новой реальности: время действий» // https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-1-sentyabrya-2020-g. 04.10.2022.
- 2 Черчимцева Д., Бровко А., Бобров Л. и др. Совершенствование ИТ-профессионального образования: российско-казахстанская сеть центров ИТ-обучения // Серия материалов Международной конференции АСМ.- 2017. - С. 90-93.
- 3 Утепбергенов Я., Бобров Л., Медянкина И., Родионова З. и др., О концепции системы информационной поддержки инновационной экономики в Республике Казахстан // Исследования в области систем, принятия решений и управления. - 2019. - С. 515-526.
- 4 Государственная программа развития образования и науки Республики Казахстан на 2020-2025 годы: утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан №988 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000988>. 25.04.2021.
- 5 Причины использования персонализированного обучения // Edu tech.-2019. - Т.7, №25.- С. 3.
- 6 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>
- 7 Block J., Burns R. Mastery Learning // Review of Research in Education.- American Educational Research Association. -1976.- Vol. 4. - P. 3-49.
- 8 Айзенберг А.Я. Самообразование: история, теория и современные проблемы: учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986. -126 с.
- 9 Громцева А.К. Формирование у школьников готовности к самообразованию: учеб. пособие. - М.: Просвещение, 1983. - 144 с.
- 10 Кузьмина М.Г. К вопросу о понятии «самообразование» // Формирование у учащихся стремления к самообразованию. Волгоград: ВГПИ, 1975. - С. 15-18.
- 11 Копысова А.И. Организация самообразования педагога как фактор его профессионально-личностного самоопределения: автореф. дис. канд. пед. наук.: 13.00.01. - Киров: ВятГГУ, 2008. - 22 с.
- 12 Калошина И.Н.. Персонализированное обучение как фактор формирования умений самообразовательной деятельности студентов (на материале высшего военно-учебного заведения): автореф. дис. . канд. пед. наук.:13.00.01.- Оренбург, 2000.-18с.

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

14 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.

15 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.

16 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.

17 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.

18 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.

19 Бидайбеков Е. Ы. және б. Білімді ақпараттандыру және оқыту мәселелері. – Алматы, 2014. – 352 б.

20 Еркибаева Г.Г. Роль технологии индивидуально-дифференцированного обучения в повышении качества знаний // Наука, образование и культура. -2017. - №9 (24). - С.1-6.

21 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.

22 Савина Н.В., Омарбекова Н.К. Дистанционное обучение и самостоятельная деятельность студентов // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. - № 69(3). – С.226-229.

23 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.

24 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.

25 Стародубцев В., Киселева А. Развитие информационно-коммуникационной компетентности учителя при создании личностной образовательной сферы // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2012. - С. 28-37.

26 Киселева А., Стародубцев В. Личностные образовательные сферы в контексте дистанционных образовательных технологий // Открытое образование. - 2010. - С. 68-78.

27 Национальный план по технологиям в области образования «Переосмысление роли технологий в образовании» // <https://tech.ed.gov/files/2017/01/NETP17.pdf>. 21.02.2020.

28 Kopeyev Z., Mubarakov A., Kultan J., Aimicheva G., Tuyakov Y., Using a personalized learning style and google classroom technology to bridge the knowledge gap on Computer Science // International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET). – 2020. - Vol. 15, №02. - P. 218–229.

29 Liu Z., Dong L., Wu C. Research on personalized recommendations for students learning paths based on Big Data // International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET). – 2020. - Vol. 15, №08. P. 40-56.

30 Novaliendry D., Huda A., Cuhanazriansyah M., Sani H., Hendra H., Karnando J. E-learning based web programming course in the Covid 19 pandemic time // International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM). – 2021. - Vol. 15, №20. - P. 117-130.

31 Ali S., Hafeez Y., Humayun M. et al. Enabling recommendation system architecture in virtualized environment for e-learning // Egyptian Informatics Journal. – 2021. - №23. – P.33-45.

32 Mustafa A. The personalization of e-learning systems with the contrast of strategic knowledge and learner’s learning preferences: an investigatory analysis // Applied Computing and Informatics. – 2021. - Vol. 17, №1.- P. 153-167.

33 Aziz, Alber & El-Khoribi, Reda & Taie, Shereen Adaptive E-Learning Recommendation Model Based On The Knowledge Level And Learning Style // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2021.- Vol. 99, №22, - P. 5241-5256.

34 Государственная Программа «Цифровой Казахстан»: утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 12 декабря 2017 года, №827 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827>. 01.03.2022.

35 Новые подходы к обучению и поддержке молодых талантов. Министерство образования и науки Республики Казахстан о развитии отечественного образования и науки. Официальный информационный ресурс Премьер-Министра Республики Казахстан. // <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/novye-podhody-k-obucheniyu-i-podderzhka-molodyh-talantov-mon-rk-o-razviti-otechestvennogo-obrazovaniya-i-nauki-9102812>. 10.11.2021.

36 Тематический анализ на тему «Влияние пандемии COVID-19 на высшее образование в Казахстане» // Независимое агентство по обеспечению качества в образовании (IQAA). – 2021. // <https://iqaa.kz>. 04.12.2021.

37 Сейтахметова Ж.М. Из опыта внедрения в учебный процесс подходов персонализации обучения школ Великобритании/ Сборник материалов VI международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск. – 2019. – С.726-729.

38 Zhantassova Zh., Rakhmetullina Zh., Mukasheva R., Seitakhmetova Zh. Mathematical Model of Curriculum Development Taking into Account Individual Preferences of Students // Proceeding of the 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies. – Turkey. – 2020. - P.1053-1058.

39 Сейтахметова Ж.М., Бектенова А.М. Theoretical aspects of introducing personalized training // Материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск: ВКТУ. - 2020. – ч. IV. – С.209-212.

40 Сейтахметова Ж.М. Advantages of using artificial intelligence in education in an unstable environment // Сборник статей XXXIII Международной научно-практической телеконференции «Advances in Science and Technology». - Москва, Россия. – 2020. - С.122-125.

41 Сейтахметова Ж.М. Бектенова А.М. 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.

42 Сейтахметова Ж.М. Технические аспекты внедрения информационных технологии поддержки персонализированного обучения // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Цифровизация как фактор развития науки и образования». - Петрозаводск, Россия. – 2021. - С.59-65.

43 Раимбаева Ж.С. Самостоятельная работа студентов-физиков в процессе методической подготовки в педвузах Республики Казахстан // автореф. дис. . канд. пед. Наук. - Москва, 1995.

44 Корвяков В. А. Информационные технологии в развитии умений самообразовательной деятельности студентов // Научные исследования в образовании. - 2008. - №4. – С.1-5.

45 Суханов П.В. Педагогическая концепция развития самообразовательной деятельности студентов в условиях информатизации образования: автореф. дис. канд. пед. наук.: - Кастрома, 2013.-21с.

46 Мунье Э. Манифест персонализма. – М.: Республика, 1999. – 558 с.

47 Петровский А.В. Индивид и его потребность быть личностью / А.В. Петровский, В.А. Петровский // Вопросы философии. – 1982. – № 3. – С. 12.

48 Грачев В.В. Персонализация образования в условиях глобального перехода к веб-стилю жизни // Экономика образования. – 2012. – № 1. – С. 20–24.

49 Крупнов Ю.В. Практика персонального образования // <http://spasem-shkolu.p-rossii.ru/personobr-1.htm>. 15.10.2021.

50 Siemen G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age // http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm. 10.09.2021

51 Bloom B. Learning for Mastery // <https://programs.honolulu.hawaii.edu/intranet/sites/programs.honolulu.hawaii.edu.intranet/files/up>. 08.09.2021.

52 Стародубцев В. А. Создание персонализированных образовательных сред. // Образовательные технологии. - 2016. - № 2. - С.35-50.

53 Утегенова Б.М., Смаглий Т.И., Онищенко Е.А. Основы дифференциации преподавания и обучения в современной школе: учебное пособие. – Костанай: КГПИ, 2017. - 98 с.

54 Serhat Kurt Adaptive Learning: What Is It, What Are Its Benefits And How Does It Work? // <https://educationaltechnology.net/adaptive-learning-what-is-it-what-are-its-benefits-and-how-does-it-work/>. 08.09.2021.

55 Медведев И. Концепция самообразования: базовое понятие и структура // Образование и наука. - 2012. - №2 (91). – С.41.

56 Олешков М.Ю., Уваров В.М. Современный образовательный процесс: основные понятия и термины. - М., 2006. – 143 с.

57 Инновации в образовании: Системный дизайн для персонализированного обучения // <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2010/1/csd6181-pdf.pdf> 15.09.2021.

58 Buckley D. What is Personalised Learning? // <https://makeschoolpersonal.wordpress.com/what-is-personalised-learning> 16.10.2021.

59 Персонализация обучения: дорога в страну оз? // Edu-tech: Информационно-аналитический бюллетень КУ Сбербанка. – 2019. – № 2. – С. 4.

60 Скворцова Н.А., Пьянова Н.В. Информационно-коммуникационная образовательная среда вуза как средство формирования профессионализма студентов // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 11. – С. 85-87.

61 Сейтахметова Ж.М. Результаты эксперимента по внедрению персонализированного обучения в школе на основе образовательных электронных платформ // Вестник Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. Серикбаева. - 2020. - № 3 (89). - С.144-149.

62 Астанин С.В., Грицанов А.А., Жуковская Н.К. Автоматизированная система оценки знаний на основе нечеткой логики // Телекоммуникации и информатизация образования. - 2002. - №4. – С.57-67.

63 Брусиловский П.Л. Адаптивные интеллектуальные технологии в сетевом обучении // Новости искусственного интеллекта. - 2002. - № 5. - С. 25-31.

64 Shukhman A. E., Belonovskaya I.D. Work in progress: Approach to modeling and optimizing the content of IT education programs // Global Engineering Education Conference (EDUCON). – 2015. - P.865-867.

65 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.

66 Цифровая образовательная среда – это... // https://akvobr.ru/cifrovaya_obrazovatel'naya_sreda_ehto.html 14.09.2019.

67 Amazon Web Services (AWS) // <https://aws.amazon.com/ru/> 18.09.2019.

68 Экосистемы vs. Платформы: как финтех-компании создают условия для развития бизнеса // <https://bankstoday.net/last-articles/ekosistemy-vs-platformy>. 19.10.2019.

69 Online20 лучших LMS по версии Finances // EduTech. – 2019. - № 3 (26). – P.26-28.

70 Learning Management System (LMS) // <https://www.d2l.com/learning-management-system-lms/>. 18.11.2021.

71 Посов И.А. Стандарты представления учебных заданий в системах дистанционного обучения // Компьютерные инструменты в образовании. – 2013. - №6. – P. 18-25.

72 Класов А. Б., Класова О. В. Использование системы дистанционного обучения в учебном процессе // Научный альманах. - 2016. - № 3.- С. 165–169.

73 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

74 eLearning Industry // <https://elearningindustry.com> 23.09.2022.

75 The Best Learning Management Systems based on User Experience // <https://elearningindustry.com/directory/software-categories/learning-management-systems/best/user-experience> 23.09.2022.

76 10 eLearning Software Solutions // <https://www.edapp.com/blog/elearning-software-solutions/>. 23.09.2022.

77 Что такое Learning Management System (LMS) и как с ее помощью управлять обучением // <https://www.ispring.ru/elearning-insights/chtotakoe-lms> 20.10.2022.

78 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.

79 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-obucheniyu-i->

podderzhka-molodyh-talantov-mon-rk-o-razviti-otechestvennogo-obrazovaniya-i-nauki-9102812_23.11.2021.

80 Эшназарова М. Ю. Moodle — свободная система управления обучением // Образование и воспитание. — 2015. — № 3 (3). — С. 41-44.

81 Compton, H., & Burke, D. The use of mobile learning in higher education: A systematic review. // Computers & Education. - 2018. – Vol.123. – P. 53–64.

82 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.

83 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.

84 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.

85 Brown M., Dehoney J., Millichap N. The next generation digital learning environment // A Report on Research. ELI Paper. Louisville, CO: Educause April. - 2015.

86 Baker John Updating the Next Generation Digital Learning Environment for Better Student Learning Outcomes // EDUCAUSE.- 2017. - № 4. - P.26-35.

87 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.

88 Coursera logo // <https://about.coursera.org/>. 14.11.2021.

89 Stepik // <https://welcome.stepik.org/ru/about>. 14.11.2021.

90 Онлайн-курс для педагогов «Учись учить дистанционно»: что, где и как можно пройти? // <https://bilimdinews.kz/?p=112922> 14.08.2020.

91 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.

92 James Manyika et al.A future that works: automation, employment and productivity. - McKinsey Global Institute, 2017. - 28 p.

93 Future Proof Yourself. Tomorrow’s jobs.- Microsoft, 2018. – 18p.

94 Атлас новых профессий: альманах. - М.: Изд-во АСИ, Сколково, 2015. – 288 с.

95 «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.

96 Отчет о реализации Государственной программы «Цифровой Казахстан» на 2018-2022 годы в 2018-2020 годах // <https://www.gov.kz/memleket/entities/mdai/documents/details/161189?directionId=14764&lang=ru> 20.10.2022.

97 COVID-19 and higher education: Today and tomorrow. Impact analysis, policy responses and recommendations // <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375693> 11.08.2021.

98 Christine Redecker. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. - Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. - 95 p.

99 The European Qualifications Framework for Lifelong Learning // https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j4nvk6yhcbpeywk_j9vvik7m1c3gyxp/vkf447jn9zzp. 19.08.2021.

100 РОЦИТ - «Индекс цифровой грамотности // <http://xn--80aaefw2ahcfbneslds6a8jyb.xn--p1ai/>. 19.08.2021.

101 European Union - “Digital Education Action Plan” // https://ec.europa.eu/education/policy/strategic-framework/educationtechnology_en 19.08.2021.

102 Обучение цифровым навыкам: глобальные вызовы и передовые практики. Аналитический отчет к III Международной конференции «Больше чем обучение: как развивать цифровые навыки», Корпоративный университет Сбербанка. - М.: АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка», 2018. - 122 с.

103 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade // <https://eufordigital.eu/library/2030-digital-compass-the-european-way-for-the-digital-decade/>. 20.09.2021.

104 Learning Design Standard Reference Guide. A guide to using learning design standards to build digital capability in the Australian Public. Service Building Digital Capability Program - Learning Design Standard Reference Guide, 2019. - 23 p.

105 Концепция Проекта Data Culture по формированию у студентов НИУ ВШЭ компетенций по Data Science посредством интеграции в учебные планы образовательных программ бакалавриата соответствующих элементов. - М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 14 с.

106 Laara E., van Deursen A. J. A. M., van Dijk J. A. G. M. et al. Computers in Human Behavior Determinants of 21st-century digital skills: A largescale survey among working professionals // Computers in Human Behavior. - 2019. - Vol. 22. - P. 93–104.

107 Google — “Bringing digital citizenship into the school curriculum” // <https://www.blog.google/outreach-initiatives/google-org/digital-and-media-literacy-education-korea/>. 10.10.2022.

- 108 Stephanie Carretero et al. The Digital Competence Framework For Citizens. - Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. - 48 p.
- 109 Vladislav Boutenko et al. Russia 2025: Resetting the Talent Balance. - Boston: The Boston Consulting Group, 2017. - 72p.
- 110 The European Norm (EN) 16234-1 European e-Competence Framework (e-CF) 2020. // <https://ecfusertool.itprofessionalism.org/>. 15.01.2022.
- 111 Seitakhmetova Zh., Mukhtarkhanova G. Analysis of the competence-based approach of the schools' curriculum of the Republic of Kazakhstan: digital competences Национальная Ассоциация Ученых (НАУ). – 2022. – Т.2, №75. – С. 34-39.
- 112 Карамышева М., Симоненко А. Сейтахметова Ж.М. Бизнес-процесс тьюторского сопровождения как средство повышения качества образования// Сборник статей IV Всероссийской тьюторской научно-практической конференции «Реализация ФГОС как механизм развития профессиональной компетентности педагога: инновационные технологии, тьюторские практики». -Краснодар, Россия, 2022. – С.81-87.
- 113 Образовательная Программа АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы» - NIS-Program // <https://www.nis.edu.kz/ru/programs/AEO%20%E2%80%9CNazarbayev%20Intellectual%20Schools%E2%80%9D%20%E2%80%93NIS-Program/>. 5.06.2021.
- 114 Инструктивно-методическое письмо об организации образовательного процесса в Назарбаев Интеллектуальных школах в 2021-2022 учебном году: ИМП. - Нур-Султан: Центр Образовательных программ АОО «НИШ», 2021. - 380с.
- 115 Образовательная программа АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы» – NIS-Programme: Учебная программа по предмету «Информатика» (углубленный уровень), Старшая школа (11-12 классы). - Нур-Султан, 2019. - 54с.
- 116 Council of international schools // <https://www.cois.org/for-schools/membership-standards> 10.10.2022.
- 117 Frau-Meigs et al. Digital citizenship education - Volume 1: Overview and new perspectives. - Council of Europe Publishing, 2017. – 82p.
- 118 Образовательная программа АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы» – NIS-Programme: Учебная программа по предмету «Математика», Старшая школа (11-12 классы). - Нур-Султан, 2019. - 54с.
- 119 Образовательная программа АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы» – NIS-Programme: Учебная программа по предмету «Математика» (10- часовая), Старшая школа (11-12 классы). - Нур-Султан, 2019. - 61с.
- 120 Онлайн мектеп // <https://onlinemektep.org/login>. 10.10.2022.
- 121 OECD // <https://www.oecd.org/pisa/> 10.10.2022.
- 122 Project Cycle Management Guidelines. European Commission Aid Delivery Methods. – 2004. -Vol. 1. - P. 61–70.

123 Ortengren K. A summary of the theory behind the LFA method. The Logical Framework Approach. – SIDA, 2004. - 36p.

124 Готин С.В., Калоша В.П. Логико-структурный подход и его применение для анализа и планирования деятельности. – М.: ООО «Вариант», 2007. - 118с.

125 Демин Г. А. Методы принятия управленческих решений. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2019. – 88 с.

126 The Nazarbayev Intellectual Schools // <https://www.nis.edu.kz/en/>. 09.10.2022.

127 Development strategy of the autonomous educational organization ‘Nazarbayev Intellectual Schools’ until 2030 // <https://www.nis.edu.kz/ru/about/str-doc/>. 09.10.2022.

128 Годовой отчет Автономной Организации Образования «Назарбаев Интеллектуальные Школы» за 2020 год // <https://www.nis.edu.kz/ru/about/reports/>. 15.11.2021.

129 Влияние пандемии COVID-19 на высшее образование в Казахстане: тематический анализ. - Нур-Султан: Независимое агентство по обеспечению качества в образовании (IQAA), 2021. - 15с.

130 Artaud K., Kujala J., Dietrich P., Martinsuo M. What is project strategy? // International Journal of Project Management. – 2008. - Vol. 26. - P. 4–12.

131 Календарный план реализации проекта: пример, технология, документы // <https://pravodeneg.net/corporate/kalendarnyj-plan-realizatsii-proekta.html>. 23.11.2021.

132 Seitahmetova, Zh., Kumargazhanova, S. Bobrov, L. Designing a transition system to personalized learning: analysis of the results of the stakeholder survey // Bulletin of Physics & Mathematical Sciences.- 2021. - №4(76). - P. 204–209.

133 Seitakhmetova Zh., Kumargazhanova S., Bobrov L., Smailova S. The study of the transition to personalized learning of schoolchildren in the republic of Kazakhstan based on a logical-structural approach // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. - 2022. - Vol.100, №5. - P.1907-1918.

134 Лигай Т.А., Кречетов И.А., Модель обучаемого как основа в разработке адаптивного образовательного контента // Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР 2013», Томск: В-Спектр, 2013. - Ч. 2. - С. 318-321.

135 Власенко А.А. Итерационный подход к образовательному процессу в адаптивной обучающей системе // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: материалы междунар. научн. конф. - Воронеж: ВГУ. - 2011.- С. 175-177.

136 Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1991 - 224 с.

137 Уварова В.И. Шуметов В.Г. Использование метода анализа иерархий: учебник. - Изд-во Орел: Орел ГТУ, 2007. - 47с.

- 138 Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети: пер. с англ. - М.: Издательство ЛКИ, 2008.- 360 с.
- 139 Гудков П.А. Методы сравнительного анализа: учеб. пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. – 81с.
- 140 Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278с.
- 141 Грунина Г.С., Деменков Н.П. Решение многокритериальных задач оптимизации и принятия решений в нечеткой постановке // Информационные технологии. - 1998. - №1. - С.13-15.
- 142 Круглов В.В. Сравнение алгоритмов Мамдани и Сугэно в задаче аппроксимации функции // Журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение». - 2003. - №5. - С.15-19.
- 143 Чернов В.Г. Основы теории нечетких множеств: учеб.пос. - Изд-во Владим.гос. ун-та, 2010. – 96 с.
- 144 Денисова Н. Ф., Кумаргажанова С. К., Смаилова С. С., Федькин Е. М. Модель оценки набора требований к аппаратному и программному обеспечению сервисов LMS университета // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. – 2020. – № 4. – С. 93-100.
- 145 Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. - М.: Мир, 1976. - 165 с.
- 146 Zadeh, L. A., Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility //Fuzzy Sets and Systems. - 1978. -Vol. 1, No. 1. - P.3-28.
- 147 Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 288 с.
- 148 Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 736 с.
- 149 ГОСО Республики Казахстан. Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 604. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 1 ноября 2018 года № 17669.
- 150 Инструктивно-методическое письмо «Об особенностях учебно-воспитательного процесса в организациях среднего образования Республики Казахстан в 2021-2022 учебном году»// <https://uba.edu.kz/ru/metodology/2.02.11.2021>.
- 151 СТ РК 34.016 - 2004. Технические и программные средства дистанционного обучения. Общие технические требования // https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30011434&pos=2;-109#pos=2;-109. 21.06.2021.
- 152 СТ РК 34.011 - 2002. Информационная технология. Технологические факторы, определяющие работоспособность программных средств // https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30011901&pos=3;-28#sub_id=200. 25.06.2021.
- 153 Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем: учеб. пос. – СПб:Университет ИТМО, 2015. – 206 с.

154 Seitakhmetova Zh., Kumargazhanova S., Fedkin E., Sadvakassova A., Bobrov L. Project of a personal educational platform to support personalized learning of high school students // Bulletin of L.N. Gumilyov ENU. Mathematics. Computer science. Mechanics series. – 2021. - Vol.137, №4. - P.14-24.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Свидетельство о государственной регистрации

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ВНЕСЕНИИ СВЕДЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР
ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ, ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ
№ 26727 от «1» июня 2022 года

Фамилия, имя, отчество, (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) автора (ов):
СЕЙТАХМЕТОВА ЖАНАТ МАРАТОВНА, Кумаргажанова Сауле Кумаргажановна,
Фелькин Евгений Михайлович

Вид объекта авторского права: программа для ЭВМ

Название объекта: Программа для разработки образовательной платформы персонализированного обучения

Дата создания объекта: 20.03.2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АРНАУЛЫҚ БІЛІМ АЛҒАШҚЫ АРНАУЛЫҚ АКАДЕМИЯСЫ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АРНАУЛЫҚ БІЛІМ АЛҒАШҚЫ АРНАУЛЫҚ АКАДЕМИЯСЫ



Құжат түпнұсқасының <http://www.kazpatent.kz/ru/опытныын>
"Авторлық құқық" бөлімінде тексеруге болады. <https://copyright.kazpatent.kz>
Подлинность документа возможно проверить на сайте [kazpatent.kz](http://www.kazpatent.kz)
в разделе «Авторское право» <https://copyright.kazpatent.kz>

Подписано ЭЦП

Е. Оспанов

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Акты внедрения результатов



070016, Қазақстан Республикасы,
Оксемен к. Қ.Сатпаев даңғылы, 53
Тел.: +7(7232) 56 01 25
e-mail: info@ukk.nis.edu.kz
www.nis.edu.kz

53, K. Satpaev Str
Ust-Kamenogorsk, 070016, Kazakhstan
Tel.: +7(7232) 56 01 25
e-mail: info@ukk.nis.edu.kz
www.nis.edu.kz

2022 ж. «14» 05
№ 14-266

Акт внедрения результатов научно-исследовательских работ в учебный процесс

1. Наименование научно-исследовательской работы:

«Информационная технология поддержки персонализированного обучения на основе модели цифровых компетенции учащихся старших классов»

2. Краткая аннотация:

В НИР Ж.М.Сейтахметовой (докторант ШИТиИС ВКТУ им.Д.Серикбаева) впервые предложен комплексный подход разработки информационной технологии поддержки персонализированного обучения с фокусом на развитие цифровых компетенции на основе логико-структурного подхода. Для возможности практической реализации персонализированного обучения учащихся старших классов был разработан программный комплекс «Образовательная платформа персонализированного обучения». Данный программный комплекс включает в себя прохождение обучения учащихся на курсах с углубленным или расширенным контентом по предметам естественно-математического цикла с учетом их персональных характеристик.

3. Эффект от внедрения:

Работоспособность разработанной информационной технологии поддержки персонализированного обучения была протестирована на базе НИШ г. Усть-Каменогорск через внедрение в учебный процесс школы в 2021-2022 учебном году. Экспериментальное внедрение проведено на основе цикла элективных курсов по предметам естественно-научного цикла. По результатам тестирования платформы и апробации содержания курсов были получены положительные отзывы от заинтересованных сторон: учителей, учащихся и их родителей. Стоит отметить что с применением данной информационной технологии, где предусматривается учет персональных характеристик уровень личной мотивации учащихся 11-12 классов вырос в 2 раза, а уровень качества

004170

знаний учащихся составил на 25.05.2022 года 91%, 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, 2021-2022 учебный год.

5. Форма внедрения:

Результаты НИР «Информационная технология поддержки персонализированного обучения на основе модели цифровых компетенции учащихся старших классов» были внедрены для организации элективных курсов при гибридном формате обучения для учащихся 11-12 классов в объеме 2 часа в неделю для каждого класса.

Материалы к настоящему акту были рассмотрены на заседании научно-методического совета «НИШ г.Усть-Каменогорск» (протокол №6 от 27.05.2022г.)

Директор



Ж.О. Ерниязова

Заместитель директора



Б.Ж. Сапуанов

2022 ж. 12 09
№ 12-01-01/374

Акт внедрения результатов НИР

Наименование научно-исследовательской работы и автор:

Сейтахметова Жанат Маратовна, докторант кафедры ШИТиИС ВКТУ им.Серикбаева

Тема НИР: «Информационная технология поддержки персонализированного обучения на основе модели цифровых компетенции учащихся старших классов»

Краткая аннотация: В работе впервые предложен комплексный подход разработки информационной технологии поддержки персонализированного обучения. Практическая реализация заключалась в разработке программного комплекса «Образовательная платформа персонализированного обучения» для учащихся старших классов, основанная на модели нечеткой логики выбора курса и авторской модели цифровых компетенции.

Форма и сроки внедрения: Результаты НИР «Информационная технология поддержки персонализированного обучения на основе модели цифровых компетенции учащихся старших классов» были внедрены для организации курсов по выбору для учащихся 10-12 классов в объеме 1 час в неделю для каждого класса в 2021-2022 учебном году.

Эффект от внедрения: Работоспособность разработанной информационной технологии поддержки персонализированного обучения была протестирована на базе НИШ г. Нур-Султан через систему элективных курсов в 2021-2022 учебном году. Экспериментальное внедрение проведенное на основе цикла элективных курсов по интересам учащихся в старших классах, показал свою эффективность, свидетельством чего являются высокая мотивация учащихся при обучении и уровень завершенности курсов (95% от всего количества учащихся экспериментальной группы).

Материалы к настоящему акту были рассмотрены на заседании научно-методического совета «НИШ г.Нур-Султан» (протокол №1 от 30.08.2022г.)

Руководитель НМС,
Директор НИШ г.Нур-Султан



А.Бейсембинова

Приложение В

Таблица В.1 Сравнительный анализ моделей компетенций

п / п	Название модели цифровых компетенций	Особенность модели	Структура модели	Компоненты компетенций	Анализ на соответствие учебным программам учащихся старшей школы РК
1	2	3	4	5	6
1	DigCompEd и 2018: Европейская модель цифровых компетенций для образования	Формирование нового видения цифровых компетенций по трем направлениям: - совершенствование применения цифровых технологий в преподавании и обучении; - развитие навыков, необходимых для цифровой трансформации; - опора на анализ и прогнозирование на основе данных в образовании.	Цифровые навыки, лежащие в основе цифровых компетенций, можно условно поделить на пользовательские и профессиональные. Пользовательские навыки включают базовые и производные.	1.Пользовательские цифровые навыки: - базовые цифровые навыки связаны с функциональной грамотностью в использовании электронных устройств и приложений. - производные цифровые навыки связаны с умением осознанно применять цифровые технологии в релевантном контексте в быту и на рабочем месте 2.Специализированные профессиональные цифровые навыки, связанные с регулярным решением сложных профессиональных задач в цифровой среде — навыки, лежащие в основе высокотехнологичных профессий	В данной МЦК для учащихся старшей школы приемлемым считаются пользовательские цифровые навыки, как базовые, так и производные. Базовые цифровые навыки заложены в программах по всем заявленным предметам. Производные цифровые навыки формируются путем целенаправленного использования на уроках и во внеуровное время: квесты, элективные курсы, исследовательские проекты, создание мобильных приложений для социальных целей и т.п.
2	EU DigComp 2.1. Модель цифровых компетенций для граждан	Подготовка рекомендаций и для обучения людей и разработки политики в области развития цифровой экономики	Классификация цифровой компетенций, состоящая из 5 областей и 21 компонента компетенций для всех граждан.	1.Информационная грамотность: просмотр, поиск и фильтрация данных, информации и цифрового контента; оценка данных, информации и цифрового контента; управление данными, информацией и цифровым контентом. 2.Коммуникация и сотрудничество: взаимодействие посредством цифровых технологий, обмен посредством цифровых технологий, гражданское участие посредством цифровых технологий,	Данная МЦК наиболее полно отражает учебные программы старшей школы РК, так как включает все основные аспекты цифровой компетенции. Информационная грамотность учащегося, умение сотрудничать в цифровой среде, умение обеспечить и соблюдать кибербезопасность, способность решать не сложные технические проблемы, связанные со своим персональным компьютером и настройкой сети являются основными

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6
				<p>сотрудничество с использованием цифровых технологий, этикет в сети, управление своей цифровой идентичностью.</p> <p>3.Создание цифрового контента: создание и развитие цифрового контента, интеграция и переработка цифрового контента, авторские права и лицензии, программирование.</p> <p>4.Безопасность: защита устройства, защита персональных данных и обеспечение конфиденциальности, защита здоровья и благополучия, защита окружающей среды.</p> <p>5.Решение проблем: решение технических проблем, определение потребностей и технологических решений, креативное применение цифровых технологий,определение пробелов в цифровой компетентности.</p>	<p>компетенциями заложенные в учебных программах информатики старших классов. Также учебные программы других предметов, поощряют развитие данных компетенций путем использования цифровых технологий на уроках и анализа информационных ресурсов. Формат дистанционного обучения при пандемии Covid-19 требовал от учащихся наличия данных компетенций.</p> <p>Компетенция, связанная с созданием цифрового контента, на первый взгляд может показаться сложной, но в учебной программе по предмету информатика в старшей школе предусматривается разработка сайтов, мобильных приложений и веб-программирование.</p>
3	Target Competency Model 2025 (Целевая модель компетенций 2025)	Развитие цифровых навыков, охватывающие технические знания в области ИКТ, в тесной связи с мягкими навыками и общими знаниями	Структуру модели представляют : -технические навыки работы с цифровыми устройствами ; -когнитивные и социально-поведенческие навыки, направленные на эффективную коммуникацию и саморазвитие человека в цифровой среде	2. Цифровые навыки: создание систем и управление информацией 3. Когнитивные навыки: саморазвитие, организованность, управленческие навыки, достижение результатов, решение нестандартных задач, адаптивность 4. Социально-поведенческие навыки: коммуникация, межличностные навыки, межкультурное взаимодействие.	Развитие мягких навыков учащихся всех возрастов заложены в основу учебных программ. Из данной МЦК можно выделить навык цифровой коммуникации как наиболее важный компонент цифровой компетенции. Коммуникация и сотрудничество как отдельная область также отражены в модели EU DigComp. Что касается цифровых навыков, то создание информационных производственных систем является сложной задачей для учащихся старших классов, хотя на примере жизненного цикла инновации учащиеся создают собственные мини-проекты на уроках.

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6
4	European Competency Framework (e-CF)	е-CF это рамочная структура ИКТ-компетенций, которая может быть использована предприятиями ИТ-индустрии и компаниями, использующими ИКТ в своей основной деятельности для определения соответствия квалификации и своих (нанимаемых) сотрудников определенным стандартам качества.	40 компетенций, сгруппированных по 5 этапам жизненного цикла информационных систем. (e-CFareasA-E): А-планирование (Plan); В-реализация (Build); С-эксплуатация (Run); D-обеспечение (Enable); Е-управление (Manage).	A.1. IS and Business Strategy Alignment A.2. Service Level Management A.3. Business Plan Development A.4. Product / Service Planning A.5. Architecture Design A.6. Application Design A.7. Technology Trend Monitoring A.8. Sustainable Development A.9. Innovating B.1. Application Development B.2. Component Integration B.3. Testing B.4. Solution Deployment B.5. Documentation Production B.6. Systems Engineering C.1. User Support C.2. Change Support C.3. Service Delivery C.4. Problem Management D.1. Information Security Strategy Development D.2. ICT Quality Strategy Development D.3. Education and Training Provision D.4. Purchasing D.5. Sales Proposal Development D.6. Channel Management D.7. Sales Management D.8. Contract Management D.9. Personnel Development D.10. Information and Knowledge Management D.11. Needs Identification D.12. Digital Marketing E.1. Forecast Development E.2. Project and Portfolio Management E.3. Risk Management E.4. Relationship Management E.5. Process Improvement E.6. ICT Quality Management E.7. Business Change Management E.8. Information Security Management E.9. IS Governance	Данная МЦК описывает компетенции определенным перечнем компонентов компетенций для различных уровней владения. Эти компоненты и уровни владения выходят на профиль профессии. Предложенные компетенции можно соотнести к специализированным профессиональным цифровым навыкам, связанных с решением сложных профессиональных задач в ИТ индустрии, как в модели DigCompEdu 2018. Поэтому в основном все компоненты компетенций не соответствуют содержанию учебных программ старшей школы РК. Но тем не менее можно вычлнить некоторые компетенции пользовательского уровня, которые можно включить в прогнозируемую модель: управление отношениями, рисками, проблемами; управление проектом, согласно жизненному циклу инновации.

Приложение Г

Таблица Г. 1 - Проект логико-структурной матрицы

№	Описание проекта	Объективно проверяемые показатели (ОПИ)	Источники проверки (ИП)	Допущения
1	2	3	4	5
Общая цель	Внедрение персонализированного обучения в школы РК с поддержкой информационных технологий	Количество школ использующие персонализированный формат обучения наряду с традиционным составляет 1 на каждую область и город республиканского значения к 2025 г. (итого 17 (из них 14 в областных центрах и 3 в городах республиканского значения))	Годовой отчет АОО «НИШ»	
Цель проекта	Разработка информационной технологии поддержки персонализированного обучения	Уровень удовлетворенности результатами внедрения модели в экспериментальном режиме составляет более 70% к 2023 г.; Процент завершенности курсов более 80%; Качество знаний учащихся выше на 15%, чем при традиционном обучении.	Опрос учащихся, родителей и учителей на предмет их удовлетворенности (1раз в полугодие). Результаты итогового контроля знаний Мониторинг завершенности курсов (после каждого цикла)	Разработаны нормативные документы, регламентирующие обучение и оценивание по персонализированному формату обучения
Результаты	Функционирует образовательная платформа персонализированного обучения	К 2023 году образовательной платформой пользуются 55-60% учащихся старшей школы, написавших заявление на обучение по персонализированному формату в одной отдельно взятой школе в рамках эксперимента.	Результаты тестирования информационной системы Статистика результатов обучения, отчет о количестве посещения и динамика продвижения учащихся	Обеспечение школ высокоскоростным беспроводным интернетом;
	Сформирована ресурсная база: адаптируемые учебные программы и проверочные задания	К 2023 году количество действующих курсов на базе персональной образовательной платформы на выбор учащихся старшей школы составляет более 25.	Мониторинг функционирования платформы (1раз в полугодие)	Обучение учителей по составлению адаптированных программ

1	2	3	4	5
<p>Действия</p>	<p>1.1 Разработать программную архитектуру, модели и алгоритмы работы образовательной платформы персонализированного обучения;</p> <p>1.2 Создать творческую группу инициативных учителей с экспериментальных школ;</p> <p>1.3 Обучить учителей пользоваться платформой и разрабатывать/адаптировать собственные учебные программы;</p> <p>1.4 Разработать профиль обучаемого;</p> <p>1.5 Разработать универсальный алгоритм адаптации учебных программ под профиль обучаемого;</p> <p>1.6 Разработать библиотеку курсов и проверочных заданий;</p> <p>1.7 Внедрить учебные программы курсов через образовательную платформу;</p> <p>1.8 Проверить эффективность предложенной информационной технологии;</p> <p>1.9 Подготовить методические инструкции (педагогические и технологические аспекты) для дальнейшей реализации проекта по внедрению персонализированного обучения в школы РК.</p>	<p>Техническое содействие: Высокоскоростной беспроводной интернет</p> <p>1. Программное обеспечение 1) Microsoft Windows 2019 Server Standard, лицензия должна покрывать все ядра сервера 2) Microsoft SQL Server 2019 Standard, лицензия на ядро, лицензия должна покрывать все ядра сервера</p> <p>2. Аппаратное обеспечение (зависит от технического оснащения отдельно взятой школы)</p>	<p>Затраты</p> <p>1. Оплата услуг IT специалистов</p> <p>2. Оплата услуг учителей разрабатывающих учебные материалы</p> <p>3. Закуп оборудования и программ для запуска платформы</p> <p>4. Оплата услуг интернета (в случае если школа не подключена)</p> <p>5. Другое</p>	<p>Материально-техническое оснащение школ</p>

Приложение Д

Проект календарного плана разработки ИТ

Название задачи	Дата начала	Дата окончания	Длительность (в днях)	Ответственные
Задача 1.1 Разработать концептуальную и программную архитектуру, алгоритмы работы персональной образовательной платформы	25.10.2020	15.11.2020	21	Команда IT специалистов
Задача 1.2 Разработать алгоритм идентификации индивидуальных потребностей и характеристик учащихся и интерфейс программы	16.11.2020	10.12.2020	24	Команда IT специалистов
Задача 1.3 Создать творческую группу инициативных учителей с экспериментальных школ	25.10.2020	05.11.2020	11	Руководитель проекта, члены творческой проектной группы
Задача 1.4 Создать творческую группу инициативных учителей с экспериментальных школ	25.10.2020	05.11.2020	11	Руководитель проекта, члены творческой проектной группы
Задача 1.4 Обучить учителей пользоваться платформой и разрабатывать/адаптировать собственные учебные программы	06.11.2020	06.12.2020	30	Руководитель проекта, члены проектной группы
Задача 1.4 Обучить учителей пользоваться платформой и разрабатывать/адаптировать собственные учебные программы	06.11.2020	06.12.2020	30	Руководитель проекта, члены проектной группы
Вежа: промежуточная проверка готовности к внедрению проекта	24.12.2020	25.12.2020	1	Руководитель проекта, мониторинг внешней организации
Задача 1.5 Внедрить образовательную платформу в учебный процесс школ	03.01.2021	03.11.2021	304	Руководитель проекта, члены проектной группы
Задача 2.1 Разработать библиотеку курсов и проверочных заданий	06.12.2021	03.01.2022	28	Руководитель творческой группой учителей
Задача 2.2 Разработать универсальный алгоритм адаптации учебных программ под профиль учащегося.	16.11.2020	10.12.2020	24	Команда IT специалистов
Задача 2.3 Внедрить учебные программы курсов через образовательную платформу	03.01.2021	03.11.2021	304	Руководитель проекта, члены проектной группы
Задача 2.4 Проверить эффективность предложенной информационной технологии поддержки ПО	03.11.2021	31.01.2022	89	Руководитель проекта, мониторинг внешней организации
Задача 2.5 Подготовить рекомендации (педагогические и технологические аспекты) для дальнейшей реализации проекта по внедрению ПО в школы РК	01.02.2022	01.03.2022	28	Руководитель проекта

Приложение Е

Физическая модель базы данных

