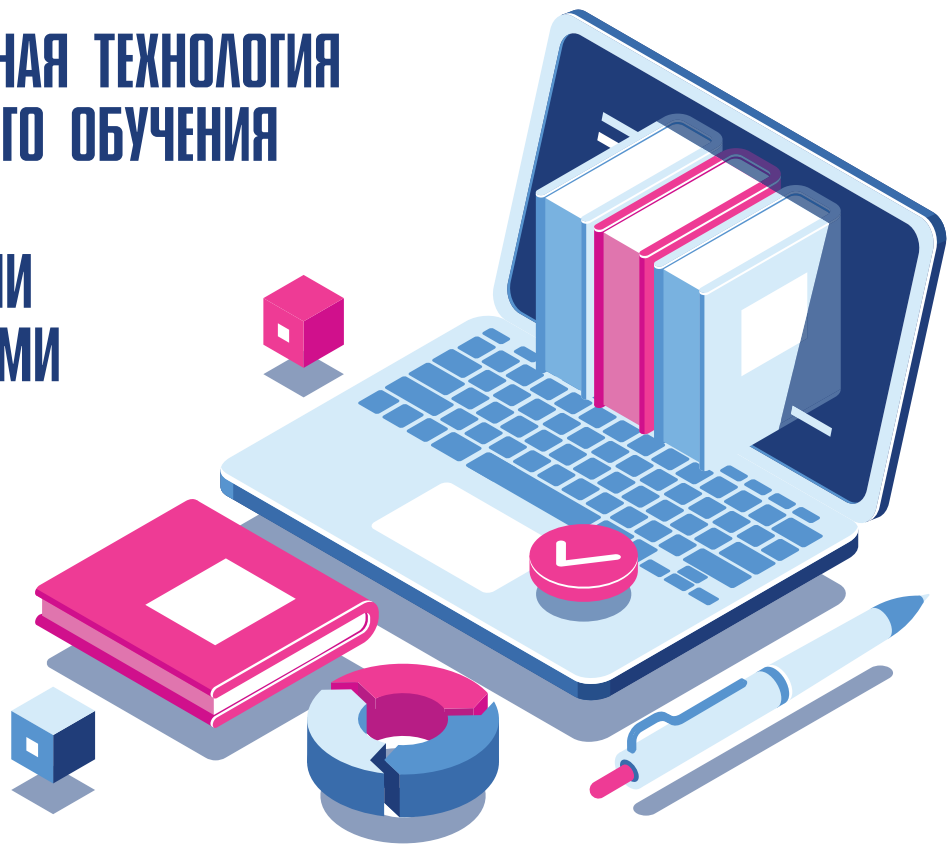


А.С. Шаяхметова

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ
ДЛЯ ЛЮДЕЙ С
ОГРАНИЧЕННЫМИ
ВОЗМОЖНОСТЯМИ**



Алматы 2020

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН**

«Институт информационных и вычислительных технологий»

А.С. Шаяхметова

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДИСТАНЦИОННОГО
ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ
ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

Алматы

2020

УДК 004 (035.3)
ББК 32. 973. 202
III 32

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Бияшев Р.Г. – Зав.лаб. «Информационной безопасности», д.т.н., профессор
Института информационных и вычислительных технологий КН МОН РК.

Ташев А.А. – доктор технических наук, профессор университета Туран.

Шаяхметова А.С. Интеллектуальная технология дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями. Монография/ Ответственный редактор: Н.Р.Юничева. –Алматы: Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК. – 2020. – 145 с.

ISBN 978-601-08-0109-7

Монография посвящена разработке интеллектуальной технологии и информационной системы дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения с применением комплексного подхода на основе интеллектуальных и статистических методов, а также когнитивного и онтологического подходов, позволяющих получить индивидуально-ориентированную траекторию обучения с учетом восприятия информации людьми с ограниченными возможностями зрения и качественное инженерное образование с использованием современного оборудования.

Материалы монографии ориентированы на инженеров и исследователей, а также на преподавание специальных курсов по разработке интеллектуальных технологий дистанционного обучения.

УДК 004 (035.3)
ББК 32. 973. 202

Рассмотрено и одобрено Ученым советом ИИВТ (Протокол №2 , 17.01.2020 г.)

ISBN 978-601-08-0109-7

© Шаяхметова А.С., 2020

СОДЕРЖАНИЕ

	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	5
	ВВЕДЕНИЕ.....	6
1	ОБЗОР И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	10
1.1	Современные тенденции развития дистанционного обучения в образовании.....	10
1.2	Информационные управляющие системы для организации дистанционного обучения.....	23
1.3	Применение онтологического подхода в организации систем дистанционного обучения.....	27
1.4	Smart-образование и интеллектуальные подходы в создании информационных систем дистанционного обучения.....	30
	Выводы по первому разделу.	40
2	ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ И ОСОЗНАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ЛЮДЬМИ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ.....	41
2.1	Постановка задачи.....	41
2.2	Строение глаза и его функционирование.....	45
2.3	Основные патологии зрения.....	47
2.4	Применение когнитивного подхода в организации интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения ЛОВЗ.....	50
2.4.1	Анкетирование на основе когнитивного подхода.....	51
2.4.2	Психофизиологические особенности восприятия и осознания информации при различной патологии зрения в интеллектуальной системе ДО ЛОВЗ.....	56
	Выводы по второму разделу.....	65
3	РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗРЕНИЯ.....	67
3.1	Постановка задачи.....	67
3.2	Архитектура интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения.....	68
3.3	Алгоритм функционирования ИИСДО для людей с ограниченными возможностями зрения.....	71
3.4	Модели интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения.....	75

3.5	Интеллектуальная информационная система дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения.....	79
3.6	Инструментальные программные средства для создания онтологических моделей.....	82
3.6.1	Построение комбинированной онтологической модели ИИСДО ЛОВЗ.....	86
3.6.2	Онтологическая модель обучающегося с ограниченными возможностями зрения.....	88
3.6.3	Онтологическая модель обучения людей с ограниченными возможностями зрения.....	91
3.6.4	Онтологическая модель лаборатории коллективного пользования.....	94
3.7	Построение OWL модели для интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения в редакторе онтологий Protégé.....	96
	Выводы по третьему разделу.....	99
4	ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ И СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗРЕНИЯ.....	101
4.1	Постановка задачи.....	101
4.2	Выделение информативных признаков статистическим методом факторного анализа на основе главных компонент.....	102
4.3	Выбор модели обучения на основе нечеткой логики.....	110
4.4	Прогнозирование результатов обучения на основе нейронечеткой сети..	117
4.5	Программная реализация интеллектуальной системы дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения.....	121
	Выводы по четвертому разделу.....	127
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	128
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	129

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

JAWS – Job Access With Speech

LMS – Learning Management System

MOODLE – Modular Object - Oriented Dynamic Learning Environment

OIL – Ontology Inference Layer

OWL – Web Ontology Language

PCA – Principal component analysis

ГА – Генетический алгоритм

ДО – Дистанционное обучение

ИИ – Искусственный интеллект

ИИСДО – Интеллектуальная информационная система
дистанционного обучения

ИКТ – Информационно-коммуникационные технологии

ИС – Информационные системы

ЛКП – Лаборатория коллективного пользования

ЛОВЗ – Люди с ограниченными возможностями зрения

НЛ – Нечеткая логика

ННС – Нейро-нечеткие сети

НС – Нейронная сеть

ОМ – Онтологическая модель

ПО – ПО, программное обеспечение

СДО – Система дистанционного обучения

ВВЕДЕНИЕ

Глобальное развитие информационных технологий является отличительной чертой современного мира. Особенно эффективно их применение в образовании. На сегодняшний день дистанционное обучение (ДО) является одним из наиболее активно развивающихся направлений в мировой образовательной среде, которое предоставляет равные возможности всем людям независимо от социального положения и может гибко реагировать на потребности обучающихся.

Впервые ДО появилось в конце XVIII века в Великобритании. Признанными мировыми центрами ДО являются: Австралия, Франция, Великобритания, Германия и др. Ряд работ зарубежных и казахстанских ученых посвящены разработке интеллектуальных информационных систем дистанционного обучения. Из зарубежных можно выделить работы ученых: Morten Tollefsen, Magne Lunde (Норвегия), Sangra A. (Испания), Kim H. (Южная Корея), Uskov V.L. (США). Наиболее интересны работы российских ученых: Кондраковой Е.В., Балашовой И.Ю., Попова Д.И., Чвановой М.С., Полат Е.С., Тихомирова В.П., Бершадского А.М., Лисицыной Л.С., Скопина И.Н. Из казахстанских ученых можно отметить работы: Мутанова Г.М., Шарипбаева А.А., Джусубалиевой Д.М., Самигулиной Г.А., Шакаримовой А.Б. и др.

В связи с бурным развитием вычислительной техники и необходимостью обработки больших объемов информации процесс получения знаний должен быть доступным, эффективным, быстрым и удобным. С появлением Internet такое обучение предоставляет электронное обучение (e-learning), которое является частью ДО. Электронное обучение впервые появилось в 1995 году и включает в себя новые подходы, информационные технологии, принципы с помощью которых можно создать благоприятную среду для обучения. Особенно актуально создание ДО для людей с ограниченными возможностями. Так как много людей в мире имеет проблемы со зрением, и организация процесса электронного обучения подразумевает проведение большого количества времени за компьютером, что негативно влияет на зрительный аппарат, то большое значение имеет разработка систем ДО для людей с ограниченными возможностями зрения (ЛОВЗ). Создание таких систем, направленных на адаптацию ЛОВЗ в обществе, является одной из важных проблем современного образования.

В настоящее время особое внимание уделяется Smart-образованию и Smart-обучению. Основу Smart-систем составляют интеллектуальные подходы, которые используются для повышения эффективности функционирования систем ДО. Благодаря способностям к самоорганизации и обучению, эти подходы рассматриваются как перспективные средства при создании новейших технологий ДО. Особенностью данных систем является необходимость обработки огромного потока многомерных данных в реальном масштабе времени. При разработке интеллектуальных систем ДО хорошего результата можно достичь путем комплексного подхода и комбинирования различных методов искусственного интеллекта (нейронных сетей, генетических алгоритмов, искусственных иммунных систем и др.), статистических методов, онтологического и когнитивного подходов.

Методы искусственного интеллекта способствуют повышению качества полученных знаний и развитию логического мышления обучающихся, позволяют улучшить процесс получения знаний путем оперативной корректировки и осуществлять индивидуальный подход к людям с ограниченными возможностями. Актуально применение онтологического подхода при создании интеллектуальных систем ДО ЛОВЗ. Разработка данных систем имеет свои специфические особенности. Модели онтологии позволяют создавать эффективные интеллектуальные информационные системы и осуществлять взаимодействие между сложными структурированными и формализованными данными. Применение современных онтологических редакторов таких, как Protégé и построение OWL (Web Ontology Language) моделей существенно облегчает решение данной задачи.

Актуальна разработка комбинированной OWL модели, которая включает в себя онтологическую модель обучающегося, обучения и лаборатории коллективного пользования. Модель обучающегося отражает индивидуальные характеристики ЛОВЗ выделенные на основе когнитивного подхода и анкетирования. Определение интеллектуальных и личностных особенностей обучающихся ЛОВЗ производится на основе когнитивного подхода. Процесс познания личности является деятельностью, связанной с когнитивными способностями. При создании адаптивной обучающей среды с учетом индивидуальных особенностей обучающихся рассматриваются такие параметры как: внимание, стратегия мышления, стили обучения, создание комфортной среды обучения и др. В когнитивном подходе обучающийся является активным

участником процесса обучения. Важно учитывать физиологические и психофизиологические особенности. Изучение психофизиологических особенностей зрительной системы ЛОВЗ дает возможность комплексного подхода к организации эффективного процесса дистанционного обучения, способствует успешному развитию навыков и приобретению требуемых в современном обществе квалификаций ЛОВЗ. Анкетирование обучающихся способствует выявлению интеллектуальных, физиологических и психофизиологических особенностей восприятия и осознания информации ЛОВЗ на основе когнитивного подхода. Например, различные аспекты личности (интеллект, уровень успеваемости, темп усвоения знаний, работоспособность, выносливость, сила воли, мотивация, достижение результата и др.) определяются с помощью теста интеллекта Р. Амтхауэра, по тесту вербального интеллекта Г. Айзенга определяются умственная работоспособность, утомляемость и др.

Обработка многомерных данных, полученных в результате анкетирования ЛОВЗ, производится на основе факторного анализа (метода главных компонент), который выделяет информативные признаки ЛОВЗ и позволяет произвести редукцию малоинформативных признаков. Осуществляется классификация ЛОВЗ с различными дефектами зрения при миопии (близорукости), гиперметропии (дальнозоркости) и астигматизме. Создание модели обучения адаптированной к модели обучающегося осуществляется с помощью нечеткой логики, которая определяет класс обучающегося по состоянию зрения и текущим знаниям ЛОВЗ и формирует оптимальную тактику обучения. Прогнозирование результатов обучения ЛОВЗ и оперативная корректировка траектории обучения осуществляется на основе нейро-нечеткой сети.

Получение качественного инженерного образования и изучение современного оборудования в лабораториях коллективного пользования имеет большое значение для социальной адаптации ЛОВЗ. Онтологическая модель лаборатории коллективного пользования описывает дистанционный доступ обучающихся ЛОВЗ к виртуальной машине с установленным необходимым специальным программным обеспечением для выполнения лабораторных, практических работ в реальном масштабе времени.

Онтологические модели дополняют друг друга, взаимосвязаны между собой и позволяют определить подходящую траекторию обучения с эффективными элементами курса. Комбинированная OWL модель

реализует системный подход к построению ДО ЛОВЗ, облегчает написание программного (Software), выбор аппаратного (Hardware) обеспечения и способствует созданию эффективного индивидуального процесса обучения людей с ограниченными возможностями зрения.

Различные степени нарушения зрения (по характеру заболеваний и по степени нарушений основных зрительных функций) влияют на психофизиологические особенности ЛОВЗ при обучении. По сравнению с людьми, обладающими здоровым зрением слабовидящие воспринимают окружающую среду совсем по-другому. Они видят мир в более бледных тонах (серый, черно – белый). При разработке специальной среды восприятия учебной информации ЛОВЗ важно учитывать особенности к считыванию информации с экрана монитора такие, как освещенность, контрастность, движение и размер. Также актуален выбор специальных цветовых схем предпочтительных для людей с различными глазными заболеваниями. При плохом зрении увеличивается нагрузка на слуховой аппарат, поэтому необходимо более активно использовать этот канал восприятия информации путем озвучивания учебного материала (система озвучки JAWS, Job Access With Speech), регулировки высоты, силы звука, тембра и локализации звука.

Благодарность

Выражаю благодарность своему научному руководителю доктору технических наук, профессору **Самигулиной Галине Ахметовне** за неоценимую помощь в подготовке материала представленного в монографии.

1 ОБЗОР И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В разделе рассматриваются современные тенденции развития дистанционного обучения в образовании. Анализируются основные черты и особенности систем дистанционного образования Европы, США, Великобритании, Азии и стран СНГ. Описывается процесс перехода от e-Learning к Smart-образованию. Smart-образование обеспечивает высокий уровень получения знания, соответствующий задачам и возможностям современного общества, позволяет адаптироваться в условиях быстроменяющейся среды. Основу таких систем составляют интеллектуальные подходы, которые способствуют повышению эффективности функционирования систем, определяют слабые и сильные стороны обучающихся в режиме реального времени и позволяют организовать систематизированные интерактивные курсы дистанционного обучения (ДО). Проводится обзор и анализ применения когнитивного подхода и методов искусственного интеллекта для интеллектуальных систем ДО. Рассматриваются информационные управляющие системы (LMS) при организации учебного процесса ДО. Эти системы представляют собой программную платформу для развертывания электронного обучения в организации, автоматизации управления образовательной деятельностью и подразделяются на коммерческие и системы с открытым исходным кодом. Также затрагиваются вопросы организации доступной среды и ДО для ЛОВЗ.

1.1 Современные тенденции развития дистанционного обучения в образовании

Отличительной чертой современного мира стало глобальное развитие информационных технологий, особенно в образовании. Дистанционное обучение доступно в системе образования Запада [1]. В 1836 г. впервые в Лондонском университете [2] появилась возможность обучения на расстоянии. С 1963 г. Великобритания предоставляет свои услуги ДО по гуманитарным, техническим наукам, а также по искусству и бизнесу. Широко распространилось «корреспондентское обучение» с помощью почтовой связи в Китае, Европе и США. С появлением радио и телевидения поменялись

методы обучения в ДО [3]. В 1939 г. Во Франции появился [4] Государственный центр дистанционного обучения CNED на основе почтовой связи. Здесь обучаются люди с ограниченными возможностями (ЛОВ). В данное время этот центр является одним из крупных учебных заведений Европы. Сейчас они являются мировыми мега-университетами. В нем особое внимание уделяется информационному обеспечению, с практическим использованием информационных технологий. Обучающим рассылаются различные презентации, видеокассеты и видеоролики. Одним из старейших университетов ДО является University of South Africa [5], основанный в 1946 г. В 1969 г. создан британский Открытый университет ДО [6]. В 1974 г. в Германии открылся университет FernUniversitat в Hagen [7]. Обучение осуществляется на основе аудио и видеороликов, печатных материалов, различных мультимедийных ресурсов в преподавании. В 1984 г. в Национальном технологическом университете США открылись инженерные специальности ДО [8]. Зарубежные учебные заведения, такие как INTEC-колледж Кейптауна (ЮАР), Испанский национальный университет дистанционного обучения, Открытая школа бизнеса Британского открытого университета, Австралийская территориальная информационная сеть, также предложили свои программы дистанционного обучения [6]. Испанские высшие учебные организации предоставляют качественное образование на основе новейших методов передачи знаний обучающимся. Основной акцент делается на использовании в учебном процессе доступного программного обеспечения: Linux, Moodle, Open Office, Google Docs и др. Система образования вышеперечисленных стран имеет свои особенности и общие черты [9]:

- многолетний опыт технологии ДО;
- существование образовательных центров в других развитых странах;
- использование современных мультимедийных технологий;
- признание дипломов в мире;
- установление обратной связи;
- квалифицированный кадровый состав;
- полная информационная база;
- высокое качество знаний.

Финляндия [10] является одной из передовых европейских стран в усовершенствовании технологии ДО.

Обучение по данному направлению особенно актуально для ЛОВ [11]. США, Великобритания, Германия, Франция, Швейцария, Канада считаются лидерами в обучении ЛОВ. В США имеются специализированные образовательные заведения в виде дистанционных и консультативных центров для слепых и глухих. Там ведутся занятия и мастер-классы для родителей и преподавателей, занимающихся с особой категорией людей [12]. В 1940 г. в США придумали специальные методы обучения незрячих по Брайлю. В 1950 г. распространились личностно-психологические тренинги по бихевиаристической методологии. Они обучают незрячих умению строить социальные связи. С 1960 г. в США и Западной Европе появились первые организации совместного обучения детей с ограниченными возможностями [13]. В 1980 г. были созданы тесты, по которым определяют успеваемость этих обучающихся. В 1991 г. произвели сравнение результатов обучения ЛОВ по единым методикам в США и Великобритании [14]. В результате была подтверждена эффективность принятых подходов к реабилитационной работе. В настоящее время в США работает программа «Инклюжен» на основе «Реабилитационного акта», закона о реабилитации, принятого в 1973 г. (PL 93-117), закона об образовании детей-инвалидов от 1975 г. и закона о правах инвалидов США 1990 г. (PL 101-36) [15]. В Штатах имеются специальные отделы народного образования, которые отвечают за выполнение программ профессионального обучения. В Германии [10] в соответствии с Законом «о профессиональном образовании» обучение ЛОВ осуществляется в одном учреждении с обычными обучающимися. Там действуют 37 центров для профессиональной подготовки ЛОВ и 21 центр профессиональной реабилитации и переподготовки ЛОВ. В данных центрах имеются необходимые медицинские, психологические, педагогические и социальные службы. Все затраты возмещают страховые компании. В Канаде открылась специальная программа ДО GLADNET [16] для детей с ограниченными возможностями. В Финляндии [10] профессиональная подготовка ЛОВ выполняется в рамках Министерства просвещения и главной целью является профессиональная подготовка всех ЛОВ. Для обучения инвалидов в профессиональной школе, гимназии, в высшей школе и университете предусмотрены денежные формы и поддержка со стороны государства.

В Корее [17] функционирует более чем 10200 университетов, колледжей и три из них имеют самое большое количество обучающихся с ограниченными возможностями: университет Дэгу, Korea Nazarene University и Корейский национальный колледж реабилитации и благосостояния.

В России [18] ДО через интернет появилось в 1988 г. как советско-американский проект.

«Школьная электронная почта». Сегодня это одно из перспективных направлений в образовательной среде. В конце 1980-х годов появились персональные компьютеры, которые значительно упростили и автоматизировали процесс обучения. Мировое образовательное пространство открыло доступ к программам ДО.

В Белоруссии [19] работает сеть учебных и учебно-производственных структур для профессионального обучения ЛОВ, которая включает профессионально-технические, средние специальные и высшие учебные заведения, учебные центры службы занятости, учебно-производственные предприятия Белорусского общества глухих, Белорусского товарищества инвалидов по зрению, предприятия и центры реабилитации Белорусского общества инвалидов.

На рисунке 1.1 приведен процент обучающихся с ограниченными возможностями в высших учебных заведениях Европы [17] и стран СНГ [20].

Обучение на расстоянии [21] отличается высокой степенью мобильности, контингентом обучаемых, способами доставки информации. Как во многих развивающихся странах, так и в Казахстане имеются дистанционные системы обучения, основанные на интернет-технологиях. Тем не менее немногие могут предоставить возможность для получения качественного образования ЛОВ.

Ученые предлагают различные трактовки термина ДО. Так, в работе [22] отводят большую роль телекоммуникациям в организации ДО и определяют его как «телеобучение, которое обеспечивает комплексную систему, включающую планирование, распространение и управление программами обучения, использующую для этого современные средства связи». В статье [23] дано определение ДО как обучения, при котором удаленные друг от друга субъекты обучения выполняют учебный процесс с помощью телекоммуникационных средств.

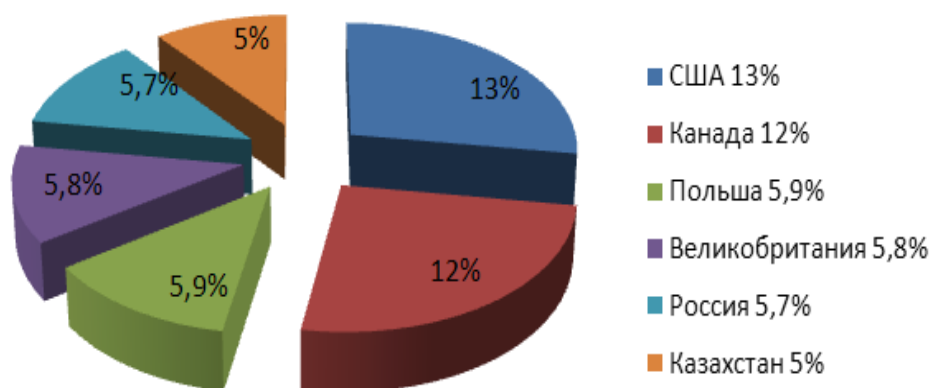


Рисунок 1.1 – Соотношение обучающихся с ограниченными возможностями в высших учебных заведениях Европы, США, Великобритании и стран СНГ

В работе [24] рассмотрены этапы развития Web-основанных коммуникационных технологий в образовании с 2000 по 2030 гг. (рисунок 1.2). К основным особенностям таких технологий относятся: богатые мультимедийные веб-приложения и их содержание обучения, Web 2.0 на основе технологий связи.

В работе [25] под ДО понимается новая форма обучения, которая существует в настоящее время наряду с другими: очной, заочной, экстернатом в системе непрерывного образования. Эта система и процесс обучения, в котором преподаватель и обучающийся находятся на расстоянии друг от друга, опирается на электронные средства и печатные пособия для организации учебного процесса. Дистанционное обучение включает дистанционное преподавание и дистанционное учение.

В исследовании [26] данный термин обозначает комплекс образовательных услуг, предоставляемых обучающимся, отделенным во времени и пространстве от источников производства учебно-методической информации, с помощью разнообразных средств ее передачи, хранения и обработки (телевидение, радио, модемная связь, компьютеры и пр.).

В статье [27] предложено три вида технологий, используемых при ДО:

1. На основе бумажных и аудионосителей (учебно-методические пособия, учебники). Преподаватель сам руководит педагогическим взаимодействием с помощью телефонной и сотовой связи или в ходе «живого» общения.

2. Телевизионно-спутниковая связь.

3. Интернет-обучение или сетевая технология.

В ДО все перечисленные подходы используют в разных пропорциях.

В ДО применяются различные современные технологии [28]. Современные технологии ДО упрощают процесс обучения, оптимизируют усвоение знаний.

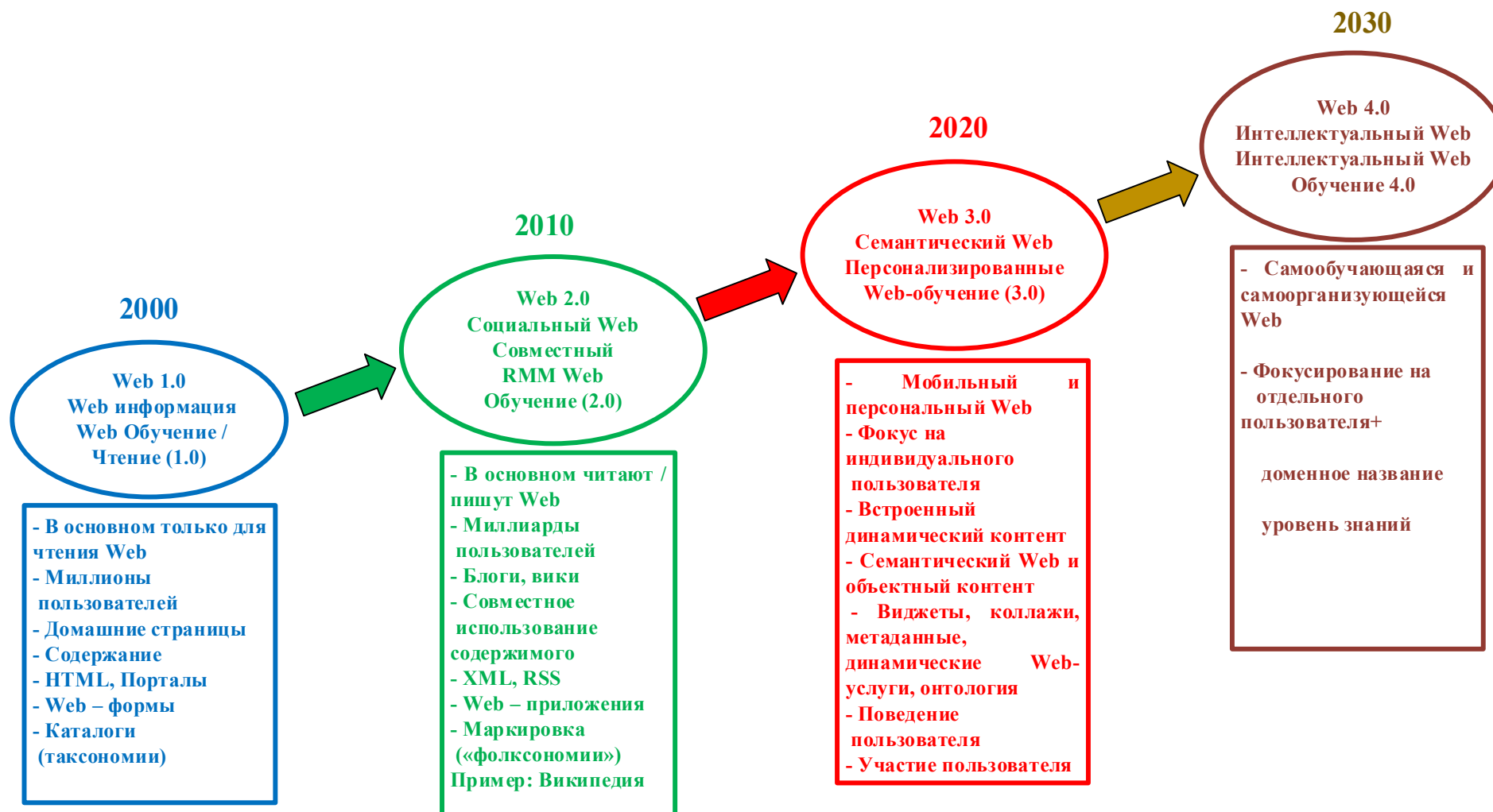


Рисунок 1.2 – Этапы развития Web-основанных коммуникационных технологий в образовании

При выборе формы ДО необходимо учитывать соответствие технологий характерным признакам, специфическим особенностям обучающихся.

К некоторым ДО относятся: репродуктивные технологии, интерактивные технологии обучения, технологии совместного обучения, технологии обучения в реальном режиме времени.

Развитие ДО стало предметом интереса многих исследователей, в том числе и казахстанских. Статья [29] посвящена формированию основ информационной среды в условиях дистанционного обучения. Проблемы организации ДО, дидактические и методические вопросы применения средств новых информационных технологий в обучении рассматриваются в работе [30]. Главной идеей статьи [31] является замена преподавателей на интеллектуальные обучающие системы (Smart-тьюторы). Рассмотрены основные понятия и обзор Smart-технологий обучения, приведены примеры в обучении, описано текущее состояние проблемы и перспективы развития интеллектуальных обучающих систем. В работах [32, 33] рассматривается состояние дистанционного образования в Казахстане и интеграция его в инновационные системы. Информатизация общества зависит от индустриального способа разработки автоматизированных систем управления процессом обучения с использованием инновационных технологий. Процесс обучения осуществляется с помощью телекоммуникационных технологий и ресурсов сети интернет. Дистанционное обучение является наиболее эффективным средством получения знаний [34].

В статье [35] приведены результаты исследования личностных свойств обучающихся в ДО. В публикации [36] затрагивается вопрос повышения мотивации обучающихся в дистанционных курсах. Многие с интересом начинают курс и бросают его не закончив. Авторы предлагают модель Келлера для повышения мотивации обучающихся. По их мнению, главными компонентами предложенной модели являются внимание (Attention), значимость (Relevance), уверенность (Confidence) и удовлетворение (Satisfaction). В исследовании рассмотрены вопросы модернизации высшего образования, формирования умения у обучаемых учиться и самостоятельно получать знания в течение всей жизни.

К особенностям ДО можно отнести следующие факторы [37]: сокращение возрастного барьера, открытие возможностей для лиц, пространственно находящихся далеко от университета или

ограниченных в движении, расширение круга профессионально активного населения. В дистанционном обучении [38] хороший результат зависит от применяемых технологий, от возможностей, предоставляемых оболочек (коммерческая или свободно распространяемая) для создания электронных курсов. Оболочка должна предоставлять простой и понятный интерфейс для преподавателя и обучающегося.

Стремительное развитие интеллектуальных систем (ИС) позволяет создавать благоприятные условия для получения полноценного, качественного и конкурентоспособного образования всем членам общества, независимо от их физических возможностей [39]. Интеллектуальные системы дистанционного обучения (ИСДО), адаптированные к индивидуальным потребностям обучающихся [40], позволяют создать оптимальные условия для обучения, которые способствуют повышению доступности и качества образования. Информационная система для ЛОВ представляет собой сложную интеллектуальную систему, включающую в себя совокупность функциональных компонентов, каждая из которых обеспечивает требуемое качество обучения, носит динамический характер и позволяет адаптировать ЛОВ. Основное достоинство дистанционной системы в обучении ЛОВ состоит [41] в отсутствии строгой привязки к месту и времени проведения занятий, в индивидуализации обучения за счет адаптации уровня и формы учебного материала, исходя из индивидуальных особенностей каждого обучающегося. Также появляется возможность организации щадящего режима обучения: сокращается количество часов учебной нагрузки, нормируется количество времени, проводимого за компьютером, создается возможность многократного повторения изучаемого материала. [42]. В работе [43] рассмотрены составляющие и требования к системам ДО ориентированным на обучение детей с ограниченными возможностями:

- осуществляется индивидуальный подход к обучаемым;
- учитываются психолого-педагогические требования к обучающей программной среде;
- создается целенаправленность и последовательность в обучении;
- формируется адаптивность и доступность обучения;
- осуществляется интерактивность и обратная связь в обучении;
- выполняется системность в обучении;

- строится технологичность в организации и обеспечении обучения.

Дистанционное обучение учитывая потребности [44] каждого ЛОВ строит эффективную форму обучения с индивидуальной обучающей траекторией. Также ДО формирует культурное развитие, социальные, творческие способности и навыки самостоятельной деятельности. Образовательная среда ЛОВ должна быть нацелена на нахождение оптимального способа для успешной адаптации в жизни. Дистанционное обучение создает безбарьерную среду [45], учитывая потребности следующих категорий инвалидов и лиц с ограниченными возможностями: с нарушениями зрения, с нарушениями слуха, с ограничением двигательных функций.

Люди с ограниченными возможностями обучаясь в высших учебных заведениях Казахстана сталкиваются большими трудностями [46]. В Послании президента Республики Казахстан говорится, что Казахстан должен стать безбарьерной зоной для наших граждан с ограниченными возможностями. Безбарьерная или доступная среда – это возможность участвовать в общественной, производственной, культурной и спортивной сферах жизни страны, получать достойное образование и квалифицированную работу, вести полноценную и насыщенную жизнь.

Преимущество ДО для ЛОВ [47]:

1. Строится индивидуальная траектория обучения для каждого обучающегося, т.е. он может выбрать уровень и вид подачи материала в зависимости от особенностей (ограничений) и индивидуального развития. Обучающийся дальше может обучаться самостоятельно и иметь возможность вернуться к запущенному материалу. Продолжить обучение в удобное и подходящее для обучающегося время. Гибкая структура учебного процесса позволяет учесть потребности и возможности каждого обучающегося, его интересы и индивидуальный темп продвижения по изучаемому материалу. Главное достоинство дистанционных технологий в обучении ЛОВ состоит в отсутствии строгой привязки к месту и времени проведения занятий, в индивидуализации обучения за счет адаптации уровня и формы учебного материала.

2. Появляется возможность сократить количество часов учебной нагрузки, отследить количество времени, проводимого за компьютером.

3. Дистанционные технологии в определенной степени решают такую проблему, как недостаток общения со сверстниками. Способствуют общению в режиме электронной почты, конференций, чата, виртуальных семинаров, несмотря на физическую удаленность обучающихся друг от друга.

4. У обучающегося расширяется информационно-познавательное пространство. Появляются возможности пользования электронными библиотеками, информационными фондами.

5. В дистанционном обучении используются разные формы самостоятельного обучения.

6. Повышается эффективность проверки успеваемости обучаемых и контроля знаний с использованием различных форм проверки.

В настоящее время информационные технологии всё активнее внедряются в жизнь инвалидов по зрению [48, 49]. Дистанционное обучение ЛОВЗ позволяет выбрать индивидуальную траекторию обучения и работать в удобном темпе, решает психологические проблемы ЛОВЗ, снимает временные и пространственные ограничения. Для многих незрячих людей компьютерная техника стала необходимым средством работы и коммуникации. В работе [50] представлена интеллектуальная система электронного обучения, основанная на речи с двойным интерфейсом: голосовым и веб-интерфейсом пользователя. Разработанное приложение дополняет существующие системы электронного обучения, такие как web-обучение, m-обучение и др. В статье [51] представлено интерактивное средство обучения для слабовидящих. Используются алгоритмы распознавания символов, которые применяются для преобразования изображения в текст и текста в голос. Слабовидящий обучающийся имеет возможность понять полученную им информацию. Разработана система распознавания информации, которая состоит из цифровой камеры и голосового синтезатора, функционирующего с помощью прикладной программы речевого интерфейса. В публикации [52] рассматривается проблема ДО для детей с ограниченными возможностями здоровья по зрению, адаптация и индивидуализация в обучении, личностно-ориентированный подход к организации процесса обучения. Актуально использование когнитивного подхода и методов искусственного интеллекта для выявления особенностей восприятия и осознания информации людьми с различными заболеваниями зрения. Опубликовано много работ по данной тематике. В понятии «когнитивность» [53] особое внимание уделяется

познавательным процессам, таким как внимание, восприятие, память, воображение и мышление.

Впервые вопросы посвященные обучению на основе когнитивного подхода появились в трудах Э. Ч. Толмена в 1948 г. Процесс познания личности является деятельностью, связанной с когнитивными способностями. При создании адаптивной обучающей среды с учетом индивидуальных особенностей обучающихся рассматриваются такие параметры, как внимание, стратегия мышления, стили обучения, создание комфортной среды обучения и др. В работе [54] предложены новые методы и подходы при разработке адаптивных систем ДО с использованием интеллектуальных технологий на основе когнитивной модели пользователя. В когнитивном подходе обучающийся [55] считается активным участником процесса обучения. Когнитивные подходы в обучении формируют критическое мышление у обучающихся. Организация самостоятельного обучения с помощью когнитивного подхода является одной из важных составляющих образовательного процесса. С помощью описанных когнитивных приемов можно получить качественные знания. Одним из путей развития когнитивных функций обучаемых в процессе ДО являются компьютерные когнитивные тренинги [56]. Они стимулируют обучающихся к успешному выполнению определенных учебных задач курса и выявляют их интеллектуальные особенности.

В статье [57] рассматривается психологический механизм когнитивного обучения. Основным условием развития личности является его когнитивная деятельность. Процесс познания имеет сложную структуру взаимосвязей и реализуется при помощи различных когнитивных компонентов [58]. Под когнитивными компонентами подразумеваются образы, понятия, представления, значения и другие средства отражения в сознании человека.

Когнитивные технологии в обучении [59] обеспечивают понимание учебной информации обучающимися. Особенностью когнитивной технологии является применение специфических заданий в организации учебного процесса. Для достижения цели строится определенная структура занятий: входной контроль, изучение новой информации, текущий контроль, диагностика, коррекция и система домашних заданий. Когнитивные технологии способствуют развитию широкого кругозора обучающихся. Обучаемые самостоятельно стремятся к поиску и способны анализировать свою деятельность в условиях неопределённости к приобретению новых знаний, к

самосовершенствованию, к творческой самореализации [60]. Знания и возможности, полученные при таком подходе, способствуют развитию высокого уровня интеллекта, формированию творческого потенциала и необходимого мышления. На восприятие информации обучающимися особое влияние оказывает состояние их здоровья. Успешность обучения во многом зависит от учета психофизиологических особенностей восприятия информации обучающимися. При создании интеллектуальных информационных технологий дистанционного обучения ЛОВЗ актуальна задача по обеспечению полноценной работы на персональных компьютерах. Для многих незрячих людей компьютерная техника стала необходимым и единственным средством для работы и коммуникации. Существуют специальные программные продукты экранного доступа со звуковым сопровождением. В программе экранного доступа Cobra [61] информация передается посредством речевого вывода и через интерфейс. Программа речевого доступа к экрану NVDA [62] выполняет стандартные задачи под Windows. Программное обеспечение для слабовидящих и незрячих Virgo [63] позволяет пользователю выбирать, какую информацию показывать на брайлевском дисплее, а какую произносить голосом. Предлагает выбор двух режимов доступа: режим фокуса и режим проводника. Режим фокуса функционирует в Windows или одной из его программ с помощью клавиатуры или мыши. Программа следует за фокусом и передает всю необходимую информацию с экрана через брайль и речевой вывод. В программе экранного доступа Window-Eyes [64] информация конвертируется в звуковой формат через панель Settings. Экранный диктор Narrator [65] способен читать вслух информацию, которая появляется на экране компьютера. Используется технология распознавания текста и озвучивания с помощью голосового синтезатора, который выбирается из списка заранее заданных голосов.

В данной работе используется программа экранного доступа JAWS [66]. Программа разработана группой слепых и слабовидящих людей из Freedom Scientific штат Флорида, США. Она даёт возможность получить доступ ЛОВЗ к свободному использованию персонального компьютера с операционной системой Windows. С помощью синтезатора речи, через аудио карту компьютера, информация с экрана озвучивается, обеспечивая возможность речевого доступа к разнообразным программам, приложениям и с

помощью шрифта Брайля позволяет без ограничений пользоваться клавиатурой.

1.2 Информационные управляющие системы для организации дистанционного обучения

Сегодня существует достаточно большое количество программных систем для организации ДО. При этом используются специальные информационные управляющие системы (LMS Learning Management System) [67], предназначенные для выполнения административных и технических процессов поддержки, связанных с электронным обучением. Это программная платформа для развертывания электронного обучения в организации и автоматизации управления образовательной деятельностью. Информационные управляющие системы подразделяются на коммерческие и системы с открытым исходным кодом (рисунок 1.3). К коммерческим системам LMS относятся: WebTutor, eLearning Server, Прометей, ДОЦЕНТ, Redclass Pro, Learn eXact, Blackboard Learn. Система WebTutor позволяет организовать планирование, проведение и анализ результатов обучения пользователей с помощью электронных учебных курсов, а также обеспечивает общение и обмен информацией между обучаемыми, преподавателями, экспертами и администраторами системы [68]. Система электронного обучения e-Learning Server [69] является порталным решением, разработанным специально для эффективного управления дистанционным, очным и смешанным обучением. Система «Прометей» [70] позволяет построить в интернете виртуальный университет и проводить ДО для большого числа обучающихся. Данная система автоматизирует весь учебный цикл: от приема заявок до отметки о выдаче итогового сертификата.

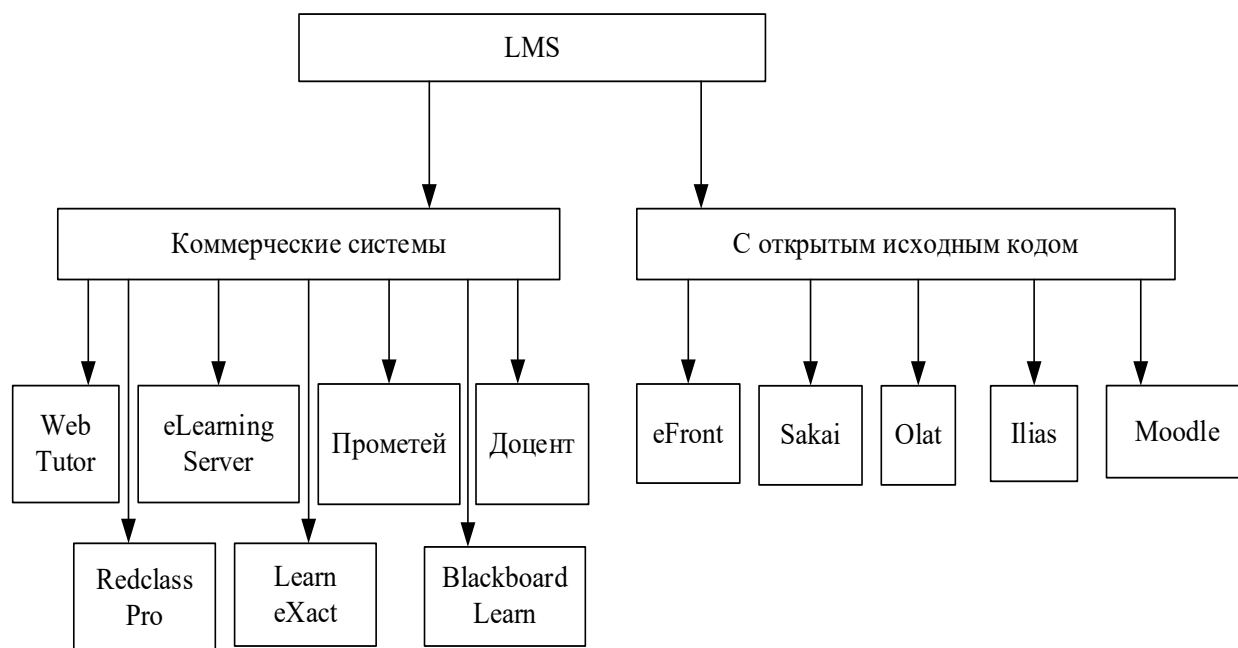


Рисунок 1.3 – Структурная схема информационных управляющих систем

Система дистанционного обучения «ДОЦЕНТ» (Дистанционный Обучающий Центр) представляет собой комплекс программно-методических средств для автоматизации процесса ДО, повышения квалификации и определения уровня компетенции обучающегося [71]. Программный комплекс Redclass Pro [72] создает и модифицирует учебные материалы дистанционных курсов в формате SCORM (Sharable Content Object Reference Model). Комплекс программных приложений Learn eXact [73] реализует электронное обучение, основанное на XML, а также поддерживает международные стандарты IMS, AICC, SCORM. К системам с открытым исходным кодом относятся: eFront, Sakai, Olat, Ilias, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Система eFront включает в себя функции систем управления обучением и создания учебных материалов [74]. Учебная среда Sakai [75] представляет собой набор программных инструментов для преподавателей и студентов. Система Olat [76] содержит гибкую систему онлайн-курсов, обеспечивает обучение и преподавание независимо от времени и места. Для систем управления дистанционным обучением главным критерием является соответствие стандарту SCORM, который содержит требования к организации учебного материала. Это система позволяет обеспечить совместимость компонентов и возможность их многократного использования. Учебный материал представлен отдельными небольшими блоками, которые могут включаться в разные учебные

курсы и использоваться в системах управления дистанционным обучением [77]. Одной из свободно распространяемых систем является дистанционная образовательная среда Moodle [78], которая позволяет эффективно проводить сетевое обучение, создавать курсы и реализовать современные дистанционные образовательные технологии. Moodle даёт широкие возможности для размещения учебного материала. Это многопользовательская система. Образовательная среда Moodle [79] является бесплатной, хорошо интегрируется с другими информационными системами, дополняется новыми сервисами, вспомогательными функциями, отчетами, устанавливает готовые или разрабатывает совершенно новые дополнительные модули. Использование сети интернет в качестве канала обмена информацией дает возможность организации сетевого учебного процесса посредством встроенных расширенных сервисов интерактивного диалога между обучающимся и преподавателем, осуществляя контроль знаний на разных этапах дистанционного процесса. В процессе обучения, обучающиеся получают доступ ко многим учебным курсам, а преподаватели могут организовать учебный процесс, используя следующие возможности Moodle: проведение занятий, разработка индивидуальных заданий, тестов и др. Сайт разработанный на Moodle может предоставить не только ряд курсов, но и несколько преподавателей. Здесь могут работать над одним курсом несколько преподавателей одновременно. Принцип работы системы осуществляется следующим образом: запускаем систему набрав электронный адрес. На главной странице приводится полный список курсов. Выбрав необходимый курс переходим на содержание, которое сформулировано хронологически или модульно. Далее предоставляется доступ к собственным учебным материалам. Настраиваемые панели инструментов способствуют быстрому доступу ко всем разделам курса из любой страницы. Осуществляется авторизация пользователя, которая позволяет преподавателю произвести учет обучающихся, статистику их работы и выставять оценки. А также обучающийся получает персональное пространство, где может выполнять задания, просматривать свои оценки, вести рабочую тетрадь. Широкие возможности для коммуникаций – одна из самых сильных сторон Moodle. Система Moodle имеет свои особенности функционирования [80]:

1. Система спроектирована с учетом результатов современной педагогики с акцентом на взаимоотношение между обучающимися в виде обсуждения.

2. Может применяться как для дистанционного, так и для очного обучения.

3. Имеет простой и эффективный web-интерфейс.

4. Дизайн имеет модульную структуру и легко модифицируется.

5. Подключаемые языковые пакеты позволяют добиться полной локализации.

6. Обучающиеся могут редактировать свои личные учетные записи, добавлять фотографии.

7. Каждый пользователь может указать свое локальное время, в которое для него будут переведены все даты (например, сроки выполнения заданий).

8. Поддерживаются различные структуры курсов.

9. Любой курс может быть дополнительно защищен с помощью кодового слова.

10. Большой набор модулей составляющих для курсов: чат, опрос, форум, глоссарий, рабочая тетрадь, урок, тест, анкета, Scorn, Survey, Wiki, семинар, ресурс.

11. Изменения курса с момента последнего входа пользователя в систему могут отображаться на первой странице курса.

12. Почти все набираемые тексты могут редактироваться встроенным WYSIWYG-редактором.

13. Все оценки заданий могут быть отражены на одной странице.

14. Доступен полный отчет по работе пользователя в системе, с графиками и деталями взаимодействия с различными модулями.

15. Возможна настройка e-mail (рассылки новостей, форумов, оценок и комментариев преподавателей).

На сегодняшний день можно подключиться к Moodle [81] с помощью смартфона или планшета с любого места: улицы, транспорта и др. В результате обучаемый сможет более рационально тратить свое свободное время и теоретически применять Moodle не только в роли системы ДО, но и в качестве полноценной системы мобильного обучения. Возникают некоторые проблемы при реализации данной технологии, так как Moodle изначально не запрограммирована для специализированной работы и поддержки мобильных устройств. Для решения данной проблемы в сообществе Moodle существует несколько подходов, которые можно классифицировать по

направлениям: серверное, клиентское и клиент-серверное. Возможность использования LMS Moodle в качестве полноценной системы мобильного обучения очень удобна, но данная возможность требует дополнительных затрат для установки на сервер и настройки специального программного обеспечения. Существующие проекты в этом направлении не универсальны или находятся в стадии разработки. Они не гарантируют совместимости со всеми версиями Moodle.

1.3 Применение онтологического подхода в организации систем дистанционного обучения

В последние годы наблюдается увеличение использования онтологических моделей (ОМ) в качестве основы для создания систематизированных структур в информационных системах. Использование ОМ находит широкое применение в системах дистанционного обучения. Термин «онтология» предложен Р. Гоклениусом в 1613 году [82] и происходит от греческих «ontos» – сущее и «logos» – понятие, учение, разум. Долгие годы он существовал только как философское понятие. На сегодняшний день есть множество определений термина, которые связывают его с другими науками. В информационных технологиях термин «онтология» следует понимать, как детальную формализацию некоторой предметной области с помощью концептуальной схемы [83]. Это иерархически структурированное множество терминов, описывающих предметную область, которое может быть использовано как исходная структура для базы знаний. Существует много публикаций по данной тематике. В статье [84] рассмотрены проблемы дистанционного образования, связанные с организацией эффективного распределенного доступа к учебным ресурсам в среде Internet и предложено решение на основе онтологического подхода и технологий Semantic Web. В статье [85] рассматривается построение ОМ интеллектуальной системы мониторинга учебного процесса ДО. Приводятся различные ОМ, описывается их применение в виде онтологической системы. Дается формальное описание онтологии интеллектуальной системы предметной области ДО на основе кортежей множеств. Использование онтологического подхода при создании систем управления обучением описывается в работе [86]. В исследовании [87] рассматривается онтологическая модель

представления знаний, а также алгоритм рассуждений по прецедентам, который повышает качество адаптивного поиска. В статье [88] изложен метод систематизации мультимедийного контента электронного курса на основе онтологического подхода. В статье [89] приведены ОМ обучающихся и учебных материалов. На основе правил вывода обучающиеся группируются и им присваиваются соответствующие контенты. В работе [90] представлена технология описания процесса обучения в виде ОМ и применения полученных результатов для решения задачи управления образовательной деятельностью. В исследовании [91] рассмотрено решение задачи создания единой модели знаний на основе предметной области и предложены способы практического использования построенной предметной онтологии. В статье [92] рассматривается разработка ОМ на основе искусственного интеллекта и экспертных систем. В работе [93] изложено применение ОМ в процессе электронного обучения и при проектировании средств представления, хранения и обработки в информационной системе экспертных знаний.

Ряд публикаций посвящен разработке онтологических моделей обучающихся. В исследовании [94] описана ОМ обучающегося с индивидуальной траекторией обучения. В статье [95] представлена ОМ обучающихся, которую можно использовать для классификации обучающихся и моделирования их поведения в системе управления обучением.

В последнее время в Moodle широко применяются онтологические модели в качестве основы для создания систематизированных структур. Особенно актуально использование ОМ в процессах интеллектуализации ДО. В работе [96] изложен способ систематизации контента интерактивных курсов и организации ДО при помощи онтологий: онтологии описания контента (онтология структуры курса) и онтологии предметной области (онтологии понятий изучаемой дисциплины).

Одним из способов организации данных является метод представления информации с помощью OWL (Web Ontology Language) модели [97]. Язык OWL описывает онтологии для Web, который применяется при представлении объектов с различной сложностью структуры. Онтологии OWL имеют три подмножества терминов: OWL Lite предназначено для решения простых задач. OWL DL предназначено для пользователей, которым необходима максимальная степень возможностей языка. OWL Full рассчитано на пользователей,

которым необходимы максимальные выразительные возможности языка и свобода выбора конечного формата RDF (Resource Description Framework). В OWL выделяют две категории свойств: свойства-объекты, которые связывают между собой индивиды (экземпляры классов) и свойства-значения, которые соединяют индивиды со значениями данных. Основными элементами языка являются свойства, классы и ограничения. Полный список терминов разделяется по категориям в зависимости от их функции в ОМ. Понятия (концепции или термины предметной области) являющиеся объектами представляются в виде классов и определяются свойства классов.

Рассмотрим основные инструментальные программные средства для создания онтологических моделей. Используются специальные онтологические редакторы для наглядного проектирования, преобразования и конструирования созданных онтологических моделей на компьютере [98]. Редактор онтологий Ontolingua состоит из сервера и языка представления знаний. Программный продукт разработан в Стенфордском университете и является первым инструментом инженерии онтологических структур. Коммерческой разработкой для создания и редактирования онтологий является OntoStudio. Программа включает в себя различные структуры, схемы, модели и обладает инструментом отображения классов, экземпляров класса и связей. Редактор онтологий WebOnto создан для просмотра, разработки и изменения онтологических структур. Автономным графическим редактором онтологии является OilEd, созданный в рамках проекта «On-To-Knowledge». Свободно распространяется по лицензии General Public License (GPL). Редактор онтологий ODE взаимодействует с пользователем на концептуальном уровне. Имеется набор таблиц, где заполняются концепты, атрибуты и отношения между определенными объектами. Программа Protégé является свободно распространяемой, предназначенной для проектирования онтологических структур [99]. После формирования онтологической структуры Protégé генерирует формы получения знаний. Основными критериями, по которым можно сделать сравнительный анализ редакторов онтологий являются: открытость и расширяемость архитектуры, язык, формат, доступ, коллективное сетевое удаленное редактирование и другие. Редактор Protégé отвечает всем вышеизложенным критериям.

Создание ОМ включает: определение классов в ОМ, организацию классов в некоторую иерархию (базовый класс, подкласс),

определение слотов и их допустимых значений, заполнение значений слотов для экземпляров классов. Для любой предметной области может быть огромное количество ОМ. Каждая ОМ является одним из способов структурированной концепции и отношений между ними. Основной функцией любого редактора онтологий является формализация знаний и представление онтологической структуры в понятном виде [100].

1.4 Smart-образование и интеллектуальные подходы в создании информационных систем дистанционного обучения

С каждым годом дистанционное обучение является одним из наиболее активно развивающихся направлений в образовательном пространстве. Появилось понятие Smart-образования. Это новый подход в образовании, обеспечивающий высокий уровень развития, соответствующий задачам и возможностям современного мира. Он определяет взаимосвязь между знаниями, применяемыми технологиями и подходами преподавания. Применение Smart-образования дает возможность обширного использования инновационных технологий. Система ключевых особенностей Smart-образования предлагается в статьях [101, 102]. В исследованиях [103-105] рассматривается технология системы Smart-образования, которая подключается онлайн к виртуальному университету и базируется на веб-технологиях. Интеллектуальная обучающая система определяет слабые и сильные стороны обучающихся в режиме реального времени. Выбирается возможный уровень обучения и алгоритм безопасности. В статьях [106, 107] разработана модель Smart-образования, которая строится на базе результатов проведенного опроса. Предложенная система включает в себя ряд взаимосвязанных между собой курсов, подходов и оценок обучения. С появлением Smart-образования возникли такие термины как Smart-технология, Smart-обучение, Smart-кафедра, Smart-класс, Smart-книга. Появился Smart-университет, который осуществляет свою деятельность в соответствии с нормативными актами, а также помогает взаимодействовать похожим кафедрам и организациям путем создания и использования общего контента.

В статьях [108, 109] разработана онтологическая система Smart-класса. Система помогает понять взаимосвязи и анализировать имеющееся «умное оборудование» в классе, определяет их функции,

программное обеспечение, подходы в преподавании и обучении. Понятие Smart-обучения [110] состоит из гибкого обучения, состоящего из множества источников, большого разнообразия мультимедиа (видео, графика, аудио), возможности мгновенно и просто конфигурироваться под уровень и нужды обучающегося с использованием мобильных устройств. Целью Smart-обучения является передача части интеллекта, опыта преподавателя в среду e-Learning. В работах [111, 112] проводится сравнительное исследование отличия Smart-обучения от традиционного обучения. По итогам опросов обучающиеся предпочитают учебные курсы Smart-образования, которые отличаются мобильностью, целостностью и оказывают огромное влияние на эффективное и качественное обучение. В статье [113] представлено проектирование и разработка нового инструмента для инновационной платформы электронного обучения с анализом и результатами взаимодействия человека с компьютером. Основными функциями предлагаемого интеллектуального инструмента является оценка уровня понимания учебного материала студентом и анализ уровня сложности вопросов, предложенных профессором на экзамене. Разработанный инструмент обеспечивает инструктору возможность контроля уровня сложности тестовых и экзаменационных вопросов и выполнять соответствующие функции для добавления, удаления или модификации тестовых и экзаменационных вопросов. В публикации [114] рассматриваются модели преподавания в Smart образовании, одним из которых является Flip-обучение. Обсуждается организация электронных тестов, Moodle-викторины, программа оценки, основанные на поведении студентов с выдачей некоторых рекомендаций. В статье [115] предложена образовательная платформа Smart-study, которая позволяет обучающимся использовать ручку и бумагу для выполнения упражнений, с помощью цифрового пера и бумаги Anoto. Рукописные решения оцифровываются, автоматически корректируются и анимированная обратная связь обеспечивается с помощью планшетного устройства, где установлена данная платформа. С помощью пера и бумаги для чтения и записи обучающиеся могут использовать данный метод обучения. Легкая и мобильная платформа планшета проста в использовании. В результате обучающиеся более мотивированы и им нравится выполнять упражнения с использованием платформы Smart-study. Все это актуально для людей с ограниченными возможностями, особенно для организации ДО

ЛОВЗ. Более 70% Smart-образования составляют интеллектуальные подходы [116].

Актуальной задачей на сегодняшний день является эффективное использование последних достижений IT-технологий, в частности на базе ИС. Стремительное развитие ИС привело к значительному росту практических приложений. Появление мощных персональных компьютеров высокой производительности и с большой емкостью памяти, необходимость обработки огромных массивов информации привели к бурному развитию текущей области образования. Главной тенденцией развития методов управления является их интеллектуализация. Главными направлениями изучения [117] в сфере искусственного интеллекта (ИИ) являются: создание интеллектуальных информационных систем, основанных на знаниях, разработка естественно-языковых пользовательских интерфейсов и машинное обучение, генерация и распознавание речи, анализ визуальной информации, обучение с преподавателем и без него, определение объектов, игры и машинное творчество, программное обеспечение систем ИИ, новые микросистемы компьютеров и интеллектуальные роботы. Они базируются на теории использования базы знаний для создания алгоритмов решения практических задач множеств классов в зависимости от информационных потребностей пользователей.

Все больше возрастает тенденция создания систем ИИ на базе нейронных сетей (НС) и других биологических подходов. Это связано с различными аспектами в развитии ИИ [118]. Первый состоит в способности нейроинтеллектуальных систем к обучению и самоорганизации, что позволяет создавать на их базе различные системы, обладающие свойством адаптации к внешней среде. Второй аспект этой проблемы характеризуется способностью таких систем после обучения делать обобщение и прогнозировать исход обучения. Такое обобщение осуществляется путем интеграции частных данных, в результате чего происходит определение закономерностей процесса. Третий аспект заключается в способности решать трудноформализуемые задачи, для которых не существует эффективного математического алгоритма [119, 120].

С использованием НС [121] можно решать следующие задачи:

- определение образов для определения психологического типа личности и определения подходов образования;

- психодиагностика для рассмотрения вероятности развития психологической интуиции у нейросетевых экспертных систем;
- классификация или кластеризация для разделения объема курса по разделам или по темам;
- принятие решений и управление (для входных сигналов используются различные критерии анализа состояния системы, а на выходе системы создается признак принимаемого решения);
- прогнозирование или аппроксимация результатов обучения с обоснованием выводов на обучающих примерах;
- сжатие данных (нейронные сети умеют определять связи между различными параметрами и представлять данные большой величины более компактно, в случае если данные тесно взаимосвязаны друг с другом).

Главной преградой на пути проектирования обучающих систем, использующих искусственные нейронные сети, являются требования работы с неточностью, неизвестностью и частичной истинностью [122]. Успех в модернизации интеллектуальных систем, в частности ДО можно достигнуть, используя методы нечетких множеств, нейронных сетей, генетических алгоритмов. Нечеткая логика лежит в основе методов функционирования с неточностью, гранулированием информации, приближенными рассуждениями и вычислениями со словами. Нейровычисления являются отражением способности к обучению, адаптации и идентификации.

Вероятностные вычисления обеспечивают базу для управления неопределенностью [123]. Генетические алгоритмы (ГА) позволяют систематизировать случайный поиск и достигать оптимального значения характеристик. При оценке уровня знаний обучающегося проходящего обучение возможно использование механизмов ГА. Данный алгоритм [124] повышает качество подготовки обучающихся за счет адаптивного формирования набора заданий. Реализация методик обучения на основе индивидуальных маршрутов способствует развитию профессиональной самостоятельности обучающихся, повышению профессионального интереса и индивидуализации обучения. Подход ГА осуществляется с использованием метода случайного глобального поиска, который копирует механизмы естественной биологической эволюции. Данный подход применяется для решения задачи, связанной с выборкой множества вариантов. Так как количество вариантов выборки из n элементов равняется $n!$, то задача проектирования оптимальной в

каком-либо диапазоне выборки с увеличением числа структурированных элементов может быть неоправданно трудной и ресурсоёмкой. Данные алгоритмы значительно облегчают решение подобного рода задач.

В работе [125] рассмотрены варианты использования методов искусственных иммунных систем (ИИС) в различных областях науки, а также сформулированы постановки задач для разработки алгоритма, основанного на механизмах упрощенной модели ИИС. Характеристика подобных задач прогнозирования базируется на одновременном использовании распознающих и оптимизационных возможностей иммунной сети при моделировании математических и динамических процессов. Для рассмотрения иммунологических механизмов ИИС существуют различные теоретические и математические модели. Помимо этого, выявляется растущее число компьютеризованных моделей для моделирования динамики различных программных частей иммунной системы и ее поведения в целом. Эти подходы включают модели, образованные в виде клеточно-автоматных моделей, систем стохастических и дифференциальных уравнений, модели пространства конфигураций и другие.

На сегодняшний день актуальна разработка дистанционных образовательных технологий, использующих подходы ИИ. Существует много публикаций по данной тематике. В исследовании [126] обсуждается интеллектуальная адаптируемая система, которая реализует качественные дистанционные курсы на основе интеллектуальных обучающих систем. Предложенная система интегрирует знания, которые включаются в систему во время ее проектирования. Обсуждаются вопросы применения технологий глобальной сети интернет и достижений в области ИИ для создания перспективных обучающих систем, которые позволяют адаптировать учебный процесс под конкретного учащегося с учетом его индивидуальных характеристик. ИС позволяют непрерывно осуществлять интерактивную помощь на уровне примеров, подсказок и объяснений. Это помогает выстроить индивидуальную траекторию обучения за счет выбора уровня и вида представления материала в зависимости от особенностей (ограничений) и индивидуального развития [127, 128].

Качество ДО определяется качеством программного обеспечения и учебных материалов, используемых в системе. Основными показателями качества, характеризующими программный продукт,

являются: функциональные возможности, надежность, практичность, мобильность и т.д.

Интеллектуальные системы электронного обучения (ИСЭО) являются системами, основанными на знаниях [129, 130], которые разработаны на основе инженерных знаний и теории ИИ. В этих статьях рассматриваются технические проблемы и задачи процесса проектирования интеллектуальных электронных обучающих систем. Сочетание таких методов обеспечивает проектирование надежных ИСЭО.

В статье [131] представлены ИС и их реализация в областях электронного обучения и дистанционного образования. Обсуждаются основные вопросы, касающиеся интеллектуального электронного обучения и его преимущества по сравнению с традиционным обучением. Представляются разные подходы возможной реализации, и демонстрируется использование интеллектуальных агентов для электронного обучения. В статье [132] объясняется, как традиционные методы обучения реформируются в e-Learning Systems и перестраиваются в интеллектуальные системы электронного обучения [133]. Обсуждаются методы ИИ [134], используемые в реализации интеллектуальных систем обучения. Рассматриваются несколько эволюционных треков технологии электронного обучения: интеллектуальная обучающая система, интеллектуальный интерфейс и интеллектуальный агент [135].

В исследовании [136] предложено архитектурное проектирование и объясняются личностно-ориентированные модули развития интеллектуальной, адаптированной веб-системы электронного обучения. Для эффективного достижения целей система предназначена разнообразному контингенту обучающихся с различными интеллектуальными уровнями. Содержание курса разработано и приспособлено с учетом особенностей каждого обучающегося. Каждый обучающийся должен ответить на два набора хорошо подобранных тестов, чтобы определить базовые знания. Тесты генерируются случайным образом с помощью адаптированных на основе правил рассуждений вопросов и доменных модулей обучающегося. Система помнит последние три сессии учебного процесса для каждого обучающегося, даже если последний процесс обучения не завершен и обучающийся может завершить процесс обучения. Это помогает улучшить уровень знаний и успеваемость обучающихся.

В работе [137] приведены адаптивные и интеллектуальные технологии в развитии электронного курса с помощью модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды (MOODLE) на основе сетей Петри в качестве модельного формализма, так как классические сети и нечеткие сети Петри не адаптируются в соответствии с изменениями новых входных данных. Авторы вводят адаптивную нечеткую сеть Петри более высокого порядка, которая динамично подходит к параметрам.

В статье [138] рассматриваются интеллектуальные дидактические компоненты, применяемые дистанционном обучении. При создании интеллектуальных дидактических компонентов для адаптивных образовательных систем учитываются индивидуальные способности и возможности обучаемых. Они позволяют сформировать профессиональные компетенции будущих специалистов. Использование интеллектуальных дидактических компонентов в ДО повышает эффективность обучения и выполняет ряд важных функций, таких как образовательная, развивающая и воспитывающая. При применении интеллектуальных дидактических компонентов адаптивных образовательных систем в ДО появляется необходимость формирования собственной модели обучения и программ её реализации. В работе [139] реализованы основные принципы личностно-ориентированного подхода с помощью интеллектуальных технологий ДО. В процессе обучения обучающийся индивидуально получает знания, используя различные источники информации и способы познавательной деятельности. В публикации [140] затрагивается современный подход к развитию интеллектуального модуля информационной системы в ДО. Инновационный подход в организации интеллектуальных систем управления основан на агентно-ориентированной технологии. Данная технология позволяет провести реальную оценку собственных ресурсов и возможностей в организации ДО. В статье [141] описывается переход от автоматизации работы ДО к интеллектуальной обработке с использованием подхода ИИ. Излагается метод и используемые технологии для задач мониторинга процессов ДО на основе онтологического подхода для представления данных в виде информационного поля. Характерными особенностями данного подхода являются шифрование данных метками расширенной реальности и осуществление в виде мультиагентной системы.

В работе [142] рассматриваются принципы создания интеллектуальных систем в дистанционном образовании на основе современных интернет-технологий. Контроль знаний производится с помощью систем адаптивного тестирования основанной на подходах и алгоритмах нечеткой логики. Данная система делает процесс обучения значительно гибким, позволяя учитывать персональные особенности обучаемых и увеличить точность оценки знаний. В работе [143] описывается модель доступа к знаниям в интеллектуальной системе ДО. Особенностью предлагаемого метода является тот факт, что структура знаний зависит от собственных свойств объекта. Это позволяет представлять информацию, хранящуюся в базе знаний в различных видах: от приближённого к машинному представлению графа до сгенерированного программой текста. Синтаксическая структура системы определена связями базы знаний.

Актуальный подход к процессу разработки интеллектуальных систем ДО предполагает внедрение [144] платформы нечеткой логики (НЛ) и искусственных нейронных сетей (ИНС). Применение НЛ дает возможность [145] использования формализации сложных объектов для предельно упрощенных правил, а внедрение ИНС в систему дает возможность адаптивности интеллектуальных систем. В настоящее время подходы НЛ и теории нечетких множеств широко применяются при моделировании систем выявления образов и управления, в поддержке и принятии решений, в условиях неопределенной информации или при присутствии нечетких целей и ограничений. В работе [146] обсуждаются вопросы о применении платформы НЛ для конструирования и построения интеллектуальной подсистемы для использования в ДО. Организация процесса ДО с применением технологий ИИ дает возможность динамично подстроить обучающий материал для каждого студента, использовать интерактивную помощь для подсказок, объяснений или примеров, а также дает возможность создавать эффективные группы коммуникации и коллективного обучения в проектной работе. Исследование [147] посвящено созданию ИСДО на основе интернет-технологий. Использование предложенной системы позволяет учитывать индивидуальные особенности обучающихся. Оценка знаний осуществляется с применением системы адаптивного тестирования, построенного на методах и алгоритмах НЛ. Данная система позволяет сделать процесс обучения более понятным, учесть персональные характеристики и увеличить точность оценки знаний у обучающихся. Этапы разработки

ИСДО делятся на: создание комплекса математических моделей ИСДО, разработку подачи учебного материала, создание служебных баз данных предназначенных для тестов, разработку алгоритмов адаптивного тестирования, разработку алгоритмов оценки знаний обучающихся, создание системы защиты информации для обеспечения безопасности данных.

В работе [148] создана нечеткая гибридная система. Уникальностью системы является применение нейронных сетей и нечеткой логики. Разработан алгоритм прогнозирования развития учебного курса с помощью НЛ. Нечеткая логика применяется при проведении классификации обучающихся по имеющему у них уровню знаний как количественно, так и качественно. Аппарат нечеткой логики позволяет при небольшом количестве информации дать рекомендацию преподавателю о направлениях совершенствования учебного курса. Нейронная сеть используется для обучения студентов и контроля их знаний. Создан удобный интерфейс для преподавателя и для обучающегося. В работе [149] разработаны нечеткие модели, которые анализируют уровень знаний и улучшают принятие решений в процессе обучения. Использование подходов нечеткого моделирования включает естественные процессы, связанные с частичной потерей знаний в длительном промежутке времени и создает исправленную прогнозную модель остаточных знаний в памяти. Рассмотрены возможности нечеткого моделирования в задаче поддержки принятия решений при построении индивидуальных траекторий обучения. Также предложена подсистема тестирования, построенная на базе нечеткой модели экзаменатора. Данная подсистема выполняет действия реального экзаменатора с помощью средств компьютерных технологий. Метод оценки правильности ответов обучаемого выполняется на основе анализа соприкасающихся последовательностей лексем.

В статье [150] описано проектирование адаптивного пользовательского интерфейса в автоматизированных системах. Создан индивидуальный рабочий интерфейс, который учитывает когнитивные особенности каждого пользователя. Адаптация интерфейса реализуется с использованием комплексных программных инструментов, которые включают в себя конструктор интерфейса, систему диагностирования когнитивной и психофизиологической информации пользователя, а также базу данных, предназначенную для

хранения настроек интерфейса и когнитивного портрета обучающегося.

Таким образом, наряду с традиционным обучением стремительно развивается ДО, в котором особое внимание уделяется повышению эффективности учебного процесса и развитию личностного потенциала обучающегося. Актуальна разработка интеллектуальных информационных систем ДО, нацеленных на построение индивидуально-ориентированных траектории обучения. В связи с этим необходимо создание интеллектуальной обучающей среды, позволяющей обрабатывать большие массивы информации в реальном масштабе времени. Важно решение этой задачи при организации специальной доступной среды для ДО людей с ограниченными возможностями, особенно с нарушениями зрения, так как данный вид обучения подразумевает длительную работу с компьютером, что сильно повышает нагрузку на зрительный аппарат ЛОВЗ и снижает уровень восприятия учебной информации.

Анализ существующих разработанных систем ДО выявил следующие недостатки:

- предлагаемые системы ДО для ЛОВЗ в основном ориентированы только на озвучивание учебного материала и перераспределение нагрузки на слуховой аппарат (без учета индивидуальных особенностей восприятия и осознания информации при различных глазных заболеваниях, требующих создания специальной среды восприятия с экрана монитора);

- применение когнитивного подхода в игровых методиках и тренингах для ДО обычных людей, без учета работы с ЛОВЗ;

- при использовании онтологических моделей в качестве основы для создания систематизированных структур в интеллектуальных информационных системах ДО не разработаны онтологические модели ЛОВЗ с различными дефектами зрения;

- применение интеллектуальных подходов для прогнозирования результатов дистанционного обучения не учитывают особенности ЛОВЗ;

- нет специальных систем ДО ЛОВЗ для доступа к современному оборудованию в лабораториях коллективного пользования для изучения новых технологий.

Следует отметить, что назрела необходимость в разработке интеллектуальных систем, основанных на комплексном подходе на основе интеллектуальных и статистических методов, а также

когнитивного и онтологического подходов, позволяющих получить индивидуально-ориентированную траекторию обучения с учетом восприятия информации людьми с ограниченными возможностями зрения и качественное инженерное образование с использованием современного оборудования.

Выводы по первому разделу

В данном разделе рассмотрены следующие вопросы и получены результаты:

- проведен обзор и анализ состояния современного развития интеллектуальных систем ДО;
- рассмотрены существующие информационные управляющие системы для организации ДО;
- исследованы онтологические модели, применяемые в создании систематизированных структур систем ДО и основные программные средства для их реализации;
- проанализированы интеллектуальные информационные системы ДО, в которых используется различные подходы искусственного интеллекта и статистические методы, рассмотрены недостатки разработанных систем ДО;
- приведен анализ применение когнитивного подхода в игровых методиках и тренингах ДО и обоснование использования данного подхода при определении особенностей восприятия информации ЛОВЗ;
- рассмотрены существующие системы ДО для людей с ограниченными возможностями, в том числе по зрению;
- показана актуальность и необходимость в разработке комплексного подхода в создании систем ДО ЛОВЗ на основе интеллектуальных и статистических методов, а также когнитивного и онтологического подходов;
- обоснована необходимость разработки специального программного обеспечения для создания среды восприятия обучающей информации ЛОВЗ с экрана монитора при получении качественного инженерного образования;
- проведенный анализ исследований подтверждает актуальность разработки ИИСДО для ЛОВЗ.

2 ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ И ОСОЗНАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ЛЮДЬМИ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

В настоящее время в образовательной среде широко используется когнитивный подход [151], в котором особое внимание уделяется познавательным процессам обучающегося. Процесс познания личности является деятельностью, связанно с когнитивными способностями. Использование когнитивного подхода актуально при выявлении интеллектуальных, физиологических, психофизиологических особенностей восприятия и осознания информации людьми с различными заболеваниями зрения. В данном исследовании на основе когнитивного подхода разработано анкетирование, в результате которого определяются интеллектуальные, физиологические и психофизиологические особенности восприятия и осознания информации обучающимися. Для наилучшего восприятия и осознания информации предусмотрены выбор цветовых схем предпочтительных при различных нарушениях зрения и расположение информации на экране монитора.

2.1 Постановка задачи

Сформируем постановку задачи следующим образом: необходимо разработать интеллектуальную технологию и информационную систему дистанционного обучения для ЛОВЗ на основе когнитивного подхода с целью учета психофизиологических особенностей восприятия информации обучающимися для выбора наилучшей траектории подачи учебного материала при различных дефектах зрения.

В быстро развивающемся современном обществе, где объем информации превышает возможности восприятия человека появляется необходимость разработки и применения новых нетрадиционных эффективных подходов обучения. Увеличение роста объема информации требует развития интеллектуальных (когнитивных) способностей обучающегося. Термин «когнитивный» появился в 1960

г. (от латинского слова *cognition* – знание, познание) означает «познавательный», «имеющий отношение к познанию» [151]. В когнитивном подходе особое внимание уделяется традиционным познавательным процессам, таким как восприятие, внимание, память, воображение и мышление. Все эти процессы рассматриваются как составляющие общего процесса информационного обмена между человеком и средой. Особенностью данного подхода является применение различных когнитивных приемов и тренингов в организации учебной деятельности для развития когнитивных способностей у обучающихся. Формирование и устойчивое развитие когнитивных способностей у обучающихся в течение всей жизни является важным элементом образовательного процесса.

Применяются различные методики [152] при разных нагрузках для изучения физиологических особенностей зрительного аппарата людей с ослабленным зрением. Слабовидящий или слепой обучающийся, как и другие развивается в соответствии со своими возможностями. Развитие ЛОВЗ отличается от развития обучающегося с нормальным зрением. У них наблюдается немного замедленное развитие. Учитывая эти особенности нужно создать благоприятные условия для правильного развития. Неправильная организация учебной деятельности отражается на познавательном процессе (восприятии, воображении, памяти, наглядно-образном мышлении) ЛОВЗ. Это приводит к отклонению эмоционального и интеллектуального развития и к снижению эффективности учебного процесса. Одним из основных методов развития зрительного восприятия является психофизиологический метод [153], который активизирует мыслительные процессы ЛОВЗ. Психофизиологический метод включает в себя специально организованную зрительную активацию, которая повышает функциональную возможность и улучшает состояние основных функций зрения. Данный метод предназначен для коррекции при нарушении восприятия основных свойств объекта (контраст, форма, размер, цвет) в различных условиях. Он выполняется с помощью специального психофизиологического стимулятора, который модифицирует характеристики изображения (форму, цвет, размер, яркость, контраст) и преобразовывает условия активации (адаптацию, фиксацию, частоту).

Психофизиологическое направление включает в себя метод модификацию нейронных сетей, влияющий на свойство пластичности

мозга [154]. Он применяется для активации и повышения функциональной активности зрения, развития зрительной функции.

К основным функциям глаза относятся [155]:

1. Оптическая система, проецирующая изображение (сложная система, выполняющая определенные функции).
2. Система, воспринимающая и «кодирующая» полученную информацию для головного мозга.
3. «Обслуживающая» система жизнеобеспечения (система питания глаза, обеспечивающая нормальную деятельность глаз).

Восприятие мозгом зрительной информации в общем виде осуществляется следующим образом [156]: мозг обрабатывает полученную через глаза информацию. Далее подключаются зрительные пути мозга и выполняются вычислительные процессы. Осуществляется регистрация внешних воздействий. Внешний защитный слой глаз (роговица) придает четкость и фокусирует изображение. Далее информация поступает во внутреннюю поверхность глаза (сетчатку) и возбуждает светочувствительные клетки. Сетчатка генерирует нервные импульсы, которые двигаются к мозгу для интерпретации «зрения». Здесь часть из них отвечает за контрастность, а вторая часть за передачу цвета. Каждая клетка наподобие процессора обрабатывает информацию и дальше передает в форме электрического импульса. Сигнал передается в участок коры головного мозга через зрительный нерв по зрительному каналу. При приеме информации подключаются и другие области коры головного мозга.

На рисунке 2.1 представлен процесс восприятия зрительной информации мозгом [157]. Принятые через глаз световые лучи фокусируются на сетчатке.

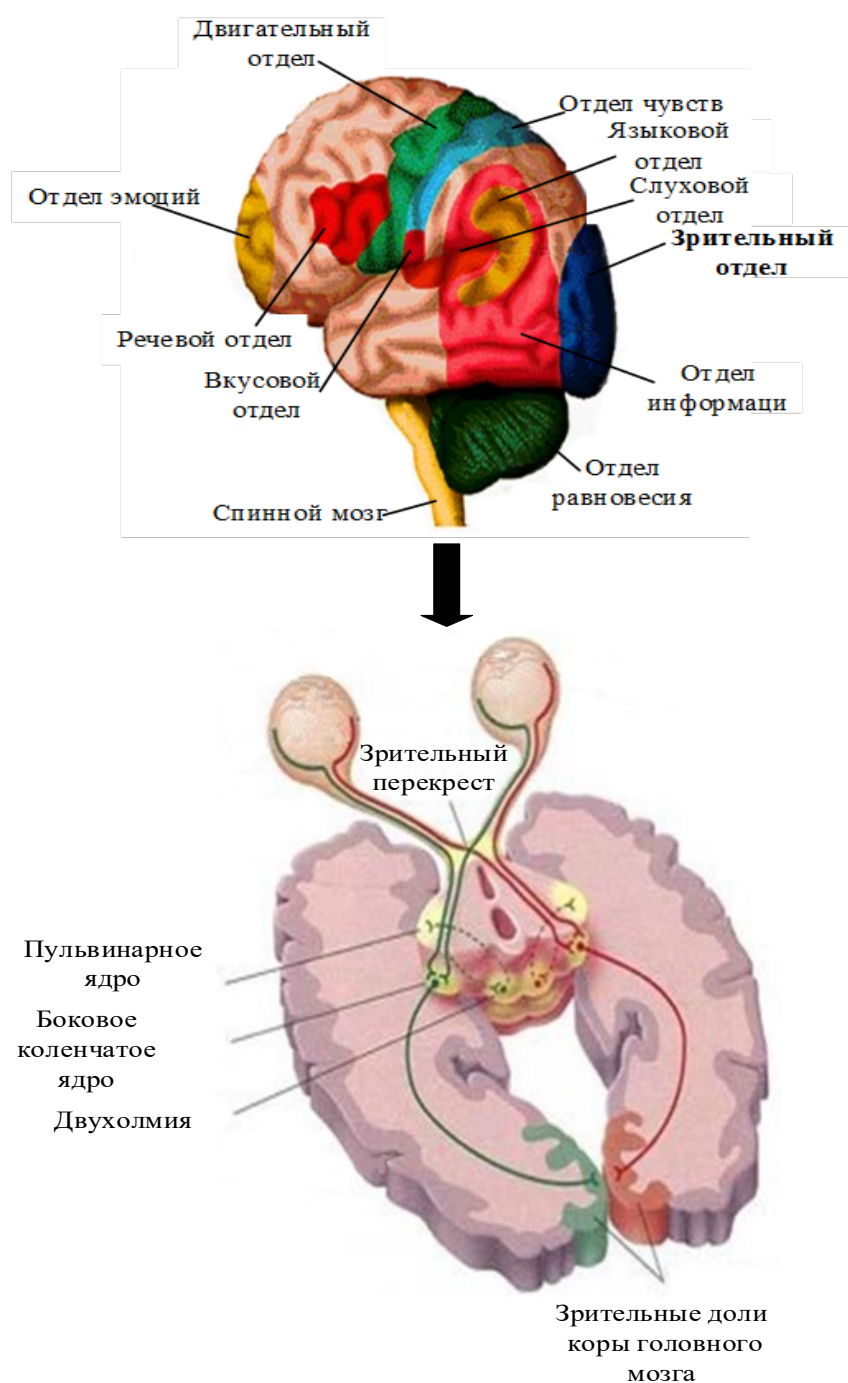


Рисунок 2.1 – Процесс восприятия зрительной информации мозгом

Все нервные клетки сетчатки, которые ближе к носу, переходят в зрительном перекресте на противоположную сторону, т.е. информация проецируемая на внутренней (носовой) половине сетчатки левого глаза, переходит в правый зрительный тракт, а правого глаза, в левый зрительный тракт. Информация же от наружных (височных) половин обеих сетчаток идет по прямым путям.

Пульвинарное ядро (таламус) отвечает за первичное распознавание изображений и привлечение к ним внимания. Боковое коленчатое ядро передает визуальную информацию с сетчатки глаза к зрительной коре головного мозга. Двухолмие обрабатывает полученную информацию от глаз и других сенсорных систем. Далее информация передается в зрительную кору головного мозга. Определённые поля коры мозга [158] отвечают за отдельные когнитивные, мыслительные операции и состоят из следующих отделов:

- двигательного;
- чувств;
- эмоций;
- языкового;
- слухового;
- информации;
- вкусового;
- речевого;
- равновесия;
- спинного мозга;
- зрительного.

Обучающиеся по характеру заболеваний и по степени нарушений основных зрительных функций воспринимают и осознают полученную информацию по-разному. Различные степени нарушения зрения (по характеру заболеваний и по степени нарушений основных зрительных функций) влияют на психофизиологические особенности ЛОВЗ при обучении. Разработанная система адаптирована на обучающихся с подобными дефектами зрения.

2.2 Строение глаза и его функционирование

Успешность обучения во многом зависит от учета психофизиологических особенностей восприятия информации обучающимися при различных дефектах зрения. Поэтому важно изучить строение глаза и его функционирование, а также учитывать эти особенности при построении интеллектуальной технологии ДО для ЛОВЗ.

Строение глаза человека сложно и многогранно [159]. Глазной аппарат является оптической системой, которая отвечает за восприятие, точную обработку и передачу зрительной информации.

Глаз состоит из множества элементов направленных на решение функциональных задач.

На рисунке 2.2 рассмотрено строение глаза, который состоит из:

- роговицы (прозрачная наружная оболочка глаза);
- радужной оболочки ;
- зрачка;
- хрусталика;
- стекловидного тела;
- сетчатки;
- зрительного нерва.

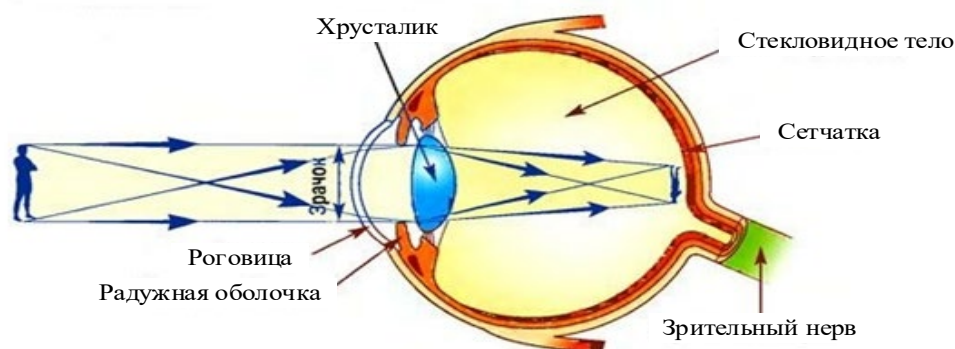


Рисунок 2.2 – Строение глаза

Глаза человека функционирует следующим образом [160]: лучи света попадают на роговицу, своеобразную линзу, которая предназначена для фокусирования расходящихся в разные стороны световых лучей.

Далее передняя камера, заполненная прозрачной жидкостью, выполняет беспрепятственную передачу лучей до глазной радужки. В радужке имеется зрачок, который пропускает центральные лучи светового потока внутрь глаза, оставшиеся лучи, распределенные на периферии, очищаются пигментным слоем радужной глазной оболочки. Зрачок отвечает за адаптируемость глаза к различной напряженности освещенности, регулирует передвижение потока к сетчатке и удаляет разные изменения, полученные от боковых световых лучей.

Затем поток света проникает на хрусталик, который более подробно фокусирует световой поток. Далее через стекловидное тело информация проникает на сетчатку и образуется готовое изображение в перевернутом виде. Сетчатка, зрительный нерв и зрительные пути

передают информацию в головной мозг и выполняется анализ полученного изображения.

Существует различные патологии зрения [161], к которым относятся: гиперметропия, миопия, астигматизм, катаракта, глаукома и др.

2.3 Основные патологии зрения

В настоящее время огромное внимание уделяется социальной адаптации и обучения ЛОВЗ. По данным Международного агентства по профилактике слепоты [162, 163] в мире насчитано 7 295 889 256 человек, из них 285 млн с нарушением зрения, т.е. 3,9%. В России 146 млн человек, из них более 13 млн ЛОВЗ, т.е. 8,9%. В Украине 42 545 059 человек, из них 4 млн человек с различными патологиями зрения, т.е. 9,4%. В Белоруссии 9 466 000 человек, из них 50 тыс. человек с нарушением зрения, т.е. 0,5%. В Казахстане численность населения составляет 17 713 784, из них около 75 тыс. людей с нарушением зрения, т.е. 0,4%. Эти статистические данные отражены на рисунке 2.3.

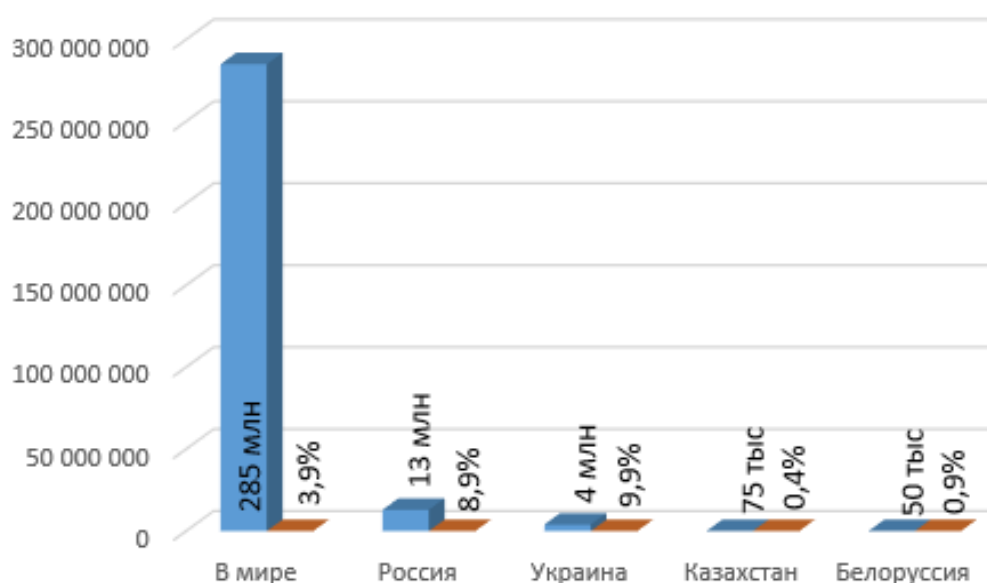


Рисунок 2.3 – Количество людей с нарушением зрения в мире

К самым распространенным глазным заболеваниям относятся [160]: гиперметропия (дальнозоркость), миопия (близорукость) и астигматизм. Гиперметропия (дальнозоркость) [161] — вид рефракции (процесс преломления световых лучей в оптической системе органа

зрения) глаза, при котором изображение фокусируется не на определенной области сетчатки, а в плоскости за ней (рисунок 2.4).

Такое состояние зрительной системы приводит к нечеткости изображения вблизи.

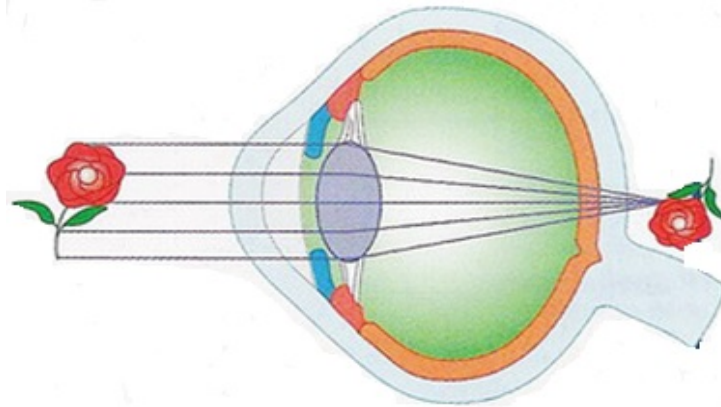


Рисунок 2.4 – Строение глаза при гиперметропии

Причиной дальнозоркости может быть укороченное глазное яблоко, либо слабая преломляющая сила оптических сред глаза. Выделяются три степени гиперметропии: слабая (до $+2,0$ D), средняя (до $+5,0$ D) и высокая (свыше $+5,00$ D).

При миопии (близорукости) [161] человек плохо различает предметы, расположенные на дальнем расстоянии. Изображение приходится не на определенную область сетчатки, а располагается в плоскости перед ней и воспринимается как нечеткое (рисунок 2.5). В результате отдаленные предметы кажутся расплывчатыми. При близорукости размер глазного яблока увеличивается (осевая близорукость) и чем больше несоответствие, тем сильнее близорукость. Миопия разделяется на: слабую (до $3,0$ D (диоптрий включительно)), среднюю (от $3,25$ до $6,0$ D) и высокую (более 6 D). Высокая миопия может достичь до 15 , 20 , 30 D. Близорукость может быть врожденной, а может появиться со временем и прогрессировать. При близорукости человек хорошо различает даже мелкие детали вблизи. Если предмет расположен дальше, он его видит хуже. К одному из путей коррекции близорукости относятся уменьшение преломляющей способности глаза таким образом, чтобы изображение попадало на определенную область сетчатки (вернулось «в норму»)

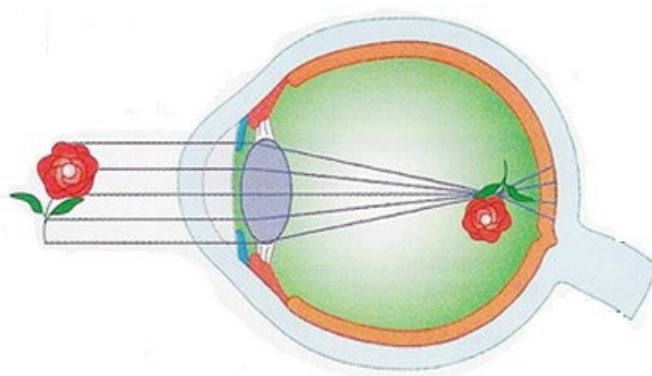


Рисунок 2.5 – Строение глаза при миопии

Офтальмологическая болезнь астигматизм – одна из самых распространенных причин низкого зрения [160]. При таком дефекте зрения нарушается форма хрусталика, роговицы или глаза и теряется способность к чёткому видению (рисунок 2.6).

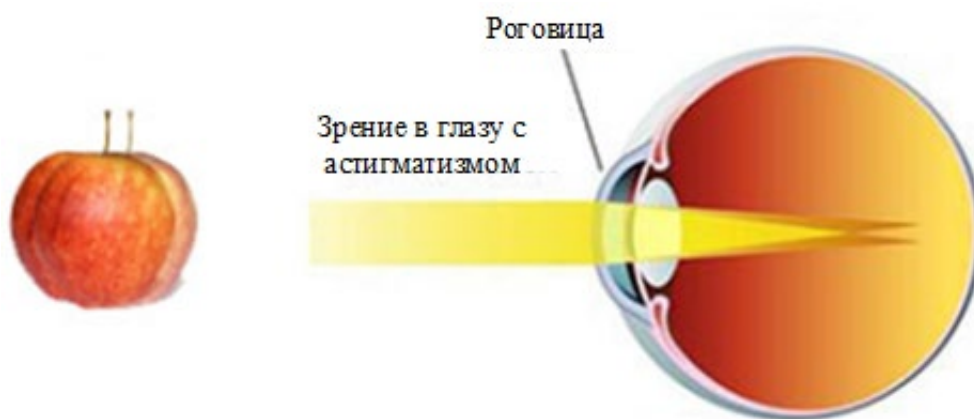


Рисунок 2.6 – Строение астигматического глаза

Часто астигматизм сочетается с близорукостью (миопический астигматизм) или с дальнозоркостью (гиперметрический астигматизм). Выделяются три степени астигматизма: слабой степени (до 3 D), средней степени (от 3 до 6 D) и высокой степени (выше 6 D).

Если у обучающегося обнаружен астигматизм в глазу, то нежелательна подача учебного материала в графическом виде.

Нормальный, здоровый глаз имеет ровные поверхности хрусталика и роговицы (рисунок 2.7).

Обучающиеся по характеру заболеваний и по степени нарушений основных зрительных функций воспринимают и осознают полученную информацию по-разному. Различные степени нарушения зрения (по характеру заболеваний и по степени нарушений основных

зрительных функций) влияют на психофизиологические особенности ЛОВЗ при обучении.

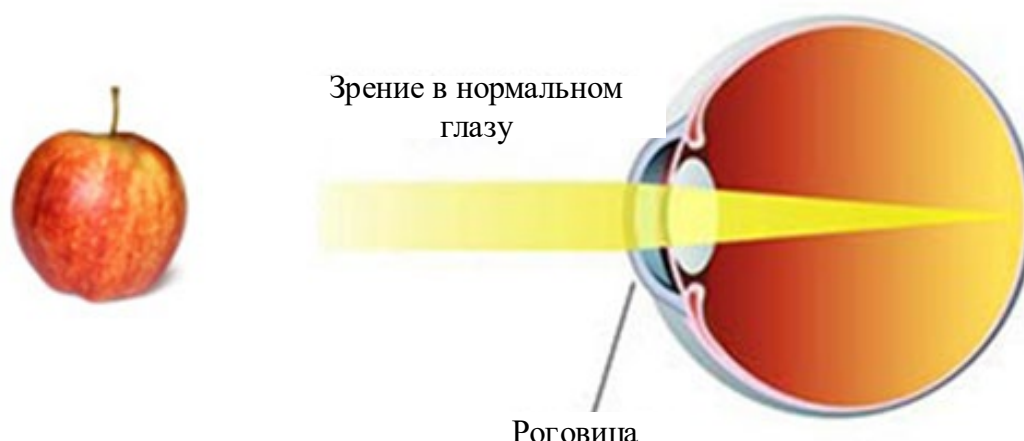


Рисунок 2.7 – Строение нормального глаза

Разработанная система адаптирована на обучающихся с подобными дефектами зрения.

2.4 Применение когнитивного подхода в организации интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения ЛОВЗ

В данной работе когнитивный подход применяется при сборе признаков [164], характеризующих ЛОВЗ на основе анкетирования и при подаче учебной информации с экрана монитора с учетом дефектов зрения. Процесс анкетирования состоит из двух этапов: анкетирование 1 и анкетирование 2. Анкетирование 1 выделяет психофизиологические признаки ЛОВЗ с помощью тестов Айзенка и Амтхауэра [165], специальных таблиц для определения остроты зрения и диагностики определения дефектов зрения. Анкетирование 2 определяет уровень знаний ЛОВЗ по выбранной дисциплине и способствует выбору класса обучения ЛОВЗ, который подразделяется на начальный уровень (Beginner), начальный уровень (Elementary low), начальный уровень (Elementary High), продолжающий уровень (Pre-Intermediate), продолжающий уровень (Intermediate), продвинутый уровень (Upper-Intermediate) и продвинутый уровень (Advanced).

Процесс подачи учебной информации с экрана монитора осуществляется с помощью озвучивания текста (при глубоком и

умеренном нарушении зрения), расположения информации на экране и выбора цветосхем (рисунок 2.8). Рассматривается различное расположение информации на экране и выбор определенных цветосхем при близорукости (миопии) и дальнозоркости (гиперметропии).

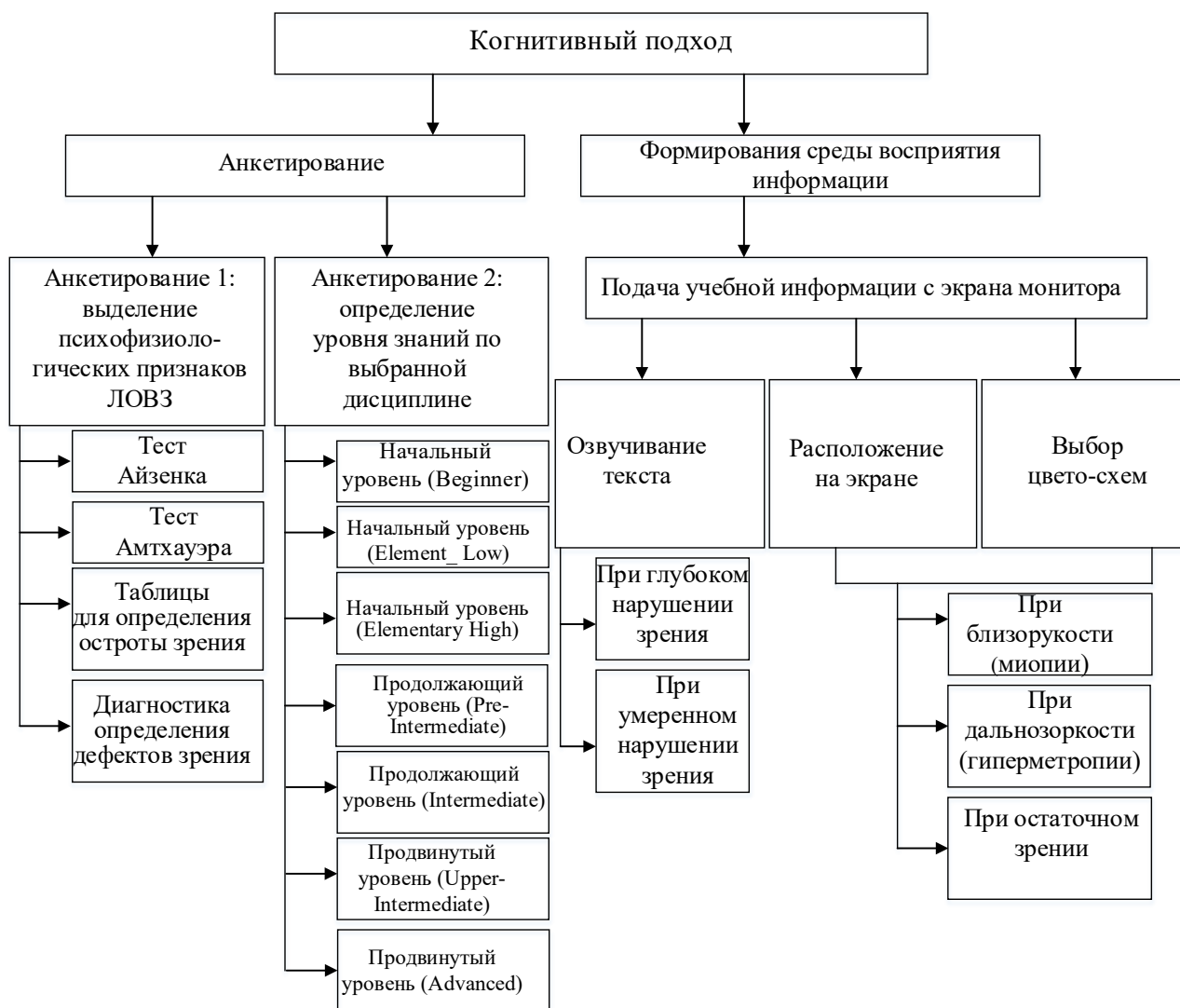


Рисунок 2.8 – Структурная схема применения когнитивного подхода при создании интеллектуальной информационной системы ДО ЛОВЗ

2.4.1 Анкетирование на основе когнитивного подхода

Анкетирование обучающихся способствует выявлению интеллектуальных, физиологических и психофизиологических особенностей восприятия и осознания информации ЛОВЗ и способствует построению модели обучающегося. Данный подход

помогает исследованию интеллектуальных и личностных особенностей обучающихся:

- структуры интеллекта;
- общих и специальных уровней успеваемости;
- темпа усвоения знаний;
- работоспособности;
- выносливости;
- силы воли;
- мотивации достижения результата и др.

Все эти аспекты личности определяются с помощью теста интеллекта Р. Амтхауэра и по тесту вербального интеллекта Г. Айзенка [166] при оценке интеллектуальных способностей, умственной работоспособности и утомляемости.

Тесты интеллекта Амтхауэра и Айзенка. Тест структуры интеллекта Амтхауэра разработан немецким психологом Рудольфом Амтхауэром в 1953 году в Германии. Данный тест способствует определению коэффициента интеллекта [167]. В исследованиях Амтхауэра в основном уделялось внимание сходству интеллекта и профессиональной деятельности испытуемого. Данный тест объясняет результаты на трех уровнях:

1. Определяет общий уровень интеллекта.
2. Выявляет высокие результаты на основе интерпретации профиля.
3. Определяет уровень развития индивидуальных умений испытуемых.

Тест Амтхауэра позволяет исследовать структуру мышления по следующим составляющим:

- выделение сущностного признака;
- установление категориальной принадлежности, выделение класса;
- осознание закономерных связей между явлениями.

Данный тест дает возможность получить информацию еще о ряде интеллектуальных операций, наиболее часто требующихся в современных видах профессиональной деятельности.

Тест Айзенка [168] разработан английским психологом Гансом Айзенком. Он состоит из ряда тестов и имеют восемь разных вариантов. Методика данного теста заключается в определении нестандартного мышления и в оценивании интеллектуальной способности у людей в возрасте от 18 до 50 лет с образованием не ниже

среднего. В составлении теста применяются словесные, цифровые и графические материалы.

Вопросы анкетирования разработанной системы состоят из следующих характеристик: возраста, образования, наличия хобби, умения работать в группе, эмоциональной устойчивости, состояния здоровья по дефекту зрения, остроты зрения, логического мышления, познавательной деятельности, психологической характеристики, волевого потенциала, физиологического потенциала, мотивационного потенциала, техники чтения, контроля знаний и восприятия информации. Результаты анкетирования выявляют эмоциональную устойчивость, интеллектуальный потенциал, усвоение информации с учетом особенности зрения и мотивацию у обучающегося. Анкетирование 2 определяет уровень знаний (начальный уровень, продолжающий уровень и продвинутый уровень) ЛОВЗ по выбранной дисциплине.

В разработанной информационной системе ДО предложены таблицы для самостоятельной проверки состояния здоровья по дефекту зрения, которые включают в себя тест для определения близорукости и дальнозоркости (дуохромный тест) и тест на астигматизм [169].

Дуохромный тест для определения близорукости и дальнозоркости. Данный тест (рисунок 2.9) способствует определению близорукости (миопии), дальнозоркости (гиперметропии) или эметропии (норма) глаза. Таблица делится на две части: левая часть красного цвета, правая часть – зеленая и буквы на этом фоне чёрные. Для проверки зрения по данной таблице нужно находиться в освещённой комнате, закрыть ладонью (листом бумаги) один глаз и прочитать буквы на обеих сторонах таблицы. Данную процедуру нужно выполнить и со вторым глазом. Во время тестирования испытуемый должен быть в хорошем самочувствии. Во время проверки зрения не нужно наклонять голову и моргать глазами. Результаты теста: если испытуемый видит буквы с обеих сторон одинаково, то у него эметропия (нормальное зрение). Если буквы хорошо видны на красном фоне, то большая вероятность того, что у него близорукость; если на зеленом, то у испытуемого дальнозоркость.



Рисунок 2.9 – Дуохромный тест для определения близорукости и дальнозоркости

Тест на астигматизм

Первый вариант. На рисунке 2.10 приведена «Звезда Сименса». Здесь все линии одинакового цвета и ширины. С помощью данного теста можно увидеть, что острота зрения всегда меняется и контролируется. Если четкость зрения хорошая, то испытуемый воспринимает информацию следующим образом: лучи распространяются во все стороны, покрывают друг друга и сливаются с фоном. Приближаясь к центру эти же лучи становятся четко видны. Изображение превращается в свой негатив: вместо черных лучей появляется белый фон, а вместо белого фона – черные лучи. Данная ситуация может повториться несколько раз. Если поднести глаза очень близко к изображению, то люди с хорошим зрением данный эффект могут хорошо разглядеть. На большом расстоянии эти же лучи сливаются между собой. Для проведения данного теста нужно находиться в освещённой комнате, закрыть ладонью (листом бумаги) один глаз и глядеть на рисунок. Данную процедуру нужно выполнить и со вторым глазом. Во время тестирования испытуемый должен быть в хорошем самочувствии. Во время проверки зрения не нужно наклонять голову и моргать глазами.

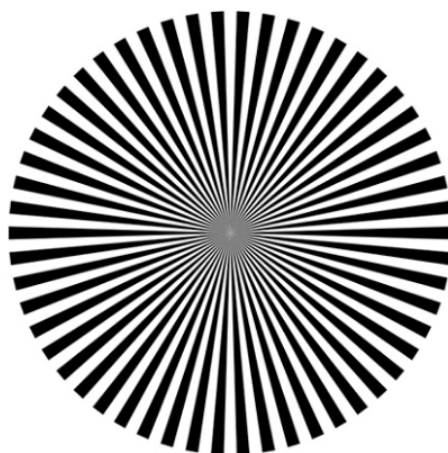


Рисунок 2.10 – «Звезда Сименса» для определения астигматизма

Второй вариант. Нужно выяснить одинаковы ли все линии (рисунок 2.11). Данную процедуру необходимо произвести в освещенной комнате закрыв один глаз нужно посмотреть на линии. Эта же процедура выполняется и со вторым глазом. Во время прохождения данной процедуры испытуемый должен быть в хорошем самочувствии. При проверке зрения не нужно опускать голову и нельзя моргать глазами.

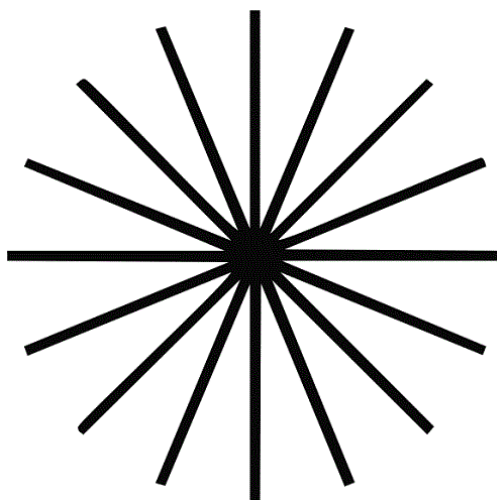


Рисунок 2.11 – Тест для определения астигматизма

Если линии показались не одного размера, значит, у испытуемого астигматизм. Острота зрения [170] – умение видеть по отдельности две светящиеся точки при минимальном расстоянии между ними. В зависимости от степени ухудшения остроты зрения выделяются:

- слепые, у которых острота зрения от 0 до 0,04 включительно;

- слабовидящие, у которых острота зрения от 0,05 до 0,2.

Результаты проведенных тестов заносятся в БД индивидуальных признаков обучающихся.

2.4.2 Психофизиологические особенности восприятия и осознания информации при различной патологии зрения в интеллектуальной системе ДО ЛОВЗ

Зрение является основным источником получения информации о внешнем мире (зрение 90%, слух 9%, осязание 1%) [170]. Человек запоминает 15% устной речи, 25% зрительной и 65% аудиовизуальной информации. Среди лиц с глубокими нарушениями зрения выделяют две группы: слепых и слабовидящих. Основным параметром определения слепоты или слабовидения является острота зрения, т.е. способность глаза различать мелкие детали предмета с определенного расстояния. Отсутствие зрения или проблемы с ним не должны препятствовать получению знаний обучающимися. В современном информационном обществе разрабатываются различные интеллектуальные системы, которые удовлетворяют потребности данной категории людей. В разработанной системе учитываются особенности ЛОВЗ к считыванию информации с экрана монитора (освещенность, контрастность, движение, размеры и цвет). Для получения более продуктивного результата обучения предусмотрено озвучивание теоретического материала и регулировка высоты, силы звука, тембра и локализации звука. Подключение звукового сопровождения. В данной работе используется программа экранного доступа JAWS (Job Access With Speech). Программа разработана группой слепых и слабовидящих людей из Freedom Scientific штат Флорида, США [171]. Она помогает свободно пользоваться персональным компьютером ЛОВЗ (рисунок 2.12). С помощью синтезатора речи, через аудио карту компьютера, информация с экрана озвучивается голосом, предоставляет возможность речевого доступа к различным программам, приложениям и с помощью шрифта Брайля позволяет без ограничений пользоваться клавиатурой.

Одним из основных особенностей JAWS [172] является появление приложения «Люди» для Windows. Оно способствует поиску контакта из учетной записи электронной почты пользователя и других сервисов из локального компьютера или удаленных служб, таких как Gmail, Yahoo или Skype. Если у пользователя есть аккаунт в социальной сети

(Twitter, Facebook или LinkedIn), он может добавить их и отслеживать сообщения от своих друзей через предложенное приложение.

При использовании этого приложения пользователь может:

- добавлять или удалять контакты, а также редактировать информацию для имеющегося контакта;

- воспользоваться системой поиска для нахождения определенного контакта;

- добавлять учётные записи социальных сетей и высылать сообщения;

- взглянуть на последние сообщения друзей и ответить на них. Например, лайкнуть или прокомментировать изменение статуса на Facebook или ответить на сообщение;

- сохранять контакты в «Избранное» или вывести их на основной экран Windows для быстрого доступа к его информации;

- при вводе текста в поле редактирования поиска, например, при поиске конкретного контакта, JAWS автоматически объявит голосом и выведет на брайлевский дисплей, есть результаты или нет.

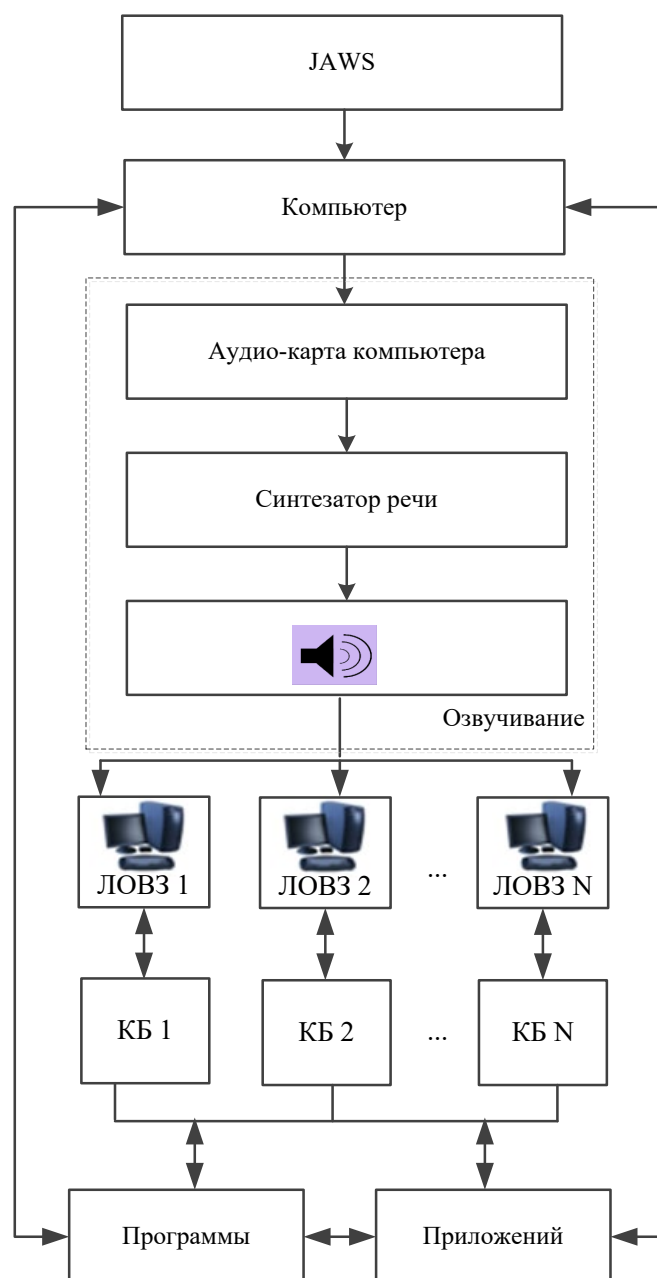


Рисунок 2.12 – Структурная схема озвучивания объекта на экране с помощью JAWS

При создании подобных систем особенно важно учитывать восприятие информации ЛОВЗ. Одним из способов является правильная подача и расположение информации на экране монитора [173]. В данной системе в зависимости от психофизиологических особенностей осознания информации и особенностей зрения обращается внимание на месторасположение информации на мониторе.

Восприятие визуальной информации обучающимися зависит от читабельности информации и её расположения на странице [174].

Область на мониторе, которую охватывает глаз человека похожа на форму латинской буквы «F» (рисунок 2.13). При восприятии информации глаз человека идет слева направо по верхней горизонтальной области экрана. Далее взгляд возвращается в исходный угол и опускается вниз по левому краю экрана. Снова выполняется просмотр области слева направо по горизонтали.

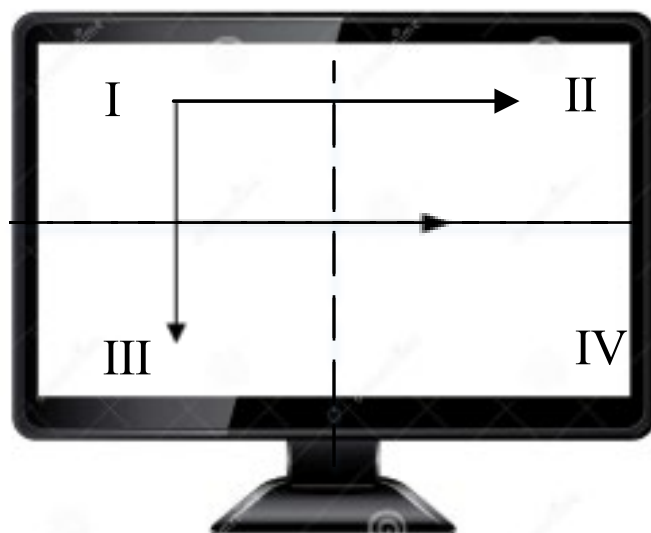


Рисунок 2.13 – Зоны наилучшего восприятия информации с нормальным зрением на мониторе компьютера

По результатам проведенных экспериментов определена предпочтительная область расположения информации на экране при различных дефектах зрения:

- при близорукости (миопии) хорошо воспринимается информация, расположенная в левой части экрана (рисунок 2.14);

Зрение при близорукости [161] может изменяться от легкой нечеткости вдаль до полной размытости изображения в зависимости от степени заболевания. Особенно важно соблюдать режим освещения. Зрительные нагрузки допускаются при хорошем освещении, с использованием верхнего света, настольной лампы 60-100 Вт и нельзя использовать лампы дневного света. Рекомендуется чередовать зрительные напряжения с активным, подвижным отдыхом. А также рекомендуется проводить гимнастику глаз через каждые 20-30 минут занятий. Гимнастика глаз при близорукости укрепляет мышцы глаз:

- в течение 20 секунд подушечками пальцев производится нажатие на точки в уголках глаз;

- в течение 10 секунд пристально смотрите на большой палец, поднятый на вытянутой руке, а затем поводите рукой, не отрывая при этом взгляд от пальца и не поворачивая голову. Упражнения проводится по очереди с двумя руками. После этого резко закройте и резко откройте глаза;

- после упражнений примерно 5 минут смотрите на зеленый предмет, либо картину, ковер.

Подобная гимнастика для глаз при близорукости способствует укреплению мышц, которое очень нужно при лечении.

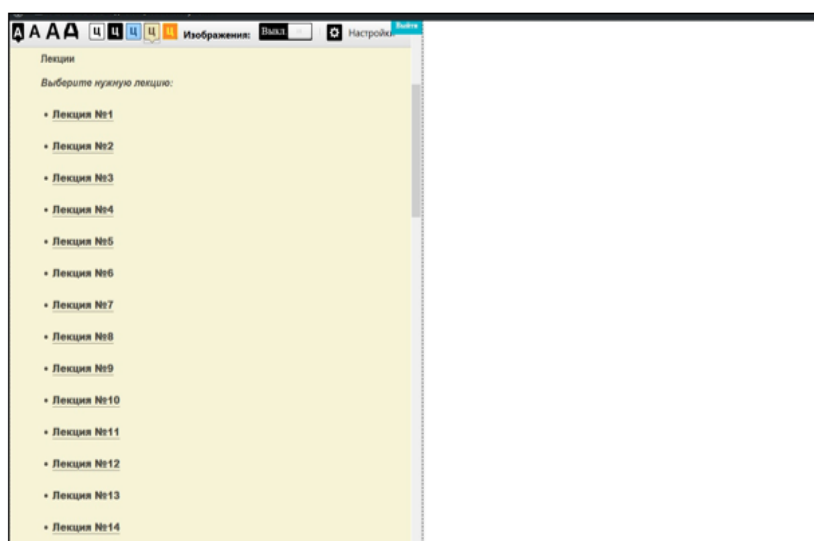


Рисунок 2.14 – Наилучшее расположение важной информации на экране при близорукости (миопии)

- при дальнозоркости (гиперметропии) хорошо воспринимается информация, расположенная в правом нижнем углу экрана (рисунок 2.15).

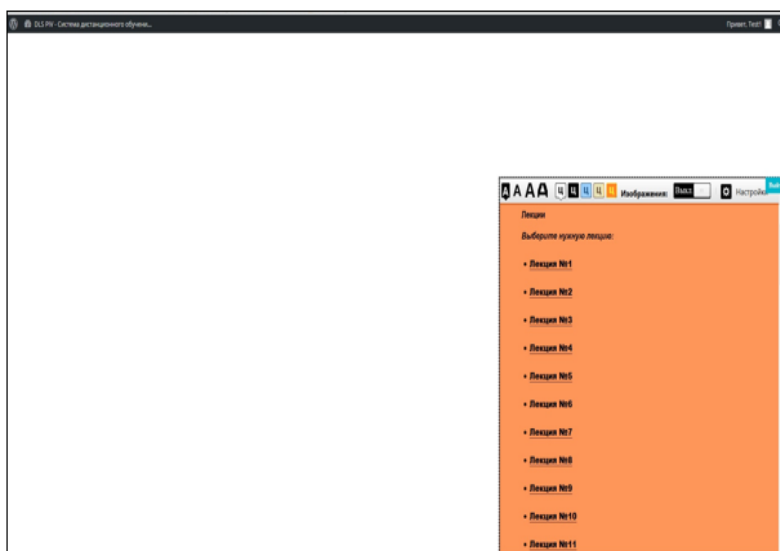
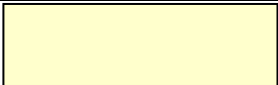
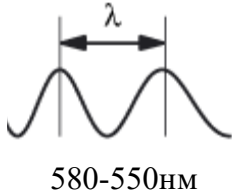


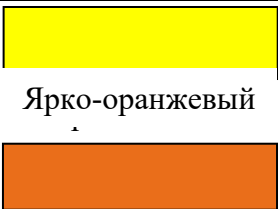
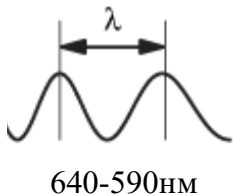
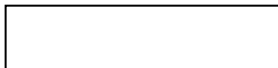
Рисунок 2.15 – Наилучшее расположение важной информации на экране при дальнозоркости (гиперметропии)

Американские психологи определили [175], что лучше всего запоминается информация, расположенная на учебном поле в правом верхнем углу. Этой области уделяется 33% внимания. Далее левый верхний угол учебного поля (28%), правый нижний (23%) и левый нижний угол (16 %).

Не менее важным [176] при создании систем ДО ЛОВЗ является цвет предоставления информации (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Цветосхемы для людей с различными дефектами зрения

Цвет шрифта	Цвет фона	Длина волны (нм)	Дефекты зрения
Чёрный			При близорукости (миопии)
	Бледно-желтый или  Бледно-зеленый		

Чёрный	 Ярко-оранжевый	 640-590нм	При дальнозоркости (гиперметропии)
Белый	 Чёрный	Полное отсутствие цвета	При остаточном зрении
Чёрный	 Белый	Состоит из всех цветов	При обычном зрении

Цвет оказывает огромное воздействие на психофизиологическое состояние организма человека. А также с эмоциональной точки зрения психофизиологический эффект цвета оказывает большое влияние на организм человека. Он способен провоцировать разные эмоциональные реакции. При подборе цвета нужно знать влияние цвета на психику ЛОВЗ и на их восприятие информации. Цвет влияет на физиологические системы ЛОВЗ повышая или же уменьшая их учебную деятельность. Учитывая психологическое воздействие цвета на организм человека, видимые части спектра делятся на три части: длинноволновую – 760...580 нм (красный, оранжевый и оранжево-желтый), средневолновую – 580...510 нм (желтый, зеленый и частично голубой) и коротковолновую – 510...380 нм (голубой, синий, фиолетовый).

Цвет действует на фоточувствительные рецепторы сетчатки глаза, в результате формируется сигнал, который передаётся в мозг. Ощущение цвета образовывается в зрительной области мозга. В результате обработки сигналов появившихся в процессах возбуждения и торможения цветочувствительных клеток (колбочек, рецепторов глазной сетчатки человека) происходит восприятие цвета. По сравнению с людьми, обладающими здоровым зрением слабовидящие воспринимают окружающую среду совсем по-другому [177]. Они видят мир в более бледных тонах (серый, чёрно-белый). В системе

можно выбрать специальные цветовые схемы (рисунок 2.16), которые предпочтительны для людей с различными глазными заболеваниями.

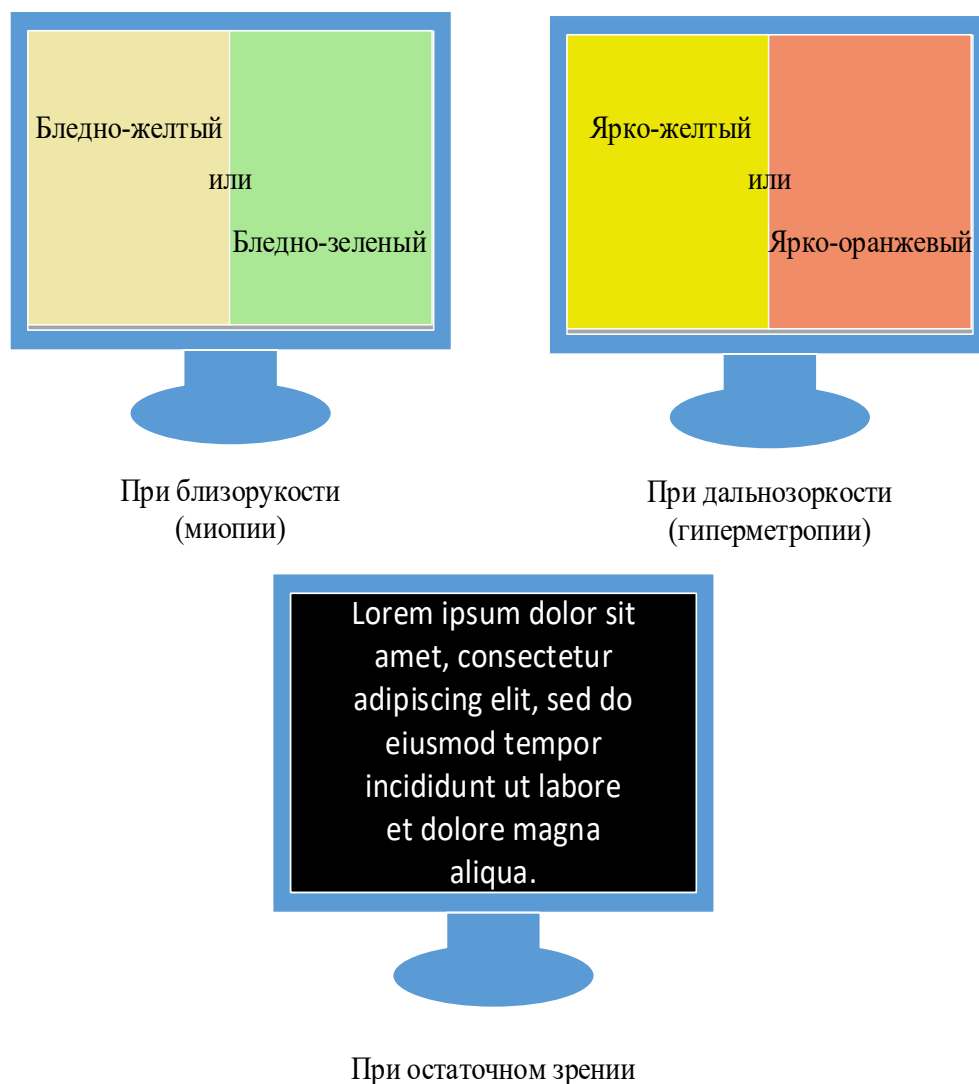


Рисунок 2.16 – Образцы изменения цветовой схемы монитора в зависимости от нарушения зрения

В результате проведенного опроса в обществе слепых в данной системе для людей с остаточным зрением предусматривается цветовая схема «бело-черная» (белый текст и черный фон) для получения четкой контрастности (рисунок 2.17).

**ВЫ ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ, ТЕПЕРЬ ВАМ НУЖНО
ПРОЙТИ АНКЕТИРОВАНИЕ.**

АНКЕТА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ЛОВЗ

Выберите дисциплину: *

1. Возраст *

2. Особенности познавательной деятельности:

2.1 Как Вы выбрали профессию? *

**2.2 Можно ли Вас назвать общительным
человеком? ***

Рисунок 2.17 – Пример применения цветосхемы «черно-белая» при остаточном зрении

При близорукости (миопии) желательно использовать более спокойные тона, такие как желтый, зеленый цвета, а при дальнозоркости (гиперметропии) – ярко-желтый или оранжевый цвета. Расстояние зависит от остроты зрения и рекомендуется окулистом. В предложенной системе предлагается желтый фон и крупный размер шрифта специально для обучающихся с дефектом миопии (рисунок 2.18).

4.2 Ваша память? *

5. Мотивационный потенциал личности:

5.1 Убеждены ли Вы в необходимости получения какой-либо полезной квалификации? *

5.2 Когда Вы беретесь за самостоятельное обучение, есть ли уверенность, в том, что Вы осуществите свое начинание? *

5.3 Бывает ли у Вас желание заняться обучением совершенно новой, незнакомой дисциплины? *

Рисунок 2.18 – Пример применения цветосхемы «бледно-желтый» для ЛОВЗ с миопией

Также учитываются особенности ЛОВЗ с дефектом зрения при гиперметропии.

Астигматизм, как правило, отягощён заболеваниями миопией и гиперметропией, поэтому цветовой фон для ЛОВЗ с астигматизмом выбирается как для миопии, так и для гиперметропии.

Выводы по второму разделу

Получены следующие результаты:

- рассмотрены строение глаза, процесс восприятия зрительной информации мозгом человека и особенности физиологии ЛОВЗ с различными дефектами зрения (миопия, гиперметропия, астигматизм);
- выявлены физиологические, интеллектуальные и психофизиологические особенности восприятия и осознания

информации ЛОВЗ с различными дефектами зрения на основе когнитивного подхода с использованием анкетирования 1 (тесты интеллекта Амтхауэра, Айзенка, дуохромный тест для определения близорукости и дальнозоркости, тест на астигматизм и др.) для построения модели обучающегося;

- проведено анкетирование 2 для определения уровня знаний по выбранной дисциплине: начальный_уровень (Beginner, Elementary Low, Elementary High), продолжающий_уровень (Pre-Intermediate, Intermediate), продвинутый_уровень (Upper-Intermediate, Advanced);

- построена база данных индивидуальных признаков обучающихся с дефектами зрения при миопии, гиперметропии и астигматизме;

- сформирована среда восприятия информации ЛОВЗ и подача учебного материала с экрана монитора путем озвучивание текста с помощью JAWS (Job Access With Speech);

- разработана структурная схема озвучивания ЛОВЗ в ИИСДО;

- определены предпочтительные области расположения информации на экране при различных нарушениях зрения (миопия, гиперметропия, астигматизм) и при остаточном зрении;

- разработана таблица цвето-схем в зависимости от цвета фона экрана монитора и длины волны, предложен набор цвето-схем, предпочтительных для людей с различными глазными заболеваниями.

3 РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗРЕНИЯ

Данный раздел посвящен разработке интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями зрения. Построена архитектура и разработан алгоритм функционирования интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения. Разработана комбинированная OWL (Web Ontology Language) модель, которая состоит из онтологической модели обучающегося, обучения и лаборатории коллективного пользования. Данные модели дополняют друг друга, взаимосвязаны между собой и позволяют определить подходящую траекторию обучения с эффективными элементами курса. Комбинированная OWL модель реализует системный подход к построению Smart-системы на основе методов искусственного интеллекта и когнитивного подхода, облегчает написание программного обеспечения, выбор аппаратного обеспечения и способствует созданию эффективного индивидуального процесса обучения людей с ограниченными возможностями зрения.

3.1 Постановка задачи

Постановка задачи формулируется следующим образом: необходимо разработать интеллектуальную обучающуюся технологию и систему дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями зрения (в качестве компоненты MOODLE) на основе современных методов искусственного интеллекта, когнитивного и статистического подходов с целью изучения новейших технологий на дорогостоящем оборудовании в лабораториях коллективного пользования (ЛКП).

Предложенная система реализуется с использованием Национальной научной лаборатории коллективного пользования информационных и космических технологий при КазНТУ имени К.И. Сатпаева.

Для решения данной задачи необходимо:

- построить архитектуру интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения;

- разработать алгоритм функционирования ИИСДО ЛОВЗ;
- разработать интеллектуальную технологию построения Smart-системы ДО ЛОВЗ на основе онтологического подхода;
- представить онтологическую модель обучающегося с помощью факторного анализа на основе метода главных компонент и когнитивного подхода;
- разработать онтологическую модель обучения на основе нечеткой логики;
- создать онтологическую модель лаборатории коллективного пользования, которая описывает дистанционный доступ и работу ЛОВЗ на новейшем дорогостоящем технологическом оборудовании;
- построить комбинированную OWL модель, позволяющую реализовать системный подход на основе методов искусственного интеллекта и когнитивного подхода (с учетом психофизиологических особенностей зрения при осознании полученной информации).

Решение данной задачи позволит создать ЛОВЗ благоприятные условия, которые способствуют социальной адаптации в обществе и обеспечивают конкурентоспособность в образовании. Особенностью системы является необходимость обработки огромного потока многомерных данных в реальном масштабе времени.

3.2 Архитектура интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения

Дистанционное обучение является одним из наиболее эффективных и перспективных систем подготовки специалистов [178, 179, 180]. Архитектура предлагаемой интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения представлена на рисунке 3.1 [181-183].

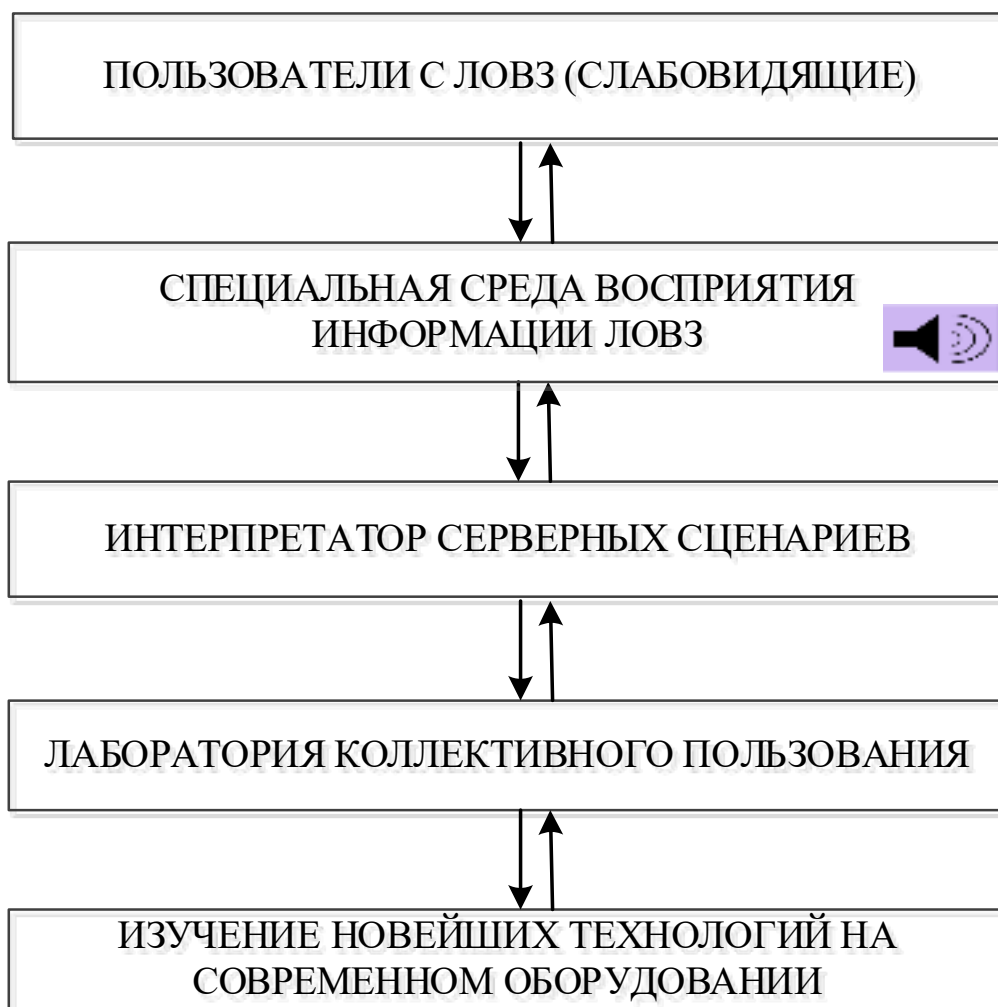


Рисунок 3.1 – Архитектура интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения

Данная система взаимодействует с обучающимся посредством разработанного адаптированного для ЛОВЗ звукового интерфейса. Обучающиеся ЛОВЗ подключаются через коммуникационную сеть и регистрируются в системе ДО. При получении от ЛОВЗ команды система запускает соответствующие процессы по обработке данных.

Интернет-сервер принимает запросы от обучающихся ЛОВЗ и передает данные интерпретатору серверных сценариев, который реализует основную логику приложения, обрабатывает поступающие от пользователя данные. Организовывается доступ в лабораторию коллективного пользования в зависимости от предмета обучения и обучающего курса. Осуществляется процесс изучения инновационных технологий на современном оборудовании в ЛКП.

Для увеличения производительности функционирования систем ДО в последнее время активно используются подходы ИИ. В

формировании новейших технологий ДО являются высокоперспективными средствами, которые хорошо подходят для самоорганизации и обучения [184].

Основной особенностью при разработке обучающих систем с помощью подходов ИИ является потребность работы с многомерными неточными данными и раскрытие скрытых знаний. Она может быть адаптивной, распределенной и неоднозначной.

В формировании интеллектуальных систем ДО хорошего результата можно получить с помощью комбинации различных методов ИИ:

- нейронных сетей;
- генетических алгоритмов;
- искусственных иммунных систем;
- нейро-нечеткой сети;
- теории нечетких множеств.

Методы работы, такие как неточность, гранулирование информации, приближенные рассуждения и вычисления со словами основаны на нейро-нечеткой логике. Понятия, такие как способность к обучению, адаптация и идентификация проявляются в нейровычислении. Искусственные иммунные системы прогнозируют [185, 186] результаты обучения ЛОВЗ. Для управления базы с неопределенностью в основном используются вероятностные вычисления.

В ходе решения поставленной задачи предложена укрупненная структурная схема (рисунок 3.2) ИИСДО ЛОВЗ [187-189]. Данная схема состоит из модели и основных модулей ИИСДО. Модели ИИСДО включают в себя модель обучающегося с ограниченными возможностями зрения, обучения ЛОВЗ и модель ЛКП. К основным модулям ИИСДО относятся:

- информационный блок;
- интеллектуальный блок;
- обучающий блок;
- контролирующий блок.

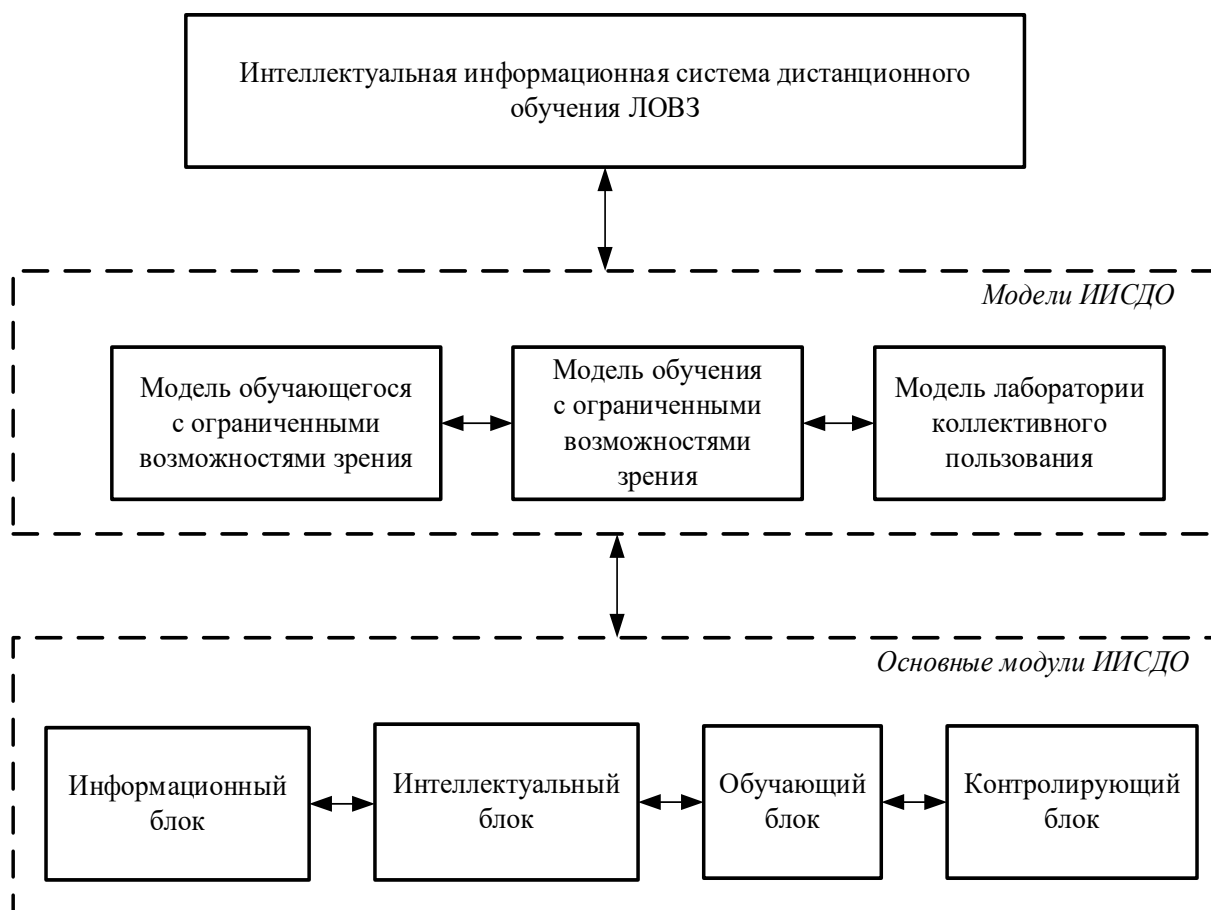


Рисунок 3.2 – Укрупненная структурная схема ИИСДО ЛОВЗ

Модели и основные модули взаимосвязаны между собой и отвечают за функционирование ИИСДО [190].

3.3 Алгоритм функционирования ИИСДО для людей с ограниченными возможностями зрения

Разработан алгоритм функционирования и блок-схема (рисунок 3.3) ИИСДО ЛОВЗ.

Алгоритм [191, 192]:

Шаг 1. Регистрация ЛОВЗ в интеллектуальной информационной системе дистанционного обучения. Выбор предмета и продолжительности обучения.

Шаг 2. Формирование базы данных и базы знаний для хранения данных и знаний предметной области.

Шаг 3. Построение модели ЛОВЗ с учетом возможностей зрения и разработка базы данных информативных признаков обучающегося на основе когнитивного подхода (анкетирование и тестирование).

Шаг 4. Предварительная обработка данных на основе метода главных компонент и обучения интеллектуальной информационной системы.

Шаг 5. Выбор режима обучения с учетом дефектов зрения (выбор фона, цветовых схем, расположение информации на экране и т.д.)

Шаг 6. Принятие запросов от ЛОВЗ и передача данных интерпретатору серверных сценариев.

Шаг 7. Построение модели обучения адаптированной к модели обучающегося на основе нечеткой логики.

Шаг 8. По результатам анкетирования и по уровню знаний ЛОВЗ выбирается класс обучения: начальный уровень, средний уровень, продолжающий уровень.

Шаг 9. Организация доступа ЛОВЗ в лабораторию коллективного пользования (ЛКП) в зависимости от выбранной модели обучения (от предмета обучения и обучающего курса).

Шаг 10. Изучение ЛОВЗ теоретического материала и выполнение практических, лабораторных и самостоятельных работ на современном оборудовании в ЛКП.

Шаг 11. После изучения определенного курса по выбранному уровню, ЛОВЗ проходят тестирование и по его результатам проводится анализ обучения на основе нейро-нечеткой логики.

Шаг 12. Система предлагает три варианта: дальнейшее обучение, переобучение и завершение курса.

Шаг 13. Дальнейшее обучение выбирается в том случае, если ЛОВЗ показал хорошие результаты и готов к освоению следующего уровня.

Шаг 14. Завершение курса предлагается в том случае, если ЛОВЗ полностью освоил все уровни предложенного курса.

Шаг 15. По завершении курса ЛОВЗ получают сертификат.

Шаг 16. Предлагается переобучение, если ЛОВЗ не смог освоить выбранный уровень курса обучения.

Рассмотрим разработанную диаграмму потоков данных DFB (Data Flow Diagram) для построения интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения ЛОВЗ. Диаграмма потоков данных показывает процесс преобразования входных данных в выходные и определяет отношения между процессами [193]. При создании диаграммы DFB используются два подхода: Йодана (Yourdon) и Гейна - Сарсона (Gane-Sarson). Метод Гейна -Сарсона используется при проектировании информационных систем и делает требования ясными

и понятными на каждом уровне, а также разбивает эти требования на части с точно определенными отношениями между ними.

Основными компонентами диаграмм потоков данных являются [194]:

- внешние сущности;
- системы/подсистемы;
- процессы;
- накопители данных;
- потоки данных.

Внешние сущности (источники информации) порождают информационные потоки, которые переносят информацию к подсистемам или процессам. Они преобразуют полученную информацию и создают новые потоки, которые переносят информацию к другим процессам или подсистемам, накопителям данных или внешним сущностям, т.е. потребителям информации.

На рисунке 3.3 показан поток данных для построения информационной системы ДО ЛОВЗ:

1. Осуществляется сбор исходных данных из персонального компьютера (ПК) с ИИСДО при регистрации ЛОВЗ для прохождения Анкетирования 1.

2. Создается временной ряд по результатам Анкетирования 1.

3. Выполняется передача потока данных для обработки в SPSS.

4. Формируется база данных с характеристиками ЛОВЗ.

5. Осуществляется передача потока структурированных данных ЛОВЗ для прохождения Анкетирования 2.

6. Реализация передачи потока данных результатов Анкетирования 2 в MATLAB для обработки модулем fuzzy logic, в которой реализован подход НЛ и строится модель обучения ЛОВЗ.

7. Формируется база знаний с данными модели обучения ЛОВЗ.

8. Выполняется передача потока данных базы знаний для создания интерфейса ДО и прохождения тестирования.

9. Передается поток данных результатов Тестирования в MATLAB для обработки модулем ANFIS, в которой реализован подход ННС для анализа обучения.

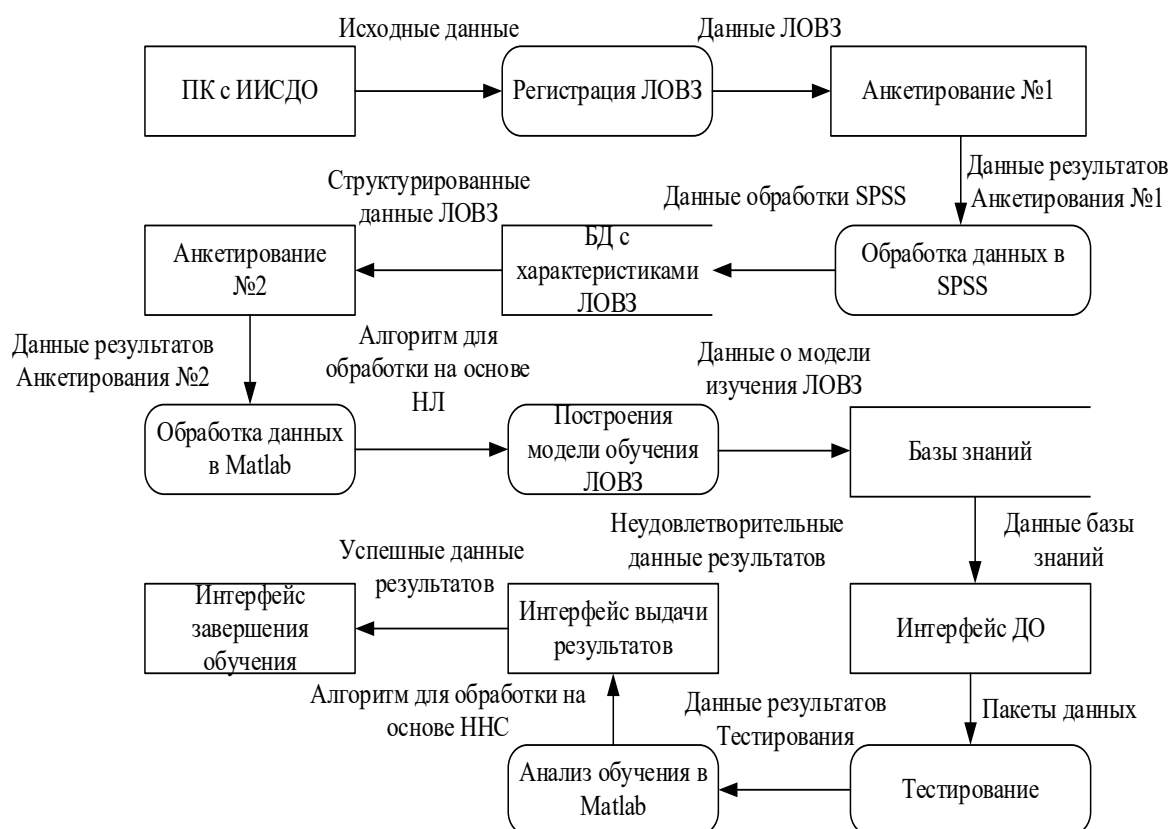


Рисунок 3.3 – Диаграмма потоков данных ИИСДО ЛОВЗ (Data Flow Diagram, DFD), построенная по принципу Гейна – Сарсона

Далее предложена блок-схема (рисунок 3.4) работы интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения ЛОВЗ [195].

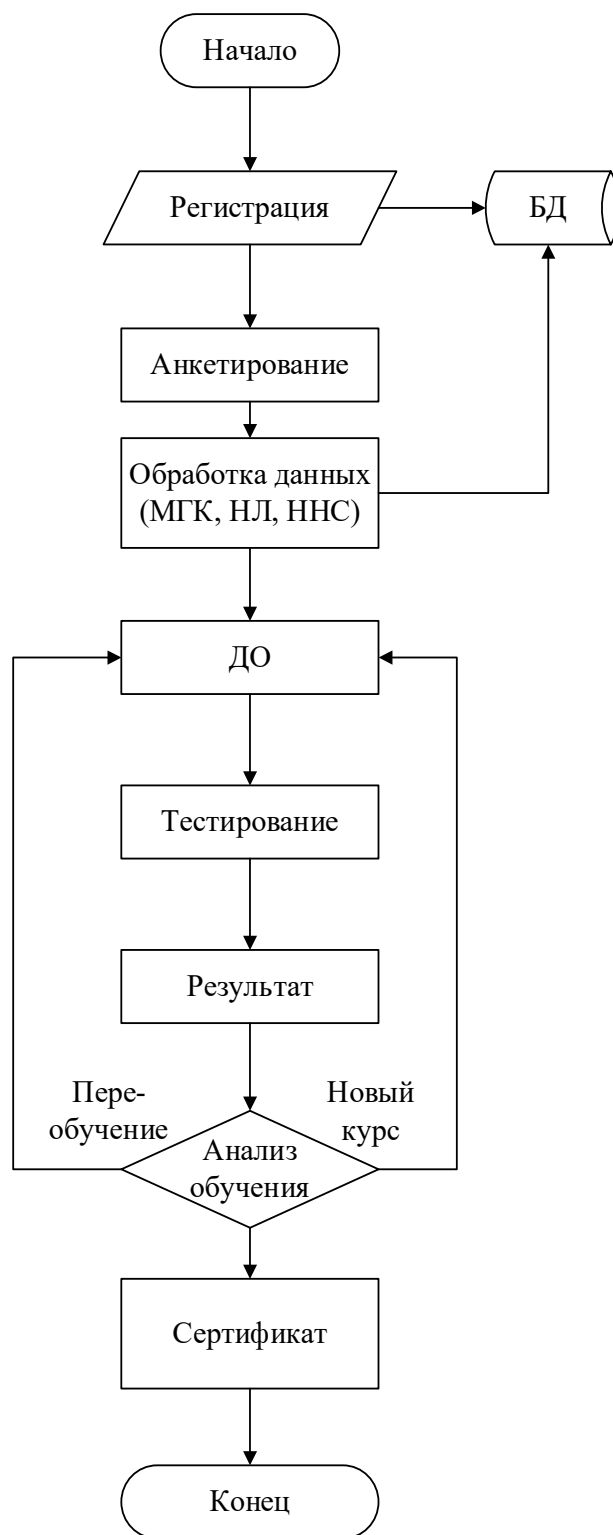


Рисунок 3.4 – Блок-схема ИИСДО ЛОВЗ

3.4 Модели интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения

Модели интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения состоят из [196]:

1. Модели обучающегося с ограниченными возможностями зрения.
2. Модели обучения с ограниченными возможностями зрения.
3. Модели лаборатории коллективного пользования.

Для построения модели обучающегося с ограниченными возможностями зрения должны пройти анкетирование для получения индивидуальных характеристик необходимых для эффективного ДО (рисунок 3.5). Признаки ЛОВЗ определяются по следующим составляющим: текущее состояние здоровья по зрению, интеллектуальный, мотивационный, психологический, физиологический и волевой потенциал личности.

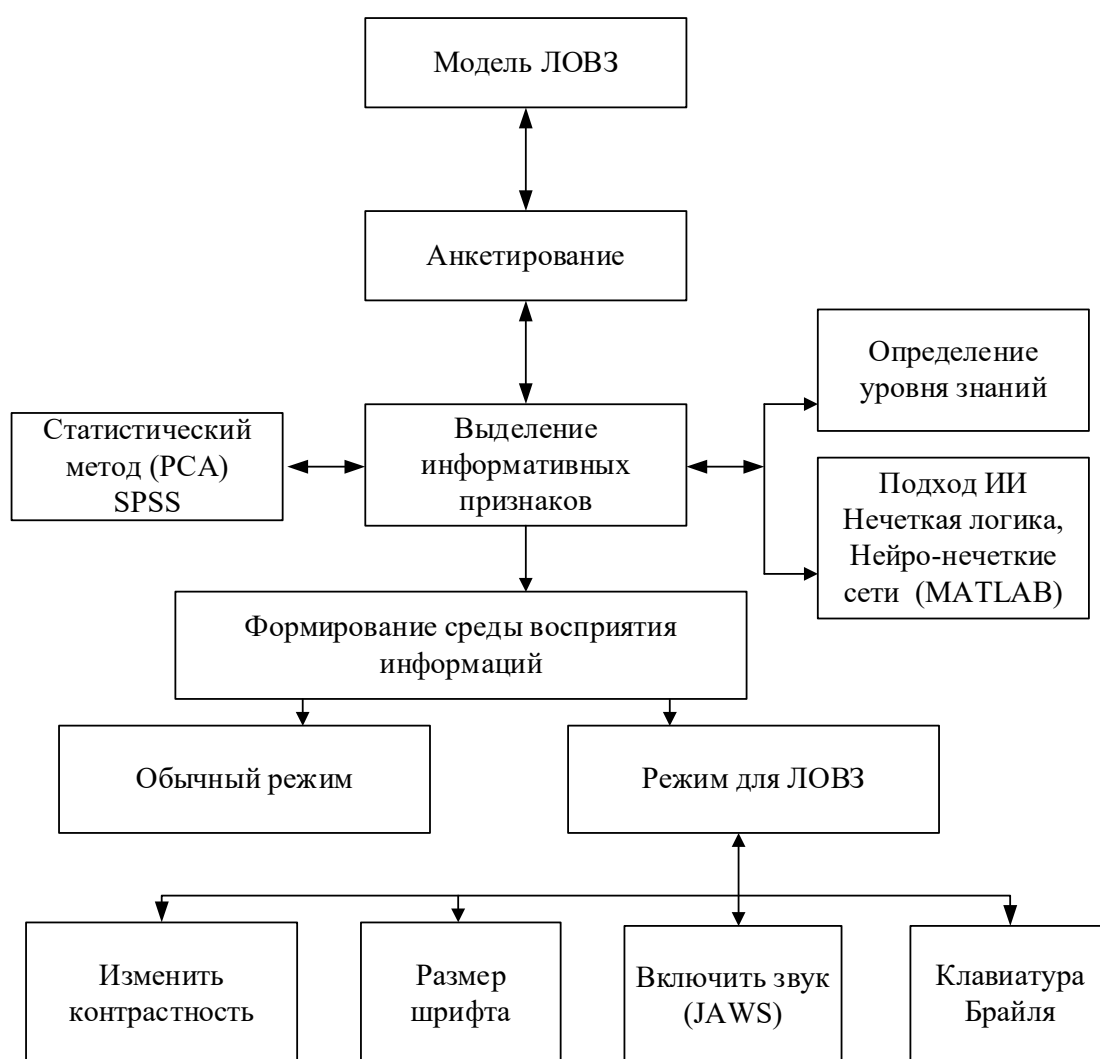


Рисунок 3.5 – Структурная схема модели обучающегося ЛОВЗ

Из полученных (анкетирование) данных необходимо выделить информативные признаки, характеризующие ЛОВЗ. Выделение

информативных признаков можно осуществить на основе подходов ИИ (нейронные сети) и статистических методов (факторный анализ на основе метода главных компонент).

Предоставляется возможность выбора обычного режима и режима для ЛОВЗ. Режим для ЛОВЗ включает в себя следующие возможности: изменить контрастность, размер шрифта, включить звук, применять различные цветовые решения, возможность наилучшего расположения информации на экране и подключение клавиатуры Брайля. Далее выполняется процесс определения уровня знаний ЛОВЗ для дальнейшего построения модели обучения.

Для построения модели обучения людей с ограниченными возможностями зрения (рисунок 3.6) определяются классы ЛОВЗ по состоянию зрения и текущим знаниям.

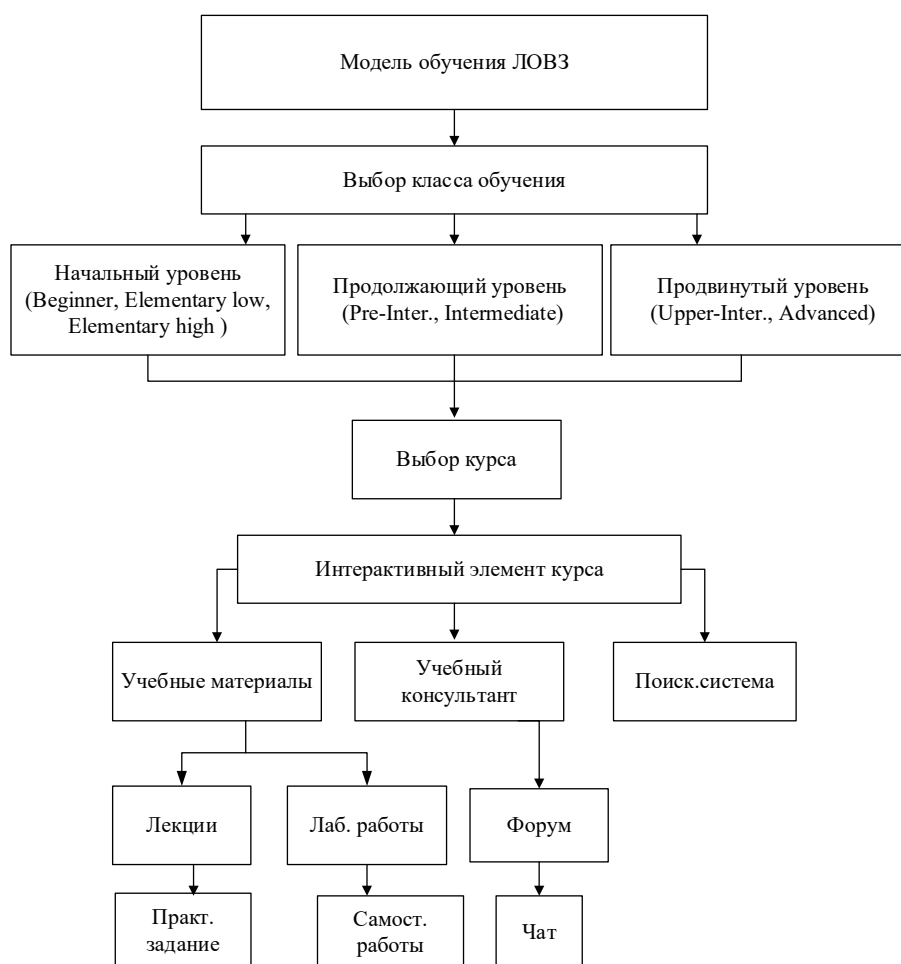


Рисунок 3.6 – Структурная схема модели обучения ЛОВЗ

Выбираются траектории и курс обучения. К интерактивным элементам курса относятся: учебные материалы (лекции,

лабораторные работы, практические задания, самостоятельная работа), учебные консультации (форум, чат) и поисковая система.

Модель лаборатории коллективного пользования (рисунок 3.7) описывает доступ ЛОВЗ к суперкомпьютеру для проведения лабораторных, практических работ и обработке больших объемов данных на вычислительных кластерах. Вычислительный кластер состоит из сервера, системы хранения данных, коммутаторов и источника бесперебойного питания. Все перечисленные устройства взаимосвязаны между собой. Универсальный сервер используется для работы разных приложений в рамках информационных центров, управляет задачами и занимается распределением их между вычислительными узлами кластера. На сервере ЛКП создается виртуальная машина, предоставляется удаленный доступ и необходимое программное обеспечение для каждого ЛОВЗ (N - количество ЛОВЗ).

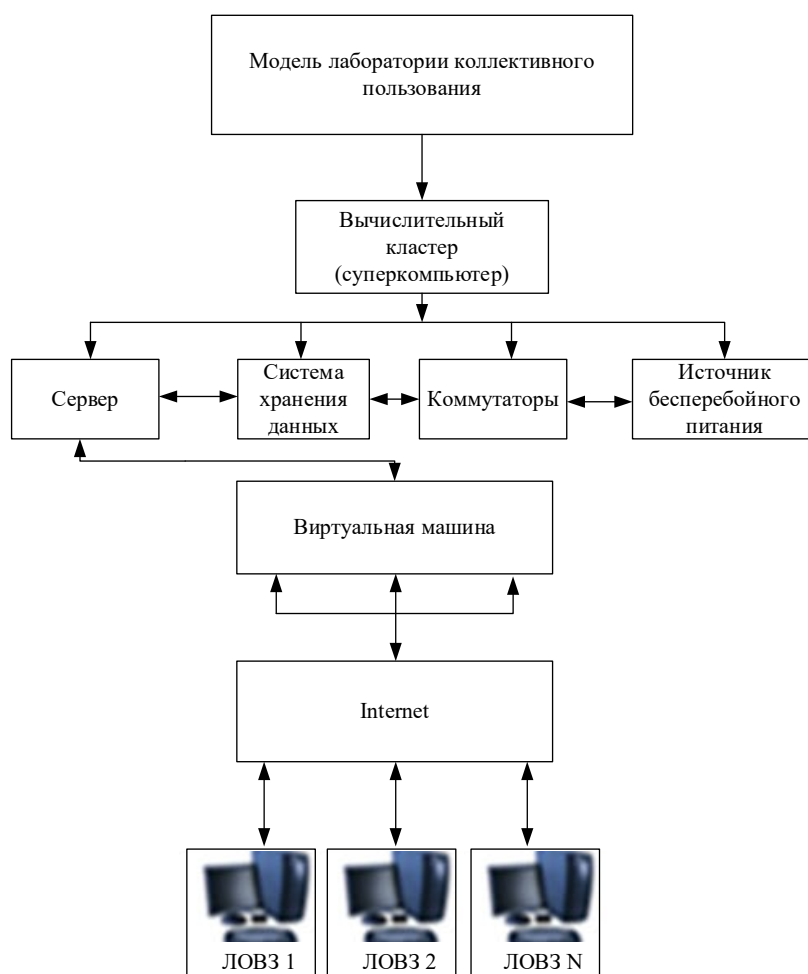


Рисунок 3.7 – Структурная схема модели лаборатории коллективного пользования

Сервер принимает и обслуживает команды от обучающихся и обеспечивает обмен информацией между оборудованием, подключенным к серверу и удаленным компьютером через сеть интернет. Система хранения данных обеспечивает оптимальную работу приложений, решает наиболее ресурсоемкие технические задачи и эффективно защищает данные. Коммутаторы оснащены передовой системой безопасности, способной предотвратить несанкционированный доступ и любые проникновения при работе системы. Каждый коммутатор обеспечивает непрерывную работу сетевой структуры при любых условиях, созданных в вычислительной среде. Источник бесперебойного питания предоставляет постоянный и непрерывный режим работы. Преимуществом данного подхода является возможность дистанционного обучения ЛОВЗ на дорогостоящем оборудовании ЛКП.

Введем следующее определение: в качестве лабораторий коллективного пользования рассматриваются любые лаборатории, имеющие полную инфраструктуру (современное оборудование, техническое и программное обеспечение) для осуществления дистанционного обучения и получения качественного инженерного образования людьми с ограниченными возможностями зрения.

3.5 Интеллектуальная информационная система дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения

Разработка ИИСДО на основе подходов ИИ имеет модульный характер. Основными модулями ИИСДО (рисунок 3.8) являются [189]:

1. Информационный блок, который содержит методы и средства хранения информации, включает в себя разработку баз данных (упорядоченное хранение данных), баз знаний (совокупность систематизированных данных, относящихся к определённой области знания), электронные учебники (учебник в электронном виде), электронные библиотеки (упорядоченный набор разных электронных книг), каталоги, справочную систему в виде поисковой системы и учебных консультаций (чат, форум).

2. Интеллектуальный блок, осуществляющий обработку многомерных данных в режиме реального времени на основе подходов ИИ (нечеткая логика, нейро-нечеткие сети), статистические методы

(факторный анализ на основе метода главных компонент) и прогнозирование результатов обучения.

3. Обучающий блок, с помощью которого реализуются методы, средства и формы передачи обучающей информации, направленные на конкретного студента с учетом его индивидуальных характеристик. В данном блоке формируются интерактивные элементы дисциплины (лекции, лабораторные работы, практические задания, самостоятельные работы и глоссарий). Особенностью данного блока является организация выполнения лабораторных и практических работ в on-line режиме. Организация доступа к ЛКП для выполнения практических работ на новейшем технологическом оборудовании.

4. Контролирующий блок предназначен для оценки знаний обучающихся, отслеживания процесса обучения и успеваемости. Данный блок состоит из контрольных работ и тестирований.

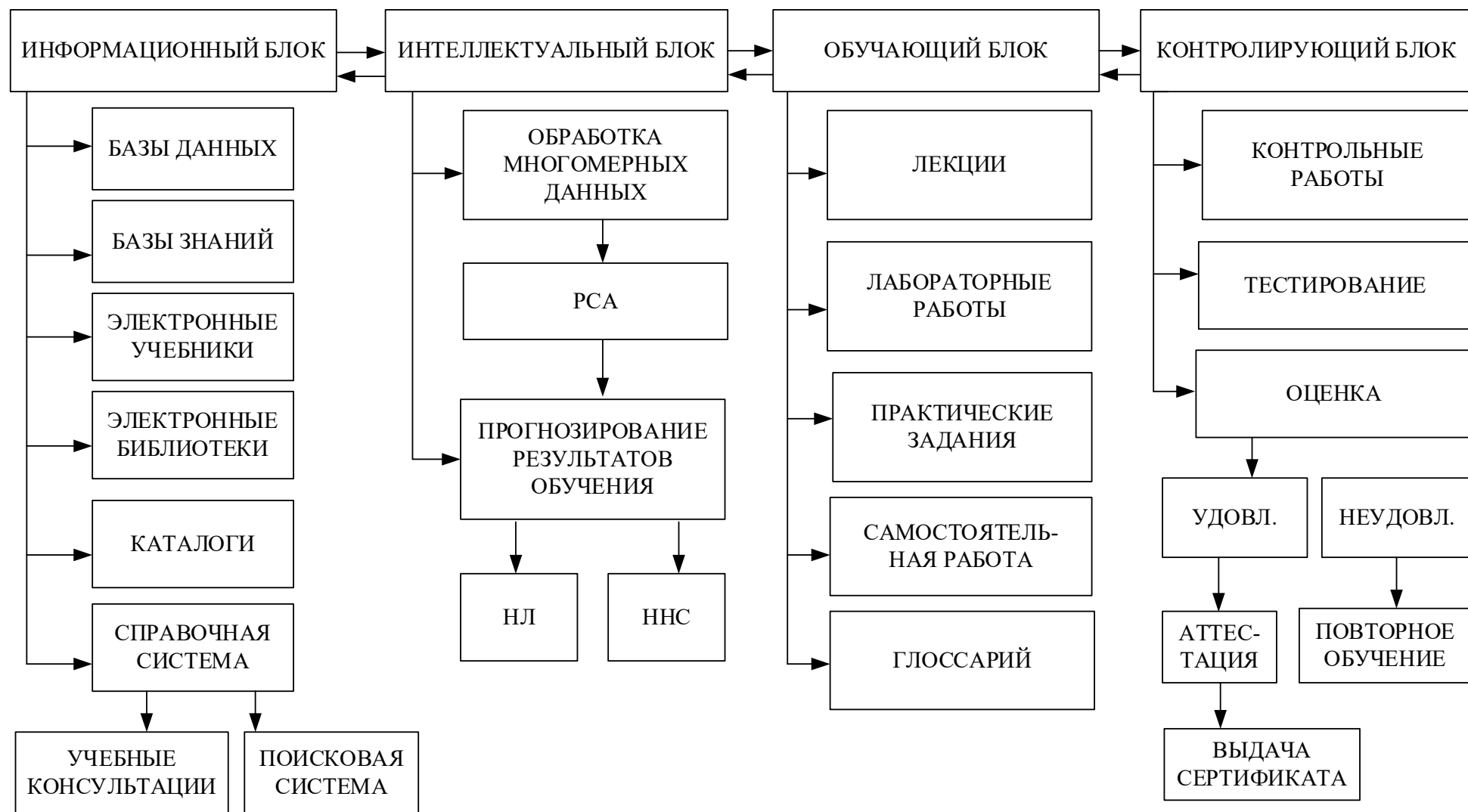


Рисунок 3.8 – Основные модули интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения

После прохождения тестирований результат обучающегося оценивается. При удовлетворительной оценке ЛОВЗ аттестуется и получает сертификат о завершении курса. В противном случае предлагается повторное обучение. При разработке ИИСДО широко применяются онтологические модели, которые помогают глубже проанализировать многочисленные связи между моделями и реализуют системный подход в построении информационной системы.

Необходимо разработать комбинированную OWL модель ДО ЛОВЗ с целью структурирования входных и выходных данных, с учетом особенностей функционирования программного обеспечения.

3.6 Инструментальные программные средства для создания онтологических моделей

Язык OWL применяется при отображении web-онтологий предметной области и считается языком Semantic Web. Составляющими данного языка являются набор способов отображения и использования информации в электронном виде [197]. С 2004 г. язык OWL является открытым стандартом WWW-консорциума. Онтологию OWL составляют сущности (концептов) и отношений. Концепты предметной области являются OWL классами, а отношения описываются как свойства [198]. В OWL взаимосвязи между концептами выполняет свойства. Отношения рассматриваются как направленные связи между вершинами – концептами. Начальная вершина является элементом-доменом, конечная – элементом-значением. В языке OWL свойства имеет два вида [199]:

- свойства-характеристики (DatatypeProperty);
- свойства-связи (ObjectProperty).

Свойства-характеристики определяют объекты (классы) и считают их собственными значениями. Свойства-связи представляют объекты (классы) взаимосвязанные друг с другом и воспринимают объекты (классы) как собственные значения. Разработка модели онтологии включает следующие этапы [200]:

- выделение предметной области онтологии;
- определение объектов предметной области и их связей;
- организация классов в некоторую иерархию, базовый класс, подкласс;

- формирование фреймов для отображения классов и подклассов через определение слотов;
- заполнение слотов значениями (создание экземпляров классов);
- графическое представление онтологии.

Существует множество специальных редакторов для визуализации онтологий [201]:

- система Ontolingua состоит из сервера и языка представления знаний. Он позволяет одновременно выполнять работу ряд пользователей и имеет специальный графический браузер, который отображает иерархию концептов и экземпляров;

- система WebOnto позволяет выполнять совместный просмотр, разработку и изменение онтологий. Редактор онтологий легок в работе и помогает строить огромные онтологии. Также можно организовать совместную работу ряда пользователей над онтологией, в создании диаграмм, функций передачи и приёма и др;

- OntoSaurus является Web-браузером для баз знаний LOOM. Основные модули, такие как сервер онтологий и Web-браузер для изменения и просмотра онтологий составляют данную онтологию;

- конструктор онтологий ODE (Ontological Design Environment) осуществляет связь с пользователями на концептуальном уровне. Процесс создания онтологии состоит из трех шагов. Для этого нужно создать таксономию понятий и отношений, которая будет описывать месторасположение каждого элемента (понятие) в иерархии. Две таксономии анализируются по-разному;

- инструментальное средство OntoEdit обеспечивает отображение, проверку и преобразование онтологии. Языки OIL и RDFS используются для описания онтологии;

- графический редактор онтологий OilEd создан на основе проекта On-To-Knowledge. Данный редактор находится в свободном доступе и разработан на основе языка OIL (Ontology Inference Layer – «Взаимодействие уровней онтологии»);

- редактор онтологий Protégé Java-программа со свободно доступным графическим интерфейсом. Данный редактор создает иерархическую структуру онтологии с абстрактными и конкретными классами и слотами. Для добавления классов и подклассов реализуется форма извлечения знаний. Отображение знаний строится на основе фреймовой модели ОКВС (Open Knowledge Base Connectivity) и состоит из плагинов. Данный редактор поддерживает язык OWL.

Редактор Protégé принимает две модели создания онтологий [202]:

1. На основе открытого протокола редактор Protege-Frames editor обеспечивает создание, заполнение онтологии и позволяет установить связи базы знаний (Open Knowledge Base Connectivity protocol). Здесь онтология сформирована из набора классов, организованных в иерархию, понятий, слотов, связанных с классами, свойств и отношений между понятиями.

2. Редактор Protege-OWL editor обеспечивает создание онтологии для Семантической Сети на языке OWL. В данном языке описание каждого элемента соответствует URI (Uniform Resource Identifier – унифицированный идентификатор ресурса), где связи между элементами организуют механизм системы на основе модели «объект-свойство».

Описания классов OWL модели могут состоять из сущностей и из их свойств.

Создание онтологий в редакторе Protégé состоит из 5 шагов [203]:

1. Выделение области онтологии.
2. Определение классов.
3. Организация иерархии классов.
4. Создание фреймов для описания классов, подклассов, экземпляров, через определение слотов (свойств).
5. Определение значений.

Система Protégé [202] импортирует файлы в собственные форматы (.pont and .pins), а также в RDF, RDFS и OWL. Имеет возможность экспортировать файлы в форматы RDF, RDFS, XML, OWL, Clips, N3 и TURTLE. Главными элементами языка являются свойства, классы и ограничения. Редактор онтологии Protégé предоставляет возможность осуществить множественное наследование в иерархии классов, то есть класс может быть подклассом ряда классов. Имеется возможность построения иерархии отношений, которые называются слотами. Они могут связывать между собой классы или экземпляры и устанавливают отношения между слотами.

В Protégé можно задать определенные характеристики экземпляру, устанавливать отношения между экземплярами. Имеется возможность определения связи между экземпляром и классом. Также можно расширять функциональные возможности редактора онтологий Protege добавляя дополнительные плагины [204].

В Protege можно разрабатывать или использовать имеющиеся плагины. Ниже приведены описания плагинов:

- плагин TGVizTab в Protege способствует наглядно отобразить содержимое онтологии на основе TouchGraph java библиотеки. Этот плагин с помощью контроля глубины вывода дает возможность графическому отображению объектов, экземпляров и связей между объектами;

- плагин Jambalaya помогает наглядно увидеть содержимое онтологий;

- плагин StringSearch дает возможность без ключевых слов произвести поиск по онтологиям в Protege. Описанный процесс организовывается по классам, экземплярам, свойствам и по их значениям;

- плагин Oracle RDF Data Model использует данные RDF как хранилище в ORACLE. Он обеспечивает чтение и записи RDF данные в ORACLESPATIAL;

- плагин DataMaster в Protege импортирует схемы и данные из реляционных СУБД;

- плагин Protege2Jena дает возможность импортированию и экспортированию онтологий Protege из хранилища Jena;

- плагин Protege2Joseki позволяет импортировать и экспортировать онтологии Protege из Joseki RDF Server.

Таким образом, к основным достоинствам Protégé можно отнести следующие:

- открытость и свободная расширяемость архитектуры;

- поддержка фреймов и наиболее распространенных языков представления знаний;

- поддержка модулей «plug-in», которая позволяют расширять функциональность данного редактора;

- возможность использование большим количеством пользователей;

- доступ для свободного использования и скачивания;

- поддержка нескольких плагинов визуализации.

3.6.1 Построение комбинированной онтологической модели ИИСДО ЛОВЗ

При построении комбинированной OWL модели ИИСДО для ЛОВЗ применяется редактор онтологии Protégé. Полный список терминов разделен по категориям в зависимости от их функции в ОМ. Понятия (концепции или термины предметной области) являющиеся объектами, такие как «ОМ обучающегося» или «Учебные материалы» представлены в виде классов. Свойства классов, такие как «Режим для ЛОЗ» или «Лекции», «Лабораторные работы» считаются как слоты. Данная система состоит из следующих основных классов, таких как ОМ обучающегося, ОМ обучения и ОМ лаборатории коллективного пользования.

Данная модель включает в себя [205] онтологическую модель обучающегося, обучения и лаборатории коллективного пользования, которую можно представить следующим образом:

$$OM_{COM} = \langle OM_{PVI}, OM_{KN}, OM_{LJU} \rangle \quad (3.1)$$

где OM_{PVI} – онтологическая модель обучающегося ЛОВЗ;

OM_{KN} – онтологическая модель обучения;

OM_{LJU} – онтологическая модель лаборатории коллективного пользования.

1. Онтологическая модель обучающегося ЛОВЗ представляется следующим образом:

$$OM_{PVI} = \langle OB_{ID}, OB_{IH} \rangle \quad (3.2)$$

где OB_{ID} – идентификационные данные ЛОВЗ (ФИО, группа, курс);

OB_{IH} – индивидуальные характеристики ЛОВЗ.

Идентификационные данные обучающий заполняет при регистрации. Индивидуальные характеристики ЛОВЗ составляются после анкетирования. Анкетирование основано на когнитивном подходе.

По результатам анкетирования строится вектор параметров и осуществляется выделение информативных признаков, характеризующих каждого обучающегося.

Выделение информативных признаков выполняется с использованием факторного анализа на основе метода главных компонент и в дальнейшем используется для выбора режима обучения.

2. Онтологическая модель обучения ЛОВЗ задана следующим картежом:

$$OM_{KN} = \langle OB_{DEG}, OB_{SUB}, OB_{IEC}, OB_{FLR} \rangle \quad (3.3)$$

где OB_{DEG} – уровень знаний ЛОВЗ;

OB_{SUB} – курс обучения (дисциплины);

OB_{IEC} – интерактивные элементы курса (лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа, практические задания, форум и другие).

OB_{FLR} – прогнозирование результатов обучения.

Онтологическую модель обучения ЛОВЗ составляют следующие компоненты: уровень знаний ЛОВЗ, курс обучения (дисциплины), интерактивные элементы курса, прогнозирование результатов обучения. Уровень знаний ЛОВЗ по выбранной дисциплине определяется с помощью анкетирования.

По результатам анкетирования выбирается класс и курс обучения, а также предоставляются соответствующие интерактивные элементы курса. По окончании курса ЛОВЗ проходит тестирование и осуществляется прогнозирование результатов обучения.

3. Онтологическая модель лаборатории коллективного пользования представлена в следующем виде:

$$OM_{LJU} = \langle SC, VM, SW, Int \rangle \quad (3.4)$$

где SC – суперкомпьютер;

VM – виртуальная машина;

SW – программное обеспечение;

Int – интернет.

Онтологическая модель ЛКП описывает дистанционное подключение компьютеров ЛОВЗ к суперкомпьютеру ЛКП для работы с новейшим технологическим оборудованием. Для этого создается виртуальная машина и устанавливается необходимое программное обеспечение. Обмен информацией осуществляется через сеть Internet.

Рассмотренные онтологические модели дополняют друг друга и взаимосвязаны между собой.

3.6.2 Онтологическая модель обучающегося с ограниченными возможностями зрения

Онтологическая модель обучающегося с ограниченными возможностями зрения [206], которая способствует выявлению интеллектуальных, физиологических и психофизиологических особенностей восприятия информации ЛОВЗ представлена в таблице 3.1.

Слабовидящие воспринимают окружающий мир несколько иначе, чем люди с обычным развитым зрением [207].

Среда и действительность выглядят гораздо более бледными в серых и черно-белых тонах.

Разработанная система учитывает особенности ЛОВЗ к считыванию информации с экрана монитора (освещенность, контрастность, движение, размеры, цвет).

В системе предусмотрены специальные цветовые схемы, которые предпочтительны для людей с различными глазными заболеваниями (миопия, гиперметропия, астигматизм).

Для повышения эффективности восприятия учебного материала предусмотрено озвучивание, регулировка высоты, силы звука, тембра и локализация звука.

Таблица 3.1 – Онтологическая модель обучающегося в ИИСДО людей с ограниченными возможностями зрения

Наименование	Содержание
Онтологическая модель обучающегося	Применение когнитивного подхода для выявления физиологических, интеллектуальных и психофизиологических особенностей восприятия и осознания информации
	Анкетирование ЛОВЗ для определения индивидуальных особенностей
	Разработка базы данных индивидуальных признаков ЛОВЗ
	Обработка данных и предварительная обработка данных: нормирование, заполнение пропущенных данных и т.д.
	Выделение информативных признаков на основе статистического подхода
	Факторный анализ
	Метод главных компонент
	Выбор оптимальной тактики обучения с учетом индивидуальных особенностей ЛОВЗ

- при близорукости (миопии)
- при дальнозоркости (гиперметропии)
- при остаточном зрении
Выбор режима обучения: обычный режим, режимы для ЛОВЗ
Изменение контрастности в режиме ЛОВЗ
Изменение размера шрифта
Изменение цвета экрана и цвета предлагаемой информации в зависимости от психофизиологических особенностей обучающегося (выбор цветовых схем)
Бледно-желтый или бледно-зеленый (при близорукости)
Ярко-желтый или ярко-оранжевый (при дальнозоркости)
Черно-белый (при остаточном зрении)
Месторасположение информации на мониторе в зависимости от психофизиологических особенностей осознания информации и особенностей зрения
Подключение звукового сопровождения. (Например, компьютерная программа JAWS, Job Access With Speech)
Регулировка:
- высоты звука
- силы звука
- тембра
- локализации звука
Возможность подключения клавиатуры Брайля

Далее предложена иерархическая структура модели обучающегося ЛОВЗ (рисунок 3.9) реализованная в редакторе онтологий Protégé, которая состоит из следующих основных классов: ОМ_обучающегося, Анкетирование, а также из подклассов: Выделение_инф.признаков, Подходы_ИИ и т.д.

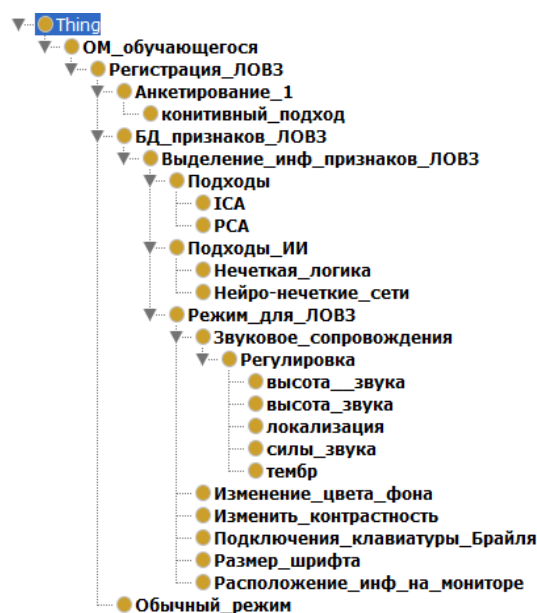


Рисунок 3.9 – Иерархия классов модели обучающегося ЛОВ3 в среде Protégé

С помощью инструмента OntoGraf осуществляется графическое представление онтологической модели обучающегося ЛОВ3 в Protégé (рисунок 3.10).

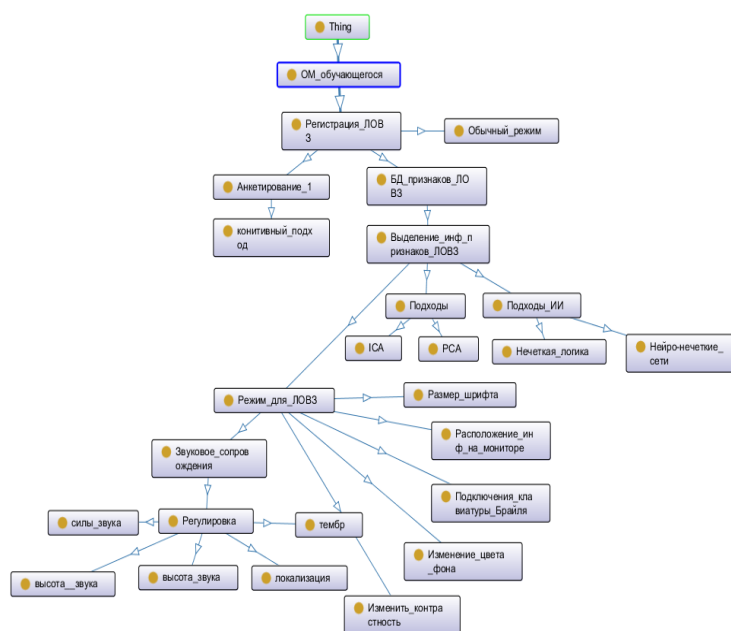


Рисунок 3.10 – Графическое представление онтологической модели обучающегося ЛОВ3

Далее рассматривается ОМ обучения людей с ограниченными возможностями зрения

3.6.3 Онтологическая модель обучения людей с ограниченными возможностями зрения

Далее строится онтологическая модель обучения (таблица 3.2) адаптированная к модели обучающегося в ИИСДО людей с ограниченными возможностями зрения. Данный процесс выполняется с помощью нечеткой логики.

Таблица 3.2 – Онтологическая модель обучения в ИИСДО людей с ограниченными возможностями зрения

Наименование	Содержание
1	2
Онтологическая модель обучения	Выбор дисциплины обучения
	Анкетирование ЛОВЗ для определения уровня знаний по изучаемой дисциплине
	Создание базы знаний
	Выбор класса обучения на основе НЛ
	Выбор начального уровня обучения
	Выбор продолжающего уровня обучения
	Выбор продвинутого уровня обучения
	Выбор траектории обучения ЛОВЗ на основе адаптации модели обучающегося к модели обучения
	Выбор курса обучения
	Представление учебного материала с помощью интерактивных элементов курса
	Разработка учебных материалов
	Формирование лекционных материалов
	Разработка лабораторных работ
	Создание практических заданий
	Подготовка самостоятельных работ
	Создание справочной системы
	Организация учебных консультаций в виде форума, чата
	Создание услуг поисковых систем
	Разработка каталогов и глоссария по дисциплине
	Создание электронных библиотек с электронными учебниками
	Промежуточный контроль знаний ЛОВЗ
	Организация контрольных работ по дисциплине
	Проведение промежуточного тестирования
	Прогнозирование результатов обучения на основе ННЛ
	Оперативная корректировка процесса обучения
	Итоговое тестирование
1	2

	Оценивание обучения ЛОВЗ
	Аттестация или повторное обучение
	Выдача сертификата

Ниже на рисунке 3.11 рассматривается иерархическая структура модели обучения ЛОВЗ в среде Protégé. Здесь основными классами являются:

- ОМ_обучения;
- Выбор_класса_обучения;
- Выбор_курса_обучения;
- Контролирующий_блок.

Подклассы данной иерархической структуры состоят из:

- Начальный_уровень;
- Продолжающий_уровень;
- Продвинутый_уровень и т.д.

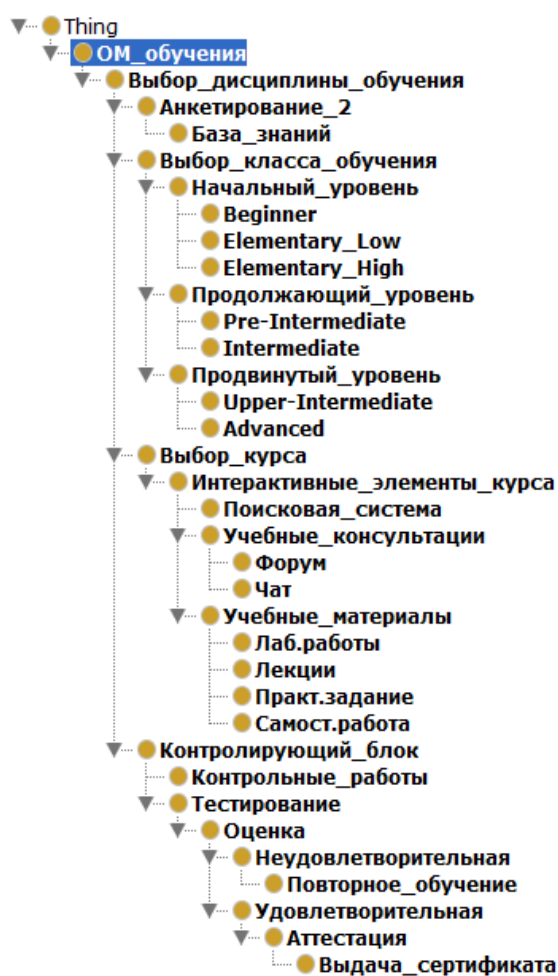


Рисунок 3.11 – Иерархия классов модели обучения ЛОВЗ в среде Protégé

На рисунке 3.12 приведено графическое представление онтологической модели обучения людей с ограниченными возможностями зрения согласно их концептуальному значению.

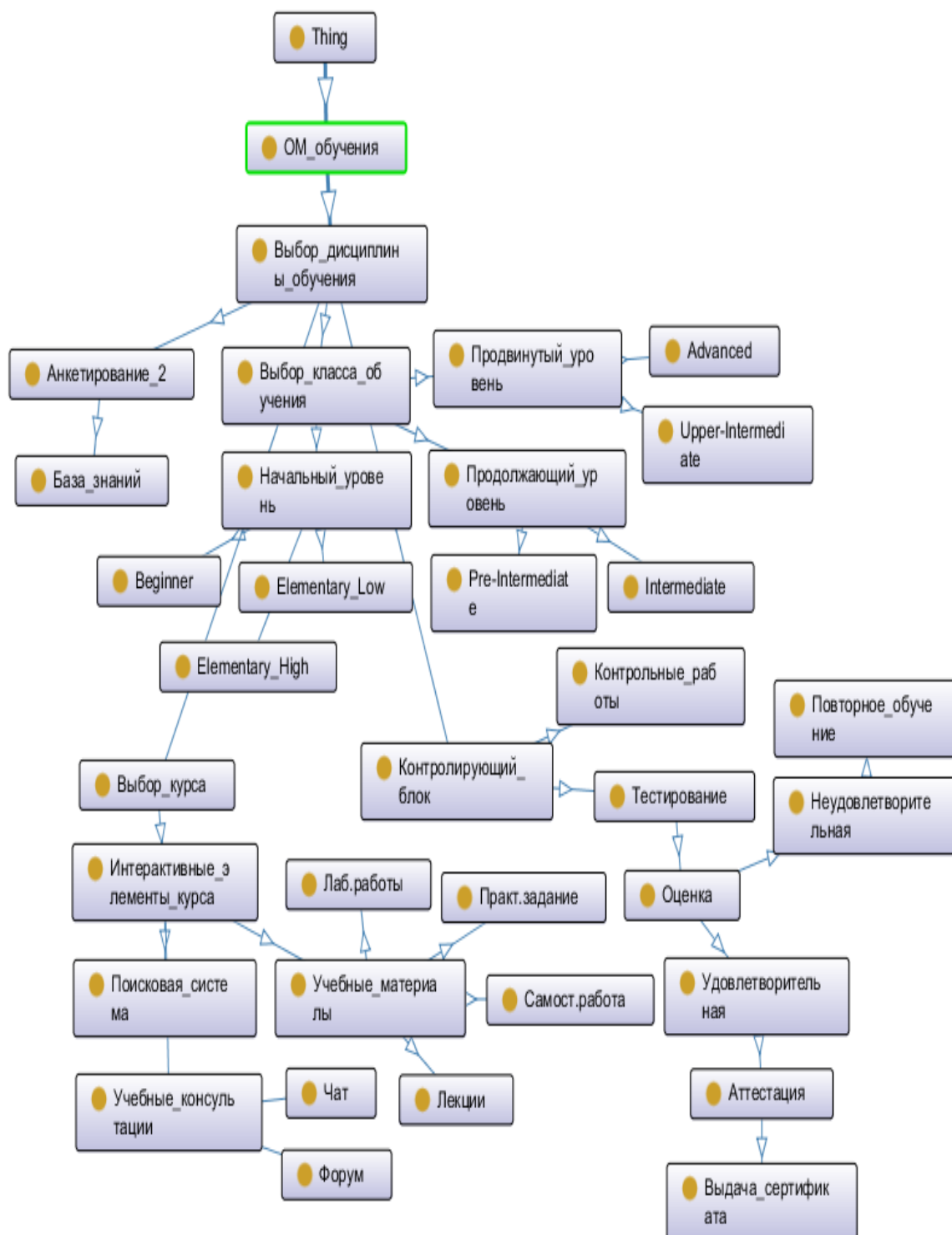


Рисунок 3.12 – Графическое представление онтологической модели обучения ЛОВЗ

3.6.4 Онтологическая модель лаборатории коллективного пользования

Онтологическая модель лаборатории коллективного пользования (таблица 3.3) описывает дистанционный доступ обучающихся к дорогостоящему технологическому оборудованию для выполнения лабораторных, практических работ в реальном масштабе времени [208].

Таблица 3.3 – Онтологическая модель лаборатории коллективного пользования в ИИСДО людей с ограниченными возможностями зрения

Наименование	Содержание
Онтологическая модель лаборатории коллективного пользования	Обеспечение подключения удаленных компьютеров ЛОВЗ через Internet к ЛКП
	Организация доступа к вычислительному кластеру
	Использование сервера для управления и распределения задач между вычислительными узлами кластера
	Создание виртуальной машины для предоставления удаленного доступа и установка необходимого программного обеспечения для ЛОВЗ
	Использование системы хранения данных для оптимальной работы приложений, решения ресурсоемких технических задач и эффективной защиты данных
	Использование коммутаторов для обеспечения непрерывной работы сетевой структуры и предотвращения несанкционированного доступа к работе системы
	Использование источника бесперебойного питания для непрерывной работы
	Подключение к учебному оборудованию (учебные лабораторные стенды, промышленное оборудование и т.д.)

Ниже на рисунке 3.13 представлена иерархическая структура модели лаборатории коллективного пользования в среде Protégé.

К основным классам относятся:

- ОМ_ЛКП;
- Вычислительный_кластер.

Подклассы данной иерархической структуры состоят из:

- Система_хранения_данных;
- Сервер;
- Виртуальная_машина и т.д.

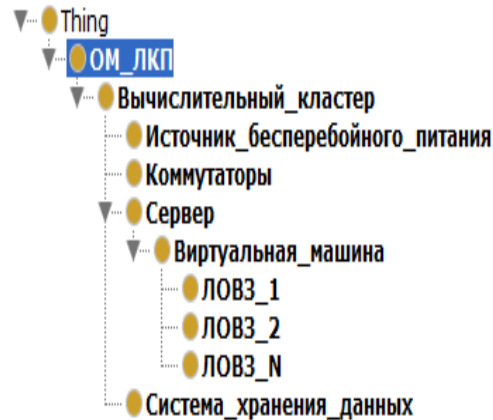


Рисунок 3.13 – Иерархия классов лаборатории коллективного пользования в среде Protégé

Далее на рисунке 3.14 приведено графическое представление онтологической модели ЛКП с помощью инструмента OntoGraf в Protégé.

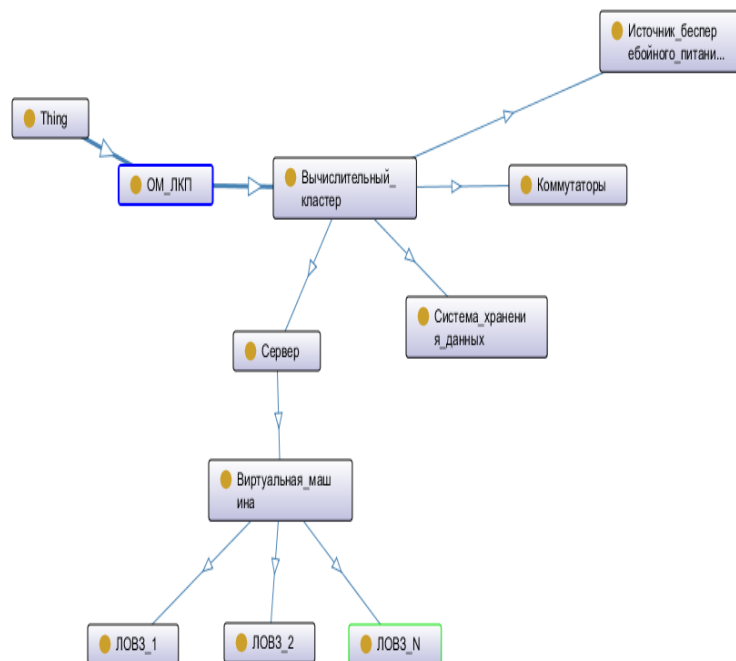


Рисунок 3.14 – Графическое представление онтологической модели лаборатории коллективного пользования

3.7 Построение комбинированной OWL модели для интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения в редакторе онтологий Protege

Предложена структурная схема комбинированной онтологической модели интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями зрения (рисунок 3.15).

К основным классам относятся: ОМ_обучающегося, ОМ_обучения, ОМ_ЛКП.

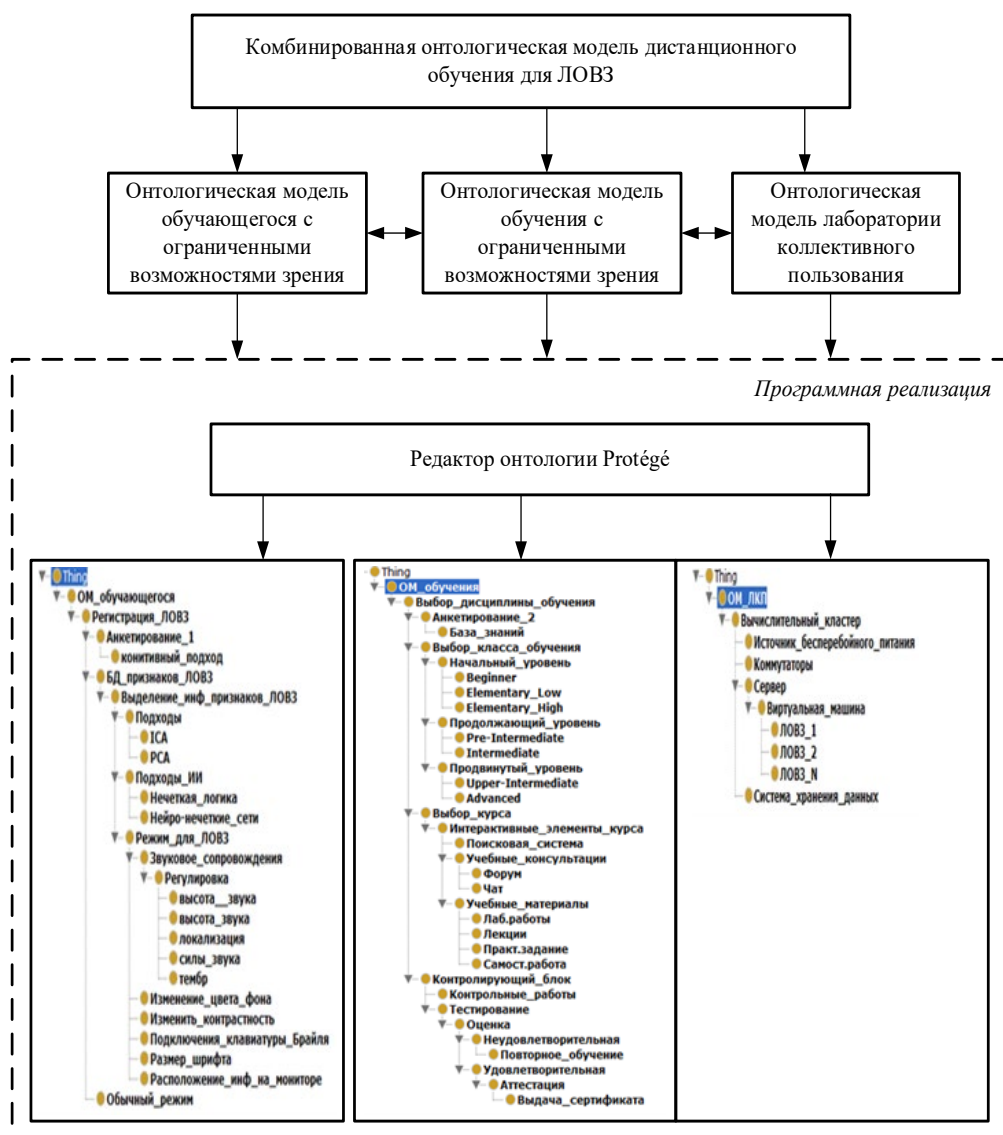


Рисунок 3.15 – Структурная схема комбинированной онтологической модели ИИСДО ЛОВЗ

Иерархическая структура интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями зрения приведена на рисунке 3.16.

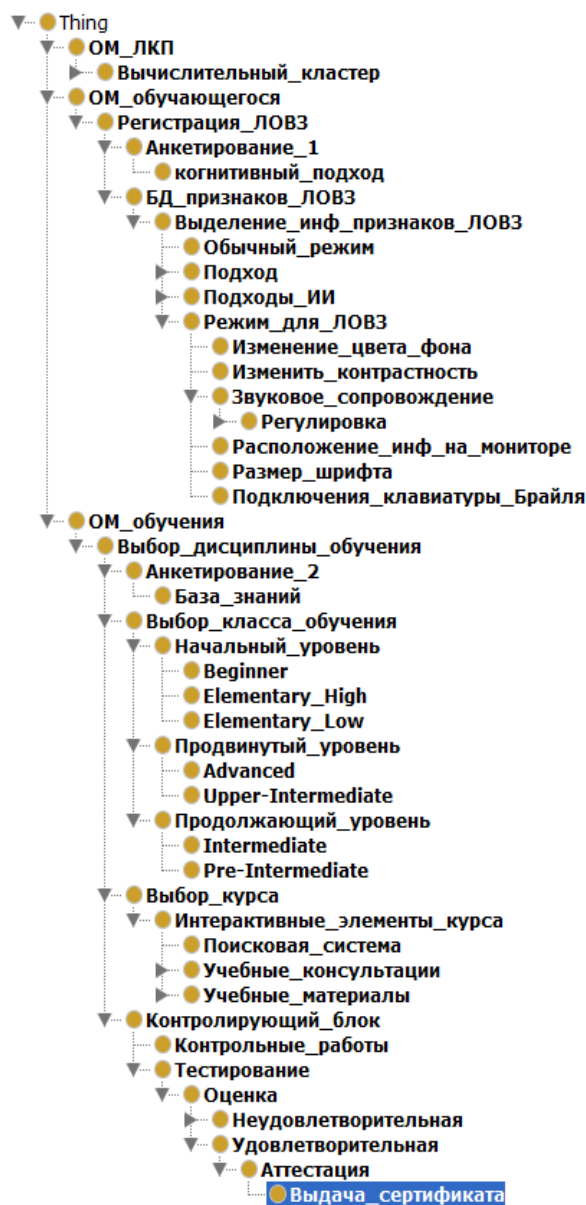


Рисунок 3.16 – Иерархия классов интеллектуальной информационной системы ДО для ЛОВЗ

Комбинированная онтологическая модель интеллектуальной информационной системы ДО для ЛОВЗ (рисунок 3.17) представлена в виде графа, узлы которого отображают понятия (объекты или концепты), а направленные дуги-отношения (связи), которые позволяют детально рассмотреть предметную область дистанционного обучения [209-211].

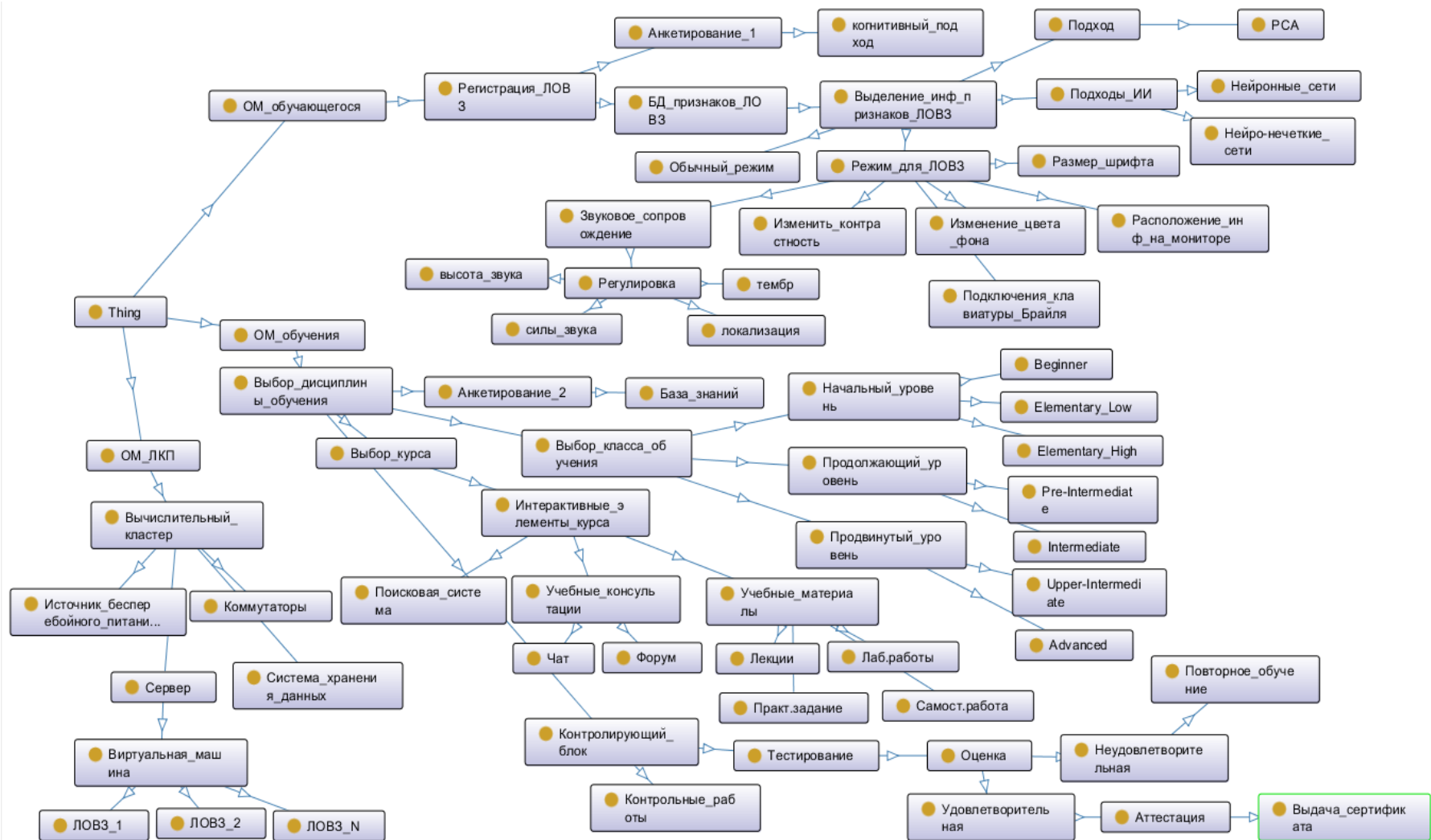


Рисунок 3.17 – Графическое представление комбинированной онтологической модели ИИСДО для ЛОВЗ

Данная комбинированная OWL модель [212-214] позволяет реализовать системный подход к построению интеллектуальной информационной системы на основе методов искусственного интеллекта, когнитивного подхода и глубже проанализировать многочисленные связи между онтологическими моделями.

Описанные онтологические модели использовались при создании программного обеспечения (ПО) предназначенного для ДО людей, имеющих проблемы со зрением [215, 216]. При разработке ПО использовались: скриптовый язык общего назначения PHP, язык программирования Python, система управления содержимым сайта с открытым исходным кодом WordPress, веб-сервером Apache, свободная система управления базами данных MySQL.

Выводы по третьему разделу

Основные результаты, полученные в данной главе:

- разработана интеллектуальная информационная система дистанционного обучения ЛОВЗ;
- построена архитектура интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения ЛОВЗ для изучения новых технологии на современном оборудовании в лабораториях коллективного пользования;
- создан алгоритм функционирования ИИСДО ЛОВЗ;
- разработана диаграмма потоков данных ИИСДО ЛОВЗ (Data Flow Diagram, DFD), построенная по принципу Гейна – Сарсона;
- разработаны структурные схемы модели обучающегося ЛОВЗ, обучения и лаборатории коллективного пользования;
- построена комбинированная OWL модель в редакторе онтологии Protégé, позволяющая реализовать системный подход на основе методов искусственного интеллекта и когнитивного подхода (с учетом психофизиологических особенностей зрения при осознании полученной информации) состоящая из модели обучающегося ЛОВЗ, модели обучения и модели лаборатории коллективного пользования;
- создана OWL модель обучающегося ЛОВЗ на основе факторного анализа (метода главных компонент) и когнитивного подхода с учетом особенностей зрения;
- разработана OWL модель обучения ЛОВЗ адаптированная к модели обучающегося осуществляется с помощью нечеткой логики, которая определяет класс обучающегося по состоянию зрения и текущим знаниям;

- создана OWL модель лаборатории коллективного пользования, которая описывает дистанционный доступ и работу ЛОВЗ на современном оборудовании;
- разработан удобный интерфейс со специальной средой восприятия информации ЛОВЗ и с использованием звукового сопровождения.

4 ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ И СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗРЕНИЯ

В данном разделе приводится применение интеллектуальных и статистических методов при обработке многомерных данных в интеллектуальной информационной системе дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения. Обработка многомерных данных осуществляется с помощью факторного анализа на основе метода главных компонент. Вычисления выполняются в статистическом пакете прикладных программ SPSS. Также строится модель обучения, адаптированная к модели обучающегося на основе нечеткой логики. Прогнозирование результатов обучения осуществляется с использованием нейро-нечеткой логики.

4.1 Постановка задачи

Постановка задачи формулируется следующим образом: необходимо решить задачу применения интеллектуальных и статистических методов при обработке многомерных данных в интеллектуальной информационной системе дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения.

Для решения данной задачи необходимо решить следующие подзадачи:

- произвести выделения информативных признаков ЛОВЗ на основе факторного анализа (метода главных компонент) для построения модели обучающегося;
- построить модели обучения адаптированной к модели ЛОВЗ на основе нечеткой логики;
- выполнить прогнозирование результатов обучения на основе нейро-нечеткой логики (ННЛ).

4.2 Выделение информативных признаков обучающихся статистическим методом факторного анализа на основе главных компонент

В развитии интеллектуальных систем ДО хорошего результата можно достичь путем комбинации различных статистических и интеллектуальных методов. Для выделения информативных признаков, характеризующих каждого обучающегося использовался метод главных компонент (РСА) [217].

Постановка задачи выделения информативных признаков в общем виде имеет следующий вид [218]:

$$a_1, \dots, a_n \rightarrow z_1, \dots, z_m, n > m$$

где $a_1, \dots, a_n$ - исходный набор признаков, $a_1, \dots, a_n = \overline{1, n}$;

$z_1, \dots, z_m$ - новый набор признаков, $z_1, \dots, z_m = \overline{1, m}$;

n - размерность исходного признакового пространства;

m - размерность нового признакового пространства.

Переход от набора исходных признаков $a_1, \dots, a_n$ к новому набору признаков $b_1, \dots, b_m$ осуществляется с наименьшими потерями информации. Основным является сохранение максимальной информации при минимальном наборе признаков.

Метод главных компонент основан на нахождении собственных чисел и собственных векторов корреляционной матрицы. Матрица значений главных компонент имеет следующий вид [219]:

$$Z = B(F^T)^{-1} \quad (4.1)$$

где B - матрица нормированных значений;

F - матрица факторных нагрузок.

Для решения данной задачи рассматривается исходная матрица данных A_{ij} размерности $(n \times m)$. Преобразуем матрицу A в матрицу нормированных значений B_{ij} с элементами:

$$b_{ij} = \frac{a_{ij} - \bar{a}_j}{s_i} \quad (4.2)$$

где a_{ij} - элементы исходной матрицы;

$\bar{a}_j$ - среднее арифметическое значение;

s_i - стандартное отклонение исходных элементов, которое вычисляется по формуле:

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}$$

n – исходный набор признаков.

Для нормированных значений матрица корреляций R вычисляется следующим образом:

$$R = \frac{1}{n} B^T B$$

Для определения собственных значений матрицы R рассматривается характеристическое уравнение:

$$|R - \lambda E| = 0 \quad (4.3)$$

где λ – собственное число R ;

E – единичная матрица.

После нахождения решения для λ , находится матрица преобразования. Получив матрицу преобразования, исходные оси поворачиваются таким образом, чтобы дисперсии ассоциировались с новыми осями. Вычисляются координаты данных в новой системе координат. Затем отбрасываются признаки лежащие ближе к началу координат, которые являются малоинформативными. По оставшимся информативным признакам строится модель ЛОВЗ.

Таким образом, метод факторного анализа на основе главных компонент преобразует число вероятно коррелированных переменных в меньшее число некоррелированных переменных [220].

На рисунке 4.1 приведена схема выполнения факторного анализа на основе метода главных компонент.

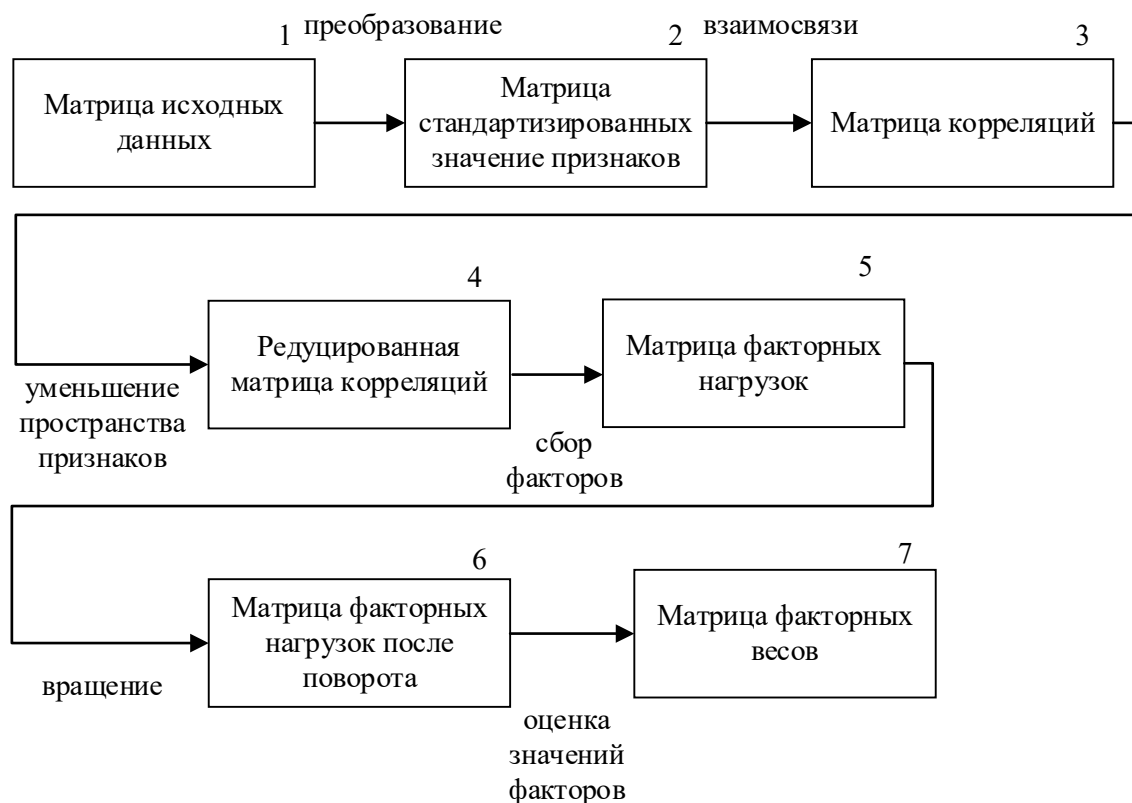


Рисунок 4.1 – Схема факторного анализа на основе метода главных компонент

Данный подход выполняется с помощью метода главных компонент на основе статистического пакета прикладных программ SPSS, который способствует сохранению максимальной информации при минимальном наборе признаков.

Приведем укрупненный алгоритм выполнения факторного анализа на основе метода главных компонент [220].

Алгоритм 4.1

Шаг 1. Подготовка исходной матрицы данных из признаков, характеризующих ЛОВЗ.

Шаг 2. Преобразование исходной матрицы в матрицу нормированных значений.

Шаг 3. Вычисление корреляционной матрицы для определения коэффициентов корреляции между всеми переменными.

Шаг 4. Выделение наиболее информативных признаков путем редукции малоинформативных признаков.

Шаг 5. Группировка выбранных информативных признаков по факторам.

Шаг 6. Вращение факторов для создания упрощенной структуры.

Шаг 7. Подсчет факторных значений по каждому фактору для каждого наблюдения.

Шаг 8. Интерпретация факторов.

Шаг 9. Создание базы данных признаков характеризующих обучающихся.

Рассмотрим следующий пример применения метода факторного анализа на основе главных компонент [221, 222]. Берем группу обучающихся ЛОВЗ из 15 человек. Пусть исходная матрица данных $A=\{a_{ij}\}$, $i, j = \overline{1,15}$. База данных признаков ЛОВЗ включает в себя следующие характеристики: возраст (П1), образование (П2), знание иностранного языка (П3), умение работать в группе (П4), эмоциональная устойчивость (П5), состояние здоровья по дефекту зрения с помощью специальной таблицы (П6), острота зрения по разработанной шкале (П7), логическое мышление (П8), познавательная деятельность (П9), психологический, волевой потенциал (П10), физиологический потенциал (П11), мотивационный потенциал (П12), техника чтения (П13), контроль знаний (П14) и восприятие информации (П15). Необходимо произвести редукцию малоинформативных признаков для каждого обучающегося и осуществить классификацию ЛОВЗ по выделенным факторам.

Составляем матрицу исходных данных (таблица 4.1) А размерности (15x15).

Таблица 4.1 – Исходная матрица данных А

№	ФИО	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12	П13	П14	П15
1	Авдеева О.П.	24	3	2	1	3	2	5	1	14	6	2	7	130	2	3
2	Омарова К.М.	25	3	1	1	3	3	6	2	15	6	6	12	250	1	3
3	Ерболова Р.Е.	17	1	2	2	2	3	6	2	12	2	2	10	230	2	2
4	Ершова В.Р.	19	3	1	2	3	1	4	1	13	4	3	8	156	1	2
5	Мусина А.К.	30	2	2	1	1	2	1	1	11	4	5	11	180	3	1
6	Султанова Н.	21	1	1	1	2	1	2	2	9	6	4	9	19	3	3

7	Новиков В.А.	22	2	1	2	1	2	5	2	7	4	2	12	190	2	1
8	Жунус Г.А.	23	3	2	2	2	2	1	1	14	2	3	8	156	1	2
9	Аюпов Н.Д.	19	3	1	1	3	3	6	2	13	4	2	12	89	2	1
10	Нурпеис С.И.	20	1	2	2	1	1	2	1	10	6	6	11	130	3	3
11	Жантас Д.Т.	25	2	2	2	1	1	3	1	7	2	4	10	40	2	2
12	Сазонов О.Л.	27	1	2	2	1	3	1	1	11	4	3	9	180	3	1
13	Жетенова Ж.	18	2	1	1	2	2	4	2	8	4	5	7	156	1	1
14	Чингисов Х.Б	22	1	1	1	3	3	5	2	12	6	3	9	180	3	3
15	Маркова Д.А.	26	3	2	2	1	1	6	1	10	2	4	8	190	2	3

Из исходной матрицы A получаем матрицу стандартизированных данных $B=\{b_{ij}\}$, $i, j = \overline{1,15}$. Далее определяются коэффициенты корреляции между переменными.

Выделение главных компонент и распределение соответствующих дисперсий приведены в таблице 4.4. Затем рассчитывается процент дисперсии и вычисляется накопленный процент.

Таблица 4.4 – Выделение главных компонент и распределение дисперсий

Собственные числа	% объяснённой дисперсии	Накопленный %
3,964	26,424	26,424
2,511	16,738	43,162
2,059	13,729	56,891
1,809	12,060	68,951
1,251	8,339	77,290
1,112	7,412	84,702
0,779	5,196	89,899
0,618	4,118	94,017
0,397	2,645	96,662
0,231	1,539	98,201
0,118	0,787	98,989
0,098	0,650	99,639
0,044	0,291	99,930
0,011	0,070	100,000
4,206	2,804	100,000

Ниже приведен график зависимости компонент от собственных значений (рисунок 4.2).

Собственные числа равны: $\lambda_1=3,964$; $\lambda_2=2,511$; $\lambda_3=2,059$; $\lambda_4=1,809$; $\lambda_5=1,251$; $\lambda_6=1,112$.

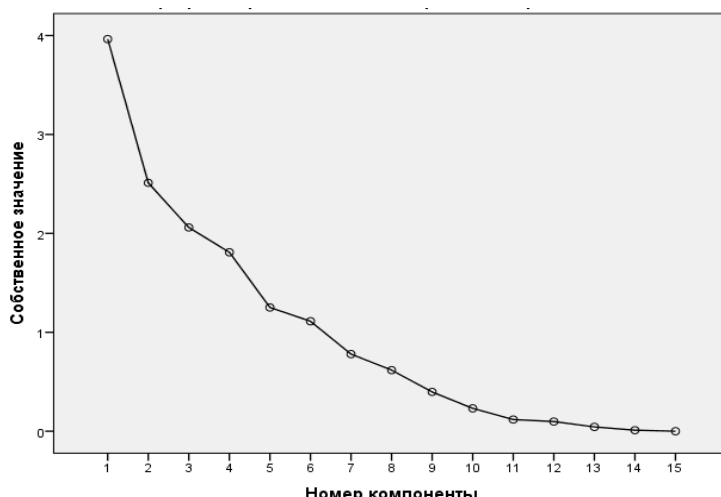


Рисунок 4.2 – График зависимости компонент от собственных значений

После проведенного анализа таблицы 4.4 и рисунка 4.2 выбираются 6 значимых факторов, соответствующих наибольшим собственным числам.

Далее формируется матрица факторных нагрузок F (таблица 4.5). Здесь строки соответствуют признакам, а столбцы выделенным факторам. Признаки лежащие ближе к началу координат являются малоинформативными, поэтому не рассматриваются.

Таблица 4.5 – Матрица факторных нагрузок

№ П	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6
П1	0,778	-0,103	0,136	0,222	-0,122	0,291
П2	0,040	0,826	-0,056	0,022	-0,011	-0,034
П3	0,818	0,000	-0,283	-0,029	0,172	-0,139
П4	0,322	0,012	-0,724	-0,193	0,055	-0,065
П5	-0,525	0,593	0,489	0,186	0,279	-0,393
П6	-0,244	-0,002	0,054	0,893	-0,305	-0,272
П7	0,287	0,392	-0,013	-0,575	0,191	-0,062
П8	-0,224	-0,855	0,139	0,313	-0,206	0,068
П9	0,112	0,658	0,390	0,476	0,341	-0,334

П10	-0,187	-0,193	0,875	0,040	0,342	0,205
П11	0,312	-0,204	0,420	0,729	0,223	0,044
П12	-0,122	-0,441	-0,607	0,483	-0,356	0,499
П13	0,112	0,241	-0,124	-0,158	0,060	0,138
П14	0,279	-0,769	0,272	0,021	0,022	0,030
П15	0,120	0,251	0,603	-0,287	0,040	0,105

Проанализировав результаты таблицы 4.5 можно выделить 4 фактора: эмоциональная устойчивость, интеллектуальный потенциал обучающегося, усвоение информации с учетом особенностей зрения и мотивация. Остальные два фактора не поддаются интерпретации, поэтому их отбрасываем.

В таблице 4.6 представлена матрица факторных весов, из которой видно, что хорошая эмоциональная устойчивость у Авдеевой О.П., Ерболовой Р.Е. и Мусиной А.К. Высокий интеллект у Омаровой К.М., Мусиной А.К., Жунус Г.А., Аюпова Н.Д. и Чингисова Х.Б.; усвоение информации с учетом особенностей зрения у Ершовой В.Р., Нурпеис С.И., Сазонова О.Л. и Марковой Д.А.; высокая мотивация у Султановой Н., Новикова В.А. и у Жантаса Д.Т.

Таблица 4.6 – Матрица факторных весов

№	ФИО	Фактор 1: Эмоциональная устойчивость	Фактор 2: Интеллектуальный потенциал обучающегося	Фактор 3: Усвоение информации с учетом особенности зрения	Фактор 4: Мотивация
1	2	3	4	5	6
1	Авдеева О.П.	0,778	-0,103	0,136	0,222
2	Омарова К.М.	0,040	0,826	-0,056	0,022

1	2	3	4	5	6
3	Ерболова Р.Е.	0,818	0,000	-0,283	-0,029
4	Ершова В.Р.	0,322	0,012	-0,724	-0,193
5	Мусина А.К.	-0,525	0,593	0,489	0,186
6	Султанова Н.	-0,244	-0,002	0,054	0,893
7	Новиков В.А.	0,287	0,392	-0,013	-0,575
8	Жунус Г.А.	-0,224	-0,855	0,139	0,313
9	Аюпов Н.Д.	0,112	0,658	0,390	0,476
10	Нурпеис С.И.	-0,187	-0,193	0,875	0,040
11	Жантас Д.Т.	0,312	-0,204	0,420	0,729
12	Сазонов О.Л.	-0,122	-0,441	-0,607	0,483
13	Жетенова Ж.	0,112	0,241	-0,124	-0,158
14	Чингисов Х.Б.	0,279	-0,769	0,272	0,021
15	Маркова Д.А.	0,120	0,251	0,603	-0,287

На основе полученных результатов формируется модель ЛОВЗ для последующего построения соответствующей индивидуальной траектории обучения и выбора режима подачи учебного материала с учетом особенностей каждого обучающегося.

Далее строится модель обучения адаптированная к модели обучающегося на основе нечеткой логики. Нечеткая логика применяется при проведении классификации обучающихся по результатам анкетирования и по уровню знаний ЛОВЗ для выбора класса обучения: начальный уровень (Beginner, Elementary Low, Elementary High), продолжающий уровень (Pre-Intermediate, Intermediate), продвинутый уровень (Upper-Intermediate, Advanced)

4.3 Выбор модели обучения на основе нечеткой логики

Аппарат нечеткой логики (fuzzy logic) применяется [223] для решения задач, в которых исходные данные являются слабоформализованными. Теория нечетких систем основывается на лингвистическом подходе и позволяет создавать интеллектуальные системы повышающие объективность в принятии решений в прикладных задачах.

Разработан алгоритм выбора модели обучения на основе нечеткой логики (выполнения нечеткого вывода на основе алгоритма Мамдани [224]):

Алгоритм 4.2

Шаг 1. Составление базы правил «Класс обучения ЛОВЗ».

Шаг 2. Фаификация входных переменных «Модель ЛОВЗ» из Анкетирования 1 и результата Анкетирования 2.

Шаг 3. Определение степени истинности условий по каждому из правил системы нечеткого вывода (агрегирование подусловий).

Шаг 4. Формирование процесса нахождения степени истинности из всех составленных нечетких продукционных правил (активизация подзаключений).

Шаг 5. Нахождения функции принадлежности к нечеткому множеству «Модель ЛОВЗ» и «Начальный уровень знаний по выбранной дисциплине» для каждой из выходных лингвистических переменных (аккумуляирование заключений).

Шаг 6. Переход от функции принадлежности выходной лингвистической переменной к числовому значению (дефафификация).

На рисунке 4.3 представлена схема процесса системы нечеткого вывода ИИСДО ЛОВЗ.



Рисунок 4.3 – Схема процесса системы нечеткого вывода ИИСДО ЛОВЗ

К основным преимуществам применения алгоритма Мамдани относятся следующие [225]:

- работает по принципу «черного ящика» (на вход поступают количественные значения и на выходе получается числовое значение. В промежуточном этапе используется аппарат нечеткой логики и теория нечетких множеств.);
- управляет числовыми данными используя гибкие возможности, которые предоставляют системы нечеткого вывода;
- повышает точность при обучении по исходным данным;

- основан на нечетком логическом выводе и позволяет избежать большого объема вычислений.

Рассмотрим пример применения нечеткой логики при определении модели обучения ЛОВЗ на основе результатов анкетирования 1 и 2. В таблицах 4.7 и 4.8 представлена шкала величин по результатам Анкета 1, Анкета 2 и шкала величин определения уровня обучения ЛОВЗ.

Таблица 4.7 – Шкала величин по результатам Анкета 1 и Анкета 2

№	Анкета 1		Анкета 2	
1	терм	значение	терм	Значение
2	плохое	от 1 до 20	очень низкий	2
3	ниже умеренного	от 20 до 30	низкий	от 2 до 5
4	умеренное	от 30 до 40	средний	от 5 до 8
5	выше умеренного	от 40 до 50	выше среднего	от 8 до 11
6	отличное	от 50	высокий	от 11

Соответственно в таблице 4.8 приведена шкала величин для определения уровня обучения ЛОВЗ.

Таблица 4.8 – Шкала величин определения уровня обучения ЛОВЗ

№	Класс	Подкласс
1	Начальный	Beginner
		Elementary Low
		Elementary High
2	Продолжающий	Pre-Intermediate
		Intermediate
3	Продвинутый	Upper-Intermediate
		Advanced

Для разработки нечеткой модели будем использовать среду MATLAB. С использованием редактора функции принадлежности системы MATLAB определяем две входные и одну выходную переменную. Вид графического интерфейса редактора функций принадлежности показан на рисунке 4.4. Здесь приведены функции принадлежности для двух входных переменных: анкета 1 (A1), анкета 2 (A2) и одной выходной переменной классификация по уровню обучения (R).

В качестве языка программирования MATLAB (Matrix Laboratory) [226] был разработан деканом факультета компьютерных наук в Университете Нью-Мексико Кливом Моулером (Cleve Moler) в конце 1970-х годов, который является пакетом прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённым языком программирования, используемым в этом пакете. Одной из основных особенностей языка MATLAB является широкое применение данного пакета для анализа многомерных данных, разработки алгоритмов и создания моделей. Язык MATLAB включает в себя математические функции для инженерных и научных операций [224]. Также удобен при составлении нечетких правил. Правила нечеткой продукции формируются в Rule Editor MATLAB, где производятся все необходимые процедуры в соответствии с выбранным алгоритмом (Мамдани) нечеткого вывода.

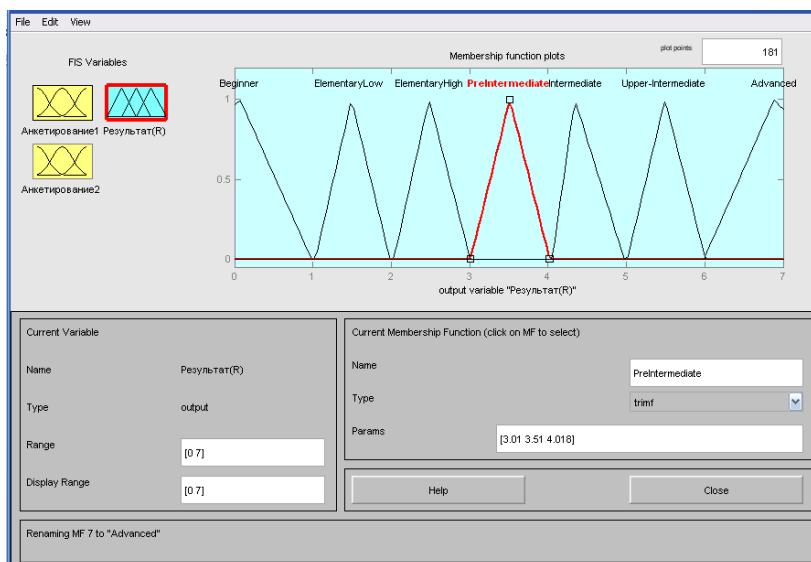


Рисунок 4.4 – Графический интерфейс редактора функций принадлежности после задания первой входной переменной

Затем формируется правила нечеткой логики:

1 Если результат «Анкетирование 1» «плохой» и результат «Анкетирование 2» «очень низкий», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Beginner)».

2 Если результат «Анкетирование 1» «плохой» и результат «Анкетирование 2» «низкий», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Beginner)».

3 Если результат «Анкетирование 1» «плохой» и результат «Анкетирование 2» «средний», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Beginner)».

4 Если результат «Анкетирование 1» «плохой» и результат «Анкетирование 2» «выше средний», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Beginner)».

5 Если результат «Анкетирование 1» «плохой» и результат «Анкетирование 2» «высокий», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Elementary Low)».

6 Если результат «Анкетирование 1» «ниже умеренный» и результат «Анкетирование 2» «очень низкий», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Elementary Low)».

7 Если результат «Анкетирование 1» «ниже умеренный» и результат «Анкетирование 2» «низкий», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Elementary Low)».

8 Если результат «Анкетирование 1» «ниже умеренный» и результат «Анкетирование 2» «средний», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Elementary Low)».

9 Если результат «Анкетирование 1» «ниже умеренный» и результат «Анкетирование 2» «выше средний», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Elementary High)».

10 Если результат «Анкетирование 1» «ниже умеренный» и результат «Анкетирование 2» «высокий», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Elementary High)».

11 Если результат «Анкетирование 1» «умеренный» и результат «Анкетирование 2» «очень низкий», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Elementary High)».

12 Если результат «Анкетирование 1» «умеренный» и результат «Анкетирование 2» «низкий», то результат обучающегося определяет «начальный класс (Elementary High)».

13 Если результат «Анкетирование 1» «умеренный» и результат «Анкетирование 2» «средний», то результат обучающегося определяет «продолжающий класс (Pre-Intermediate)».

14 Если результат «Анкетирование 1» «умеренный» и результат «Анкетирование 2» «выше средний», то результат обучающегося определяет «продолжающий класс (Pre-Intermediate)».

15 Если результат «Анкетирование 1» «умеренный» и результат «Анкетирование 2» «высокий», то результат обучающегося определяет «продолжающий класс (Pre-Intermediate)».

16 Если результат «Анкетирование 1» «выше умеренный» и результат «Анкетирование 2» «очень низкий», то результат обучающегося определяет «продолжающий класс (Pre-Intermediate)».

17 Если результат «Анкетирование 1» «выше умеренный» и результат «Анкетирование 2» «низкий», то результат обучающегося определяет «продолжающий класс (Intermediate)».

18 Если результат «Анкетирование 1» «умеренный» и результат «Анкетирование 2» «средний», то результат обучающегося определяет «продолжающий класс (Intermediate)».

19 Если результат «Анкетирование 1» «выше умеренный» и результат «Анкетирование 2» «выше средний», то результат обучающегося определяет «продолжающий класс (Intermediate)».

20 Если результат «Анкетирование 1» «выше умеренный» и результат «Анкетирование 2» «высокий», то результат обучающегося определяет «продолжающий класс (Intermediate)».

21 Если результат «Анкетирование 1» «отличный» и результат «Анкетирование 2» «очень низкий», то результат обучающегося определяет «продолжающий класс (Pre-Intermediate)».

22 Если результат «Анкетирование 1» «отличный» и результат «Анкетирование 2» «низкий», то результат обучающегося определяет «продвинутый класс (Upper-Intermediate)».

23 Если результат «Анкетирование 1» «отличный» и результат «Анкетирование 2» «средний», то результат обучающегося определяет «продвинутый класс (Upper-Intermediate)».

24 Если результат «Анкетирование 1» «отличный» и результат «Анкетирование 2» «выше средний», то результат обучающегося определяет «продвинутый класс (Advanced)».

25 Если результат «Анкетирование 1» «отличный» и результат «Анкетирование 2» «высокий», то результат обучающегося определяет «продвинутый класс (Advanced)».

На рисунке 4.5 показан вид интерфейса редактора правил после задания всех 25 правил, на основе таблицы 4.7.

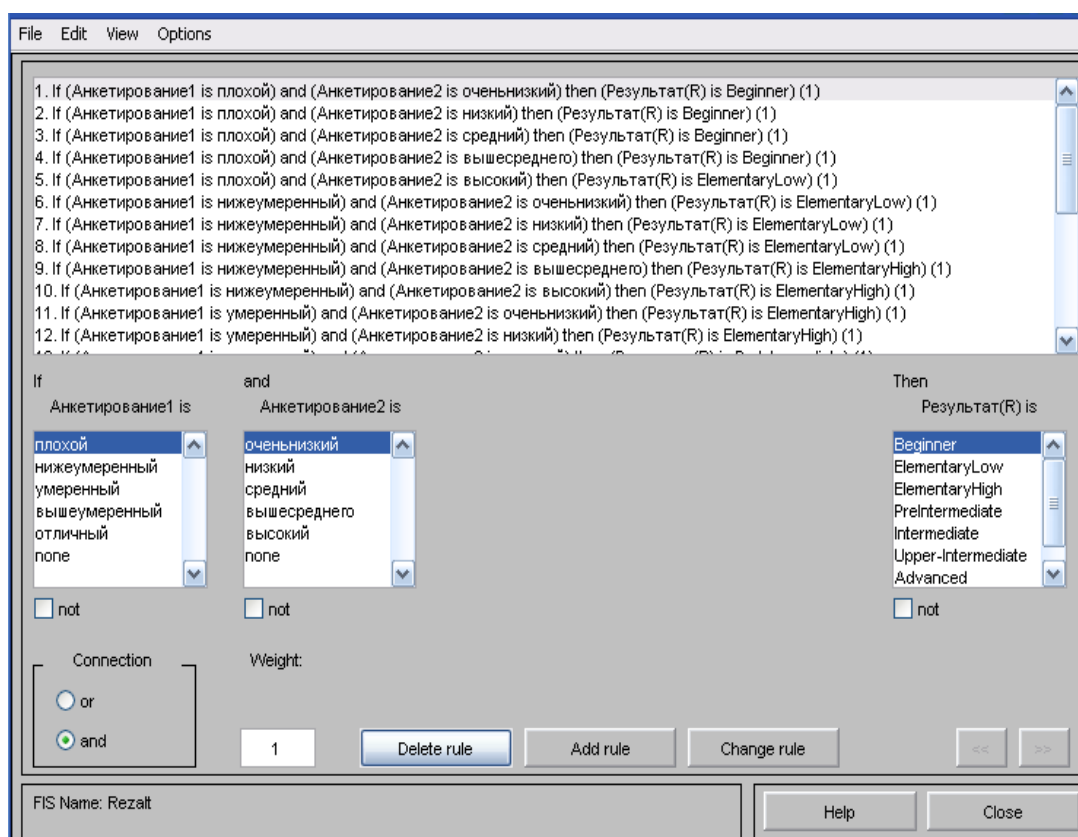


Рисунок 4.5 – Графический интерфейс редактора правил

После задания всех правил в соответствии с выбранным алгоритмом нечеткого вывода Мамдани представлена нечеткая модель классификации по уровню обучения ЛОВЗ и выбора подходящей траектории обучения (рисунок 4.6).

По результатам видно, что уровень обучения у ЛОВЗ продолжающий класс (Pre-Intermediate).

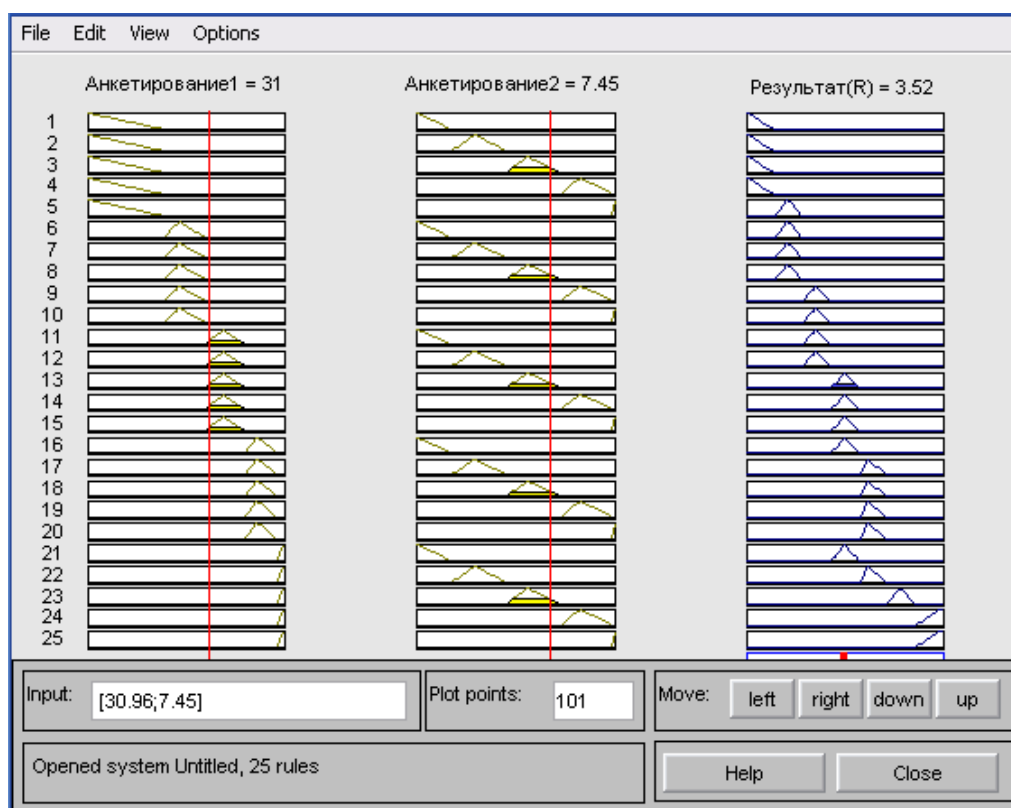


Рисунок 4.6 – Графический интерфейс редактора правил после задания базы правил для данной системы нечеткого вывода

Полученные данные записываются в БД. Изучив определенный курс по выбранному уровню, ЛОВЗ проходят тестирование, по результатам которого проводится анализ обучения, т.е. прогнозирование результатов обучения с использованием нейро-нечеткой сети.

4.4 Прогнозирование результатов обучения на основе нейро-нечеткой сети

Актуально применение новых инструментов прогнозирования в современном образовательном процессе на основе подходов искусственного интеллекта [227]. Нейро-нечеткие сети являются одним из подходов ИИ, которые предложены Ж. С. Р.Чангом. Они объединяют в себе достоинства нейронных сетей и классической нечёткой логики [228] и являются универсальными аппроксиматорами (приближенное решение сложной функции с помощью более простых) с правилами «ЕСЛИ-ТО». Нейро-нечеткие сети имеют два типа:

- лингвистическое нечёткое моделирование, которое интерпретируется в модели Мамдани;

- точное нечёткое моделирование, которое ориентировано на точность в модели Такаги-Сугено-Канга (ТСК).

Преимущество нейро-нечётких систем включает в себя две противоречивые необходимости нечёткого моделирования: интерпретируемость и точность. В MATLAB имеется редактор ANFIS, который позволяет создавать или загружать конкретную модель адаптивной системы нейро-нечеткого вывода, выполнять ее обучение, визуализировать ее структуру, изменять и настраивать ее параметры и использовать настроенную сеть для получения результатов нечеткого вывода.

Рассмотрим следующий пример решения задачи прогнозирования результата обучения с помощью ННС. Берем результаты тестирования по выбранной дисциплине обучающегося. На рисунке 4.7 показано главное окно после загрузки данных и задания параметров обучения гибридной сети. Каждой строке данных соответствует отдельная точка графика, которая для обучающих данных изображена кружком. Порядковый номер (индекс) отдельной строки показан на горизонтальной оси и на вертикальной оси отражены значения выходной переменной.

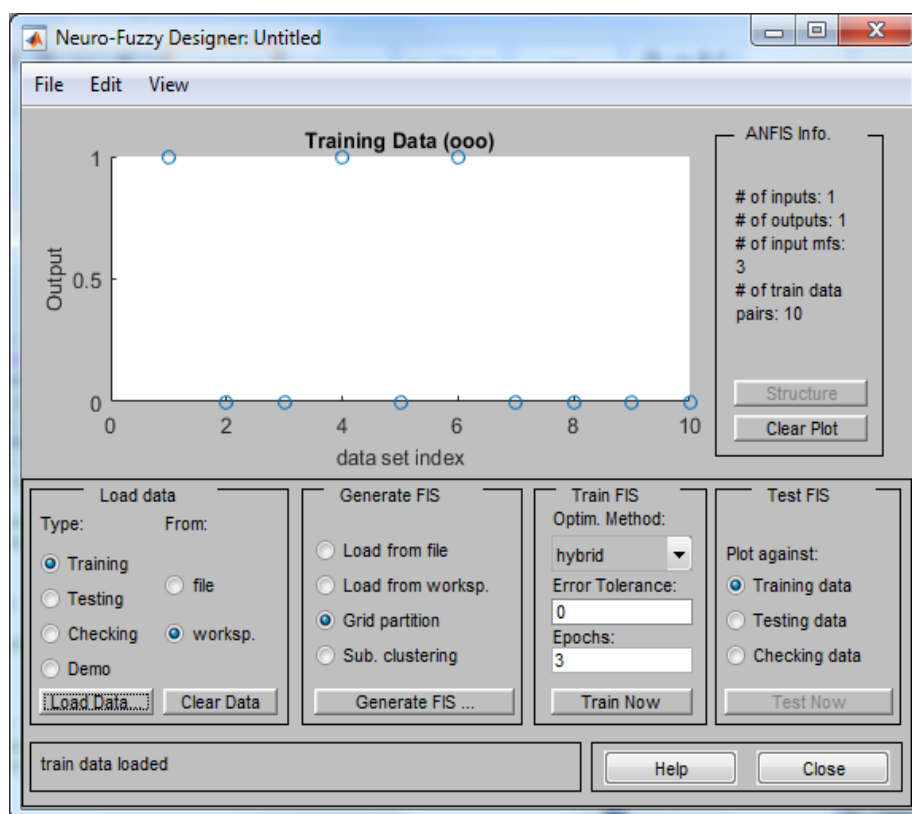


Рисунок 4.7 – Anfis Editor после загрузки данных

Далее генерируются структуры системы нечеткого вывода для создания гибридной сети (рисунок 4.8).

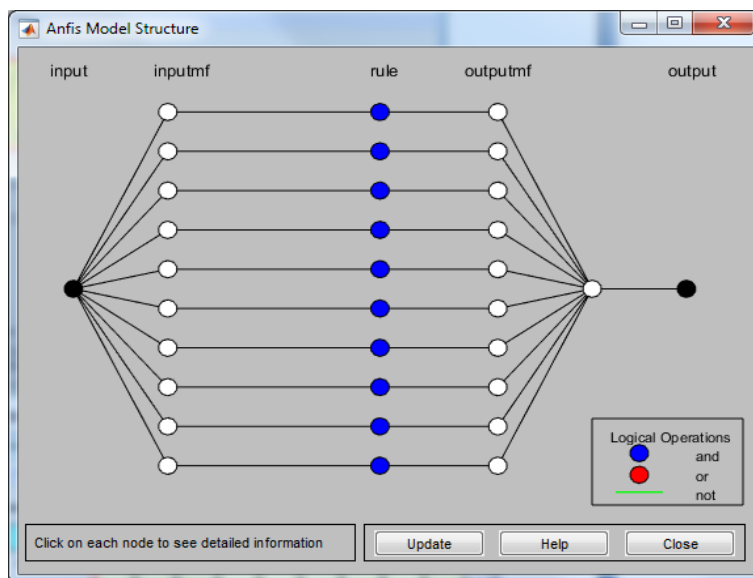


Рисунок 4.8 – Архитектура гибридной сети

Предложенная на рисунке 4.8 сеть представляет собой модель с использованием нейро-нечетких алгоритмов. В дальнейшем ее можно использовать для расчета выходных переменных при любых изменениях входных. Затем выбирается метод обучения [229] (метод оптимизации, количество эпох обучения и допустимая ошибка) гибридной сети (рисунок 4.9).

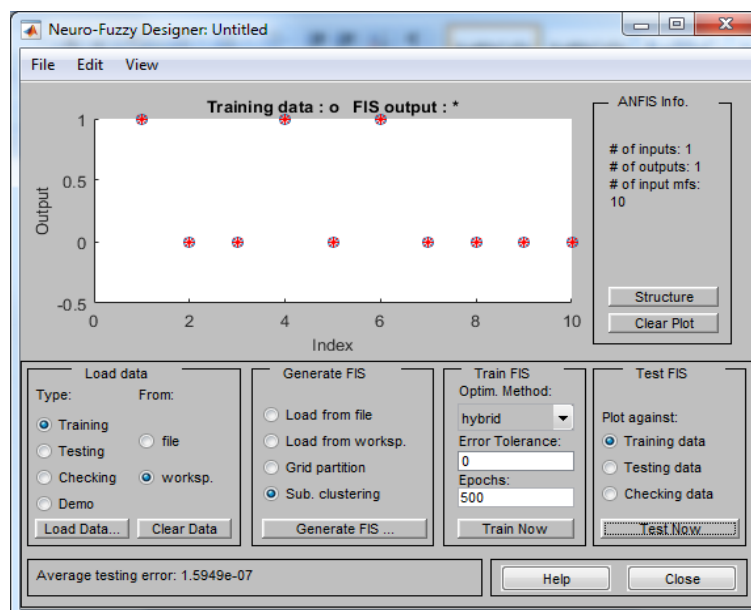


Рисунок 4.9 – Графический интерфейс редактора, после задания параметров обучения гибридной сети

После завершения обучения сети (рисунок 4.10) можно протестировать, загрузить проверочные данные или просмотреть и задать любые допустимые значения в FIS редакторе Rule Viewer (рисунок 4.11).

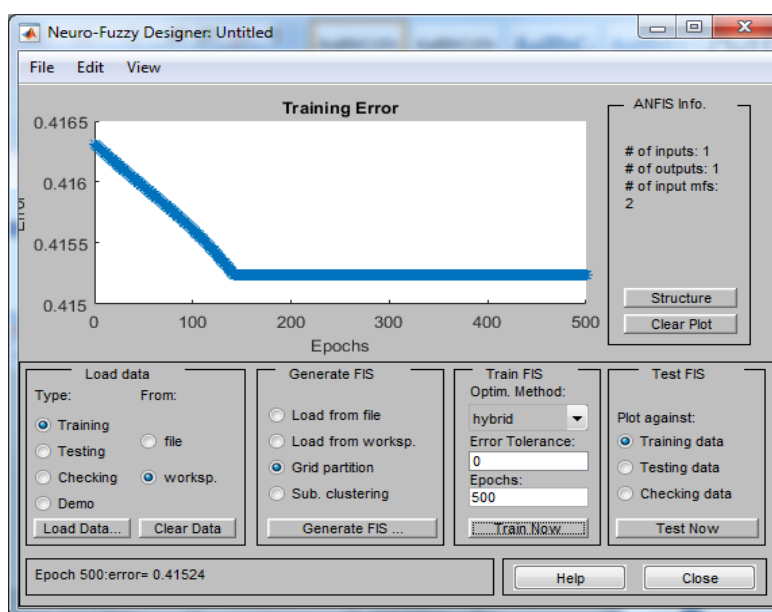


Рисунок 4.7 – Нейро-нечеткая сеть обучена

Если $x \geq 15$, то предлагается «дальнейшее обучение», если $x < 15$, то «переобучение курса», если $x = \overline{18,20}$, то система направляет на «завершение курса». В данном случае (рисунок 4.11) ЛОВЗ предлагается «переобучение курса».

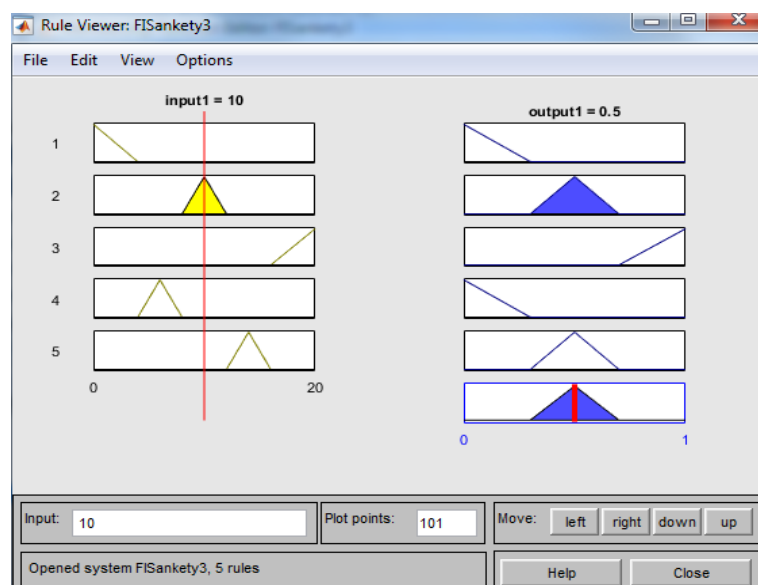


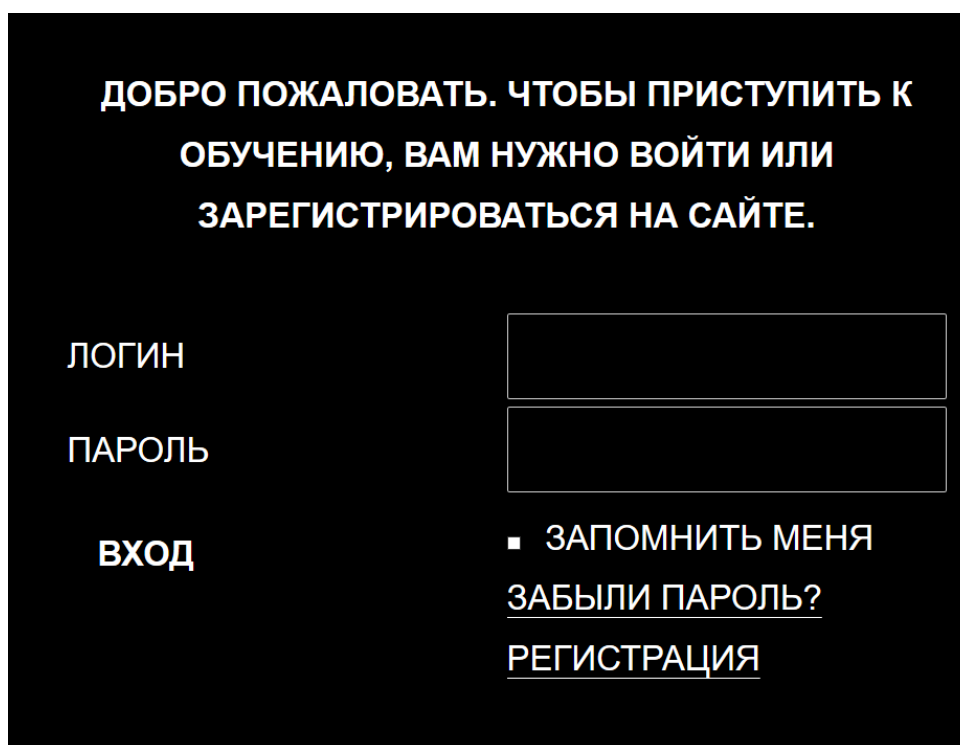
Рисунок 4.11 – Нейро-нечеткая модель прогнозирования результатов обучения

Объединение возможностей нейронных сетей и нечеткой логики [227] является наиболее перспективным подходом в организации различных интеллектуальных систем.

4.5 Программная реализация интеллектуальной системы дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения

Программное обеспечение DLSPIV (<http://dlspiv.kz/>) для дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения разработано с использованием web- платформы, имеет сетевую инфраструктуру, основанную на движке WordPress, в которой используется технология управления файловыми данными и имеет дополнительные программные плагины для расширения функциональности. Исходный код движка WordPress открыт для изменения и базируется на языках php, html и java-script, что позволяет гибко подстроить его под поставленные задачи.

Обучающийся, который хочет пройти обучение, впервые попадая в графическую систему ПО проходит регистрацию, в которой он указывает свои персональные и контактные данные, нужные для идентификации его в ПО (рисунок 4.12).

A screenshot of a registration interface with a black background and white text. At the top, a welcome message in Russian asks the user to log in or register. Below this are input fields for 'ЛОГИН' (Login) and 'ПАРОЛЬ' (Password). A 'ВХОД' (Login) button is positioned to the left of a checkbox labeled 'ЗАПОМНИТЬ МЕНЯ' (Remember me). To the right of the checkbox are two underlined links: 'ЗАБЫЛИ ПАРОЛЬ?' (Forgot password?) and 'РЕГИСТРАЦИЯ' (Registration).

**ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ. ЧТОБЫ ПРИСТУПИТЬ К
ОБУЧЕНИЮ, ВАМ НУЖНО ВОЙТИ ИЛИ
ЗАРЕГИСТРИРОВАТЬСЯ НА САЙТЕ.**

ЛОГИН

ПАРОЛЬ

ВХОД ☐ **ЗАПОМНИТЬ МЕНЯ**
[ЗАБЫЛИ ПАРОЛЬ?](#)
[РЕГИСТРАЦИЯ](#)

Рисунок 4.12 – Интерфейс регистрации

Обучающемуся присваивается определенный идентификационный номер, к которому в дальнейшем будут привязываться дополнительные параметры. После регистрации ему предлагается пройти анкетирование, в котором он отвечает на ряд вопросов, необходимых для построения модели обучения, связанной с его особенностями зрения. Второе анкетирование, которое он проходит сразу после первого, направлено на выяснение уровня его знаний, по результатам которого контролирующий блок определяет с какого уровня ему стоит начинать обучение по выбранной дисциплине (рисунок 4.13).



**СПАСИБО, ВАШ УРОВЕНЬ ОБУЧЕНИЯ -
НАЧИНАЮЩИЙ.**

НАЧАТЬ ОБУЧЕНИЕ

**ДОБРО
ПОЖАЛОВАТЬ
TEST1**

Рисунок 4.13 – Страница определения уровня обучения ЛОВЗ

Логика обучения ПО строится на структурированной поэтапной подаче информации обучающимся. Этапы состоят из определенных дисциплин, которые открываются в зависимости от его уровня знаний. Уровень знаний обучающегося определяется контролирующим блоком, состоящим из ряда анкетирования и тестов.

Результаты анкетирования хранятся в базе данных SQL (Structured Query Language - язык структурированных запросов [230], который дает возможность создавать и работать в реляционных базах данных, а также является набором связанной информации, сохраняемой в таблицах) и в будущем может меняться и дополняться. Здесь создается база информативных признаков ЛОВЗ (рисунок 4.14). В базе данных хранятся не только результаты анкетирования, но и результаты теста и вся информация о ЛОВЗ. Благодаря этому, пользователь при повторном обращении к системе ДО распознается интеллектуальным блоком, который подгружает информацию о нем из базы данных.

№	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	Pn
1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	6	2	2	5	43	4
2	3	3	2	3	3	2	3	2	1	3	2	1	2	2	3	1	21	6	1	2	5	45	4
3	2	2	2	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	2	2	2	21	6	2	2	4	45	1
4	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	24	7	3	2	6	62	4
5	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	24	7	3	3	6	63	4
6	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	7	3	3	6	62	1
7	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	1	3	2	2	22	6	2	1	5	47	4
8	2	2	2	1	3	3	2	2	1	3	2	2	3	2	2	3	12	7	2	2	6	49	4
9	2	2	2	1	3	3	2	2	1	3	2	2	3	2	2	3	12	7	2	3	6	50	4
10	1	1	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	1	2	3	66	7	2	2	6	49	4
11	2	2	3	2	3	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	3	34	5	1	2	4	41	4
12	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	22	5	2	1	6	41	4
13	3	3	1	1	2	3	3	1	2	1	1	2	2	2	3	2	22	5	3	1	6	42	4
14	1	1	1	1	2	3	3	1	2	1	1	2	2	2	3	2	22	5	3	1	6	42	4
15	1	1	1	1	2	3	3	1	2	1	1	2	2	2	3	2	22	5	3	1	4	40	4
16	2	2	2	1	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	25	5	3	2	6	51	3
17	3	3	2	1	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	25	5	3	2	5	50	3
...	1	1	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	24	3	3	2	5	52	3
m	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2	24	6	3	2	5	52	3

Рисунок 4.14 - База информативных признаков ЛОВЗ

Ниже представлен фрагмент из БД результаты теста по дисциплине (рисунок 4.15).

№	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	...	Bn
1	1	1	1	5	4	1	1	5	4	1	...	1
2	2	2	3	11	4	2	2	11	4	2	...	2
3	3	3	3	15	4	3	3	15	4	3	...	3
4	1	1	1	5	4	1	1	5	4	1	...	1
5	2	3	1	10	4	3	2	10	4	3	...	2
6	2	3	3	14	4	3	2	14	4	3	...	2
7	3	3	3	14	4	3	3	14	4	3	...	3
8	1	2	2	8	4	2	1	8	4	2	...	1
9	3	2	2	13	3	2	3	13	3	2	...	3
10	1	3	1	10	3	3	1	10	3	3	...	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m

Рисунок 4.15 – Результаты теста по дисциплине из базы данных SQL

Далее приведен фрагмент из базы данных «Информация о ЛОВЗ» (рисунок 4.16).

	ID	user_login	user_pass	user_nickname	user_email	user_url	user_registered	user_activation	user_status	display_name
Изменить Копировать Удалить	1	dlspiv	\$P\$B8mqC	dlspiv	Adlet47@gmail.com		2016-04-20 03:34:30	1464577878:\$P\$	0	dlspiv
Изменить Копировать Удалить	3	Assem	\$P\$BztnOrv	assem	a_sh_s83_83@mail.ru		2016-04-27 03:14:49	1461726981:\$P\$	0	Assem
Изменить Копировать Удалить	4	Test1	\$P\$BHPQX	test1	Adlet47@mail.ru		2016-04-27 04:48:50		0	Test1
Изменить Копировать Удалить	5	dlspiv2	\$P\$BqxQSE	dlspiv2	gamecongrtest@mail.ru		2016-04-27 05:36:23		0	dlspiv2
Изменить Копировать Удалить	6	StudentAlexey	\$P\$Bwvsw	studentalexey	Alex@mail.ru		2016-10-24 03:49:29	1477280969:\$P\$	0	Алексей Иванов
Изменить Копировать Удалить	7	StudentNurbol	\$P\$BMWO	studentnurbol	Nurbol@mail.ru		2016-10-24 03:51:09	1477281070:\$P\$	0	Нурбол Кадыржанов
Изменить Копировать Удалить	8	StudentIvan	\$P\$B0Fa8Z	studentivan	Ivan@mail.ru		2016-10-24 03:52:06	1477281126:\$P\$	0	Иван Петров
Изменить Копировать Удалить	9	StudentErasyil	\$P\$BUeWo	studenterasyil	Erasyil@mail.ru		2016-10-24 03:54:22	1477281262:\$P\$	0	Ерасыл Макатов

Рисунок 4.16 – Фрагмент из базы данных «Информация о ЛОВЗ»

Когда обучающийся закончит обучение по выбранной им дисциплине, он может проверить свои знания и пройти тест, по результатам которого интеллектуальный блок прогнозирует результаты обучения на основе подходов искусственного интеллекта (рисунок 4.17).

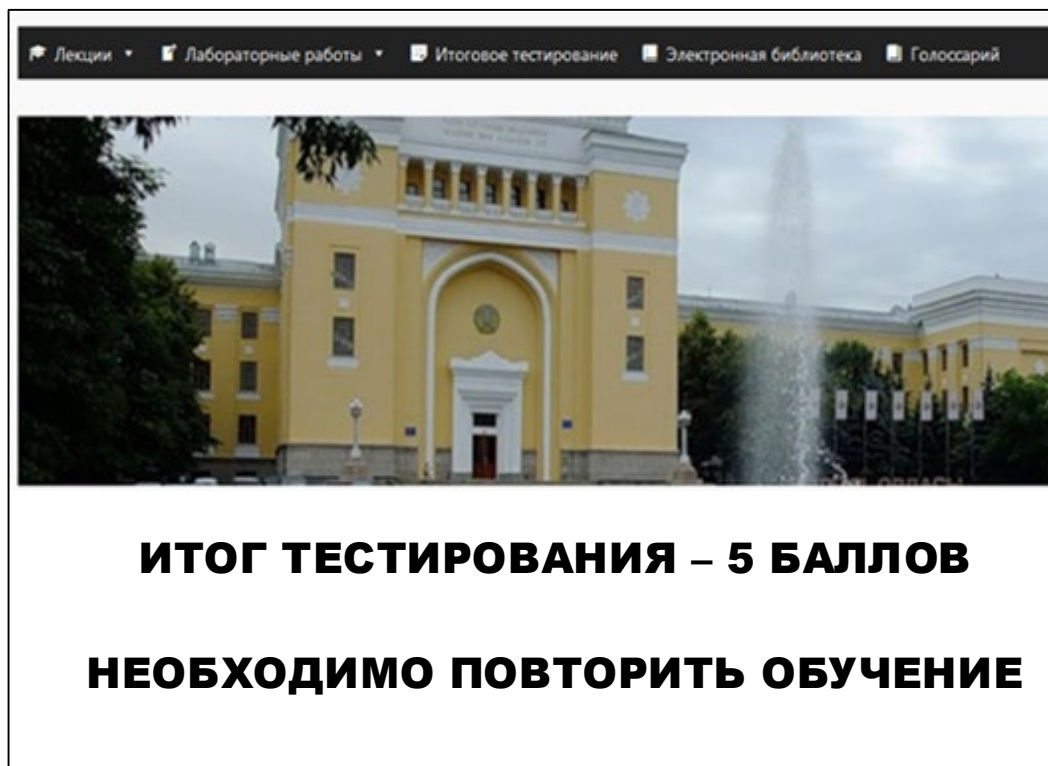


Рисунок 4.17 – Окно «Прогнозирование результатов обучения»

Дополнительные функции ПО, направленные на улучшение восприятия информации слабовидящими, реализованы в информационном блоке. Функции изменяются в зависимости от модели построения обучения. Предлагается наилучшее расположение информации на экране. Также доступна функция изменения текста и цвета фона, которая позволяет подбирать размеры шрифта, применять различные цветовые решения, а также убирать все графические объекты в зависимости от нарушения зрения. Еще одной функцией ПО является озвучивание текста. Оно позволяет обучающимся прослушивать большие объемы материалов, не напрягая зрение. Для лиц с частичной потерей зрения это является необходимым инструментом, так как возрастает нагрузка на слуховой аппарат.

В информационный блок ПО включены дополнительные возможности такие как (рисунок 4.18): общий чат, поиск по ключевым словам и подсчет статистики посещений за сутки.

Общий чат дает возможность обучающимся переписываться между собой в реальном времени, для того чтобы обсудить возникшие вопросы и проблемы по дисциплине. Поиск по ключевым словам позволяет быстро находить нужную информацию, а статистика за сутки наглядно демонстрирует в виде графика количество обучающихся воспользовавшиеся системой в течении дня.

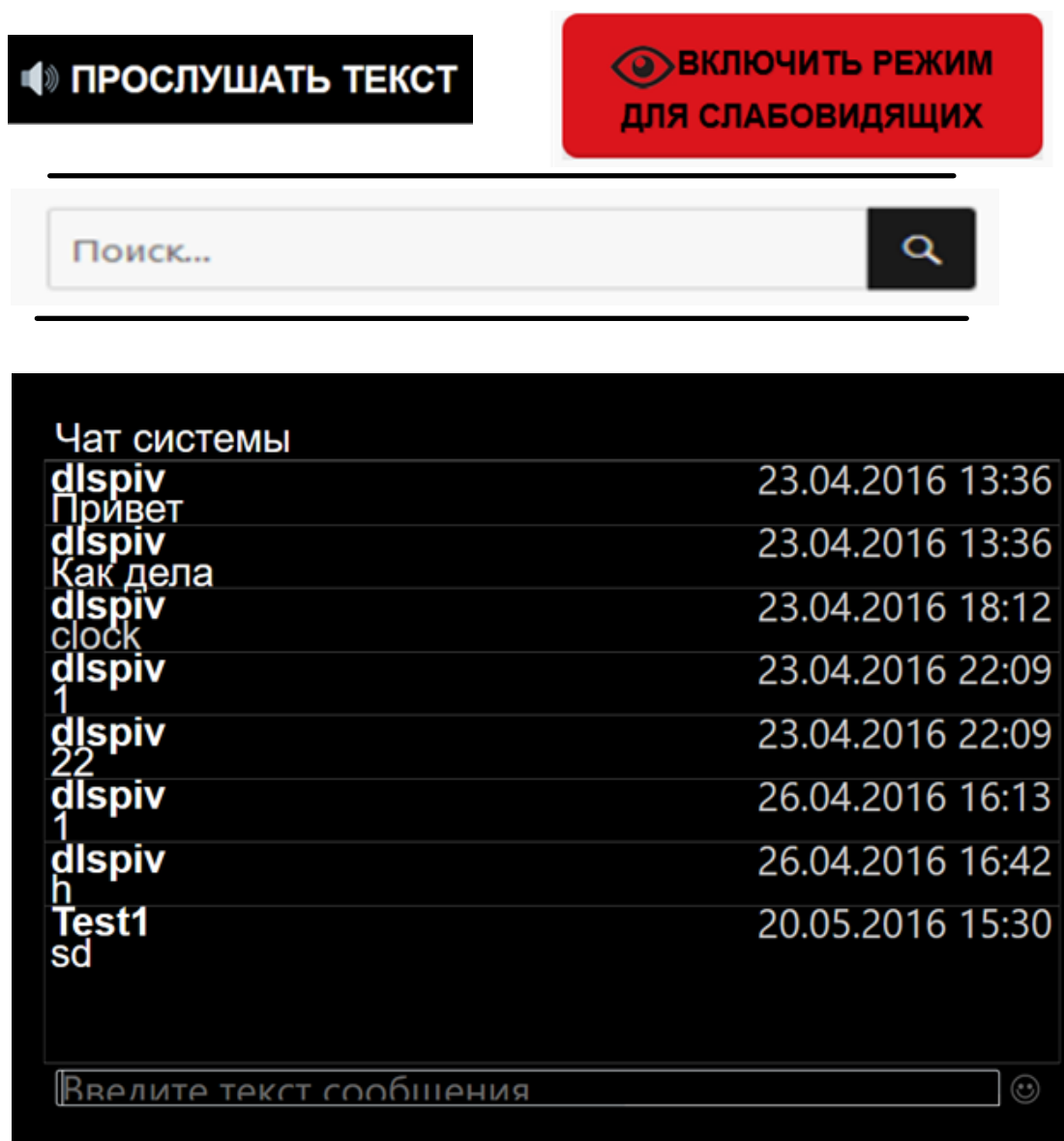


Рисунок 4.18 – Окно дополнительных возможностей ПО

Обучающий блок создан на основе стандартного шаблона Wordpress, к которому добавлялись дополнительные графические и медиаэлементы. Контролирующий и интеллектуальный блоки создавались путем внедрения сторонних плагинов, а также частичной php вёрсткой с включением javascript функционала.

В качестве примера ДО ЛОВЗ в ЛКП представлен учебный материал по дисциплине «Проектирование информационных систем» для ДО ЛОВЗ.

Выводы по четвертому разделу

Основные результаты, полученные в данном разделе:

- осуществлена обработка многомерных данных и выделение информативных признаков ЛОВЗ с помощью статистического метода факторного анализа на основе главных компонент для построения модели обучающегося ЛОВЗ;
- приведен пример выделение информативных признаков ЛОВЗ с учетом индивидуальных особенностей в статистическом пакете прикладных программ SPSS;
- разработан алгоритм (реализованный в MATLAB) построения модели обучения ЛОВЗ на основе нечеткой логики адаптированной к модели обучающегося;
- сформированы правила нечеткой логики для определения уровня обучения ЛОВЗ;
- результаты обучения ЛОВЗ прогнозируются в MATLAB на основе нейро-нечеткой сети и осуществляется оперативная корректировка процесса обучения;
- разработано специальное ПО (<http://dlspiv.kz/>) для реализации интеллектуальной системы дистанционного обучения ЛОВЗ, которое позволяет получить качественное инженерное образование ЛОВЗ и имеет ряд достоинств: система имеет простой и удобный интерфейс, который создает доступную среду восприятия информации с экрана монитора и обучение людей с ограниченными возможностями зрения по индивидуальной траектории, обеспечивающей наилучшее усвоение учебного материала; модульный принцип построения ПО позволяет расширять возможности функционирования системы; имеется возможность интегрирования в MOODLE; возможность доступа ЛОВЗ к лаборатории коллективного пользования; выполнение лабораторных и практических работ в реальном масштабе времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана интеллектуальная информационная технология дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения с применением системного подхода к построению интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения на основе методов ИИ, онтологического, когнитивного и статистического подходов.

В работе получены следующие основные результаты:

- Разработаны структура, алгоритмы функционирования и комбинированная OWL модель ИИСДО для ЛОВЗ в редакторе онтологий Protégé, которая включает в себя ОМ обучающегося ЛОВЗ, обучения и лаборатории коллективного пользования.

- На основе когнитивного подхода выявлены физиологические, интеллектуальные и психофизиологические особенности восприятия и осознания информации ЛОВЗ и построена база данных индивидуальных признаков обучающихся с дефектом зрения. Учтены подача и расположения информации на экране монитора ЛОВЗ. Определены предпочтительные области расположения информации на экране при различных дефектах зрения (миопия, гиперметропия) и при остаточном зрении. Имеется возможность выбора цветовых схем, предпочтительных для людей с различными глазными дефектами.

- Осуществлена обработка многомерных данных и выделение информативных признаков ЛОВЗ на основе статистического подхода (факторный анализ). Построена модель обучения, адаптированная к модели обучающегося на основе нечеткой логики. Прогнозирование результатов обучения выполняется с использованием нейро-нечеткой сети.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Романова С. М. Система дистанционного обучения как средство информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2013. – Т. 4. – С. 271–275.
- 2 Девтерова З.Р. Предпосылки развития дистанционного обучения // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов <http://jurnal.org/articles/2010/ped26.html>. 10.01.14.
- 3 Губанова А.А., Кольга В.В. Дидактические принципы и особенности электронного обучения // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 15-18.
- 4 Андреев В.Н., Антонова О.Н., Валуева С.А., Овчинникова Г.В., Филимонова О.С. Дистанционное образование детей-инвалидов: Зарубежный опыт: учеб.пособие / Изд.-во Тул.гос.пед.ун-та им. Л.Н.Толстого, 2010. – 57 с.
- 5 Петькова Ю.Р. История развития дистанционного образования. положительные и отрицательные стороны МООС // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 3. – С. 199-204;
- 6 Пьянников М.М. К вопросу об истории дистанционного образования // Ученые записки Забайкальск. Гос. ун.-та. - 2011. - № 5. – С. 119-124.
- 7 Белоножко М.Л., Абрамовский А.Л. Развитие дистанционного высшего образования в мире на современном этапе // Вестник Челябинского государственного университета. - 2014. - № 24 (353). - С. 88-90.
- 8 Кучепатова Л.Г., Хазраткулова А.В. Развитие дистанционного образования в высшей школе // Вестник Ульяновского государственного технического университета. - 2011. - № 2 (54). - С. 4-8.
- 9 Демерле Е. Б., Турнаев В. А. Дистанционное обучение как одна из технологий современной образовательной системы «Электронное образование: перспективы использования Smart-технологий» // Матер. III Междунар. науч.-практ. видеоконф. – Тюмень, 2015. – С. 49-51.
- 10 Донцу Т.Г., Галимов А.Ф., Зенченко Е.В. Зарубежный опыт развития дистанционных технологий // Матер. III Междунар. науч.-практ. видеоконф. – Тюмень, 2015. – С. 51-53.
- 11 Бубякина Д. Инклюзивное образование: проблемы, поиски, решение // Матер. науч.-практ. конф. «Инклюзивное образование: проблемы, поиски, решения». – 2011. – С. 13.
- 12 Ардзинба В. А. Инклюзивное образование инвалидов в Соединенных Штатах Америки // Электронный журнал «Психологическая наука и образование». – 2010. – №5. <http://psyedu.ru>. 2.07.2015.
- 13 Ратнер Ф.Л., Юсупова А.Ю. Интегрированное обучение детей с ограниченными возможностями в обществе здоровых детей : уч. пособие / - М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2006. – 89 с.
- 14 Коневская Е.В. Модель инклюзивного образования незрячих (на примере обучения английскому языку) для Республики Коми // Матер. VI Междунар.

студенческой электронной науч. конф. «Студенческий научный форум». – 2014. – С. 32-51.

15 Burke L.A., Friedl J., Rigler M. The 2008 Amendments to the Americans with Disabilities Act: Implications for Student Affairs Practitioners // Journal of Student Affairs Research and Practice. - 2010. - №47(1). – С. 63-77.

16 Анализ зарубежного опыта обучения студентов инвалидов, в том числе на основе дистанционных образовательных технологий // http://umcvpo.ru/experience#1_2. 26.06.2015.

17 Shwartzman N. The state of special education in Korea // <https://asiancorrespondent.com/2007/10/the-state-of-special-education-in-korea>. 27.06.2015.

18 Кошкина Е.Н. SWOT-анализ применения дистанционного обучения в России // Вестник Международного института экономики и права. – 2013. - № 4(13). – С. 27-31.

19 Соколова М.В. Дистанционное образование в высшей школе Беларуси в контексте общества знания: проблемы и перспективы задач: уч.пособие / - Вильнюс : ЕГУ, 2013. - 330 с

20 Авцинова Г.И., Фурцов С.А. Международный и российский опыт интеграции в общество людей с инвалидностью // Ученые записки. РГСУ. - 2009. - № 2. - С. 116-124.

21 Don McIntosh. Vendors of Learning Management and E-learning Products // Trimeritus eLearning Solutions Inc. - 2013. – С. 61-63.

22 Сакаева А.Н. Шкутина Л.А., Фенина О.В. Дистанционное обучение как средство повышения эффективности учебного процесса // Матер. VII міжнар. наук.-метод. конф. «Теорія і практика впровадження інноваційних технологій». – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – Ч.3. – С. 9-10.

23 Мовчан И.Н. Некоторые аспекты использования современных технологий дистанционного обучения в ВУЗе // Perspective innovations in science, education, production and transport. – 2013. – С. 54-59.

24 Uskov V.L., Bakken J.P., Pandey A. The ontology of next generation smart classrooms // Smart Education and Smart e - Learning. - Springer Intern. Publishing Switzerland, 2015. – Vol. 41. – P. 3 -15.

25 Полат Е.С. Понятийный аппарат дистанционного обучения // <http://www.ciospbappo.narod.ru/predm/gloss/Polat.htm>. 14.05.2015.

26 Мельник А. В., Жувагина Т. Б. Определение и возможности дистанционного образования // Матер. III Міжнар. наук. інтернет-конф. «Інновації та традиції в сучасній науковій думці». – 2007. – С. 124-129.

27 Leslie Moller, Don Robison, Jason B. Huett Unconstrained Learning: Principles for the Next Generation of Distance Education // The Next Generation of Distance Education. – 2012. – P. 1-19.

28 Glotova T., Deev M., Krevskiy I., Matukin S., Mkrttchian V., Sheremeteva E. Individualized Learning Trajectories Using Distance Education Technologies // Creativity in Intelligent, Technologies and Data Science. – 2015. – Vol. 535. – P. 778-792.

- 29 Джусубалиева Д.М. Формирование информационной культуры студентов в условиях дистанционного обучения. - Алматы: Ғылым, 1997. – 222с.
- 30 Мутанов Г.М., Шакаримова А.Б., Криулько Н.С., Хегай О.М. Дистанционное обучение (опыт реализации в ВКГТУ). - Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2006. – 106 с.
- 31 Шарипбаев А.А., Барлыбаев А.Б. Методология смарт-образования как новая форма образовательной услуги // Вестник КазНТУ. – 2015. - №5. – С. 320-326.
- 32 Адамов А.А., Жузбаев С.С., Абишева Ж.М. Состояния и перспективы развития дистанционного образования в РК и интеграция его в инновационные системы // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2012. - №6. – С. 58-62.
- 33 Жузбаев С.С. Инновационные технологии обучения в вузе // Журнал «Информационные технологии в высшем образовании», КазНУ им. Аль-Фараби. – 2008. - Т.5. - №1-2. - С.7-9.
- 34 Рулиене Л.Н. Высокие технологии в информационно-образовательном процессе университета // Образовательные технологии и общество. - № 3. – Т.15. – 2012. – С. 377-391.
- 35 Штерензон В.А., Штерензон В.А. Психологические особенности студентов дистанционного обучения // Современные научные исследования и инновации. - 2014. - № 2. <http://web.snauka.ru/issues/2014/02/31330>. 31.03.2016.
- 36 Шараторова Г., Михайлов А. Подвести к воде и заставить напиться: мотивация в дистанционном обучении // <http://www.e-executive.ru/knowledge/announcement/1070148/index.php?page=0>. 27.10.2014.
- 37 Данилов О. Е., Поздеева О. Г. Особенности дистанционного обучения // Матер. V междунар. науч. конф. «Проблемы и перспективы развития образования» - Пермь: Меркурий, 2014. - С. 34-37.
- 38 Лебедева М.Б. Дистанционные образовательные технологии: проектирование и реализация учебных курсов: уч.пособие / Под общ. ред. М. Б. Лебедевой. – Изд. Спб.: БХВ - Петербург, 2010. - 336 с.
- 39 Айсмонтас Б.Б. Опыт разработки и апробации модели учебно-методического центра дистанционного обучения студентов с инвалидностью и ОВЗ // Матер. IX Всеросс. Науч.-практ. конф. «Научно-образовательная информационная среда XXI века». – Петрозаводск, 2015. - С. 6-12.
- 40 Kondrakova E. V. Socio-economic aspects of distance learning students with disabilities // Siberian pedagogical journal. - 2014. - № 3. - P. 99-104.
- 41 Morten Tollefsen, Magne Lunde. ECDL for Visually Impaired Persons: Learning Materials, Individual Training, and Distance Education // Computers Helping People with Special Needs. - 2002. - Vol. 2398. - P. 715-722.
- 42 Różewski P., Kusztina E., Tadeusiewicz R., Zaikin O. Intelligent Open Learning Systems // System Approach to Information Open Learning System Design. – 2011. - Vol. 22. – P. 75-94.
- 43 Гагарин А.В. Дистанционное образование детей с ограниченными возможностями // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Новые информационные технологии в образовании» НИТО-2012. - 2012. - С. 36-40.

44 Новрузова Н. А. Использование компьютерных технологий для дистанционного обучения детей с ограниченными возможностями // <http://festival.1september.ru/articles/621984/>. 20.08.2015.

45 Белобородова Н.С., Пихтовников С.В., Ханипова Л.Ю. Развитие дистанционных технологий обучения как одно из условий преодоления барьеров социализации детей с ограниченными возможностями здоровья // Мир Науки, Культуры, Образования. - 2014. - № 3 (46). - С. 50-51.

46 Коростелева Н. А. Актуальность внедрения технологии интегрированного (инклюзивного) обучения в высшие учебные заведения Республики Казахстан // Матер. II Междунар. науч. конф. «Педагогическое мастерство». - М.:Буки-Веди, 2012. - С. 207-210.

47 Гагарин А.В. Дистанционное образование детей с ограниченными возможностями // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Новые информационные технологии в образовании» НИТО-2012. – 2012. – С. 36-40.

48 Heidi Schelhowe, Saeed Zare. Intelligent Mobile Interaction: A Learning System for Mentally Disabled People (IMLIS) // Universal Access in Human-Computer Interaction. Addressing Diversity Lecture Notes in Computer Science. – 2009. - Vol. 14. - P. 412 - 421.

49 Julie M. David, Kannan Balakrishnan. Performance Improvement of Fuzzy and Neuro Fuzzy Systems: Prediction of Learning Disabilities in School-age Children // International Journal Intelligent Systems and Applications. – 2013. - № 12. - P. 34 - 52.

50 Azeta A. A., Ayo C. K., Atayero A. A., Ikhu-Omoregbe N. A. A Case-Based Reasoning Approach for Speech-Enabled e-Learning System // Proc. of the II Intern.Conf. on Adaptive Science & Technology. - 2009. - P. 211-217.

51 Senthamarai R., Khana V. An Efficient Method For Intelligence In E-Learning For Visually Impaired Persons //International Journal of Advanced Research. - 2013. - Vol. 1. - P. 757-767.

52 Кучинский В. Ф. Дистанционное обучение детей с ограниченными возможностями здоровья по зрению // Матер. XXV Междунар. конф. «Применение новых технологий в образовании». «ИТО-Троицк-2014». – Троицк, 2014. - С. 15-18.

53 Ахметова Л. В. Когнитивная сфера личности – психологическая основа обучения // Вестник ТГПУ. - 2009. - № 9 (87). – С. 108 - 115.

54 Котова, Е.Е. Разработка адаптивной дистанционной среды обучения с учетом индивидуальных когнитивных особенностей пользователя // Известия ЮФУ. Технические науки. - 2008. – С. 89 - 92.

55 Нагорнова А.Ю., Нагорнов Ю.С., Кирюхина Д.В., Абалакова О.В., Ли М.Г., Мустафина О.А., Тузова Е.М. Характеристика когнитивной технологии обучения студентов технических специальностей // <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7645>. 05.01.2016.

56 Lisitsyna, L.S., Lyamin A.V., Bystritsky A.S., Martynikhin L.A. Support problem for cognitive functions in the e-learning: Scientific and technical journal of Information technologies.– 2014. - №6 (94). – P. 177- 184.

- 57 Фельдштейн Д.И. Закономерности развития деятельности как основа развития личности // Психология развития. – 2006. – С. 48-56.
- 58 Горкальцева Е.Н. Когнитивность в современном образовании // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. - Т.14. - № 2-5. - С. 1134-1137.
- 59 Ковина Т.П. Когнитивный подход в обучении // Матер. 77-й Междунар. науч.-тех. конф. «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров». – 2012. – С. 299-301.
- 60 Бершадский М.Е. Когнитивная образовательная технология: построение когнитивной модели учащегося и ее использование для проектирования учебного процесса // Школьные технологии. – 2005. - № 5 - С.73 – 83.
- 61 <http://speech-soft.ru/prog-for-blind>. 05.09.2015.
- 62 <http://ru.nvda-community.org/>. 14.09.2015.
- 63 http://www.tibsev.org/help/Virgo4_2010.pdf. 27.09.2015.
- 64 <http://www.windoweyesforoffice.com/>. 03.10.2015.
- 65 <http://windows.microsoft.com>. 12.10.2015.
- 66 <http://www.freedomscientific.com/>. 14.10.2015.
- 67 Балашова И.Ю. Построение и исследование предметной онтологии электронного обучения // Программные продукты и системы. – 2014. - № 3. – С. 26-32.
- 68 Мердок М., Мюллер Т. Взрыв обучения // Открытое и дистанционное образование. - 2012. - №2. - С. 48-52.
- 69 Юн С.Г. Программные платформы электронного обучения // Электронное обучение в традиционном университете. - 2010. – С. 134-137.
- 70 Филатова З.М. Технология создания электронного учебного комплекса в системе дистанционного обучения «Прометей». - 2011. - № 23. - С. 235-239.
- 71 Воронцов А. Примеры автоматизированных систем обучения (обучающих систем) // Энциклопедия знаний. – 2011. – С. 21-23.
- 72 Просветов А.В. Системы дистанционного обучения: опыт внедрения // Научные исследования в образовании. – 2010. - № 7. – С. 37-42.
- 73 Don McIntosh. Vendors of Learning Management and E-learning Products // Trimeritus eLearning Solutions Inc. - 2013. – С. 61-63.
- 74 Задёра М.И. Использование программы eFront при организации образовательного процесса // Информатика и образование. – 2012. - № 2. – С. 36-39.
- 75 Духнич Ю. Критерии выбора системы дистанционного обучения. – М., 2011. – Т. 5. – 16 с.
- 76 Воронкин А. С. Организация дистанционного обучения в сетевом сообществе // Образовательные технологии и общество. – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 627-646.
- 77 Ступин А.А., Ступина Е.Е. Электронное обучение (E-Learning) – проблемы и перспективы исследований // Дистанционное и виртуальное обучение. - 2012. - № 1. - С. 38-49.

- 78 Darío Liberona, Darcy Fuenzalida Use of Moodle Platforms in Higher Education: A Chilean Case // Learning Technology for Education in Cloud. – 2014. - Vol. 446. – P. 124-134.
- 79 Jekaterina Bierne. Actualizing Moodle Interactive Tools Usage within Distance Learning: Need for Multilevel Approach // International Journal of Information and Education Technology. - 2013. - Vol. 3. - № 1. - P. 44-47.
- 80 Donovan R. Walling. Do You Moodle? // Designing Learning for Tablet Classrooms. - 2014. - P. 119-125.
- 81 Есаян А.Н., Рейханова И.В. LMS Moodle – мировой лидер открытых платформ ДО. Анализ возможности работы с LMS Moodle на мобильных устройствах // Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в науке и образовании». – М., 2014. - С. 81-83.
- 82 Changrui Yu, Yan Luo. Term Consistency Checking of Ontology Model Based on Description Logics // Knowledge Science, Engineering and Management. – 2007. - Vol. 4798. - P 496-501.
- 83 Нгуен Д.Х., Кизим А.В., Камаев В.А. Применение онтологии для построения автоматизированных систем // Матер. XVII-ой междунар. конф. «Математика. Компьютер. Образование». – 2015. – С. 59.
- 84 Жыжырий Е.А., Щербак С.С. Применение web-онтологий в задачах дистанционного обучения // <http://shcherbak.net/dist/>. 16. 06. 2015.
- 85 Некрашевич С.П. Построение модели онтологии интеллектуальной системы мониторинга учебного процесса дистанционного образования // Штучний інтелект. - 2009. - № 2. - С. 124-129.
- 86 Lo W.-Sh. A Value-Adding Process Using the Ontological Engineering Approach for an e-Learning System Design // Proc. of the IIIth Intern. Conf. – Singapore, 2011. - P. 412-416.
- 87 Ужва А.Ю. Онтологические модели представления знаний для адаптивного поиска образовательных ресурсов алгоритмов рассуждений по прецедентам // Technical sciences. - 2013. - № 4. - С. 608-611.
- 88 Лутошкина Н.В., Мурашова Л.М. Систематизация мультимедийного контента электронного курса на основе онтологии предметной области // Современные проблемы науки и образования. - 2013. - № 6. – С. 21-29.
- 89 Свиридов В.И., Комков Д.В. Проблемы эффективного поиска с использованием онтологий // Матер. Междунар. молодежной научной школы в рамках фестиваля науки «Россия-ес.инженерия знаний и технологии семантического веб анализа». – 2012. - С. 47- 48.
- 90 Мартынов В.В., Рыков В.И., Филосова Е.И., Шаронова Ю.В. Применение методов и средств онтологического анализа для управления образовательной деятельностью // Вестник УГАТУ. – 2012. - № 3(48). – С. 230-234.
- 91 Балашова И.Ю. Построение и исследование предметной онтологии электронного обучения // Программные продукты и системы. – 2014. - № 3. – С. 26-31.

- 92 Niki Aggelopoulou, Christos Pierrakeas, Alexander Artikis, Dimitris Kalles. Ontological Modelling for Intelligent e-Learning. // Proc. 14th IEEE Intern. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT 2014). - Athens, Greece, 2014. – P. 25-27.
- 93 Давлетбаева А. Р. Модель обеспечения качества дистанционного обучения на основе онтологического подхода // Образовательные технологии и общество. – 2015. - № 2. - С. 397-408.
- 94 Кучер А.В., Сокол В.В., Лесная Н.С., Бочаров А.В. Архитектура системы построения индивидуальной траектории обучения, базирующейся на образовательном стандарте // Проблемы высшей школы. - 2010. - № 2 (38). - С. 472-476.
- 95 Razmerita L. An Ontology-Based Framework for Modeling User Behavior – A Case Study in Knowledge Management // Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 2011. - Vol. 41(4). - P. 772-783.
- 96 Ioannis Panagiotopoulos, Aikaterini Kalou, Christos Pierrakeas, Achilles Kameas An Ontology-Based Model for Student Representation in Intelligent Tutoring Systems for Distance Learning // Artificial Intelligence Applications and Innovations. – 2012. - Vol. 381. – P. 296-305.
- 97 Maxim Davidovsky, Vadim Ermolayev, Vyacheslav Tolok Agent-Based Implementation for the Discovery of Structural Difference in OWL-DL Ontologies // Information Systems: Methods, Models, and Applications. – 2013. - Vol. 137. - P 87-95.
- 98 Ioannis Panagiotopoulos, Aikaterini Kalou, Christos Pierrakeas, Achilles Kameas An Ontological Approach for Domain Knowledge Modeling and Management in E-Learning Systems // Artificial Intelligence Applications and Innovations. – 2015. - Vol. 9, № 2. - P. 95-104.
- 99 Панюшкина О. В., Королева Л. А., Подшивалова А. В., Шевчук К. О. Формализация описания проектируемых изделий на основе онтологического подхода // Фундаментальные исследования. – 2013. - № 10. – С. 3368-3372.
- 100 Рогальчук В.В., Хомоненко А.Д. Онтологии для реализации обратной трассировки при разработке и сопровождении программ // Программные продукты и системы. - 2009. - №4. -С. 11-14.
- 101 Tikhomirov V. The world on a way to smart education: new opportunities // Open education. – 2011. - № 3. – P. 22-28.
- 102 Dik V., Urintsov A., Dneprovskaya N., Pavlekovskaya I. Prospective of e-learning toolkit enhanced by ICT development. – 2014. – Vol. 4. – P. 152-156.
- 103 Sik Hong You. Smart Education System // The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication. – 2013. – Vol. 13. – P. 255-260.
- 104 Kim Jeong-Kyoun, Hye-RungCho. An influence of a Sense of Classroom Community and Social Presence on Learning Satisfaction in a Cyber Learning Setting // Journal of the Korea Academia- Industrial cooperation Society. – 2012. – Vol. 13. – P. 1256-1263.
- 105 Seong Hoon Kim. A Study on the Trend Analysis of Real-time Residential Water Consumption // Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. – 2012. – Vol. 13. – P. 3757-3763.

- 106 Meeyong Kim, Youngkwon Bae. Development of a Smart Education Model for Field Application of Smart Education // Journal of Korean Society for Internet Information. – 2012. – Vol.13. – P. 77-92.
- 107 Peterson-Karlan, G. R. Technology to Support Writing by Students with Learning and academic Disabilities: Recent Research Trends and Findings // Assistive Technology Outcomes and Benefits, – 2011. – Vol.7. – P.39-62.
- 108 Uskov V.L., Bakken J.P., Pandey A. The ontology of next generation smart classrooms // Smart Education and Smart e - Learning. - Springer Intern. Publishing Switzerland, 2015. – Vol. 41. – P. 3-15.
- 109 Gligoric N., Uselac A., Krco S. Smart classroom: real-time feedback on lecture quality // Proc. of the IEEE Intern. Conf. on Pervasive Computing and Communications Workshops. – Switzerland, Lugano, 2012. – P. 391-394.
- 110 Burdescu D.D. An e-learning system // Proc. of the IX Intern. Scientific conf. «Quality and Efficiency in e-Learning». – 2013. – Vol. 3. – P. 633-640.
- 111 Klimova B., Simonova I. Study Materials in Smart Learning Environment – A Comparative Study // Smart Education and Smart e-Learning Smart Innovation, Systems and Technologies. - Springer Intern. Publishing Switzerland, 2015. – Vol. 41. – P. 81-90.
- 112 Mikulecky P. Smart environments for smart learning // Proc. of the IXth Intern. Scientific Conf. on Distance learning in Applied Informatics. – Nitra, UKF, 2012. – P. 213-222.
- 113 Burdescu D.D. A platform for e-Learning // IOS Press-Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. – 2014. – V. 262. – P.633-640.
- 114 Rutkowski J. Flipped classroom- from experiment to practice // Proc. of Ist Intern. KES Conf. on Smart Technology Based Education and Training. – 2014. – P. 139-144.
- 115 Van Thienen Smart study: Pen and Paper-Based E-learning // Proc. of the II Intern. Conf. on Smart Education and E-learning. – Sorrento, Italy, 2015. – P.93-103.
- 116 Завражин А. В. Smart и новые подходы в современном образовании // Мир образования - образование в мире. – 2015. – №2. – С. 59-65.
- 117 Болотова Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях // Информатика. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 664 с.
- 118 Безобразов С.В., Головки В.А. Алгоритмы искусственных иммунных систем и нейронных сетей для обнаружения вредоносных программ // Матер. Всеросс. науч.конф. «Нейроинформатика». – 2010. – С. 273-287.
- 119 Головки В.А. Проектирование интеллектуальных систем обнаружения аномалий // [http:// neurosite.biz/stati/pisoa.html](http://neurosite.biz/stati/pisoa.html). 28.05.2014.
- 120 Джура С.Г. Использование нейронных сетей для совершенствования дистанционной системы обучения студентов-энергетиков // ДВНЗ «ДонНТУ». – Донецк, 2012. – № 11 (202). – С. 14-24.
- 121 Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории. – М., 2012. – 496 с.
- 122 Курейчик В.М., Курейчик В.В., Кравченко Ю.А. Основные принципы развития интеллектуальных систем дистанционного обучения // Матер. III

Ежегодной межрегиональной науч.-практ. конф. «Инфокоммуникационные технологии в региональном развитии». – Смоленск, 2011. – С. 248-250.

123 Комлева Н.В., Хлопкова О.А. Интеллектуализация сервисов открытого образования // Открытое образование. – 2015. – №2. – С. 56-62.

124 Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. / пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия Телеком, 2012. – 452 с.

125 Праслов В., Шойтов Д.В. Постановка задачи прогнозирования, основанная на применении упрощенной модели искусственной иммунной сети. <http://scientific-notes.ru/pdf/010-01.pdf>. 12. 08.2015.

126 Суворова И.В. Дистанционная форма обучения детей с ограниченными возможностями // Вестник ТГПУ. – 2013. – № 4(132). – С. 124-127.

127 Малева А.А. Особенности использования дистанционных образовательных технологий в обучении учащихся с ограниченными возможностями // Матер. научн.-практ. конф. «Применение инновационных технологий в образовании». – 2013. – С. 52-56.

128 Махиненко Е.Н. Информационные технологии в обеспечении качества обучения людей с ограниченными возможностями здоровья // Тезисы докл. Респуб. научн. конф. студентов и аспирантов «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования». – Минск, 2011. – С. 40-44.

129 Малева А.А. Организация образовательной среды на базе дистанционного обучения для учащихся с ограниченными возможностями // Тезисы докл. VII Региональной научн.-практ. конф. «Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы». – Воронеж: ВГПУ, 2013. – С. 128-130.

130 Hisham S. Katoua Reasoning Methodologies for Intelligent e-Learning Systems // International Journal of Computing Academic Research (IJCAR). – 2012. – Vol. 1. – P. 36-44.

132 Henning, P., Heberle, F., Streicher, A., Zielinski, A., Swertz, C., Bock, J., and Zander, S. Personalized Web Learning: Merging Open Educational Resources into Adaptive Courses for Higher Education // Proc. of the 22nd Intern. Conf. User Modeling, Adaptation, and Personalization. – Aalborg, Denmark, 2014. – P. 55-62.

133 Veselina Nedeva1, Dimitar Nedev. Evolution in the E-Learning Systems with Intelligent Technologies // Proc. of the Intern. Scient. Conf. «Computer Science». – 2008. – P. 1028-1034.

134 Priyanka Jain, Saurabh K Rajput, Sumit Kumar Singh, Anuj Kumar. An Innovation towards Intelligent E-Learning Systems: A Study // International Journal of Electronics and Computer Science Engineering. – 2012. – P. 520-523.

135 Farhang Jaryani, Mohd Ridzuan Bin Ahmad, Shamsul Sahibuddin and Jamshid Jamshidi. How Artificial Intelligent Scheduling Techniques Support Intelligent Reflective E-Portfolio // Proc. of the Intern. Conf. on Information and Computer Application. – 2012. – Vol. 24. – P. 1578-1581.

136 Jabar H. Yousif, Dinesh Kumar Saini and Hassan S. Uraibi Artificial Intelligence in E-learning-Pedagogical and Cognitive Aspects // Proc. of the World Congress on Engineering. London, U.K. – 2011. – Vol 2. – P. 452-457.

137 De Bra P., Smits D. van der Sluijs K., Cristea A.I., Foss J., Glahn C., Steiner C. Learning Management Systems Meet Adaptive Learning Environments. // Intelligent and Adaptive Educational-Learning Systems: Achievements and Trends. – Springer, 2013. – P. 1230-1238.

138 Nedhal A. M. Al Saiyd, and Intisar A. M. Al-Sayed A Generic Model of Student-Based Adaptive Intelligent Web-Based Learning Environment // Proc. of the World Congress on Engineering. - London, U.K., 2013. – Vol. 2. – P. 66-71.

139 Nabawia El-Ramly, Doaa Shebl, Mohamed Amin, Nabawia El-Ramly, Doaa Shebl. Modeling Intelligent E-Learning Systems based on Adaptive Fuzzy Higher Order Petri Nets // International Journal of Computer Applications. – 2011. – № 25(10). – P. 7-14.

140 Воробьёва И.А. Интеллектуальные дидактические компоненты в дистанционном обучении // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 12. – С. 38-42.

141 Богомолова Н. В. Дистанционные технологии как инструмент для реализации основных принципов личностно-ориентированного подхода обучения // Матер. Всеросс. науч.-метод. Конф. «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры». – Оренбург, 2015. – С. 17-21.

142 Мамыкова Ж.Д., Какишева С.М., Константинова С.М. Современный подход к развитию интеллектуального модуля информационной системы дистанционного обучения // Вестник КазНТУ. – 2010. – №1. – С. 56-61.

143 Шевченко А.И., Гудаев О.А., Некрашевич С.П. Проектирование системы мониторинга учебного процесса дистанционного образования на базе технологий искусственного интеллекта // Искусственный интеллект. – 2010. – №1. – С. 6-15.

144 Попов Д.И. Проектирование интеллектуальных систем дистанционного образования // Известия ТРТУ. – 2001. – №4, Т. 22. – С. 325-332.

145 Андреев А.А. Обучение в сети Интернет. – Изд. дом Lambert Academic Publishing, 2010. – 91с.

146 Чванова М.С., Киселёва И.А., Молчанов А.А., Храмова М.В. Использование аппарата теории нечетких множеств при проектировании современных технологий дистанционного обучения // Образовательные технологии и общество. – 2013. – № 2, Т.16. – С. 447-467.

147 Попов Д. И. Проектирование интеллектуальных систем дистанционного образования // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2001. – № 4, Т. 22. – С. 325-332.

148 Negoita M. Gh. Basics of Engineering the Hybrid Intelligent Systems – Not Only Industrial Applications // Real World Applications of Computational Intelligence. – 2005. – Vol. 179. – P. 1-48.

- 149 Кравченко Ю.А. Нечеткие модели анализа уровня знаний и поддержки принятия решений в процессе обучения // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – №7. – С. 134-142.
- 150 Верлань А. Ф., Сопель М. Ф., Фуртат Ю.О. Об организации адаптивного пользовательского интерфейса в автоматизированных системах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – №1. – С. 100-110.
- 151 Бершадский М.Е. Когнитивная технология обучения: теория и практика применения. М.:Изд.-во «Сентябрь», 2011. – 256 с.
- 152 Rocheva, N.I. Individual ways of teaching English to the blind // European student scientific journal. – 2014. – № 2. – P.1-44.
- 153 Развитие зрительного восприятия слабовидящих детей и детей с остаточным зрением // Наука, Педагогика, Специальная (коррекционная) педагогика. <http://murzim.ru/nauka/pedagogika/specialnaja-korrekcionnaja-pedagogika/27356-razvitie-zritelnogo-vospriyatiya-slabovidyaschih-detey-i-detey-s-ostatochnym-zreniem.html>. 25.03.2015.
- 154 Петрова В.Г. Кто они, дети с отклонениями в развитии? / В.Г. Петрова, И.В. Белякова. – 2-е изд. – М : Флинта, 2000. – 104 с.
- 155 Вит В.В. Строение зрительной системы человека. – Одесса: «Астропринт», 2003. – 664 с.
- 156 Психофизиология. Учебник для вузов. 4-е изд. / под. ред. Ю. И. Александрова. — СПб.: Питер, 2014. — 464 с.
- 157 Основы психофизиологии. Зрительная система. / под. ред. Ю. И. Александрова. М. - ИНФРА-М, 1998. — С. 57-72.
- 158 Ivanitsky A.M., Nikolaev A.R., Ivanitsky G.A. Cortical connectivity during word association search // Int. J. Psychophysiol. – 2001. – Vol. 42, № 1. – P. 35-53.
- 159 <http://www.zrenimed.com/index/stroenieglaza/0-42>. 3.02.2016.
- 160 Рубан Э.Д. Глазные болезни: Учебник. – 11-е изд. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. – 398 с.
- 161 Астраханов Ю.С., Ангелопуло Г.В. Глазные болезни: Для врачей общей практики. Справочное пособие – СПб.: СпецЛит, 2004. – 240 с.
- 162 World Health Organization. Visual impairment and blindness www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html. 14.11.2015.
- 163 Центр новостей ООН // <http://www.un.org/russian/news/fullstorynews.asp?NewsID=8387>. 17.11.2015.
- 164 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Разработка Smart-системы дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения на основе когнитивного подхода // Матер. Междунар. науч.-практич. конф. «Современные тенденции развития науки и производства». – Кемерово, 2016. – Т.2. – С. 330-332.
- 165 Методики, направленные на исследование интеллектуального развития. Тест Р. Амтхауэра. Тесты Айзенка для определения уровня интеллекта // <http://helpiks.org/3-15841.html>. 16.05.2015.
- 166 Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование. – 7-е изд. – СПб.: Питер, 2005. – 688с.

- 167 Кинякина О. Н. Мозг на 100%. Интеллект. Память. Креатив. Интуиция – М.: Эксмо, 2015. – 848 с.
- 168 Маслюк Л.Л. Тесты, которые нас сортируют // КОМПЬЮТЕРРА. – 2008. – № 21 (737). – С. 14-25.
- 169 <https://www.acuvue.ru/eye-health/check-vision>. 6.02.2016.
- 170 Литвак А. Г. Психология слепых и слабовидящих: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. – СПб., 2006. – 336 с.
- 171 Giulio Mori, Maria Claudia Buzzi, Marina Buzzi, Barbara Leporini, Victor M. R. Penichet Collaborative Editing for All: The Google Docs Example // Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services. – 2011. - Vol. 6768. – P.165-174.
- 172 Цейковец Н. Что нового в JAWS for Windows версии 16.0 <http://win.tiflcomp.ru/docs/whatsnew16.php>. 6.03.2015.
- 173 Гаряев А.В., Гаряева Т.П. Психолого-физиологические особенности визуального восприятия информации и их учет при создании учебных презентаций // Вестник ПГПУ. – 2008. – № 4. – С. 106-113.
- 174 Белоскова К.В., Артеменков С.Л. Экспериментальное исследование порядка восприятия текстовой информации на экране дисплея // PsyJournals. – 2010. – P. 230-234.
- 175 Klingberg T. Training and plasticity of working memory // Trends in Cognitive Sciences. – 2010. – Vol. 14, № 7. – P. 317-324.
- 176 <http://lookcolor.ru/teoriya-cveta/fizika-cveta/>. 14.04.2016.
- 177 http://www.tikkurila.ru/dlya_professionalov/tsveta/vvedenie_v_teoriyu_tsveta/vospriyatie_tsveta_mozgom. 15.04.2016.
- 178 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Қазіргі білім беруде қашықтықтан оқытудың алатын орны // Вестник КазНПУ им. Абая. – 2013. – №4(44). – С. 117-121.
- 179 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Қашықтықтан оқыту моделдері // Матер. Межд. конф. Сатпаевские чтения-2014 «Роль и место молодых ученых в реализации стратегии «Казахстан-2050»» – Алматы, 2014. – С. 455-459.
- 180 Samigulina G.A., Shayakhmetova A.S. Distance intellectual learning technology for people with disabilities // Proc. of the 12th Int. conf. information technologies and management. – Riga: Information Systems Management Institute, 2014. – P. 285.
- 181 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Разработка теоретических основ и алгоритма построения интеллектуальной системы дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями // Матер. Всеросс. научн.-практ. конф. «Информационные технологии в науке и образовании». – М., 2014. – С. 62-65.
- 182 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Основы построения интеллектуальной системы дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями // Матер. XXII Междунар. конф. «Математика. Экономика. Образование.». – Ростов-на-Дону, 2014. – С. 157.

183 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Мүмкіндігі шектеулі жандар үшін қашықтықтан оқытудың интеллектуалды жүйесін құру // Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2014. -№4. – С. 395-398.

184 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Жасанды интеллект тәсілдері негізінде ұжымдық қолданыстағы зертханада жаңа ақпараттық технологияларды қашықтықтан оқыту // Матер. Межд. форума «Инженерное образование и Наука в XXI веке: Проблемы и Перспективы», посвящ. 80-летию КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2014. – Алматы. – С. 308-312.

185 Samigulina G. Development of the decision support systems on the basis of the intellectual technology of the artificial immune systems // Automatic and remote control. – Springer, 2012. – Vol. 74, №2. – С. 397-403.

186 Galina A. Samigulina, Zarina I. Samigulina. Intellectual systems of forecasting and control of complex objects based on artificial immune systems. Monograph. –Yelm, WA.: Science Book Publishing House, USA, 2014, – 172 p.

187 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Построение интеллектуальной системы дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями // Проблемы информатики. – Новосибирск, 2014. – С. 87-95.

188 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Построение интеллектуальной системы дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями зрения // Матер. IV Межд. науч. конгресса «Наука и образование в современном мире». – Новая Зеландия: Окленд, 2015. – С. 848-851

189 Samigulina Galina, Shayakhmetova Assem. The information system of distance learning for people with impaired vision on the basis of artificial intelligence approaches // Smart Innovation, Systems and Technologies. – Vol. 41. – P. 255-265. – Springer, 2015 (Thomson Reuters).

190 Samigulina G.A., Shayakhmetova A.S. The intelligent system of distance learning for visually impaired people // Матер. XXII Междунар. конф. «Математика. Экономика. Образование». - Ростов-на-Дону, 2015. – Р. 108-110.

191 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Проектирование интеллектуальных информационных систем дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями зрения // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2015. - №1 – С. 56-60.

192 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Алгоритм построения интеллектуальной системы дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями // Матер. X Междунар. Азиатской Школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». – Иссык-Куль, 2014. – С. 593-597.

193 Vaclav Repa Object-Oriented Analysis with Data Flow Diagram // Information Systems Development. – 2013. – P. 419-430

194 Arthur M. Langer Creating Requirement Documents Using Analysis Tools // Guide to Software Development. – 2011. – P. 117-143.

195 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С., Сүлеймен О. Мүмкіндігі шектеулі жандар үшін қашықтықтан оқытудың Smart – жүйесін құру // Новости Науки Казастана. – 2016. - №1. – С. 52-60.

196 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Интеллектуальная информационная система дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями зрения на основе подходов искусственного интеллекта // Матер. Всеросс. науч. конф. «Информационно телекоммуникационные системы и технологии». – Кемерово, 2015. – С. 1-2.

197 Lo W.-Sh. A value-adding process using the ontological engineering approach for an e-learning system design // Proc/ of the IIIrd Intern. Conf. «Information and Financial Engineering IPEDR». - Singapore, IACSIT Press Publ., 2011. – P. 412-416.

198 Sangra A., Vlachopoulos D., Cabrera N. Building an Inclusive Definition of E-Learning: An Approach to the Conceptual Framework // Intern. Review of Research in Open and Distance Learning, 2012. - Vol. 13, № 2. – P. 145-159.

199 Львович Я.Е., Королев Е.Н. Онтологическая модель доступа к компонентам знаний в экспертно-виртуальной среде поддержки принятия решений САПР // Вестник ВГТУ, 2010. – № 12, Т. 6. – С. 57-62.

200 Kim H. A personalized recommendation method using a tagging ontology for a social e-learning system // Proc. of the IIIrd Intern. Conf. «Intelligent Information and Database Systems». – Daegu, Berlin Heidelberg Publ., 2012. – P. 357-366.

201 Балашова И.Ю. Построение и исследование предметной онтологии электронного обучения // Международный журнал Программные продукты и системы. – 2014. – № 3. – С. 26-32.

202 Муромцев Д.И. Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé: Методическое пособие / — СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. — 62 с.

203 Боргест Н. М., Шустова Д. В., Гиматдинова С. Р. Иерархические и ассоциативные связи между терминами в тезаурусе на примере словаря проектанта // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2012. – № 2 (33). – С. 228-236.

204 <http://shcherbak.net/2008/01/neskolko-poleznych-plaginov-dlya-redaktora-ontologij-protege/>. 7.06.14.

205 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Дистанционное обучение людей с ограниченными возможностями зрения // Образовательные ресурсы и технологии. – М.: Московский университет С.Ю. Витте, 2016. – № 2 (14). – С. 74-81.

206 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Онтологическая модель обучающегося с ограниченными возможностями зрения для интеллектуальной системы дистанционного обучения // Матер. XI Междунар. Азиатской Школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». – Исык-Куль, 2015. – С. 572-577.

207 Да» и «Нет» — не говорите. Черное с белым... берите!. Лечебная педагогика // <http://dob.1september.ru/article.php?ID=200301006>. 28.04.16.

208 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Комбинированная онтологическая модель для дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения // Проблемы информатики. – Новосибирск, 2015. – С. 28-36.

209 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. – Vol. 59. – P. 109-118. – Springer, 2016 (Scopus).

210 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С., Сулеймен О. Біріктірілген онтологиялық модель негізінде көру мүмкіндігі шектеулі жандар үшін қашықтықтан оқытудың интеллектуалды жүйесін құру // Матер. VII Междунар. науч.-метод. конф. «Математическое моделирование и информационные технологии в образовании и науке». – 2015. – С. 170-173.

211 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Smart-технология дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями зрения на основе подходов искусственного интеллекта // Матер. XXIII Всеросс. семинара «Нейроинформатика, ее приложения и анализ данных». – Красноярск, 2015. – С.86-89.

212 Samigulina G., Shayakhmetova A. Development of OWL model for Smart-system of distance learning of visually impaired people // Proc. the 14th intern. Conf. «Information technologies and management». – ISMA University, Riga, Latvia, 2016. – P. 83.

213 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Көру мүмкіндіктері шектеулі жандар үшін қашықтықтан оқытудың интеллектуалды жүйесін құру технологиясы // Матер. Междунар. Сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана». – 2015. – Т. 4. – С. 368-372.

214 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Разработка комбинированной модели онтологии дистанционного обучения для людей с ограниченными возможностями зрения // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Современные научно-практические достижения», Западно-Сибирский научный центр. – 2015. – С. 129-132.

215 Шаяхметова А.С. К вопросу разработке Smart-технологии дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения // Матер. XII Междунар. науч. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых «Ломоносов – 2016». – С. 136-137.

216 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Дистанционная система обучения людей с ограниченными возможностями на основе подходов искусственного интеллекта // Матер. IX Междунар. науч.-практ. конф. «Интернет-Образование-Наука-2014». – Украина, 2014. – С. 231-232.

217 Aivazyan S.A., Yenyukov I.S., Meshalkin L.D. Bases of modelling and initial data processing. – М.: Finansy i statistika, 1983. – 472 p.

218 Aivazyan S.A., Buchstaber V.M., Yenyukov I.S., Meshalkin L.D. Classification and reduction of demensionality – М.: Finansy i statistika, 1989. - 608 p.

219 Javier Estornell, Jesus M. Mart´ı-Gavil´a, M. Teresa Sebasti´a, Jesus Mengual Principal component analysis applied to remote sensing // Modelling in Science Education and Learning. – 2013. – Vol. 6(2), No. 7, – P. 83-89.

220 Hemant Singh Mittal, Harpreet Kaur. Face Recognition Using PCA & Neural Network // International Journal of Emerging Science and Engineering. – 2013. – Vol. 1(6). – P. 71-75.

221 Samigulina G.A., Shayakhmetova A.S. Smart-system of distance learning of visually impaired people based on approaches of artificial intelligence // J. Open Engineering. – 2016. - №6. – P. 359-366.

222 Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С. Обработка многомерных данных в Smart-системе дистанционного обучения людей с нарушениями зрения на основе факторного анализа // Матер. Междунар. конф. «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий». – 2016. – С. 247-255.

223 Хижняков Ю.Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого правления в системах реального времени: учеб. пособие / – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – 160 с.

224 Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М: Горячая линия, Телеком, 2007. – 288 с.

225 Осташев В.В. Применение нечеткой логики при анализе и синтезе сложных систем // Вестник Псковского гос.унив. – 2007. – № 2. – С. 74-79.

226 MATLAB язык технических вычислений / пер. с англ. Конюшенко В.В. – 2013. – 73с.

227 Синюк В.Г., Бакшеева Е.Л. Гибкие нейро-нечеткие системы вывода и программная реализация для решения задач аппроксимации // Молодой ученый. — 2014. — №8. — С. 108-112.

228 Дмитриев А.Н. Прогнозирование заболеваемости с использованием нейро-нечетких сетей // Молодежный научно-технический Вестник. – 2013. – №11. – С. 53-62.

229 Сулейменов Б.А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. – Алматы: Шикула, 2009. – 304 с.

230 Martin Gruber Understanding SQL. – Moskow, 1993. – 291 p.

А.С. Шаяхметова

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДИСТАНЦИОННОГО
ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ
ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

МОНОГРАФИЯ

Подписано в печать 20.10.2020. Формат А5.
Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 7,44.
Тираж 500 экз. Заказ № 65010.
Отпечатано в ИИВТ МОН РК.
Алматы, ул. Шевченко, 28.

ISBN 978-601-08-0109-7

