

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



РОЗОВ Константин Владимирович

**МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ
К ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания
(информатика, информатика и вычислительная техника,
уровень высшего образования)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени кандидата педагогических наук

Научный руководитель:
доктор педагогических наук, профессор
Абрамова Мария Алексеевна

Новосибирск – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	19
1.1 Ретроспективный анализ и современное состояние подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта.....	20
1.2 Обоснование и разработка методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта	44
1.3 Диагностический комплекс для оценки готовности будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта и структурно-функциональная модель подготовки.....	73
Выводы по первой главе.....	91
ГЛАВА 2. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ МЕТОДИКИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	94
2.1 Учебно-методическое обеспечение внедрения методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта.....	95
2.2 Апробация и проверка результативности методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта.....	122
2.3 Анализ результатов опытно-экспериментальной работы	138
Выводы по второй главе.....	155
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	157
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	162
ПРИЛОЖЕНИЯ	189
Приложение А Входная анкета.....	189
Приложение Б Тестовые задания для входного электронного тестирования остаточных знаний студентов по программированию на языке Python 3	190

Приложение В Дополнительные утверждения для анкеты «Мотивация к изучению технологий искусственного интеллекта и их применению в будущей профессиональной педагогической деятельности».....	198
Приложение Г Лабораторно-практическая работа №2. Конструирование и обучение нейронных сетей (Keras).....	200
Приложение Д Лабораторно-практическая работа №4. Распознавание образов (OpenCV).....	213
Приложение Е Лабораторно-практическая работа №7. Лицевые опорные точки (Dlib)	220
Приложение Ж Вопросы для итогового контроля	226

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Искусственный интеллект (ИИ) как одно из наиболее перспективных и ключевых для информационно-технологического развития страны направлений высоких технологий в настоящее время всё более глубоко проникает в различные сферы человеческой жизни и социальные институты: науку, экономику, культуру, образование, обеспечение национальной безопасности и др. В рамках федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и проекта «Национальная технологическая инициатива» ИИ входит в перечень «сквозных» технологий, т.е. перспективных технологий, радикально меняющих ситуацию на существующих рынках или способствующих формированию новых. В условиях цифровой трансформации экономики на рынке труда востребованы специалисты, владеющие высокими технологиями. Высокие технологии, к числу которых относят технологии ИИ, оказывают существенное влияние на инновационное развитие современной системы образования. Согласно прогнозам, содержащимся в альманахе перспективных отраслей и профессий «Атлас новых профессий», через несколько лет появится множество совершенно новых, перспективных профессий, связанных с технологическими трендами, к числу которых относится ИИ. В Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года в Российской Федерации (Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации») указано, что одной из задач развития ИИ в России является «повышение уровня обеспечения российского рынка технологий искусственного интеллекта квалифицированными кадрами и уровня информированности населения о возможных сферах использования таких технологий». Формировать траекторию развития будущих специалистов в сфере информационных технологий еще со школы должны компетентные в данной сфере педагоги. Увеличивающаяся роль ИИ и стремительное развитие этой области сегодня диктует новые требования к профессиональной подготовке будущего учителя информатики, что

обуславливает актуальность рассмотрения как процесса его обучения, так и критериев оценки компетентности.

Степень разработанности проблемы. Различные аспекты фундаментальной (теоретической) подготовки будущего учителя информатики отражены в работах Г. Л. Абдулгалимова, Э. И. Кузнецова, М. П. Лапчика, Н. И. Пака, Е. К. Хеннера и др. Проблемам применения ИИ в образовании и обучения основам ИИ в школе и вузе посвящены работы исследователей: Г. Г. Исаевой, И. В. Левченко, А. Р. Садыковой, А. А. Салаховой, Н. Н. Самылкиной, И. Г. Семакина, А. А. Широких, Б. А. Шрайнера, Л. Н. Ясницкого и др.

Для уровней основного общего и среднего общего образования коллективом авторов И. В. Левченко, А. Р. Садыкова, Д. Б. Абушкин, Л. И. Карташова, В. А. Кондратьева, П. А. Меренкова и др. разработаны методические рекомендации и учебные пособия для обучения школьников основам ИИ. Изучению вопросов методики обучения основам ИИ и анализа данных с использованием технологий ИИ на ступени среднего общего образования посвящены работы А. А. Салаховой и Н. Н. Самылкиной. Авторами разработаны учебные материалы для урочной деятельности и подготовки к олимпиадам и технологическим конкурсам обучающихся на уровне среднего общего образования, которые используются также для подготовки учителей математики и информатики в МПГУ. В 2022 г. А. А. Салаховой защищена диссертация на тему «Методика обучения основам искусственного интеллекта и анализа данных в курсе информатики на уровне среднего общего образования» по научной специальности 5.8.2, в которой теоретически обоснованы и разработаны цифровые компетенции обучающихся в области ИИ, формируемые на уровне среднего общего образования, разработана и реализована деятельностная модель методики обучения основам ИИ и анализа данных. Предлагаемые автором содержание и используемые образовательные технологии для уровней основного общего и среднего общего образования опираются на интеграцию темы ИИ и программирования в школьном курсе информатики. В качестве изучаемых инструментов рассматриваются

специализированные для области ИИ библиотеки и модули современного языка программирования Python 3, широко применяемого в профессиональной среде.

В то же время отметим крайне малое количество научных работ и, в частности, защищенных диссертационных исследований по педагогике, посвященных проблемам профессиональной подготовки педагогических кадров непосредственно в области ИИ, а также достаточно длительный временной разрыв, не способствующий актуализации содержания подготовки в соответствии с современными тенденциями развития технологий ИИ. Диссертация А. А. Широких «Методическая система подготовки учителя информатики по основам искусственного интеллекта» по научной специальности 13.00.02 была защищена в 2007 г., а диссертация Г. Г. Исаевой «Подготовка будущего педагога профессионального обучения к использованию элементов искусственного интеллекта (на примере отрасли «информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии»)» по научной специальности 13.00.08 в 2013 г. Изучение основ/элементов ИИ в этих работах содержательно построено на изучении теории и практической реализации экспертных систем с использованием языка программирования Prolog.

Анализ исследований в области обучения основам ИИ в школе и вузе; содержания курсов повышения квалификации педагогических работников в области ИИ, проводимых Российскими образовательными организациями (МФТИ, МПГУ, Университет Иннополис, цифровой Университет 2035 и др.); содержания учебных материалов по ИИ, представленных ведущими технологическими компаниями (Яндекс, Сбер, VK и др.), в том числе материалов, представленных в рамках Всероссийского образовательного проекта в сфере информационных технологий «Урок Цифры»; содержания «Всероссийской олимпиады по искусственному интеллекту», курсов по машинному обучению «ИИ Старт» для подготовки к «Национальной технологической олимпиаде» и др.; современного состояния профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области ИИ в педагогических вузах России; тенденций развития технологий ИИ и сфер их применения позволил выявить следующие проблемы: малоактуальное

содержание учебных программ и учебно-методических пособий для подготовки будущих учителей информатики в области ИИ в педагогических вузах; формы, методы и средства обучения ориентированы преимущественно на подготовку будущих педагогов к использованию и разработке экспертных систем на языке программирования Prolog как ключевой технологии ИИ вместо подготовки к применению широкого спектра актуальных технологий ИИ с учетом многообразия направлений развития ИИ (анализ данных и машинное обучение, компьютерное зрение, обработка естественного языка и др.) и изучения актуальных языков программирования в области ИИ (язык Python и др.). Таким образом, традиционная методическая система подготовки учителя информатики по основам ИИ не может способствовать полноценному формированию профессиональной компетентности будущего учителя информатики в области технологий ИИ на современном этапе развития этих технологий, поскольку существуют противоречия:

– *на социально-педагогическом уровне* между потребностью государства и общества в конкурентоспособной личности педагога, учителя информатики, владеющего технологиями ИИ, и недостаточной актуализацией этой проблемы в традиционной системе профессиональной подготовки будущих учителей информатики;

– *на научно-теоретическом уровне* между повышением значимости технологий ИИ во многих сферах человеческой деятельности, в том числе в сфере образования, и необходимостью поиска научно-методологических подходов к организации профессиональной подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности (под применением мы понимаем оба аспекта: владение учителями навыками преподавания и применения ИИ);

– *на практико-методическом уровне* между потребностью в повышении качества профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области технологий ИИ, необходимостью развития их творческого мышления и недостаточной проработкой методического обеспечения этого процесса.

Данные противоречия, повышение требований к уровню профессиональной подготовки будущего педагога, значимость технологий ИИ для развития государства и перспективность их внедрения в сферу образования определили исследовательскую **проблему**: *какой должна быть методика подготовки будущих учителей информатики в области ИИ для обеспечения высокого уровня готовности учителя к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности на современном этапе развития этих технологий в условиях цифровой экономики и цифровизации образования в Российской Федерации?* Актуальность данной проблемы, её недостаточная теоретическая и практическая разработанность определили тему настоящего исследования – **«Методика подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта»**.

Объект исследования: профессиональная подготовка бакалавров, будущих учителей информатики, в педагогических вузах.

Предмет исследования: методика профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ.

Цель исследования: обоснование, разработка, апробация методики и структурно-функциональной модели, способствующих повышению результативности подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности.

В соответствии с определенными объектом, предметом и целью были поставлены следующие **задачи** исследования:

1. провести ретроспективный анализ и выявить современное состояние подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в условиях цифровой экономики и цифровизации образования;
2. обосновать и разработать методику подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ;
3. разработать диагностический комплекс для оценки уровня готовности бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ;

4. разработать структурно-функциональную модель подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ;

5. экспериментально проверить результативность подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, осуществленной на основе разработанной методики и структурно-функциональной модели подготовки.

В качестве **гипотезы исследования** выдвинуто предположение о том, что методика подготовки будущих учителей информатики в педагогических вузах к применению технологий ИИ будет результативной, если:

– *содержание* профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ *будет обновлено* с учетом современных достижений и тенденций в области ИИ;

– *методическое обеспечение* для реализации деятельностного и личностно-ориентированного подходов, интеграции проблемного и эвристического обучения, позволяющее изменить ориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий через усиление исследовательского характера учебной деятельности, *будет включать* практико-ориентированные учебные задачи, предполагающие использование аудиовизуального технического обеспечения; курс-конструктор, построенный с использованием технологий электронного обучения; защиту лабораторно-практических работ в качестве формы осуществления текущего контроля успеваемости обучающихся;

– *структурно-функциональная модель и диагностический комплекс* оценивания уровня подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ *будут разработаны* с учетом предложенных изменений в содержательном и методическом аспектах.

Методологическую основу исследования составляют:

– *системный подход*, в соответствии с которым между элементами педагогического процесса: приемами, формами, методами обучения и воспитания, между элементами содержания учебного материала дисциплины, а также других

дисциплин, входящих в учебный план профессиональной подготовки, выстраиваются системообразующие связи (В. П. Беспалько, Т. А. Ильина и др.);

– *структурно-функциональный подход*, согласно которому педагогическая система состоит из структурных и функциональных компонентов, каждый структурный элемент вносит вклад в достижение цели, т. е. имеет функциональное назначение (Н. В. Кузьмина и др.);

– *деятельностный подход* к построению процесса обучения, обеспечивающий усиление его практико-ориентированного характера (Л. С. Выготский, В. В. Давыдов, В. В. Краевский, А. Н. Леонтьев, А. В. Хуторской, Д. Б. Эльконин и др.);

– *лично-ориентированный подход* к процессу обучения (В. В. Сериков, В. А. Сластенин, С. Л. Рубинштейн, И. С. Якиманская и др.), нацеленный на развитие у обучающегося механизма саморазвития, готовности к новым открытиям и построению собственной образовательной траектории;

– *компетентностный подход* к оценке готовности будущего учителя информатики к применению технологий ИИ (Э. Ф. Зеер, И. А. Зимняя, С. И. Осипова, А. В. Хуторской и др.).

Теоретической основой исследования являются:

– психолого-педагогические исследования в области личностного развития и профессиональной готовности будущего педагога в системе высшего образования (Е. В. Андриенко, К. М. Дурай-Новакова, И. Ф. Исаев, Н. В. Кузьмина, А. К. Маркова, В. В. Сериков, В. А. Сластенин и др.);

– концепции проблемного и эвристического методов обучения (В. И. Андреев, Т. А. Ильина, В. Т. Кудрявцев, И. Я. Лернер, А. М. Матюшкин, М. И. Махмутов, С. Л. Рубинштейн, А. В. Хуторской и др.);

– исследования в области цифровизации образования и профессиональной подготовки будущего учителя информатики (Г. Л. Абдулгалимов, М. М. Абдуразаков, В. П. Беспалько, А. П. Ершов,

И. Г. Захарова, А. А. Кузнецов, М. П. Лапчик, М. В. Носков, Н. И. Пак, И. В. Роберт, Е. К. Хеннер, В. А. Шершнева и др.);

– работы, посвященные феномену высоких технологий в современном обществе и проблеме применения высоких технологий в образовании (М. А. Абрамова, Е. А. Жукова, Р. В. Каменев, В. В. Крашенинников, В. М. Маслов и др.);

– исследования по проблемам внедрения и применения технологий ИИ в образовании (Т. А. Гаврилова, И. Г. Захарова, Г. Г. Исаева, И. В. Левченко, А. С. Потапов, А. Р. Садыкова, А. А. Салахова, Н. Н. Самылкина, В. Ф. Хорошевский, А. А. Широких, Б. А. Шрайнер, Л. Н. Ясницкий и др.).

Методы педагогического исследования: *теоретические* – анализ психолого-педагогической, методической, философской и специальной литературы; нормативных документов Российской Федерации, федеральных государственных образовательных стандартов; технической и математической литературы, посвященной технологиям ИИ; педагогическое моделирование; *эмпирические* – анкетирование, экспертная оценка, тестирование обучающихся, апробация учебных материалов; педагогический эксперимент; *статистические* – шкалирование, F -критерий Фишера, t -критерий Стьюдента.

Личное участие соискателя: проведен анализ современного состояния проблемы; обоснована и разработана методика подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, в том числе разработан учебный курс «Технологии искусственного интеллекта»; разработан диагностический комплекс для оценки уровня готовности бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ; разработана структурно-функциональная модель подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ; организована и проведена опытно-экспериментальная проверка результативности разработанной методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ на основе предложенной структурно-функциональной модели подготовки;

опубликованы статьи по теме исследования в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК и сборниках материалов научно-практических конференций различного уровня; опубликованы учебно-методические материалы: учебное пособие по программированию на языке Python 3 (в двух изданиях), практикум (в двух изданиях) и учебно-методическое пособие, посвященные основам ИИ и применению технологий ИИ с использованием языка программирования Python 3.

Организация и база исследования: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет». В эксперименте участвовали 127 студентов: 4-го курса, направления 44.03.01 «Педагогическое образование», профиля «Информатика и информационно-коммуникационные технологии»; направления 44.03.05 «Педагогическое образование с двумя профилями подготовки», профилей: «Информатика и информационно-коммуникационные технологии и Экономическое образование» (3-й и 4-й курсы), «Математика и Информатика», «Физика и Информатика» (3-й курс). Диссертационное исследование осуществлялось в период с 2018 по 2023 год в четыре этапа.

Первый этап (2018 г.) – *поисково-теоретический* – определение общего направления диссертационного исследования; изучение тенденций развития высшего образования; анализ современного состояния профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области ИИ; обоснование актуальности исследования; анализ психолого-педагогической, философской и технической литературы, нормативных актов РФ по теме исследования.

Второй этап (2018 – 2019 гг.) – *организационный* – обоснование и разработка методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ и структурно-функциональной модели подготовки; выявление и разработка критериев и показателей готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ.

Третий этап (2019 – 2021 гг.) – *опытно-экспериментальный* – апробация и проверка результативности разработанной методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ на основе

разработанной структурно-функциональной модели подготовки; фиксация результатов обучения.

Четвертый этап (2021 – 2023 гг.) – *заключительно-обобщающий* – обработка и анализ результатов исследования; систематизация и интерпретация результатов исследования; определение результативности методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ; формулирование положений, выносимых на защиту.

Научная новизна исследования:

– *реализована научная идея* результативного формирования готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ на основе обновления содержания и методического обеспечения их предметной подготовки с учетом современных достижений и тенденций в области ИИ;

– *конкретизированы понятия* «технологии искусственного интеллекта» и «подготовка учителей информатики к применению технологий ИИ» с целью обеспечения результативности организации и осуществления педагогического процесса в контексте профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики;

– *теоретически обоснована и разработана* методика подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ на основе деятельностного и личностно-ориентированного подходов, интеграции проблемного и эвристического обучения, позволяющая изменить ориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий через усиление исследовательского характера учебной деятельности, способствующая повышению мотивации обучающихся к саморазвитию в сфере современных информационных технологий, развитию их творческого мышления, положительной динамике формирования их профессиональной готовности в области ИИ;

– на основе созданного диагностического инструментария *доказана* результативность созданной методики в реальном учебном процессе педагогического вуза.

Теоретическая значимость исследования:

- *уточнены* структурные компоненты готовности бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ; *предложены* критерии и уровни их сформированности;
- *разработан* диагностический комплекс для оценки уровня готовности будущего учителя информатики к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности, базирующийся на критериях (мотивационно-рефлексивный, когнитивный, технологический, организационный, коммуникативный, деятельностный), показателях для каждого уровня готовности (низкий/репродуктивный, средний/продуктивный, высокий/творческий), включающий традиционные и авторские средства оценивания;
- *разработана* структурно-функциональная модель подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, включающая в себя нормативно-целевой компонент; теоретико-методологическое основание; содержательный, технологический и оценочно-результативный компоненты;
- *выявлены* связи между реализацией предложенной методики подготовки и повышением качества профессиональной готовности бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, показавшие положительную динамику мотивации и формирования профессиональных компетенций.

Практическая значимость исследования:

- *разработана и внедрена* на основе структурно-функциональной модели *методика* подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, позволившая внести системные изменения в процесс профессиональной подготовки: в нормативно-целевом компоненте – изменена установка на изучение актуальных технологий ИИ и средств, необходимых для их освоения (языки программирования); в содержательном компоненте – изменены структура и содержание дисциплины, формирующей навыки и представления

будущего учителя в области ИИ; в технологическом компоненте – обеспечена возможность построения индивидуальных траекторий обучения будущих учителей информатики; разработаны учебные задания, направленные на формирование и развитие навыков использования технологий ИИ, предполагающих применение аудиовизуальных технических средств; в оценочно-результативном – внедрены критерии, позволяющие оценить уровень готовности бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности;

– *разработан и внедрен* в процесс профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, учебный курс «Технологии искусственного интеллекта», обеспечивающий возможность реализации индивидуального подхода к обучающимся (студентам);

– *разработаны и изданы*: учебное пособие «Основы программирования на языке Python 3» (2 издания), практикум «Технологии искусственного интеллекта на языке Python 3» (2 издания), учебно-методическое пособие «Введение в искусственный интеллект»;

– *определены* пределы использования теоретических и практических результатов диссертационного исследования по вопросам подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ в рамках профессиональной подготовки по направлениям 44.03.01 «Педагогическое образование» и 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» в Новосибирском государственном педагогическом университете и перспективы для их использования в других вузах и системе повышения квалификации учителей информатики.

Обоснованность и достоверность результатов исследования обеспечена методологической обоснованностью теоретических положений; применением методов, адекватных исследуемой проблеме; непротиворечивостью внутренней логики исследования; воспроизводимостью и репрезентативностью результатов педагогического эксперимента, полученных с использованием статистических методов.

Апробация результатов исследования: основные результаты исследования были представлены на *конференциях* различного уровня: *международные* – «Международная научная студенческая конференция» (2019 г., 2020 г.), «Образовательная робототехника: состояние, проблемы, перспективы» (2019 г.), «Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе» (2019 г.), «Педагогика и психология в интегрированном пространстве науки и практики» (2021 г.), «Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании» (2022 г.); *всероссийские* – «Молодежь XXI века: образование, наука, инновации» (2018 г., 2019 г., 2020 г.), «Актуальные проблемы гуманитарных и социальных исследований» (2019 г.), «Педагогическое образование: вызовы XXI века» (2019 г.), «Интеграция науки и образования в системе «Школа-Колледж-Вуз»» (2019 г.), «Образование и культура как фактор развития региона» (2019 г.), «Педагогический профессионализм в современном образовании» (2021 г.), «От идеи к практике: социогуманитарное знание в цифровой среде» (2021 г.), «Человек и его будущее в технологической реальности» (2021 г.); отражены в *публикациях* в рецензируемых журналах из перечня ВАК – «Информатика и образование» (Москва, 2019 г., 2020 г., 2022 г.), «Сибирский педагогический журнал» (Новосибирск, 2021 г.), «Вестник педагогических инноваций» (Новосибирск, 2022 г.), «Философия образования» (Новосибирск, 2024 г.); представлены в *учебных изданиях* – «Основы программирования на языке Python 3» (два издания: 2019 г., 2022 г.), «Технологии искусственного интеллекта на языке Python 3» (два издания: 2020 г., 2021 г.), «Введение в искусственный интеллект» (2021 г.).

По результатам диссертационного исследования автором опубликована 31 научная и учебно-методическая работа, в том числе 6 публикаций в научных журналах, включенных в перечень ВАК.

Положения, выносимые на защиту:

1. *Технологии ИИ* – это высокие информационные технологии, использующие методы имитации когнитивных функций человека средствами вычислительной техники и включающие программное обеспечение для реализации

этих методов.

Подготовка учителей информатики к применению технологий ИИ – это целенаправленный процесс формирования у будущих учителей информатики профессионального качества личности, состоящего в наличии у неё совокупности специальных знаний, умений, навыков и практического опыта, обуславливающих способность к применению технологий ИИ.

Под *применением технологий ИИ* подразумевается:

- деятельность по обучению использованию технологий ИИ;
- деятельность по использованию технологий ИИ как педагогических средств (объектов для организации и осуществления педагогического процесса).

2. Содержание профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ *необходимо обновлять* с учетом современных достижений и тенденций в области ИИ путем актуализации в процессе подготовки изучения нового языка программирования (переход от языка логического программирования Prolog и языка функционального программирования Lisp как основных языков программирования в сфере ИИ к языку общего назначения Python), новых инструментов реализации технологий ИИ (программных библиотек, сервисов, сред разработки).

3. Включение в методическое обеспечение подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ: мини-проектов (практико-ориентированных учебных задач), предполагающих использование аудиовизуального технического обеспечения; курса-конструктора, построенного с использованием технологий электронного (дистанционного) обучения; защиту лабораторно-практических работ в качестве текущего контроля успеваемости обучающихся *обеспечивает реализацию* деятельностного и личностно-ориентированного подходов в учебном процессе, в том числе возможность построения индивидуальных образовательных траекторий.

4. Методика подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности, опирающаяся на: 1) изменение характера содержания дисциплины с преимущественно математического (изучение

преимущественно математического аппарата ИИ) на преимущественно технологический (применение технологий ИИ с использованием высокоуровневого языка программирования для решения практико-ориентированных задач); 2) интеграцию проблемного и эвристического обучения, позволяющую изменить ориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий через усиление исследовательского характера учебной деятельности, реализацию и включение в содержание учебного курса практических заданий, предполагающих использование технологий ИИ, требующих применения аудиовизуальных технических средств (фото- и видеофиксации, записи и воспроизведения звука) *является результативной и обеспечивает формирование высокого уровня* готовности обучающихся к применению технологий ИИ в учебном процессе.

5. Структурно-функциональная модель подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, включающая: *нормативно-целевой компонент*, в рамках которого определены внешние условия, нормативно-правовые основы функционирования системы и цель профессиональной подготовки; *измененный содержательный компонент*, обновленный *технологический компонент*; *оценочно-результативный компонент*, раскрывающийся посредством реализации разработанного диагностического комплекса *позволяет обеспечить результативность* внедрения предложенной методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ.

Структура и объем диссертации. Диссертационное исследование включает в себя введение, две главы, выводы, заключение, библиографический список (237 источников, из них 39 на иностранном языке), приложения. Общий объем исследования составляет 227 страниц. Работа содержит 25 таблиц и 37 рисунков.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Для выявления теоретических оснований подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в педагогическом вузе в первой главе поставлены и решены следующие задачи:

1. уточнить содержание понятий «технологии искусственного интеллекта» и «подготовка учителей информатики к применению технологий ИИ» в контексте подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ;

2. представить ретроспективный анализ и анализ современного состояния подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ;

3. обосновать и разработать методику подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ в процессе обучения в образовательных организациях;

4. разработать диагностический комплекс для оценки уровня готовности бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ в процессе обучения в образовательных организациях;

5. разработать структурно-функциональную модель подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ.

На основе поставленных задач была сформирована траектория теоретического анализа проблемы исследования, состоящая из следующих блоков:

1) *понятийно-терминологический* – раскрытие и конкретизация содержания понятий «искусственный интеллект» и «технологии искусственного интеллекта» в рамках темы исследования;

2) *информационно-аналитический* – ретроспективный анализ и анализ современного состояния профессиональной подготовки будущих учителей

информатики в области ИИ в педагогических вузах России, выявление тенденций в области технологий ИИ;

3) *методический* – обоснование и разработка методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, и структурно-функциональной модели подготовки;

4) *оценочно-диагностический* – выявление критериев и показателей готовности бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ.

1.1 Ретроспективный анализ и современное состояние подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта

Становление ИИ как научного направления в области информатики произошло сравнительно недавно, в 40-50-е годы XX века, в связи со стремительным развитием электронных вычислительных машин (ЭВМ) и возникшим интересом исследователей в области современной кибернетики к применению ЭВМ для решения «интеллектуальных» задач, которые, как считалось ранее, способен решать только человек, таких как, например, игра в шахматы и доказательство теорем [93].

Термин «искусственный интеллект» (artificial intelligence) для обозначения направления исследований в области компьютерного моделирования интеллекта был предложен Д. Маккарти (J. McCarthy) только в 1955 г. [225]. На своей персональной странице сайта Стэнфордского университета Д. Маккарти сообщает о том, что четкого определения ИИ не существует, поскольку нельзя точно сказать, какие вычислительные процедуры можно охарактеризовать как интеллектуальные. «Мы понимаем одни механизмы интеллекта и не понимаем другие» [227].

В 1980 г. Д. Сёрл (John R. Searle) вводит представления о «слабом» и «сильном» ИИ. Понятие «сильный ИИ» определяется им как «должным образом запрограммированный компьютер», который «...в буквальном смысле слова

понимает и обладает иными когнитивными способностями» [155, с. 6]. «Слабый ИИ» способен решать только узкоспециализированные задачи (например, играть в шахматы). Это мощный инструмент, основанный на попытках компьютерного моделирования когнитивных способностей человека. В рамках данного диссертационного исследования рассмотрены технологии, основанные именно на «слабом ИИ», или, как справедливо называет его Ю. Ю. Петрунин, «квази-ИИ» [122].

Для раскрытия содержания словосочетания «технология ИИ» рассмотрим некоторые определения понятия «искусственный интеллект».

Согласно А. В. Пушкарёву, философским основанием ИИ выступает само наименование «интеллект», которое не предполагает сравнения естественного с искусственным. Само понятие ИИ называется так потому, что «мы можем достигать результатов, которые получил бы человек, выполняющий интеллектуальную работу» [130, с. 34]. ИИ – это «...некое качество, существующее в тесной связи с познавательными способностями человека» [130, с. 21]. А. В. Пушкарёв также отмечает, что «работы в сфере создания интеллектуальных систем совершенно немислимы вне развития систем программирования» [130, с. 34].

Как верно заметил В. М. Маслов, термин «искусственный интеллект» употребляют в трех разных значениях: наука, одно из направлений информатики; свойство/способность «умных» машин; сама «умная» машина, обладающая свойством «интеллектуальности» [99].

Так, Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский определяют ИИ как «одно из направлений информатики, целью которого является разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои, традиционно считающиеся интеллектуальными задачи, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка» [30, с. 15].

В словаре-справочнике по информатике Ф. С. Воройского приведено несколько определений ИИ: 1) «Свойство автоматических и автоматизированных систем брать на себя отдельные функции человеческого интеллекта, т. е. выбирать

и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних условий (воздействий)» [28, с. 100].

2) «Искусственная система, имитирующая решение человеком сложных задач, связанных с его жизнедеятельностью» [28, с. 100].

Согласно определению, приведенному в Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года в Российской Федерации (далее – Стратегия) [176], под ИИ в России понимается «комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений».

На основе анализа различных определений понятия «технология», представленных в работе Е. А. Жуковой [48], по отношению к ИИ понятие «технология» мы определяем как совокупность средств и способов управления технологическим процессом, т. е. процессом создания либо изменения некоторого искусственного объекта, который обладает свойствами воспроизводимости и повторяемости результата при соблюдении определенных условий.

В Стратегии понятие «технологии ИИ» определяется просто как технологии, основанные на использовании искусственного интеллекта. Под технологией ИИ как объектом права Е. В. Холодная подразумевает программу для ЭВМ или систему таких программ (информационную систему), предназначенную для имитирования интеллектуальной деятельности человека [182, с. 90].

В описаниях процессов цифровизации различных сфер общества фигурируют такие термины, как «информационные технологии» и «высокие технологии». В толковом словаре терминов понятийного аппарата информатизации образования дано следующее определение понятию

информационная технология – это «часть научной области информатики, представляющая собой совокупность средств, способов, методов автоматизированного сбора, обработки, хранения, передачи, использования, продуцирования информации для получения определенных, заведомо ожидаемых результатов» [173]. Высокая технология, по определению Р. В. Каменева, есть «универсальная, наукоемкая, многофункциональная и многоцелевая технология, обеспечивающая оптимальное, в сравнении с предыдущими технологиями, соотношение затрат и получаемых результатов, обуславливающая эволюционные изменения как в социокультурной среде, так и всей системы в целом» [68]. В работах [3; 4; 5] авторы относят ИИ к одной из областей высоких технологий. Исходя из рассмотренных выше определений и описания роли ИИ в современном мире, можно заключить, что технологии ИИ являются разновидностью высоких информационных технологий.

Анализ литературы, представляющей современные трактовки понятия «технологии ИИ», позволил уточнить его содержание в контексте профессиональной подготовки будущих учителей информатики. Под технологиями ИИ мы будем понимать *высокие информационные технологии, использующие методы имитации когнитивных функций человека средствами вычислительной техники и включающие программное обеспечение для реализации этих методов.*

Завершив анализ понятия «технологии ИИ», перейдем непосредственно к анализу современного состояния профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ.

Для получения представления о содержании профессиональной подготовки педагогических кадров в области ИИ в педагогических вузах России было проведено исследование содержания:

- 1) соответствующих теме рабочих программ дисциплин по направлениям подготовки бакалавриата 44.03.01 «Педагогическое образование» и 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (2016-2019 гг. набора);

2) учебной литературы для вузов по ИИ.

Анализ представленных на сайтах образовательных организаций рабочих программ дисциплин (либо их аннотаций), связанных с ИИ (интеллектуальными компьютерными системами), позволил получить общее представление о содержании профессиональной подготовки будущего учителя информатики в России в данной области. В таблице 1 представлены результаты исследования рабочих программ 20-ти Российских педагогических вузов, размещенных в открытом доступе на официальных сайтах соответствующих образовательных организаций. Элементы содержания каждой дисциплины выделены на основе указанных в аннотации целей освоения дисциплины, планируемых результатов обучения либо тематического планирования.

Таблица 1 – Элементы содержания дисциплин, связанных с ИИ

(интеллектуальными компьютерными системами) в педагогических вузах России

Университет	Направление подготовки, профиль	Наименование дисциплины	Элементы содержания
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет»	44.03.01 Информатика 44.03.05 Математика и информатика	Основы искусственного интеллекта	Формализация знаний. Задачи компьютерной логики. Восприятие информации и модели обучения. Экспертные системы. Логическое программирование (язык Prolog).
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы»	44.03.01 Педагогическое образование профиль Информатика и информационные технологии в образовании (на базе СПО)	Интеллектуальные системы и искусственный интеллект	Модели представления знаний. Экспертные системы. Логическое программирование (язык Prolog).
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»	44.03.01 Информатика 44.03.05 Физика. Информатика; Информатика. Математика; Технология. Информатика	Основы искусственного интеллекта	Направления исследований в обл. ИИ. Способы представления знаний. Способы логического вывода. Архитектуры нейронных сетей. Оптимизация поиска решений.
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет»	44.03.01 Информатика 44.03.05 Информатика, Физика; Математика, Информатика	Основы искусственного интеллекта	Направления исследований в обл. ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Нейронные сети. Логическое программирование (язык Prolog).
ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»	44.03.05 Математическое образование и информатика	Основы искусственного интеллекта	Понятие об ИИ. Когнитивные и философские проблемы искусственного интеллекта. Модели представления знаний. Логическое программирование (язык Prolog). Экспертные системы. Нейронные сети.

Продолжение таблицы 1

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет»	44.03.01 Информатика и ИКТ	Основы искусственного интеллекта	Модели представления знаний. Основы нечеткой логики. Логическое программирование (язык Prolog). Классификация и структура информационно-интеллектуальных систем.
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» Новокузнецкий институт (филиал)	44.03.01 Информатика 44.03.05 Математика и Информатика	Основы искусственного интеллекта	Направления исследований в обл. ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Логическое программирование (язык Prolog).
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет»	44.03.05 Физика и Информатика 44.03.05 Математика и Информатика	Основы искусственного интеллекта	История ИИ. Язык Visual Prolog. Поиск на графах. Подходы в построении интел. сист. Нейронные сети. ИИ в образовании.
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный педагогический университет»	44.03.01 Информатика 44.03.05 Информатика и Математика 44.03.05 Информатика и дополнительное образование (в области робототехники и конструирования)	Нейронные сети и генетические алгоритмы	Компьютеры и мозг. Нейрокомпьютеры. Обучение с учителем: распознавание образов, сжатие информации. Нейросетевая оптимизация. Извлечение знаний с помощью нейронных сетей. Генетические алгоритмы.
	44.03.05 Информатика и дополнительное образование (в области цифровых образовательных ресурсов)	Системы искусственного интеллекта	Понятие об ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Логическое программирование (язык Prolog).
ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»	44.03.01 Информатика 44.03.05 Математика и информатика	Основы искусственного интеллекта	Понятие интеллекта и способности решения задач. Философские и психологические аспекты интеллекта и мышления. Модели представления знаний. Экспертные системы. Деревья решений. Нейронные сети и эволюционные алгоритмы.
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»	44.03.01 Информатика и информационно-коммуникационные технологии 44.03.05 Информатика и информационно-коммуникационные технологии и эконом. обр.	Языки и методы искусственного интеллекта	Понятие об ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Логическое программирование (язык Prolog). Функциональное программирование (язык Lisp). Нейронные сети.

Продолжение таблицы 1

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»	44.03.05 Экономика и информатика 44.03.05 Математика и информатика	Основы искусственного интеллекта	Понятие об ИИ. История ИИ. Теоретические основы интел. сист. Модели представления знаний. Технологии построения интел. сист.
ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет»	44.03.05 Математика и Информатика 44.03.05 Информатика и физика	Основы искусственного интеллекта	Направления исследований в обл. ИИ. ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Нейронные сети. Логическое программирование (язык Prolog).
ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»	44.03.01 Информатика и информационные технологии в образовании	Интеллектуальные системы и технологии	Понятие об ИИ. Модели представления знаний. Логическое программирование (язык Prolog). Функциональное программирование (язык Lisp). Нейронные сети. Интеллектуальные системы в образовании.
ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет»	44.03.05 Математика и Информатика	Основы искусственного интеллекта	Направления исследования в обл. ИИ. ИИ. Логические и продукционные модели. Фреймовые и сетевые модели. Основы программирования на языке Prolog.
		Представление знаний в информационных системах	Основные, логические, продукционные модели представления знаний. Реляционные языки представления знаний. Нейронные сети. Организация диалога между ЭВМ и пользователем на естественном языке. Основы программирования на языке Prolog.
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого»	44.03.01 Информатика 44.03.05 Начальное образование и информатика	Системы искусственного интеллекта (ранее Основы искусственного интеллекта)	Проблемы предметной области. Знания. Логическое программирование (язык Prolog).

Продолжение таблицы 1

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И. Н. Ульянова»	44.03.01 Информатика	Основы искусственного интеллекта	Понятие об ИИ. Модели представления знаний. Логическое программирование (язык Prolog).
	44.03.05 Информатика. Иностраный язык		Понятие об ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Логическое программирование (язык Prolog).
	44.03.05 Технология. Информатика; Физика. Информатика; Математика. Информатика		Понятие об ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Логическое программирование (язык Prolog). Функциональное программирование. Нейронные сети.
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»	44.03.01 Информатика 44.03.05 Информатика и математика Физика и информатика	Основы искусственного интеллекта	История ИИ. Системы, основанные на знаниях. Нейронные сети. Логическое программирование. Функциональное программирование.
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»	44.03.05 Математика и информатика 44.03.05 Физика и информатика	Основы искусственного интеллекта	История ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Логическое программирование (язык Prolog). Нейронные сети.
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского»	44.03.05 Историческое образование, Информатика и информационные технологии в образовании	Основы искусственного интеллекта	История ИИ. Модели представления знаний. Логическое программирование (язык Prolog). Экспертные системы.
		Основы логического программирования	
		Проблемы методологии логического программирования	

Продолжение таблицы 1

	44.03.05 Математическое образование, Информатика и информационные технологии в образовании Информатика и информационные технологии в образовании, Предпринимательство в сфере ИТ	Основы искусственного интеллекта	
	44.03.01 Информатика и информационные технологии в образовании	Логическое программирование	
	44.03.05 Информатика и информационные технологии в образовании, Образование в области иностранного языка Информатика и информационные технологии в образовании, Математическое образование Физическое образование, Информатика и информационные технологии в образовании	Основы искусственного интеллекта Проблемы методологии логического программирования / Логическое программирование	

Несмотря на то, что представленные выше дисциплины относятся к вариативной части программы бакалавриата, которая, согласно п. 6.6 ФГОС 3+ и п. 1.4 ФГОС 3++ рассматриваемых направлений подготовки определяется образовательной организацией самостоятельно, они стабильно включены в учебные планы педагогических вузов. С одной стороны, это может являться признаком заинтересованности общества и государства в педагогических кадрах, компетентных в области ИИ. С другой стороны, это может быть лишь признаком инертности учебных планов и образовательных программ, содержание которых из года в год остается без изменений при том, что «процесс стремительного внедрения и развития информационных технологий при быстром обновлении их программно-аппаратного обеспечения объективно требует регулярной актуализации образовательных программ и учебно-методических комплексов дисциплин, которые опираются на современные компьютерные технологии» [5, с. 105]. В таком

случае можно наблюдать двухуровневую инертность. На 1-м уровне новый учебный план от старого «наследует» саму дисциплину, точнее, её название, без обоснования необходимости наличия этой дисциплины в профессиональной подготовке будущего учителя. На 2-м уровне: дидактические единицы дисциплины «наследуются» без пересмотра их актуальности. Эффект «инертности учебного плана» (*curriculum inertia*) выделенного нами 2-го уровня, когда темы, ранее важные для ИИ, до сих пор преподаются, несмотря на их малое значение для текущих исследований, далеко не новая проблема, которую отмечают и за рубежом [216].

В работе «О возможностях преподавания «Искусственного интеллекта» в общеобразовательной школе» И. Г. Семакин и Л. Н. Ясницкий справедливо отмечают, что «Достаточно заглянуть в Интернет, чтобы убедиться, что в настоящее время нейросетевые технологии, стали наиболее прогрессивным разделом искусственного интеллекта, что именно они сейчас представляют собой наиболее быстроразвивающуюся научную отрасль, активно внедряющуюся практически во все сферы современной цивилизации» [153, с. 6]. Однако именно темы «Экспертные системы» и «Логическое программирование на языке Prolog», в отличие, например, от гораздо более актуальной в настоящее время темы «Нейронные сети», составляют основу содержания некоторых учебных пособий, в том числе изданных в течение последних 5 лет. Например, в учебном пособии Е. В. Боровской «Основы искусственного интеллекта» (издания 2016 г., 2020 г., 2022 г.) [24] менее 20% страниц отводится на тему «Нейронные сети», остальной текст: информация об ИИ как области исследований, экспертные системы, основы программирования на языке Prolog, создание динамических баз данных и экспертных систем на языке Prolog.

В таблице 2 приведены примеры учебных изданий по теме ИИ с указанием их ключевых элементов содержания. Некоторые из изданий (или ранние/поздние версии этих изданий) включены в рабочие программы дисциплин в педагогических вузах в качестве основной или дополнительной литературы.

Таблица 2 – Примеры содержания учебных изданий по теме ИИ

Учебное издание	Элементы содержания
Масленникова О.Е., Гаврилова И.В. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О.Е. Масленникова, И.В. Гаврилова. – 3-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2019. – 283 с.	История и философские аспекты ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Программирование на языке Prolog. Представление о функциональном программировании.
Бессмертный И. А. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Бессмертный. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 130 с.	Программирование на языке Prolog. Методы поиска. Вероятностные рассуждения. Нейронные сети. Экспертные системы. Семантические сети.
Боровская Е.В. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. – 3-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 130 с.	Понятие ИИ. Модели представления знаний. Экспертные системы. Программирование на языке Prolog. Нейронные сети.
Сидоркина И.Г. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / И.Г. Сидоркина. – М.: КНОРУС, 2015. – 248 с.	Экспертные системы. Программирование на языке Prolog. Обзор интеллектуальных технологий обработки информации (нечеткая логика, нейронные сети, эволюционные вычисления). Работа в системе моделирования ЭО KAPPA.
Гришаева А.П. Лабораторный практикум по курсу «Основы искусственного интеллекта» / А. П. Гришаева; Новосибирский гос. пед. ун-т. – Новосибирск: НГПУ, 2012. – 151 с.	Программирование на языке Prolog. Программирование на языке Lisp.
Дудышева Е.В. Основы искусственного интеллекта: технологический аспект обучения : в 2 ч. : учебное пособие для пед. вузов. Ч. 1 / Е. В. Дудышева ; науч. ред. Н. А. Чупин ; Алтайская гос. акад. образования. – Бийск : АГАО, 2011. – 60 с.	Модели представления знаний. Экспертные системы. Программирование на языке Prolog. Программирование на языке Lisp.
Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект: учеб. пособие / Л.Н. Ясницкий. – М.: Академия, 2008. – 176 с.	Модели представления знаний. Нейронные сети. Распознавание образов. Интеллектуальные игры. Компьютерное творчество. Интеллектуальное математическое моделирование.
Смолин Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 208 с.	<i>Из примерного плана курса.</i> Понятие ИИ, задачи ИИ. Модели представления знаний. Программирование на языке Prolog. Программирование на языке Lisp. Экспертные системы.

Из Таблицы 2 видно, что содержание представленных учебных изданий по ИИ существенно не менялось с начала XX века. Хочется выделить «Введение в искусственный интеллект» Л. Н. Ясницкого [196], в котором, на наш взгляд, наиболее четко выделены основные направления развития технологий ИИ в настоящее время, несмотря на то, что изданию уже более 10 лет.

Отметим также крайне малое количество защит диссертаций по педагогическим наукам, посвященных проблемам профессиональной подготовки педагогических кадров в области ИИ, а также достаточно длительный временной разрыв, не способствующий актуализации знаний (таблица 3).

Таблица 3 – Защищенные диссертации по проблемам подготовки педагогических кадров в области искусственного интеллекта

Год защиты	Научная специальность	Автор	Наименование
2007	13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания (информатика, уровень высшего профессионального образования)	Широких А. А.	Методическая система подготовки учителя информатики по основам искусственного интеллекта
2013	13.00.08 – Теория и методика профессионального образования	Исаева Г. Г.	Подготовка будущего педагога профессионального обучения к использованию элементов искусственного интеллекта

В диссертационных исследованиях А. А. Широких «Методическая система подготовки учителя информатики по основам искусственного интеллекта» [192] и Г. Г. Исаевой «Подготовка будущего педагога профессионального обучения к использованию элементов искусственного интеллекта» [61] изучение основ/элементов ИИ сводится к изучению теории и практической реализации экспертных систем. В исследовании И. П. Самойловой «Методика обучения логическому (хорновскому) программированию будущих учителей информатики» (2001 г.) преподавание языка Prolog связывается с преподаванием логики, что, помимо прочего, как отмечает автор, необходимо «для построения искусственного интеллекта, для построения систем искусственного интеллекта, таких как системы доказательства теорем, систем организации естественно-языкового интерфейса, экспертных систем» [151].

Язык функционального программирования Lisp был создан Д. Маккарти в 1958 г. [226]. Исследователи ИИ в США сделали язык Lisp, фактически, своим стандартом [236]. История развития экспертных систем как направления исследований в области технологий ИИ берет свое начало в 70-х годах XX века.

Тогда «...исследователи постепенно осознавали, что всем ранее созданным программам не хватает самого важного – глубоких знаний в соответствующей области» [93, с. 16]. Поэтому для того, чтобы усовершенствовать какую-либо программу ИИ, «...необходимо было использовать ... методы логических рассуждений и накопленные в опыте знания, представленные в символьной форме» [93, с. 16]. В символьной, т. е. нечисловой, так как свои знания люди хранят и передают преимущественно именно в символьной (текстовой) форме. «Исследования по решению задач и пониманию естественного языка объединяла одна основная проблема – представление знаний» [93, с. 17]. Это определило появление экспертных систем – специализированного программного обеспечения, выполняющего роль эксперта-консультанта в какой-либо конкретной предметной области [105]. «Во многих экспертных консультирующих системах применяется метод ИИ, связанный с логическим выводом, основанным на правилах» [112, с. 15]. По представлениям исследований того времени, для разработки программ ИИ необходимы были специализированные языки программирования. «Язык Prolog был создан в 1972 году с целью сочетать использование логики и представление знаний» [7, с. 4]. В 1982 г. язык логического программирования Prolog был выбран японскими исследователями вместо языка Lisp для реализации японского национального проекта «Fifth Generation Computer Systems» по созданию ЭВМ пятого поколения, основанной на ИИ. Предполагалось, что обработка информации на основе знаний, представленных в нечисловой форме, станет основным направлением прикладного ИИ в 1990-х годах [229]. Проект был запланирован на 10 лет. Конференция «Fifth Generation Computer Systems 1992» должна была подвести итоги и ознаменовать начало новой эры информатики с точки зрения компьютерных систем пятого поколения [211]. Однако завершить проект не удалось, разработки продолжались и в последующие годы, но эффективных систем разработано не было [210]. Существует мнение, что одним из факторов, который способствовал провалу проекта, является выбор языка Prolog вместо Lisp [235]. Тем не менее, надежды на парадигму логического программирования и её применение в области экспертных систем, обеспечили

языку Prolog популярность в вузах.

В работе 1987 г. «Давайте попробуем Пролог» [36] С. Григорьев и М. Морозов отмечают, что в развитии и использовании современной на тот момент вычислительной техники наметился переход от вычислений к технологии обработки знаний – ИИ, что требует поиска новых средств общения с компьютерами. В учебнике В. А. Каймина и др. «Основы информатики и вычислительной техники» для 10-11 классов средней школы 1989 г. следующее, пятое поколение ЭВМ описывается следующим образом: «Работа ... будет основана на принципах логического вывода, подобных принципам работы программ на языке Пролог ... Предполагается, что широко распространится ввод информации в ЭВМ с голоса, общение с машиной на естественном языке, машинное зрение, машинное осязание, создание «интеллектуальных» роботов и робототехнических устройств» [67, с. 253]. В современном учебнике для 9 класса И. Г. Семакина и др. в разделе «Перспективы пятого поколения» ЭВМ пятого поколения характеризуются как машины, основанные на ИИ, что соответствует вышеописанным представлениям 80-90-х годов прошлого века. «Машины пятого поколения – это реализованный искусственный интеллект. В них будет возможен ввод с голоса, голосовое общение, машинное «зрение», машинное «осязание». Многие уже практически сделано в этом направлении» [154, с. 173].

Таким образом, язык логического программирования Prolog и язык функционального программирования Lisp отражают основные направления развития методов и технологий ИИ периода 60-90-х годов XX века. В настоящее время «ранее применявшиеся экспертные системы стали вытесняться нейронными сетями...» даже в тех сферах, где они имели наибольшую значимость [153, с. 6], в том числе поэтому (помимо иных факторов), язык Prolog, применяющийся в сфере ИИ преимущественно для программирования экспертных систем, так же потерял актуальность. Язык Lisp стал терять актуальность в связи с развитием языка Python. Классик в области ИИ П. Норвиг (P. Norvig) писал, что Python поддерживает все основные функции Lisp, кроме макросов (при этом у Python есть некоторые альтернативы) [231]. Как Lisp, так и Python имеют свои преимущества и недостатки

в сравнении друг с другом, но то, что явно выделяет Python – простота синтаксиса в купе с динамической типизацией, благодаря которым язык становится более доступным для людей, имеющих небольшой опыт программирования или не имеющих его совсем, от ученых, которые могут использовать его для научных расчетов, до обучающихся общеобразовательных школ, знакомящихся с программированием на уроках информатики. По словам П. Норвига, кажется, что Python легче читать, чем Lisp, для тех, кто не имеет опыта ни в одном из этих языков. Lisp оптимизирован, чтобы делать очень сложные вещи не слишком сложными, в то время как Python оптимизирован, чтобы облегчать сложные вещи [231].

На основании вышеописанного мы подвергаем сомнению актуальность изучения экспертных систем, языков программирования Prolog и Lisp в педагогических вузах как основных элементов содержания дисциплин, связанных с ИИ, поскольку они не соответствуют современному этапу развития технологий ИИ. По нашему мнению, компетентности в области логического или функционального программирования у будущих учителей информатики следует формировать в рамках дисциплин, не связанных напрямую с ИИ, таких как, например, «Основы логического и функционального программирования», «Математическая логика», «Теория алгоритмов» и т. п., что особенно важно для развития знаний и навыков, позволяющих студентам более гибко ориентироваться в динамично развивающемся, с точки зрения технологий, мире.

Рекомендаций по содержанию дисциплин для педагогического вуза, связанных с ИИ, на законодательном уровне на момент написания данной работы нет. На Портале Федеральных государственных образовательных стандартов [124] в настоящее время размещены проекты примерных образовательных программ по направлениям бакалавриата 44.00.00 «Образование и педагогические науки». Ранее эти проекты были представлены на сайте Реестра примерных основных образовательных программ (ПООП) высшего образования [132]. В ПООП 44.03.01 «Информатика и информационные технологии в образовании» дисциплина «Интеллектуальные системы и технологии» включена в модуль «Технологии

информационных систем». В ПООП 44.03.05 для профилей «Начальное образование» и «Информатика» непосредственно ИИ или интеллектуальные системы не упоминаются. В ПООП 44.03.05 для профилей «Математика» и «Информатика» дисциплина «Основы искусственного интеллекта» находится в одном разделе с другой дисциплиной по выбору – «Представление знаний в информационных системах». Перечисленные дисциплины входят в часть программы, формируемой участниками образовательных отношений. Уточнений содержания этих дисциплин в названных выше проектах ПООП нет.

Для демонстрации серьезного отставания текущего содержания профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области технологий ИИ от современных потребностей экономики и общества [158; 188] следует рассмотреть тенденции в области разработок и применения технологий ИИ.

Цитата Д. В. Смолина «Серьезных изменений в теории искусственного интеллекта следует ожидать, по-видимому, в 10-20 гг. нашего века» [162, с. 12] оказалась научным предвидением, ведь действительно именно в это время произошел качественный скачок в области технологий ИИ. Ведущей технологией ИИ, потенциальной основой Четвертой промышленной революции [187], в настоящее время является глубокое обучение (Deep Learning) искусственных нейронных сетей. В статье «Deep Machine Learning – A New Frontier in Artificial Intelligence Research», опубликованной в 2010 г., глубокое машинное обучение представлено как зарождающееся направление, которое, несомненно, определит будущее машинного обучения и систем ИИ в целом [200]. В книге 2019 г. «Artificial Intelligence and Conservation», изданной Кембриджским университетом, указано на то, что сейчас мы находимся в новой эре ИИ, которая характеризуется значительными успехами в области распознавания образов и обработки естественного языка, к которым привело машинное обучение глубоких нейронных сетей, а также новым интересом к использованию ИИ в коммерческих приложениях от рекламы до инструментов поиска и инструментов перевода, используемых миллионами людей [209].

Альманах профессий будущего «Атлас новых профессий» относит машинное обучение и искусственный интеллект к технологическим трендам, влияющим среди прочего как на возникновение новых профессий, так и на изменение функционала уже существующих. В разделе сайта «Атлас новых профессий для вузов» отмечено, что «Функционал профессий обновляется все быстрее, а это значит, что студенты должны быть готовы постоянно переобучаться, а руководство вузов – создавать учебные программы по новым специальностям, которые будут востребованы в будущем, и адаптировать уже существующие под потребности рынка» [18].

Технологии машинного обучения, компьютерного зрения и обработки естественного языка выступают одними из ключевых элементов цифровизации многих сфер жизни человека. Технологии ИИ лежат в основе поисковых систем, систем безопасности, систем автоматизированного перевода речи и др. На технологиях машинного обучения искусственных нейронных сетей основаны голосовые помощники, виртуальные персональные ассистенты с функциями распознавания и синтеза речи: Алиса, Alexa, Google Assistant, Siri. Создание новых диалогов и «навыков» для Алисы от компании Яндекс, применяемой в образовании в рамках экспериментальных методических приемов [27], и Google Assistant от Google осуществляется с помощью языка программирования Python [42; 212]. Доступ к функциям Alexa Voice Service от Amazon обеспечивает программный интерфейс на языке C++ [202], Siri от Apple на языках Swift и Objective-C [199].

Для повышения качества машинного перевода текстов Яндекс и Google используют нейронные сети [73; 213].

При разработке беспилотных автомобилей Яндекс решает задачи распознавания дорожных знаков, разметки и участников движения, а также отслеживания и предсказания перемещения окружающих объектов. Среди требований к разработчикам в сфере беспилотных автомобилей в разделе вакансий сайта Яндекс указаны знание алгоритмов машинного обучения, в частности, глубоких нейронных сетей, хорошее знание языков Python и C++ [195].

На технологиях ИИ также основано множество экспериментальных

сервисов. Например, «Google AutoDraw» – векторный графический редактор с функцией распознавания нарисованных от руки объектов и замены их на аналоги, нарисованные профессиональными художниками. Проект «Quick, Draw!» по созданию большого набора данных от Google представлен в виде игры, в которой требуется рисовать заданные объекты за ограниченное время, а нейронная сеть должна их угадать. Представленная компанией Nvidia нейросеть GauGAN, создающая фотореалистичные изображения на основе схематичных рисунков, легла в основу сервиса «SmartSketch». С помощью нейросети Pix2Pix можно преобразовать нарисованные от руки эскизы фасадов зданий, кошек и обуви в «реалистичные» изображения. Сервис CaptionBot от Microsoft описывает в виде текста, что изображено на загруженном изображении. Сервис «How old do I look?» предсказывает возраст людей на фото.

Популярные программные библиотеки для машинного обучения TensorFlow, Keras, Dlib, PyTorch, Scikit-learn, библиотека компьютерного зрения OpenCV написаны на языках C++ и Python и/или имеют программный интерфейс для доступа к своему функционалу на этих языках.

Python является наиболее популярным языком программирования среди языков, используемых для машинного обучения, в крупнейшем онлайн-хранилище IT-проектов GitHub [217]. Следующий за ним по популярности язык – C++. Проекты из книги «Paradigms of Artificial Intelligence Programming: Case Studies in Common Lisp» П. Норвига (P. Norvig) [230], написанные на языке Lisp (Common Lisp), были переписаны на языке Python и размещены в GitHub [207].

Ведущие университеты мира, частные образовательные организации и IT-компании предлагают учебные курсы по ИИ, направленные на машинное обучение нейронных сетей, при этом в качестве основного языка программирования часто указывается Python. Так, основным языком программирования в курсе «Developing Artificial Intelligence Applications», представленным Оксфордским университетом, является Python, используется библиотека TensorFlow [232]. На сайте Стэнфордского университета в описании курса по ИИ «Artificial Intelligence Professional Program» указано, что написание программ будет осуществляться на

языке Python [233]. Гарвардский университет реализовывает учебный курс по введению в ИИ с использованием Python [208]. В курсе «Машинное обучение. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы» НИИЯФ МГУ решение практических задач с использованием нейронных сетей осуществляется на языке Python [103]. Исследовательский центр в сфере искусственного интеллекта Университета Иннополис в рамках курса «Искусственный интеллект и основы аналитики данных» предлагает изучить возможности Python для анализа, обработки данных и машинного обучения [64]. В содержание модулей курсов по изучению технологий ИИ Университета 2035, в частности курса «Искусственный интеллект. Алгоритмы машинного обучения на языке Python» [65], включено применение популярных в сфере ИИ Python-библиотек: NumPy, Pandas, Matplotlib, OpenCV и др. Частная американская образовательная организация Udacity предлагает курс «AI Programming with Python» направленный на использование Python-библиотек для создания нейронных сетей [220]. Компания IBM предлагала учебный курс по основам машинного обучения с применением языка Python и библиотеки Scikit-learn [221]. Компания Intel предлагала учебный курс для обучающихся в возрасте 13-19 лет и преподавателей по программе Intel AI For Youth «Технологии искусственного интеллекта для каждого», в рамках которого рассматриваются предметные области: «наука о данных», «машинное обучение», «машинное зрение», «обработка естественных языков» и «программирование на Python» [128].

В связи с выявленным противоречием между современными тенденциями в области технологий ИИ и устаревающим содержанием образовательных программ профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области ИИ, встает вопрос о формировании актуального содержания дисциплин в педагогическом вузе, связанных с ИИ, включающий в себя два аспекта: соответствие содержания современным достижениям в области ИИ и целесообразность преподавания исторических основ ИИ вместо умения пользоваться современными технологиями ИИ и средствами их реализации, доступными как для учителя информатики, так и для обучающихся

общеобразовательных школ.

Экспертные системы не находят своего широкого применения в образовании, где важен именно педагогический профессионализм учителя, его опыт, скорость реакции на происходящие события. Языками программирования ИИ сейчас выступают скорее Python и C++, чем Prolog и Lisp. При этом языки Python и C++ применяются в школьной информатике для обучения основам программирования. Python в последнее время набирает популярность в школе и выступает главным конкурентом языка Pascal в частности потому, что является актуальным на рынке труда, в том числе в области науки о данных (Data Science), в основе которой сейчас лежит именно ИИ – машинное обучение для обработки больших данных.

Проблема подготовки педагогических кадров в области ИИ заключается ещё и в том, что связанные с ИИ дисциплины в педагогических вузах являются дисциплинами по выбору, следовательно, их фактическое преподавание будущим учителям информатики не гарантируется, и тема ИИ может оказаться незатронутой в рамках их профессиональной подготовки. В то же время, как справедливо замечают Г. М. Гринберг, М. В. Лукьяненко, Н. И. Пак, «...одним из первостепенных и основных факторов обеспечения соответствия системы профессионального образования современным требованиям является развитие кадрового потенциала этой системы в виде подготовки педагогических кадров новой формации» [37, с. 125], которые могли бы готовить новых, креативных специалистов «...с глубокими знаниями и практическими навыками в области техники и технологий мирового уровня, умеющих применять современные методы инновационной деятельности» [37, с. 125]. Полагаем, что данная проблема решится в результате наступления одного из следующих событий:

1) Окончательное закрепление темы ИИ в школьной информатике по крайней мере на ознакомительном уровне. Попытки знакомства обучающихся школ с ИИ предпринимались [197], но необходимо обновление содержания.

2) Глобальное внедрение ИИ в образовательные учреждения в процессе цифровизации образования. При этом, как верно отмечают А. А. Климов, Е. Ю. Заречкин, В. П. Куприяновский, речь идет о дополнении людей-

преподавателей технологиями ИИ, а не об их замене [70].

3) Осознание педагогами или руководством высшей школы необходимости в подготовке педагогов, компетентных в области современных технологий ИИ для ускорения наступления двух ранее названных событий.

В последние годы ИИ популяризируется в системе общего образования, как и в обществе в целом, чему способствуют, например, проект «Урок цифры» и его раздел «Искусственный интеллект и машинное обучение» [29], платформа «AI-ACADEMY Академия искусственного интеллекта для школьников» [198]. Федеральным учебно-методическим объединением по общему образованию одобрены примерные рабочие программы курса «Искусственный интеллект» для 7-9 и 10-11 классов на базовом и углубленном уровнях, которые предлагается реализовывать в рамках внеурочной деятельности [62; 63].

Среди основных направлений актуализации содержания предметной области «Информатика» в основной школе И. В. Роберт указывает совершенствование технологической составляющей, адекватное современным достижениям в области ИИ [6]. Появляется всё больше работ, посвященных обучению основам ИИ в школе [88; 92; 152; 170 и др.], а также потенциальным возможностям использования ИИ в сфере образования [50; 51; 66; 72; 75; 117; 129; 174; 179; 180 и др.]. К сожалению, многие авторы приводят исключительно идеи применения технологий ИИ в образовании, не предлагая конкретные средства для их реализации.

Необходимость в профессиональной подготовке современного учителя в области технологий ИИ отмечается и за рубежом. В рекомендациях ЮНЕСКО к структуре ИКТ-компетенций учителей (ICT Competency Framework for Teachers (ICT CFT)) ИИ входит в перечень технологических достижений, к внедрению которых в свою образовательную практику современный учитель должен быть готов в ближайшем будущем (до 2030 года). При этом в ICT CFT указаны следующие приложения ИИ: экспертные системы, распознавание речи и обработка естественного языка, технологии машинного зрения и обработки изображений, а также отмечается, что последние разработки стали возможными благодаря достижениям в области алгоритмов «машинного обучения», в частности,

«глубокого обучения» [234]. В статье «Artificial Intelligence in Education: The Urgent Need to Prepare Teachers for Tomorrow's Schools» [219] автор указывает, что повсеместное внедрение ИИ, в том числе в сферу образования, неизбежно, поэтому начинать подготовку детей к новой реальности следует уже в начальной школе. Соответственно, учитель должен быть компетентным в области ИИ. Он также отмечает, что обучение учителей использованию технологий ИИ поможет предотвратить злоупотребление этими технологиями. В статье «Artificial Intelligence in Promoting Teaching and Learning Transformation in Schools» авторы отмечают, что для внедрения технологий ИИ в школы первоочередной задачей является формирование команды учителей высокого уровня, адаптированных к развитию образования в эпоху ИИ, через создание инновационной среды подготовки учителей к работе с технологиями ИИ [222]. В работах [25; 74] представлен зарубежный опыт внедрения ИИ в программу средней школы. Г. В. Ванькина и Т. О. Сундукова отмечают, что программирование и теоретическая информатика в Новой Зеландии рассматриваются в контексте направления цифровых технологий, в том числе, технологий ИИ. При этом язык программирования Python является наиболее популярным выбором для их реализации [25]. В США, согласно стандарту Computer Science Teachers Association (CSTA) K–12 Computer Science, изучение ИИ представлено в старшей школе (Level 3B: Grades 11-12) двумя типами учебных заданий: описание управления ИИ программными и физическими системами (3B-AP-08. Describe how artificial intelligence drives many software and physical systems), и реализация алгоритма ИИ для игры или решения задачи (3B-AP-09. Implement an artificial intelligence algorithm to play a game against a human opponent or solve a problem). Для задания второго типа указано, что игры не должны быть сложными, достаточно простой игры-угадайки, крестиков-ноликов или простых команд для робота [206]. Опыт внедрения темы ИИ в содержание школьного образования США, Индии и Китая рассматривается О. М. Корчажиной [74]. Автор также отмечает, что, несмотря на осознание в большинстве стран мира проблемы обучения основам ИИ в средней школе, не во всех из них имеются ресурсы для её решения. Очевидно,

что изучение элементов ИИ в общеобразовательной школе предполагает наличие компетентных в данной области педагогов. В работах [201; 215; 218; 224] зарубежными авторами рассматриваются возможности технологий ИИ для модернизации современного образования.

Несмотря на то, что пока массового внедрения ИИ в сферу образования не произошло, мы полагаем, что современный учитель информатики должен быть готов к применению данных технологий в рамках своей педагогической деятельности. Уровень его компетентности, а также степень владения современными инструментами реализации технологий ИИ, безусловно, являющихся одними из передовых информационных технологий современности, обуславливает качество профессиональной подготовки. Рассматривая высшее (университетское) педагогическое образование как условие подготовки современных учителей, Е. В. Андриенко справедливо отмечает, что одной из особенностей его эффективности является нацеленность вуза на профессиональную подготовку педагогических кадров по востребованным сегодня в стране, обществе и регионе направлениям и профилям [13]. Обосновывая необходимость перехода к наукоемкой, высокотехнологичной педагогике, Н. М. Мельник и В. М. Нестеренко указывают, что «важнейшим результатом высшего образования является способность специалиста в реальном времени согласованно взаимодействовать с искусственным интеллектом, объектами быстро меняющейся реальной профессиональной среды и субъектами деятельности» [104, с. 7].

Включение современных технологий ИИ в содержание профессиональной подготовки будущих учителей информатики позволит им освоить новые информационные технологии и аудиовизуальные средства обучения, ключевые концепции и принципы программирования, что в свою очередь будет способствовать расширению их ИКТ-компетентности, развитию познавательной и профессиональной мотивации, логического и творческого мышления. Кроме того, опыт работы с многообразием технологий ИИ покажет безусловную ценность естественного (человеческого) интеллекта. Хотя ИИ быстро развивается и имеет

свои преимущества, человеческий интеллект по-прежнему сохраняет уникальные качества (понимание контекста, адаптивность, понимание эмоций, распознавание невербальных сигналов и др.), которыми ИИ не обладает или обладает ограниченно, особенно в контексте понимания сложных и нестандартных жизненных ситуаций, требующих глубокого анализа и применения эмоционального интеллекта.

В заключении данного параграфа можно сделать следующие **выводы**.

1. Анализ философской, педагогической, технической и социально-экономической литературы по теме исследования позволил уточнить определение понятия *«технологии искусственного интеллекта»* в контексте профессиональной подготовки будущих учителей информатики – это *высокие информационные технологии, использующие методы имитации когнитивных функций человека средствами вычислительной техники и включающие программное обеспечение для реализации этих методов*.

2. Ретроспективный анализ содержания профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области ИИ, исследование современного состояния подготовки педагогических кадров в области ИИ в России, проведенное на основе анализа рабочих программ педагогических вузов (либо их аннотаций) и рекомендуемой в них литературы, исследование тенденций развития технологий ИИ, их внедрения в сферу образования в качестве объекта изучения позволили выявить противоречия *на социально-педагогическом уровне* – между потребностью государства и общества в конкурентоспособной личности педагога, учителя информатики, владеющего технологиями ИИ, и недостаточной актуализацией этой проблемы в традиционной системе профессиональной подготовки будущих учителей информатики, *на практико-методическом уровне* – между потребностью в повышении качества профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области технологий ИИ, необходимостью развития их творческого мышления, и недостаточной проработкой методического обеспечения этого процесса (малоактуальное содержание учебных программ и учебно-методических пособий; формы, методы и средства обучения ориентированы преимущественно на

подготовку будущих педагогов к использованию и разработке экспертных систем на языке программирования Prolog как ключевой технологии ИИ вместо подготовки педагогов к применению широкого спектра актуальных технологий ИИ с учетом многообразия направлений развития ИИ (анализ данных и машинное обучение, компьютерное зрение, обработка естественного языка и др.) и изучения актуальных языков программирования в области ИИ (язык Python и др.)).

3. Анализ научных работ по проблеме исследования и крайне малое количество защит диссертаций по педагогическим наукам, посвященным проблемам профессиональной подготовки педагогических кадров в области ИИ, позволили констатировать недостаточность актуальных педагогических исследований в сфере подготовки будущих учителей информатики в области ИИ в системе высшего образования. Данное заключение дало возможность выявить противоречие *на научно-теоретическом уровне* между повышением значимости технологий ИИ во многих сферах человеческой деятельности, в том числе в сфере образования, и необходимостью поиска научно-методологических подходов к организации профессиональной подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности.

4. Изучение современных технологий ИИ должно быть обязательно предусмотрено учебным планом профессиональной подготовки будущего учителя информатики в педагогическом вузе, что позволит разрешить обозначенные выше противоречия.

1.2 Обоснование и разработка методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта

Обозначенные в диссертационном исследовании противоречия, проиллюстрированные представленным в первом параграфе материалом, актуализировали решение проблемы по обоснованию и разработке методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению современных технологий ИИ в профессиональной деятельности.

Анализ определений понятия «технологии ИИ», приведенный в начале предыдущего параграфа, позволил уточнить его в контексте данного диссертационного исследования. Под *технологиями ИИ* мы понимаем *высокие информационные технологии, использующие методы имитации когнитивных функций человека средствами вычислительной техники и включающие программное обеспечение для реализации этих методов.*

При этом программное обеспечение может быть

- разработано обучающимся лично с использованием алгоритмов ИИ;
- открытой для свободного использования разработкой в форме приложения либо программной библиотеки, которую обучающийся может использовать отдельно или в составе разрабатываемой им интеллектуальной системы.

Здесь важно сделать акцент на педагогической деятельности. Если задача создания технологий ИИ в целом состоит в модернизации различных сфер жизни общества, то задача, решаемая технологиями ИИ в профессиональном образовании, состоит в подготовке квалифицированных педагогических кадров, владеющих данными технологиями и готовых к их использованию в своей профессиональной деятельности. При этом, как верно отмечает Е. А. Жукова, «Следует четко различать, о какой технологии идет речь: о технологии создания компьютера или о технологии с использованием компьютера. Это разные технологии» [47, с. 95]. В рамках профессиональной подготовки будущего учителя обе эти технологии пересекаются. Создание программного обеспечения будущим учителем информатики в ходе освоения технологий ИИ есть «технология создания компьютера». Однако создание программного обеспечения не является целью профессиональной подготовки учителя. Педагогическая подготовка будущего учителя не может быть равна и не должна быть равна технической и математической подготовке специалиста в области ИИ, чья прерогатива – создание новых технологий ИИ. Учитель должен выступать не в роли «создателя», а в роли «пользователя» или «создателя, использующего» по отношению к технологиям ИИ. Ввиду того, что изучение технологий ИИ происходит с их использованием,

речь идет и о «технологии с использованием компьютера». Технологии ИИ выступают одновременно объектом изучения и средством обучения – инструментом для решения задач с использованием технологий ИИ. Подобная двойственность характерна для сферы применения компьютерной техники [1; 96].

Важная роль в профессиональной подготовке учителя информатики к применению технологий ИИ отводится формированию его ИКТ-компетентности. Как отмечается в работах Э. И. Кузнецова [79; 80], одним из компонентов методической подготовки учителя информатики в педагогическом вузе должна быть подготовка учителя как специалиста по применению информационных технологий в двух аспектах: педагогическом и организационном. М. М. Абдуразаков также отмечает, что гармоничное обучение современного учащегося в школе возможно тогда, когда учитель информатики является не только учителем-предметником, но и специалистом в сфере применения средств ИКТ [2]. Данное положение справедливо и для ИТ-преподавателя в системе СПО, обязанности которого часто исполняет учитель информатики, выпускник педагогического вуза [1]. М. П. Лапчик подчеркивает, что использование разнообразных компьютерных средств и технологий в профессиональной деятельности ИКТ-компетентного педагога должно быть мотивированным [86]. В работах [178; 194] ИКТ-компетентность рассматривается как готовность к инновационной педагогической деятельности. В работе [127] коллектив авторов выделяет два существенно различных уровня ИКТ-компетентности: знаниевый (подготовленность к деятельности) и деятельностный (реализация ИКТ). Применив разработанную авторами модель ИКТ-компетентности учителя по отношению к подготовке учителя в области технологий ИИ, можно сказать, что на знаниевом уровне – уровне овладения ИКТ, у будущего учителя должны быть сформированы знания, умения и навыки, достаточные для использования технологий ИИ, а на деятельностном уровне – должна быть сформирована способность находить применение технологиям ИИ для решения образовательных задач.

Таким образом, будущий учитель информатики должен быть подготовлен к **применению технологий ИИ**, выраженному в

- педагогической деятельности по обучению использованию технологий ИИ;
- использованию технологий ИИ в качестве средств ИКТ для достижения педагогических целей.

Под *подготовкой будущих учителей информатики к применению технологий ИИ* мы понимаем целенаправленный процесс формирования у будущих учителей информатики профессиональной готовности к осуществлению такой деятельности. Подробнее сущность профессиональной готовности в контексте данной работы будет раскрыта в параграфе 1.3.

Для осуществления подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, определены следующие задачи:

1. обосновать и разработать методику подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, в том числе разработать курс учебной дисциплины (учебный курс) «Технологии искусственного интеллекта» в качестве элемента учебно-методического обеспечения процесса профессиональной подготовки;
2. апробировать методику профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, в педагогическом вузе;
3. проверить результативность подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ при реализации предложенной методики.

Поставленные задачи обусловили выбор следующих подходов к разработке методики:

- *системный подход* и *структурно-функциональный подходы* (В. П. Беспалько, Т. А. Ильина, Н. В. Кузьмина и др.) – совокупность принципов в методологии научного исследования, позволяющая рассматривать педагогический процесс как систему, в которой каждый структурный элемент: психолого-педагогические приемы, методы, формы обучения и воспитания, элементы содержания одной дисциплины и других дисциплин учебного плана, имеет функциональное назначение, т.е. вносит вклад в достижение цели;

– **деятельностный подход** (Л. С. Выготский, В. В. Давыдов, В. В. Краевский, А. Н. Леонтьев, А. В. Хуторской, Д. Б. Эльконин и др.) – совокупность принципов, определяющих стратегию в методологии научного исследования, в соответствии с которой развитие познавательных процессов обучающегося происходит в деятельности. Использование данного подхода позволяет нам усилить практико-ориентированный характер профессиональной подготовки, а также сформировать критерии оценки готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности;

– **лично-ориентированный подход** (В. В. Сериков, В. А. Сластенин, С. Л. Рубинштейн, И. С. Якиманская и др.) – методологическая ориентация в педагогической деятельности, позволяющая обеспечить условия для функционирования механизма повышения мотивации обучающегося, построения его собственной образовательной траектории для развития личностных и профессиональных качеств;

– **компетентностный подход** (Э. Ф. Зеер, И. А. Зимняя, С. И. Осипова, А. В. Хуторской и др.) – это стратегия методологии образовательного процесса, которая ставит в качестве его цели (результата) формирование компетентности личности. Применительно к оценке готовности будущего учителя информатики к применению технологий ИИ компетентностный подход позволяет оценить уровень сформированности знаний, умений и навыков студентов для успешной деятельности на основе практического опыта при решении профессиональных задач.

При разработке методики профессиональной подготовки к применению технологий ИИ и построении структурно-функциональной модели подготовки должны быть учтены **педагогические принципы**, определяемые нами как основные исходные положения, которые помогают достигать поставленных целей педагогического процесса. Профессиональная подготовка бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ, на наш взгляд, должна быть основана на следующих принципах обучения: систематичности и

последовательности, практико-ориентированности, индивидуализации, междисциплинарности.

Принцип систематичности и последовательности предусматривает формирование знаний, умений и навыков в системе. Систематичность обеспечивает логическую связь между элементами содержания обучения и их преемственность. Последовательность обуславливает понимание обучающимся учебного материала через связь ранее усвоенного с новым. Принцип систематичности и последовательности можно применить одновременно к организации учебного материала и деятельности обучающегося по его усвоению.

Принцип практико-ориентированности трактуется как ориентация на формирование компетентности бакалавра через овладение им теми компетенциями, которые будут наиболее значимы в его будущей профессиональной (трудовой) деятельности [165]. В современной высшей школе данный принцип исходит из положения о том, что целью познания является практическое преобразование действительности, воплощение в жизнь накопленных знаний [166]. Значимость практической деятельности справедливо подчеркнул И. П. Подласый следующими словами: «практика – критерий истины, источник познавательной деятельности и область приложения результатов обучения» [123, с. 463]. Он также привел ряд правил практической реализации «связи обучения с жизнью», которые раскрывают сущность применения принципа практико-ориентированности обучения в рамках нашего исследования: «Настойчиво приучайте учащихся проверять и применять свои знания на практике. Используйте окружающую действительность и как источник знаний, и как область их практического применения» [123, с. 464]; «Связывайте обучение с перспективами развития народного хозяйства своего города, села, области, республики, страны. Осуществляйте профориентацию, основываясь на перспективных разработках» [123, с. 465]; «Проблемно-поисковые и исследовательские задания – лучшее средство связи теории с практикой: широко используйте их в различных сочетаниях» [123, с. 465].

Принцип индивидуализации предполагает построение учебного процесса с учетом индивидуальных особенностей обучающихся, их личностных потребностей.

Принцип междисциплинарности, состоящий в интеграции учебного материала между различными дисциплинами учебного плана. При компетентностно-ориентированном обучении, отмечают Н. Н. Матушкин и И. Д. Столбова, «Междисциплинарная интеграция предполагает преодоление фрагментарности предоставляемых знаний для взаимосвязи различных дисциплин, установление связей конкретной дисциплины с другими, ее место в образовательном процессе, максимальное задействование уже полученных в рамках предыдущих дисциплин результатов обучения» [100, с. 9]. Междисциплинарность позволяет увеличить количество ситуаций применения обучающимися знаний в новых условиях, тем самым реализуя их подготовку к будущей работе, что и является компетентностным уровнем обучения [113].

Взаимосвязь методологических подходов и принципов представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема взаимосвязи методологических подходов и принципов

Эффективное включение наукоемких технологий в образовательный процесс предполагает наличие в учебном плане образовательных дисциплин, обеспечивающих многообразие интегративных междисциплинарных связей [31;

68]. Расширение межпредметного компонента учебных программ, т. е. включение в содержание данного предмета элементов учебного материала из других областей знаний и практики, В. А. Болотов и В. В. Сериков обозначают как одну из первоочередных мер построения компетентностной модели образования [23]. М. В. Носков и В. А. Шершнева отмечают, что «...компетентностный подход приводит к необходимости расширить принцип междисциплинарных связей ... добавив положение о целенаправленном усилении связей конкретной дисциплины с другими...» [113, с. 318]. Необходимость междисциплинарной интеграции они связывают также с интеграционными процессами в современной науке [113]. Р. В. Каменев выделяет две основные дидактические функции междисциплинарных связей: «1) устранение дублирования, снижение информационных перегрузок, 2) систематизация знаний и повышение качества их усвоения» [68, с. 54].

По отношению к учебному курсу, направленному на подготовку будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в педагогическом вузе (название не конкретизируется, поскольку подобные учебные курсы могут иметь разные названия в разных учебных заведениях), нами определены междисциплинарные связи со следующими нижеперечисленными дисциплинами (научными областями) и элементами их содержания.

– Программирование (алгоритмы, методы программирования, синтаксис и операторы языка программирования и т. д.). По отношению к учителю информатики справедлива метафора А. П. Ершова «Программирование – вторая грамотность» [45]. В условиях цифрового образования важно формировать готовность студентов к разработке алгоритмов и программ не только для обучения информатике других людей, но и для разработки электронных образовательных ресурсов, а также самообразования [20]. Владение основами программирования является необходимым условием решения творческих задач с применением технологий ИИ. Обучение основам программирования на языке Python в вузе и последующее использование возможностей языка Python в области ИИ усилит междисциплинарную связь между программированием и технологиями ИИ.

– Дискретная математика (теория множеств, теория графов). Как отмечает коллектив авторов Е. А. Перминов, Д. Д. Гаджиев, М. М. Абдуразаков, «идеи и методы ДМ служат культурологическими ориентирами не только в фундаментализации математического образования, но и в информатизации всех видов подготовки студентов педагогических направлений ... Идеи и методы ДМ положены в основу вычислительных процессов в самых разных научных и производственных сферах» [120, с. 95]. Технологии ИИ не становятся исключением. Теория множеств необходима для понимания и решения задач классификации, кластеризации и поиска в больших массивах данных. Теория графов лежит в основе реализации поиска оптимальных маршрутов, выхода из лабиринта, принятия решений интеллектуальной системой.

– Линейная алгебра (матричное исчисление). Веса связей искусственных нейронных сетей и обрабатываемые нейронными сетями данные удобно структурировать в виде массивов (матриц). Растровые изображения также обрабатываются как массивы данных о пикселях. Для работы с массивами применяются методы линейной алгебры, такие как: умножение матриц, транспонирование и др.

– Теория вероятностей и математическая статистика (вероятность, случайная величина, вероятностное пространство, вероятностная модель). В качестве результата предсказания/прогнозирования принадлежности какого-либо объекта к определенному классу, наступления какого-либо события и т. д. системы ИИ часто выводят некоторый числовой показатель «уверенности» в своем выводе (вероятность). В основе алгоритмов вычисления значений ошибки для коррекции процесса машинного обучения и показателей оценки качества модели машинного обучения лежит математическая статистика.

– Математический анализ (понятие дифференцируемой функции в точке, производная функции). Учет скорости изменения функции потерь в алгоритмах машинного обучения (например, метод обратного распространения ошибки, градиентный спуск).

– Компьютерная графика (обработка растровых изображений, построение векторных изображений, цветовые модели). Основы компьютерной графики необходимы для работы с системами компьютерного зрения. Например, умение редактировать растровые изображения (изменять размер, накладывать фильтры, менять цветовую палитру и т. п.) потребуется для приведения графических данных в пригодный для обработки интеллектуальной системой вид; опыт работы с векторной графикой позволит создать графический интерфейс для управления системой и отмечать распознанные на фотографиях объекты; знание особенностей кодирования цветов необходимо для поиска объекта на изображении по цвету, выделения контуров и т. д.).

– Иностранный (английский) язык. Команды востребованных на рынке труда языков программирования, в частности Python и C++, используемых в сфере ИИ, пишутся на английском языке. Для чтения технической документации к языкам программирования и программным библиотекам ИИ, специальной литературы, общения на профессиональных форумах также требуется знание английского языка. Несмотря на то, что технологии ИИ помогают преодолеть языковой барьер (машинный перевод), между текстами носителя языка и автоматического переводчика остается существенная разница. Машинный перевод часто искажает содержание содержащейся в тексте информации, что критично для точных наук.

– Философия (философия и этика ИИ). Преподавание дисциплины, связанной с ИИ, должно сопровождаться обсуждением этической стороны развития высоких технологий. Р. Н. Соломяный и С. Е. Сосенушкин справедливо замечают, что надо «осознавать ответственность и последствия, понимать, что главное – не прогресс ради прогресса, а улучшение нашего общества как в глобальном понимании, так и относительно каждого из нас» [164, с. 686].

При этом следует понимать, что сейчас технологии ИИ сами по себе не представляют угрозы человечеству. Трактовка ИИ, согласно которой данный феномен определяется как способность искусственных объектов к решению любых проблем, которые могут решать люди, и к конкуренции с человечеством за власть

и место на планете [99], не имеет под собой реальных оснований, учитывая текущий уровень прогресса в области технологий ИИ. Как справедливо отмечает О. Г. Басалаева, говоря об устройствах с ИИ, «...чтобы подобные устройства выполняли задачи лучше человека или вместо него, инженеры и математики наделяют их интеллектом, хотя назвать такой искусственный интеллект настоящим в полной мере нельзя. Все существующие на сегодняшний день роботы и программы обладают одним главным недостатком – они не могут самостоятельно адаптироваться к окружающему миру, так как это делают все живые существа» [21, с. 142]. Мы согласны со словами А. Н. Колмогорова: «На самом деле нужно стремиться этот глупый и бессмысленный страх перед имитирующими нас автоматами заменить огромным удовлетворением тем фактом, что такие сложные и прекрасные вещи могут быть созданы человеком» [71, с. 30].

– Методика обучения и воспитания (информатика). Изучение методической системы обучения информатике и ИКТ в школе и технологий методического проектирования необходимо для результативного включения технологий ИИ как элементов содержания и/или средств обучения в школьный курс информатики, внеурочную, проектную деятельность обучающихся.

– Педагогика и психология. Формирование и развитие педагогических способностей будущих учителей, подготовка в областях общей, возрастной и социальной психологии, позволят им учитывать индивидуальные образовательные потребности и психологические особенности обучающихся при применении технологий ИИ в профессиональной деятельности.

На основании ретроспективного анализа содержания профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области ИИ и анализа её современного состояния, представленных в первом параграфе, мы предполагаем, что первым *необходимым изменением* в традиционной подготовке бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ является ***пересмотр содержания дисциплины, связанной с ИИ, с учетом современных направлений развития технологий ИИ***. Содержание дисциплины должно включать изучение современных средств реализации технологий ИИ: язык общего

назначения Python (вместо языка логического программирования Prolog и языка функционального программирования Lisp как основных языков программирования в сфере ИИ), специализированные программные библиотеки для языка Python (NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, TensorFlow, PyTorch, OpenCV, MediaPipe, NLTK и др.) и другое программное обеспечение (онлайн-сервисы, среды разработки, среды моделирования и др.), позволяющее применять методы ИИ для решения практических задач.

В статье «Технологии искусственного интеллекта: анализ проблематики и построение структуры учебной дисциплины» А. С. Потапов приводит 2 подхода к классификации разделов ИИ.

1) По применению методов ИИ: «машинный перевод; автоматическое реферирование и информационный поиск; системы речевого общения; игровой интеллект, доказательство теорем и автоматизация научных исследований; компьютерное зрение; извлечение данных; сочинение текстов и музыки и др.» [125, с. 309].

2) По привлекаемому математическому аппарату: «искусственные нейронные сети; эволюционные вычисления; распознавание образов; экспертные системы; эвристическое программирование; мультиагентный подход и т. д.» [125, с. 309].

На наш взгляд, в историческом контексте обе классификации в целом являются наиболее полными, однако «игровой интеллект» мы бы отделили от доказательства теорем и автоматизации научных исследований. Одновременно с этим обе классификации также отражают проблему неоднородности научной области. Стоит отметить, что приведенная А. С. Потаповым классификация разделов ИИ по привлекаемому математическому аппарату содержит элементы, которые не являются взаимоисключающими. Например, эволюционные вычисления служат для настройки искусственных нейронных сетей [39], искусственные нейронные сети применяются при решении задач распознавания образов, в том числе для интеграции с экспертными системами [44].

А. С. Потапов также предлагает следующую структуру курса «Технологии искусственного интеллекта»:

«1. Проблема поиска.

- 1) Эвристическое программирование.
- 2) Поиск в непрерывных пространствах решений.
- 3) Эволюционные вычисления.

2. Представление знаний.

- 1) Наборы правил, деревья решений.
- 2) Формальные грамматики, семантические сети.
- 3) Фреймы, сценарии и др.

3. Машинное обучение.

- 1) Распознавание образов.
- 2) Методы восстановления символьных представлений.» [125, с. 313].

Данный курс предназначен для студентов непедагогического профиля и направлен в большей степени на изучение математического аппарата ИИ.

Согласно Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года в Российской Федерации [131; 176], технологии ИИ реализуются по следующим разделам:

- компьютерное зрение;
- обработка естественного языка;
- распознавание и синтез речи;
- интеллектуальные системы поддержки принятия решений;
- перспективные методы ИИ.

Как верно отмечают П. В. Никитин и Р. И. Горохова, изучение ИИ обычно носит преимущественно теоретический характер, однако для более эффективной подготовки будущих учителей следует расширить практическую составляющую соответствующего учебного курса [111]. В рамках подготовки будущего педагога мы предлагаем изменить характер содержания дисциплины, посвященной ИИ, в педагогическом вузе с преимущественно математического на преимущественно

технологический: *от изучения преимущественно математического аппарата ИИ перейти к применению технологий ИИ с использованием высокоуровневого языка программирования для решения практико-ориентированных задач.* Конечно, отказываться от математических основ технологий ИИ полностью нельзя, поскольку это может привести к формированию слишком поверхностного, фрагментарного понимания сущности ИИ, что недопустимо для специалиста в сфере информационных технологий. Математические алгоритмы ИИ обязательно должны рассматриваться в рамках профессиональной подготовки учителя, но не должны быть основой содержания соответствующего учебного курса, по крайней мере на уровне бакалавриата. На наш взгляд, в условиях ограниченного количества академических часов, выделяемых на изучение ИИ в педагогическом вузе, и с учетом специфики педагогического образования, для учителя более важным является получение представления о многообразии современных технологий ИИ, опыт использования разнообразных средств реализации технологий ИИ, умение реализовать технологию ИИ в образовательном процессе, научить применять эту технологию другим для создания собственных творческих проектов, чем владение специфическим математическим аппаратом этих технологий.

Основываясь на наиболее активно развивающихся в настоящее время направлениях ИИ, мы предлагаем следующую структуру учебной дисциплины «Технологии искусственного интеллекта»:

- интеллектуальный анализ данных (включающий изучение основ искусственных нейронных сетей);
- компьютерное зрение;
- обработка естественного языка;
- игровой искусственный интеллект.

Интеллектуальный анализ данных (Data Mining) – извлечение неявной потенциально полезной информации из данных средствами информационных технологий. Основой интеллектуального анализа данных являются статистические методы и машинное обучение [53; 214; 237]. В рамках словосочетания «основы искусственных нейронных сетей» слово «основы» призвано подчеркнуть его

сложность, объемность темы, в результате чего все её аспекты не представляется возможным охватить, особенно в рамках непрофильной, педагогической подготовки. Изучение основ искусственных нейронных сетей должно предшествовать изучению многих других тем, так как в рамках многих областей ИИ применяется именно нейросетевое машинное обучение. Кроме того, оно должно включать в себя базовый математический аппарат данной области (искусственный нейрон, функции активации и др.). К технологиям компьютерного зрения относятся технологии ИИ для распознавания образов, классификации и кластеризации объектов на статичных изображениях и видео, для отслеживания объектов в видеопотоке и т. п. К технологиям обработки естественного языка относятся технологии ИИ для анализа электронного текста, распознавания и синтеза речи и т. п. Игровой искусственный интеллект включает в себя методы, использующиеся для симуляции интеллекта в компьютерных играх и робототехнике, например, поиск пути в лабиринте с помощью алгоритмов на графах, использование деревьев решений и др.

При изучении технологий компьютерного зрения, распознавания и синтеза речи необходимо предусмотреть использование дополнительного (не включающего персональный компьютер) технического (аппаратного) обеспечения реализации этих технологий. К такому обеспечению относятся средства фото- и видеофиксации, средства записи и воспроизведения звука. Использование перечисленных средств нехарактерно для изучения ИИ в педагогических вузах, поскольку классическое изучение экспертных систем, языков логического и функционального программирования Prolog и Lisp [61; 111; 192] не предполагает их применения.

Необходимость использования дополнительного аппаратного обеспечения обусловлена двумя причинами.

Причина 1: эффективность многих интеллектуальных систем, основанных на технологиях компьютерного зрения (видеонаблюдение, проверка подлинности данных, беспилотный транспорт и т.д.), определяется возможностью этих систем быстро обрабатывать информацию в реальном времени. Технологии ИИ призваны

заменить человека в определенных ситуациях, следовательно, реакция системы, обладающей компьютерным зрением, должна быть сопоставима с реакцией человека, либо превосходить её.

Таким образом, компетентный в области технологий ИИ будущий учитель информатики должен быть способен: устанавливать и настраивать аппаратное обеспечение, необходимое для реализации технологий ИИ; организовать информационный обмен (обмен данными) между аппаратным и программным обеспечением в интеллектуальной системе, основанной на изучаемых технологиях ИИ.

Причина 2: аудиовизуальные технические средства реализации технологий ИИ являются одновременно техническими средствами обучения (ТСО) применению технологий ИИ.

В. П. Беспалько выделяет две группы ТСО: технические приспособления и технические механизмы. Технические средства реализации технологий ИИ являются именно техническими механизмами, так как их отличительный признак – замещение учителя [22].

Исследователи М. С. Артюхина, О. И. Артюхин, И. И. Клешнина приводят ряд дидактических возможностей ТСО, среди которых по отношению к изучению технологий ИИ можно выделить следующие:

– «являются источником информации» [15, с. 309], т. е. сообщают, работает ли технология ИИ в соответствии с целью её использования. Например, верно ли обнаруживаются и выделяются объекты на изображении, распознается ли произнесенная фраза и т.д.;

– «повышают степень наглядности, конкретизируют понятия, явления, события» [15, с. 309]. Например, при написании программы для распознавания эмоций использование веб-камеры позволяет проследить, какое расположение лицевых опорных точек система распознает как определенную эмоцию, как влияет уровень освещенности помещения на распознавание лица и т. п. При создании голосового помощника использование устройства для записи звука позволяет

понять, насколько быстро и четко необходимо произносить речь для её корректного распознавания интеллектуальной системой;

– «обогащают круг представлений обучающихся, удовлетворяют их любознательность» [15, с. 309], так как расширяют поле для экспериментов. У обучающихся появляется возможность проводить тесты интеллектуальной системы в «реальных ситуациях» с привлечением объектов реального мира (окружающих предметов, людей), а не виртуального, где условия применения технологий ИИ только моделируются, что не всегда может гарантировать их корректную работу в реальных условиях;

– «создают эмоциональное отношение обучающихся к учебной информации» [15, с. 309] и «усиливают интерес обучающихся к учебе путем применения оригинальных, новых конструкций, приборов, оборудования» [15, с. 309]. Две этих дидактических возможности мы объединили в одну, так как интерес в общепсихологическом определении – это эмоциональное переживание познавательной потребности, один из компонентов учебной мотивации [55]. По мнению М. Н. Скаткина, «...роль эмоций как важной стороны мотивационной сферы учения недооценивается. В учебном процессе нередко мало пищи для положительных эмоций» [157, с. 67]. Применение иного, кроме персонального компьютера, аппаратного обеспечения вносит разнообразие в учебный процесс, что призвано способствовать формированию положительной мотивации.

– «делают доступным для обучающихся такой материал, который без интерактивного оборудования не доступен» [15, с. 309]. Например, обучающийся не сможет проверить работоспособность функций распознавания и синтеза речи у голосового помощника без средств записи и воспроизведения звука, проверить корректность обработки видеопотока, получаемого с веб-камеры, а не из видеофайла и т. п.

– «активизируют познавательную деятельность обучающихся, способствуют сознательному усвоению материала, развитию мышления, пространственного воображения, наблюдательности» [15, с. 309].

Исходя из вышеизложенного, вторым необходимым изменением и в то же время новым элементом методического обеспечения эффективной подготовки будущих учителей к применению технологий ИИ является ***включение в учебные курсы практических заданий по применению технологий ИИ, предполагающих использование аудиовизуального технического (аппаратного) обеспечения.*** Активное использование аудиовизуальных технических средств позволит сформировать и развить у студентов навыки работы с таким техническим обеспечением для наиболее эффективного применения технологий ИИ.

Результативность профессиональной подготовки во многом зависит от методов обучения. В качестве ведущих методов обучения при организации процесса готовности будущего педагога к использованию экспертных систем (классическая система подготовки будущих педагогов в области ИИ) Г. Г. Исаевой [61] были выбраны:

- инструкционно-исполнительный, призванный приучить студентов выполнять работы в определенной последовательности;
- объяснительно-репродуктивный, направленный на воспроизведение и повторение способов деятельности студентами после объяснения материала преподавателем. «При репродуктивном методе преподаватель в готовом виде формулирует факты, доказательства, определения понятий, акцентирует внимание на главном, которое необходимо усвоить особенно прочно» [61, с. 103].
- побуждающе-продуктивный, связанный с мотивацией студентов;
- побуждающе-творческий, включающий креативные методы обучения (мозговой штурм, проектная форма обучения, групповая дискуссия) и направленный на активизацию творчества студента для создание неизвестного ему ранее продукта.

Несмотря на отчетливо прослеживающийся в работе Г. Г. Исаевой переход от репродуктивного типа обучения к творческому, элементы творческой деятельности в предлагаемой данным исследователем системе предполагают предварительное усвоение обучающимися готовой учебной информации. На наш взгляд, в условиях стремительного развития технологий ИИ в настоящее время

готовая учебная информация, связанная с применением таких технологий, быстро теряет актуальность, и передача преимущественно такого рода информации будущим учителям информатики существенно снизит эффективность их профессиональной подготовки. Это приводит к необходимости поиска подходов, методов обучения, использование которых позволит осуществить переход от репродуктивного типа обучения к творческому через усиление характера исследовательской деятельности студентов.

Творческий тип обучения через исследовательскую деятельность отражается в идеях проблемного и эвристического обучения. Вопросами проблемного обучения занимались зарубежные и отечественные ученые педагоги (Т. А. Ильина [59], И. Я. Лернер [91], М. И. Махмутов [102], В. Оконь [114] и др.) и психологи (В. Т. Кудрявцев [77], А. М. Матюшкин [101], С. Л. Рубинштейн [149] и др.). В разное время проблемное обучение трактовалось как «подход», «метод», «технология», «принцип» и т. д., что зависит от временных тенденций и современных вызовов общества [83]. Проблемное обучение предполагает использование проблемных учебных задач, которые, как отмечает Т. А. Ильина, не имеют стандартного решения согласно некоторому алгоритму или образцу. Они являются прежде всего поисковыми, т. е. требуют «провести специальный поиск способа действия или открыть какие-то недостающие данные» [59, с. 41]. В согласии с А. М. Матюшкиным, понятия «задача» и «проблемная задача» в рамках данного диссертационного исследования определены следующим образом: «Задача – способ знакового предъявления задания одним человеком другому (или самому себе), включающий указания на цель и условия ее достижения... Задача проблемная требует для достижения искомого обнаружения таких новых отношений, которые не даны в условиях задачи, или таких способов преобразования заданных условий, которые не известны учащемуся» [126, с. 54]. Именно в разрешении заключенного в задаче противоречия между уже достигнутым обучающимся уровнем знаний и умений (уровнем развития) и необходимым для её решения уровнем «зоны ближайшего развития» состоит «ядро движущих сил учебного процесса» [49, с. 28]. Целью проблемного обучения

является не только развитие знаний, умений, навыков и творческих способностей обучающегося, но и развитие его готовности к самостоятельной деятельности под направляющим руководством педагога [78]. Аналогичные цели могут достигаться с помощью эвристического обучения. Теорию эвристического обучения для развития творческого потенциала личности разрабатывали В. И. Андреев [9-11], А. В. Хуторской [183-186] и др. Эвристический подход к обучению информатике, в частности, к обучению основам алгоритмизации и программирования, представлен в совместных работах А. В. Хуторского и О. Н. Галкиной [60; 186]. Особенность эвристического подхода к обучению заключается в достижении неизвестного заранее результата как учеником, так и учителем [185], что делает его «естественным» для организации обучения применению технологий ИИ. Применение технологий ИИ может давать непредсказуемый результат. Так, одна и та же искусственная нейронная сеть может распознать объекты определенного класса на одном изображении, но не распознать на другом. Гиперпараметры нейронной сети (количество скрытых слоёв, количество нейронов и др.) для повышения точности её прогнозов подбираются преимущественно опытным путём, при этом несколько попыток обучения одной и той же нейронной сети могут привести к нескольким различным значениям точности. Таким образом, преподаватель может не знать точного решения задачи с использованием технологий ИИ, так как сами технологии ИИ используются для принятия решений в условиях неопределенности. Интеграция проблемного и эвристического обучения при организации подготовки к применению технологий ИИ не вызывает противоречий. В. Оконь подчеркивает, что проблемное обучение «...как и всякий дидактический метод, не может иметь универсального характера. Он является одним из методов, правда, широкого масштаба, который должен применяться наряду с другими методами» [114, с. 69]. Проблемное обучение, как отмечает А. В. Хуторской, является альтернативным эвристическому и в то же время смежным ему [185]. Таким образом, предполагаем, что ещё одним необходимым элементом методического обеспечения результативной подготовки будущего учителя информатики к применению технологий ИИ является *интеграция*

проблемного и эвристического обучения, позволяющая изменить ориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий через усиление исследовательского характера учебной деятельности. Усиление исследовательского характера учебной деятельности может быть реализовано в соответствии с деятельностным и личностно-ориентированным подходами к организации процесса обучения через **представление учебных заданий (лабораторно-практических работ) в форме мини-проектов по программированию**, т.е. проектов, разрабатываемых в короткие сроки (1-2 учебных занятия) и направленных на решение небольшой проблемы с использованием языка программирования и специализированных программных библиотек/сервисов. Результатом такого мини-проекта будет являться программный продукт, решающий конкретную практическую задачу, и который может быть при желании обучающегося усовершенствован в дальнейшем, в том числе стать компонентом более крупного проекта, практической частью курсовой или дипломной работы. Преподаватель при этом выступает в роли наставника: анализирует затруднения обучающегося в ходе выполнения задания (разработки мини-проекта), выявляет недостающие для его успешной деятельности средства, помогает получить обучающемуся недостающие компетенции, оказывая консультации, но, не включаясь в решение задачи напрямую.

На организацию профессиональной подготовки будущего учителя к применению технологий ИИ, безусловно, оказывают существенное влияние структура и объем образовательной программы. ФГОС 3++ устанавливает новые требования к структуре и объему программы бакалавриата. Например, рассмотрим ФГОС 3+ и ФГОС 3++ для направления 44.03.01 «Педагогическое образование». Если в ФГОС 3+ на Блок 1 «Дисциплины (модули)» выделялось 204-210 зачетных единиц (академический бакалавриат) или 189-198 з. е. (прикладной бакалавриат), то в ФГОС 3++ нет деления бакалавриата на академический и прикладной, и количество з. е. Блока 1 уменьшилось до «не менее 120» при том же общем объеме программы (240 з. е.). Несложно вычислить, что если установить количество з. е. Блока 2 «Практика» и Блока 3 «Государственная итоговая аттестация»

минимальными (60 и 9 соответственно), то объем Блока 1 будет составлять 171 з. е., что даже меньше, чем минимальный объем Блока 1 прикладного бакалавриата в ФГОС 3+. В условиях сокращения аудиторных часов для предотвращения снижения уровня профессиональной подготовки, на наш взгляд, необходимо обеспечить обучающимся доступ к учебному материалу курса по изучению технологий ИИ средствами электронного (дистанционного) обучения.

Компьютерные средства, являясь технологической основой современного образования, способствуют формированию новых методов организации учебного процесса, позволяющих строить индивидуальные образовательные маршруты обучающихся, реализовывать индивидуальный, личностно-деятельностный подходы [30; 118; 171]. Технологии дистанционного обучения могут быть использованы для организации индивидуальных образовательных траекторий обучающихся, не реализующихся в классических системах подготовки будущего учителя информатики в области ИИ [61; 192]. Е. В. Андриенко отмечает, что «Реализация индивидуальных образовательных траекторий обучающихся – один из путей, обеспечивающих самоопределение студентов в учебно-профессиональной деятельности, что является важнейшим фактором их дальнейшего профессионального развития и личностного становления» [12, с. 7]. Исследователи Г. С. Саволайнен и Т. С. Подгрушная также указывают, что «индивидуализированный характер заданий, предлагаемых для самостоятельного выполнения, их постоянное обновление и практикоориентированность» способствуют развитию мотивации студентов [150, с. 58]. Построение электронного курса-конструктора, в котором учебный материал представлен в виде независимых разделов (модулей), обеспечивает возможность реализации личностно-ориентированного и личностно-центрированного подходов к обучению, так как позволяет эффективно организовать нелинейное обучение согласно индивидуальным потребностям обучающихся [116]. При этом индивидуальные потребности обучающегося должен определять сам обучающийся, а не преподаватель, поскольку творческому саморазвитию личности способствует именно самоактуализация целей и задач обучения. Согласно В. И. Андрееву, «чем

более самостоятельно личность актуализирует соответствующие его силам и способностям цели, задачи и проблемы и целенаправленно добивается их решения, тем выше достигается эффективность в ее творческом саморазвитии» [9, с. 14]. Технологии дистанционного обучения расширяют инструментарий преподавателя, позволяя ему осуществлять педагогическое сопровождение студентов, обеспечивать им доступ к учебному материалу не только в онлайн-, но и в оффлайн-режиме, во время очных лабораторно-практических занятий, что не отменяет возможности живого общения студента и преподавателя, а создает единство информационно-образовательной предметной среды. Представленные выше положения позволили предположить, что следующим необходимым элементом методического обеспечения будет являться *технологическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся и построения индивидуальных образовательных траекторий* через организацию электронного курса-конструктора средствами технологий дистанционного обучения.

В недалеком будущем, вероятно, для построения индивидуальных образовательных траекторий будут активно применяться технологии ИИ, в частности чат-боты и генеративный ИИ [32; 35; 57]. Управлять такими технологиями должны компетентные в области ИИ педагоги, умеющие математически обрабатывать данные и писать компьютерные программы [57]. Таким образом, к технологическому обеспечению самостоятельной работы обучающихся и построения индивидуальных образовательных траекторий в перспективе могут быть отнесены и соответствующие технологии ИИ, интегрированные с электронным курсом-конструктором и технологиями дистанционного обучения.

Значимость не только вербальной, но и невербальной коммуникации, совместного «проживания» процесса познания субъектами образовательного процесса в условиях всеобщей цифровизации и популяризации дистанционного обучения; значимость формирования и развития коммуникативной компетентности будущего учителя для успешной профессиональной деятельности отмечается многими исследователями [26; 76; 85; 115; 168; 177 и др.]. Мы согласны

с утверждением В. А. Сластенина и Л. С. Подымовой о том, что «среди форм и методов развития творческого потенциала учителя диалог занимает особое место. Он строится как система проблемно-конфликтных вопросов, что предполагает намеренное обострение коллизий, продумывание различных вариантов развития сюжетных линий, проектирование способов взаимодействия участников дискуссии и возможных ролей и условий их принятия, гипотетическое выявление зон импровизации, т. е. таких ситуаций диалога, для которых трудно заранее предусмотреть поведение участников» [159, с. 48]. В классических системах подготовки будущих учителей информатики в области ИИ метод контролирующего и развивающего диалога представлен слабо. Как правило, ведущими средствами контроля знаний выступают тестовые задания, преимущественно с выбором одного или нескольких вариантов ответа, факт сдачи практической работы (отчёта о её выполнении) и устная защита одного, итогового проекта (чаще всего, собственной экспертной системы) [61; 192]. Мы предполагаем, что следующим элементом методического обеспечения результативной подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ является *осуществление текущего контроля успеваемости обучающихся в форме устного представления (защиты) всех выполненных лабораторно-практических работ*, которое позволит, на наш взгляд, наиболее точно оценить степень понимания обучающимися учебного материала, а в соответствии с личностно-ориентированным подходом может способствовать развитию навыков вербальной коммуникации, позволит продемонстрировать обучающемуся глубину понимания учебного материала, мотивацию к его изучению и изучению технологий ИИ в целом. При этом защита практической работы должна выступать не только в качестве формы контроля, но и как технология обучения, при реализации которой преподаватель в ходе диалога со студентом не только выявляет и оценивает его знания и умения, он дополняет и расширяет знания обучающегося, задает вектор поиска решения учебной задачи.

В предыдущем параграфе показана и широко раскрыта взаимосвязь программирования и современных технологий ИИ, а также показано, что

классические при изучении элементов ИИ в педагогических вузах языки Prolog и Lisp теряют свою актуальность. Исходя из этого, важным элементом методического обеспечения является *изучение актуального языка программирования, применяющегося для разработок в области ИИ*. В качестве одной из характерных особенностей современных информационно-коммуникационных технологий И. В. Роберт указывает «обеспечение прямого (без посредников) доступа к диалоговому режиму при использовании профессиональных языков программирования и средств искусственного интеллекта» [133, с. 34]. Под диалоговым режимом следует понимать режим взаимодействия пользователя и средства ИКТ, который обеспечивает возможность вмешательства пользователя в процесс обработки информации компьютером. Так, обладающий навыками программирования пользователь может настроить (изменить параметры) средства ИКТ под свои нужды, если технология предоставляет ему такую возможность в виде интерфейса программирования приложений (Application Programming Interface) – набора готовых структур данных и функций для управления данным средством ИКТ. Не обладающий такими навыками пользователь может управлять устройством с помощью средств ИИ, таких как, например, голосовой ассистент. Учитель информатики, как компетентный в области ИКТ специалист, должен быть способен также через один диалоговый режим – при использовании профессионального языка программирования – настроить другой – при использовании средств ИИ.

Однако, как верно отмечают Р. Р. Фокин, А. А. Атоян, М. А. Абиссова, приводя в пример ситуацию, в которой «студент должен срочно выполнить курсовую работу по математической статистике» [181, с. 173] и мог бы использовать умение программировать для ускорения и упрощения расчетов, «если студент программирования изначально не знал, то он вряд ли начнет с нуля его изучать только ради выполнения такой курсовой» [181, с. 173]. Но если студент умеет программировать, он сможет применить эти умения в процессе новой деятельности, что, согласно теории деятельности А. Н. Леонтьева, будет способствовать формированию его мотивационной сферы, развитию

познавательного интереса к дальнейшему изучению программирования. Без познавательного интереса невозможно качественное усвоение знаний [89; 90], соответственно, невозможно и эффективное освоение дисциплины. Аналогично, не каждый студент будет изучать с нуля программирование только для выполнения лабораторно-практических работ по применению технологий ИИ. Изучение программирования (алгоритмических структур, особенностей языка программирования и т. д.) является довольно трудоемким процессом, требующим специальной организации и высокой внутренней мотивации. Исходя из этого, ***подготовка будущего учителя информатики в области программирования должна предшествовать подготовке в области технологий ИИ.*** При изучении технологий ИИ язык программирования должен выступать в качестве средства их реализации, а не в качестве объекта изучения. Мы предполагаем, что применение языка в новых условиях, переход от сугубо учебных задач к практико-ориентированным задачам («задачам из жизни»), решение которых требует самостоятельного написания кода, может способствовать развитию мотивации у студентов к продолжению изучения программирования.

Как отмечалось ранее, в настоящее время лидирующую позицию в списке языков программирования, используемых в области ИИ, занимает язык Python. На рынке труда он также востребован в сферах веб-разработки, анализа данных и др. Язык имеет две ветви развития, обозначаемые как Python 2.x и Python 3.x. Наиболее актуальным и широко используемым является Python 3, поддержка Python 2 прекращена организацией – разработчиком Python Software Foundation в 2020 г. По сравнению с другими широко используемыми высокоуровневыми языками программирования (C, C++, C#, Java), Python имеет гораздо более простой для понимания и использования синтаксис [69; 204], простые методы работы с динамическими типами данных, включает большое количество готовых функций. На сегодняшний день для него написано множество программных библиотек. Указанные преимущества Python позволяют использовать его в качестве вычислительного инструмента исследователями в различных научных областях (биология [228], история [163], социология [161; 205], и др.) и для знакомства

студентов с технологиями ИИ на непрофильных педагогических специальностях [56]. В работе «Practice and Exploration of Artificial Intelligence Education in Universities of Political Science and Law with Python» [223] приведен успешный опыт преподавания курсов по ИИ на языке Python для развития логического мышления и грамотности работы с данными у студентов юридических специальностей в Восточно-китайском университете политических наук и права. В статье «Язык программирования Python: от основ до искусственного интеллекта» [148] актуализируется выбор языка Python для профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области программирования. Актуальность определяется, прежде всего, популярностью Python для обучения основам программирования в школе [69], соответственно, будущий учитель должен быть подготовлен к осуществлению обучения с использованием данного языка. Язык содержит специфические типы данных, такие как список (list), кортеж (tuple), словарь (dict) и др., и методы работы с ними. Реализация технологий ИИ на языке Python предполагает наличие навыков использования этих типов, которые невозможно получить, программируя на других популярных в области образования высокоуровневых языках (Pascal, C++, C#). Таким образом, преподавание Python 3 в педагогическом вузе как основного языка позволит сформировать у будущего учителя необходимую базу не только для обучения программированию в школе, но и для изучения и применения современных технологий ИИ.

В заключении данного параграфа можно сделать следующие **выводы**.

1. Применение технологий ИИ будущим учителем информатики в профессиональной деятельности состоит в:

1) педагогической деятельности по обучению использованию технологий ИИ;

2) применении технологий ИИ в качестве средств ИКТ для достижения педагогических целей.

2. При разработке методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ основой послужили системный,

структурно-функциональный, деятельностный и личностно-ориентированный подходы.

Системный и структурно-функциональный подходы позволяют нам рассматривать педагогический процесс как систему, в которой каждый структурный элемент: психолого-педагогические приемы, методы, формы обучения и воспитания, элементы содержания одной дисциплины и других дисциплин учебного плана – имеет функциональное назначение, т.е. вносит вклад в достижение цели.

Деятельностный подход используется для усиления практико-ориентированного характера обучения.

Личностно-ориентированный подход используется для обеспечения условий функционирования механизма повышения мотивации обучающегося, построения его собственной образовательной траектории;

3. Рассмотрены потенциальные возможности для модернизации методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ. Мы сфокусировались на базовых элементах требуемого методического обеспечения в согласии с выявленными в первом параграфе проблемами подготовки:

1) *характер* содержания учебной дисциплины (нескольких дисциплин), в рамках которой осуществляется профессиональная подготовка будущих учителей информатики к применению технологий ИИ, *преимущественно технологический* (применение технологий ИИ с использованием высокоуровневого языка программирования для решения практико-ориентированных задач) *вместо преимущественно математического* (изучение преимущественно математического аппарата ИИ), что подкрепляется изучением *современных направлений развития технологий ИИ и включением материалов о современных средствах реализации технологий ИИ* (программных библиотеках и сервисах);

2) содержание учебного курса включает практические задания, предполагающие *использование технологий ИИ, требующих применения*

аудиовизуального технического (аппаратного) обеспечения (средств фото- и видеофиксации, записи и воспроизведения звука);

3) *интеграция проблемного и эвристического обучения, усиливающая исследовательский характер учебной деятельности и реализующаяся через учебные задачи в форме мини-проектов с использованием языка программирования;*

4) *технологическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся посредством построения индивидуальных образовательных траекторий с помощью курса-конструктора и технологий дистанционного обучения;*

5) *осуществление текущего контроля успеваемости обучающихся в форме устного представления (защиты) всех выполненных лабораторно-практических работ, что позволит преподавателю точнее оценить степень понимания обучающимся учебного материала, а обучающемуся продемонстрировать глубину понимания учебного материала, мотивацию к его изучению и изучению технологий ИИ в целом;*

б) *изучение языка программирования, актуального для разработок в области ИИ, которое должно предшествовать подготовке в области технологий ИИ.*

В следующем параграфе нами будут рассмотрены критерии оценки уровней готовности в соответствии с *деятельностным и компетентностным подходами*, что в совокупности с изложенным в первом и втором параграфах материалах позволят нам предложить структурно-функциональную модель будущих учителей информатики к применению технологий ИИ.

1.3 Диагностический комплекс для оценки готовности будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта и структурно-функциональная модель подготовки

В научной литературе, посвященной профессиональной подготовке будущего специалиста в какой-либо области, широко используются термины «готовность» и «подготовленность» к деятельности.

В ряде исследований под готовностью личности к деятельности, в частности, профессиональной, понимают:

- установку, неосознаваемое состояние (Д. Н. Узнадзе [175]), механизм регуляции деятельности (А. Г. Асмолов [17]);
- эмоционально-волевое состояние бдительности в экстремальных ситуациях (Л. С. Нерсеян, В. Н. Пушкин [110]);
- предстартовое состояние; возможность своевременно принимать решение в конкретной ситуации (В. А. Алаторцев [8]), приспособление к будущим событиям (Ф. Генов [33]);
- пригодность субъекта к исполнению данной работы, наличие у него необходимых способностей (Н. Д. Левитов [87]);
- совокупность профессионально обусловленных требований (В. А. Слостенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов [160]);
- качественное выполнение конкретного специализированного вида деятельности, определяющее квалификацию специалиста (Г. П. Щедровицкий [193]);
- наличие у специалиста знаний, умений и навыков, позволяющих ему осуществлять свою деятельность на уровне современных требований науки и техники (Н. В. Кузьмина [82]);
- сложное структурное образование, система, включающая профессионально значимые качества личности, знания, умения, навыки,

положительные установки, мотивы и освоение ценности профессии (К. М. Дурай-Новакова [43]).

Многие исследователи (В. И. Данильчук, Н. К. Сергеев, В. В. Сериков, В. А. Сластенин и др.) рассматривают готовность к педагогической деятельности исключительно как результат соответствующей профессиональной подготовки [38; 160]. В. А. Сластенин выделяет три комплекса профессионально обусловленных требований к учителю, составляющих его профессиональную готовность: «общегражданские качества; качества, определяющие специфику профессии педагога; специальные знания, умения и навыки по предмету (специальности)» [160, с. 26].

Понятие «подготовленность», как отмечают А. Ю. Петров и С. В. Акулин, в отечественной профессиональной педагогике рассматривается как «наличие у специалиста личностных качеств, теоретических знаний, практических навыков и умений, позволяющих в любое время успешно решать стоящие перед ним задачи и выполнять функциональные обязанности» [121, с. 49], что делает его схожим с понятием «готовность». Но в отличие от готовности «...подготовленность специалиста к деятельности в целом еще не означает, что он готов в определенный момент совершить необходимые действия, тем более результативно. На деле многое зависит от мотивации, внутренней собранности, ..., способности в данный момент выполнить необходимые и достаточные действия и в конечном итоге добиться требуемых результатов» [121, с. 49].

Для характеристики готовности/подготовленности к профессиональной деятельности в настоящее время приняты понятия «компетенция» и «компетентность», которые подобно самим понятиям «готовность» и «подготовленность» не имеют однозначного толкования в педагогической науке.

Так, И. А. Зимняя выделяет три направления интерпретации понятия «компетенция»: педагогическое, психологическое, лингво-психологическое [54].

Согласно педагогическому толкованию, компетенция – это содержание обучения; «отчужденное, наперед заданное социальное требование (норма) к образовательной подготовке ученика, необходимой для его эффективной

продуктивной деятельности в определенной сфере» (А. В. Хуторской [183, с. 10]), а компетентность – совокупность личностных качеств обучающегося.

Согласно психологическому толкованию, компетенция – это способность человека, являющаяся условием его эффективной работы (В. Д. Шадриков [190]). Л. М. Спенсер (Lyle M. Spencer) и С. М. Спенсер (Signe M. Spencer) под компетенцией понимают «базовое качество индивидуума, имеющее причинное отношение к эффективному и/или наилучшему на основе критериев исполнению в работе» [167, с. 9]. Э. Ф. Зеер и Э. Э. Сыманюк определяют компетенцию как способность человека реализовывать на практике свою компетентность – совокупность (систему) знаний в действии [52].

Согласно лингво-психологическому толкованию, компетенция – это внутреннее потенциальное психическое образование, которое затем актуализируется в деятельности, а компетентность – личностное качество человека, проявление (актуализация) компетенций в деятельности и поведении (И. А. Зимняя [54]).

В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов указывают, что профессиональная компетентность педагога выражает «...единство его теоретической и практической готовности к осуществлению педагогической деятельности и характеризует его профессионализм» [160, с. 30].

А. К. Маркова определяет компетенцию как определенную сферу деятельности, в которой человек уполномочен действовать и решать соответствующие проблемы. «Иногда можно услышать: это в области моей компетентности (я умею, могу это решить), но не в моей компетенции (меня не уполномочили это решать); или, что реже: это в моей компетенции (я имею право это решать), но я чувствую, что у меня недостает компетентности для этого» [97, с. 34]. Компетентность учителя в его реальном труде определяется соотношением его профессиональных знаний и умений, профессиональных позиций и психологических качеств [98], т. е. является качеством личности.

По мнению А. Ж. Жафярова, «компетенция в данной области деятельности человечества – это название вида деятельности человечества. Ее сущностью

является необходимостью, иначе говоря, человечество должно быть готово решать относительно конкретные проблемы данной области» [46, с. 65]. Компетентность индивидуума А. Ж. Жафяров определяет, как «уровень владения им соответствующей компетенцией. Из этого определения следует, что компетентность – это свойство конкретного человека, она относится только к личности» [46, с. 65].

В рамках нашего исследования мы придерживаемся позиции о том, что **компетенция** – совокупность знаний, умений и навыков, практического опыта, необходимых для решения профессиональных задач, а **компетентность** в данной области деятельности – это совокупность компетенций.

На основании анализа психолого-педагогической литературы, посвященной вопросам готовности педагога к профессиональной деятельности, и приведенных выше положений, в данном исследовании под подготовкой бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ подразумевается формирование его профессиональной **готовности** к такой деятельности. При этом под **профессиональной готовностью будущего учителя информатики к применению технологий ИИ** мы понимаем *профессиональное качество личности, состоящее в наличии у неё совокупности специальных знаний, умений, навыков и практического опыта, обуславливающих способность к применению технологий ИИ в профессионально-педагогической деятельности, сформированное в результате профессиональной подготовки.*

Под *применением* технологий ИИ подразумевается:

- деятельность по обучению использованию технологий ИИ;
- деятельность по использованию технологий ИИ как педагогических средств (объектов для организации и осуществления педагогического процесса).

Понятие «деятельность» мы определяем как систему действий человека, направленную на преобразование объектов окружающей действительности для удовлетворения своих потребностей (В. И. Загвязинский и др. [119]).

Для выделения критериев и уровней готовности будущего учителя информатики к применению технологий ИИ были проанализированы

исследования, посвященные вопросам определения критериальных характеристик готовности будущего педагога к профессиональной деятельности. Большинство исследователей использует такие компоненты готовности, как уровень учебной и профессиональной мотивации; уровень знаний и умений; качество выполнения заданий; доля самостоятельности при решении учебных задач [19; 41; 61; 84; 94; 107 и др.].

Методологической основой определения критериев послужили деятельностный и компетентностный подходы, в соответствии с которыми оценка готовности к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности предполагает ответ на три вопроса:

1. «Способен ли бакалавр осуществлять деятельность по использованию технологий ИИ?» (или «Владеет ли бакалавр навыками работы с технологиями ИИ?»);

2. «Способен ли бакалавр осуществлять деятельность по обучению использованию технологий ИИ?» (или «На каком уровне у бакалавра сформированы навыки организации деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками, связанными с технологиями ИИ?»);

3. «Способен ли бакалавр осуществлять деятельность по использованию технологий ИИ в качестве педагогических средств?» (или «На каком уровне у бакалавра сформированы навыки владения технологиями ИИ, позволяющие ему применять эти технологии в качестве педагогических средств?»).

Таким образом, в рамках проблемы данного исследования критерии оценки качества подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, мы дифференцировали на три группы. Это критерии для определения уровней сформированности профессиональных *компетенций*:

1. способность применять технологий ИИ для решения задач, не связанных со сферой образования;

2. способность к обучению использованию технологий ИИ;

3. способность к использованию технологий ИИ как педагогических средств.

Под термином «критерий» мы понимаем основание для принятия решения по оценке, а под термином «уровень» – степень развития личности бакалавра. «Показатель» – это «измеряемая характеристика какой-то одной стороны «ключевого» признака (критерия) изучаемого объекта, дающая количественную или качественную информацию о его конкретном свойстве» [119, с. 49]. Критерии и уровни готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ представлены на рисунке 2.

Мотивационно-рефлексивный критерий, относящийся одновременно к двум группам критериев, это наличие мотивации к изучению технологий ИИ и применению технологий ИИ в будущей профессионально-педагогической деятельности; стремление к самообразованию в области технологий ИИ до и после профессиональной подготовки.

Когнитивный критерий – характеристика теоретической стороны обученности, сформированность системы знаний об основах функционирования и возможностях применения технологий ИИ, понимание причинно-следственных связей, умение выявлять закономерности.

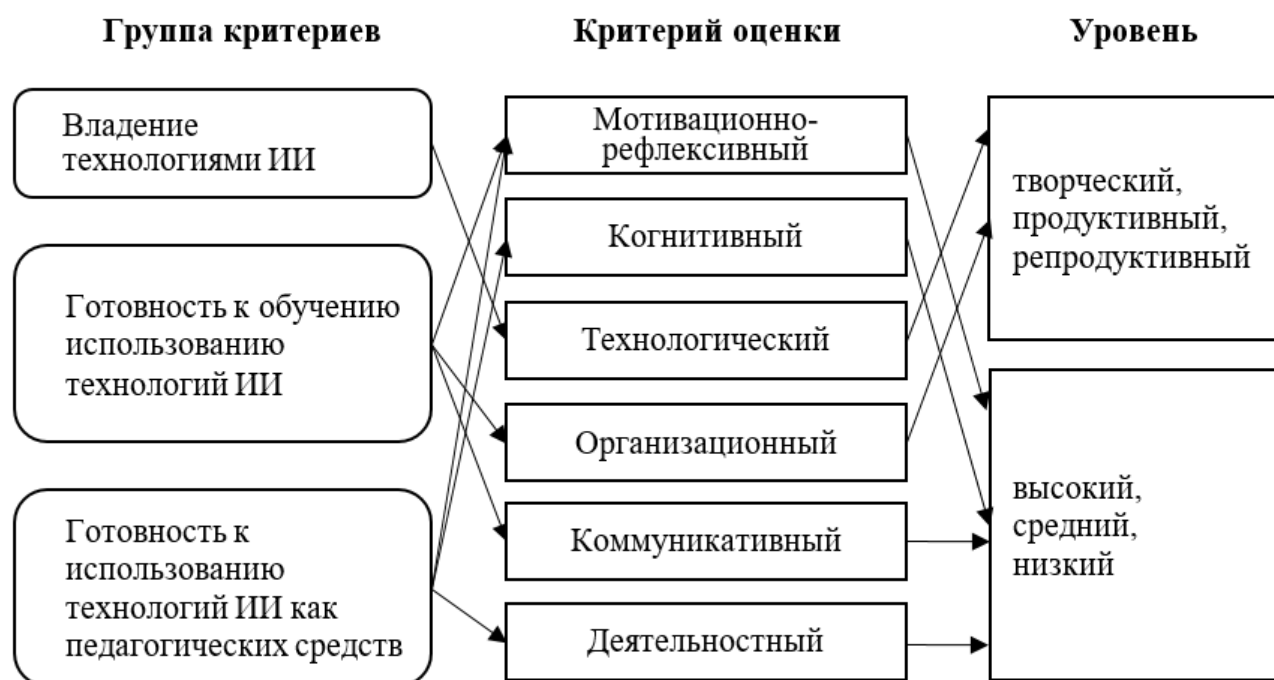


Рисунок 2 – Критерии и уровни готовности бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ

Технологический критерий – умение работать с технологиями ИИ (для решения представленных в курсе учебных задач и дальнейшего их творческого применения).

Организационный критерий – способность к созданию учебных заданий и учебных ситуаций по использованию технологий ИИ.

Коммуникативный критерий – способность представить информацию в устной и письменной формах, в том числе с использованием изображений, таблиц, графиков и т.п., аргументировать свою позицию.

Деятельностный критерий – степень самостоятельности при выполнении заданий с использованием технологий ИИ.

Для каждого из критериев выделены уровни их сформированности: низкий/репродуктивный (недостаточный), средний/продуктивный (достаточный), высокий/творческий. Показатели сформированности этих критериев в соответствии с установленными уровнями представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Описание критериев оценки уровней готовности бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ.

Критерий оценки	Уровень	Показатели
Мотивационно-рефлексивный	низкий	Отсутствие мотивации к изучению новой информации в области технологий ИИ, применению технологий ИИ в будущей профессиональной педагогической деятельности; отсутствует стремление к самообразованию в области технологий ИИ.
	средний	Наличие неустойчивой мотивации к изучению новой информации в области технологий ИИ, применению технологий ИИ в будущей профессиональной педагогической деятельности; эпизодическое стремление к самообразованию в области технологий ИИ.
	высокий	Наличие устойчивой мотивации к изучению новой информации в области технологий ИИ, применению технологий ИИ в будущей профессиональной педагогической деятельности; сформировано стремление к самообразованию в области технологий ИИ.

Продолжение таблицы 4

Когнитивный	низкий	Не сформирована система знаний об основах функционирования и возможностях применения технологий ИИ (неспособность воспроизвести знания либо отсутствие знаний); возникают трудности в понимании причинно-следственных связей и выявлении закономерностей при выполнении большей части заданий.
	средний	Система знаний об основах функционирования и возможностях применения технологий ИИ в целом сформирована, но не полна (воспроизведение некоторых знаний только с помощью наводящих вопросов, отсутствие некоторых знаний); чаще всего не возникает трудностей в понимании причинно-следственных связей и выявлении закономерностей при выполнении большей части заданий.
	высокий	Сформирована система знаний об основах функционирования и возможностях применения технологий ИИ на достаточно высоком, углубленном уровне (свободное воспроизведение знаний, в том числе выходящих за пределы учебного курса); при недостатке знаний приведение предположений на основе опыта использования информационных технологий; не возникает трудностей в понимании причинно-следственных связей и выявлении закономерностей при выполнении любого задания.
Технологический	репродуктивный	Выполнение заданий по инструкции, по образцу; решение типовых задач.
	продуктивный	Применение известных способов деятельности в новых ситуациях, для решения нетиповых задач; поисковая деятельность.
	творческий	Модификация заданий, состоящая в расширении функционала и/или оптимизации целевого продукта деятельности; поиск и использование альтернативных технологий ИИ для решения задач.
Организационный	репродуктивный	Использование заданий из лабораторно-практических работ, предлагаемых преподавателем вуза, или создание собственных заданий на их основе с несущественными изменениями.
	продуктивный	Создание новых учебных заданий с использованием изученных в вузе технологий ИИ, программных библиотек, их функций, предложение новых учебных ситуаций с использованием технологий ИИ.
	творческий	Создание новых учебных заданий и учебных ситуаций с использованием технологий ИИ, программных библиотек для реализации технологий ИИ, отдельных функций изучаемых программных библиотек, которые не были рассмотрены в учебном курсе.

Продолжение таблицы 4

Коммуникативный	низкий	Трансляция (использование только) учебного материала при описании изучаемых объектов и способов работы с ними; неуверенная аргументация своего выбора или предложения; представление информации в текстовой форме без использования необходимых комментариев к программному коду или описываемым процессам; недостаточное представление информации в графической форме, иллюстрирующее описываемые процессы и/или явления не точно, содержащее лишние детали.
	средний	Трансляция (использование только) учебного материала при описании изучаемых объектов и способов работы с ними; уверенная аргументация своего выбора или предложения, основанная только на содержании учебного материала; представление информации в письменной форме с использованием только минимального количества необходимых комментариев к программному коду и описываемым процессам; достаточное представление информации в графической форме, точно иллюстрирующее описываемые процессы и/или явления, иногда содержащее лишние детали.
	высокий	Осознанное описание изучаемых объектов и способов работы с ними; уверенная аргументация своего выбора или предложения, основанная не только на содержании учебного материала, но и на информации из других источников, экспериментальном опыте; представление информации в письменной форме с использованием необходимых и дополнительных комментариев к программному коду и описываемым процессам; достаточное представление информации в графической форме, точно иллюстрирующее описываемые процессы и/или явления, не содержащее лишних деталей.
Деятельностный	низкий	Неспособность выполнить какое-либо задание без использования инструкции или помощи преподавателя.
	средний	Выполнение некоторых заданий самостоятельно, некоторых с частыми консультациями у преподавателя.
	высокий	Выполнение заданий с редкими консультациями у преподавателя или полностью самостоятельное.

Определение уровней готовности на основе обозначенных критериев мы будем осуществлять в ходе опытно-экспериментальной работы с помощью следующих диагностических методов: анкетирование (мотивационно-рефлексивный критерий), тестовые задания (когнитивный, коммуникативный

критерии), экспертная оценка выполнения студентами лабораторно-практических работ по применению технологий ИИ (технологический, организационный и деятельностный критерии) и их устной защиты (когнитивный, коммуникативный критерии). Реализация перечисленных методов подробно представлена в главе 2, посвященной опытно-экспериментальной работе, в параграфах 2.2 (таблица 15) и 2.3.

Разработанные и обоснованные во втором параграфе элементы методического обеспечения и представленное описание критериев готовности в данном позволяют описать и визуально продемонстрировать, как будет выглядеть структурно-функциональная модель подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ. А. Н. Дахин дает следующее определение образовательной модели – «логически последовательная система соответствующих элементов, включающих цели образования, содержание образования, проектирование педагогической технологии и технологии управления образовательным процессом, учебных планов и программ» [40, с. 23]. По мнению С. И. Архангельского, в качестве параметров модели могут выступать «...принципы обучения и те условия, которые характеризуют исследуемый учебный процесс...» [16, с. 96].

В рамках поставленных нами задач исследования мы разработали *структурно-функциональную модель профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ* (Рисунок 3).

Первым структурным элементом модели является *нормативно-целевой компонент*, в рамках которого определены внешние условия, нормативно-правовые основы и цель реализации методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ. Графически нормативно-целевой компонент представлен на рисунке 4.

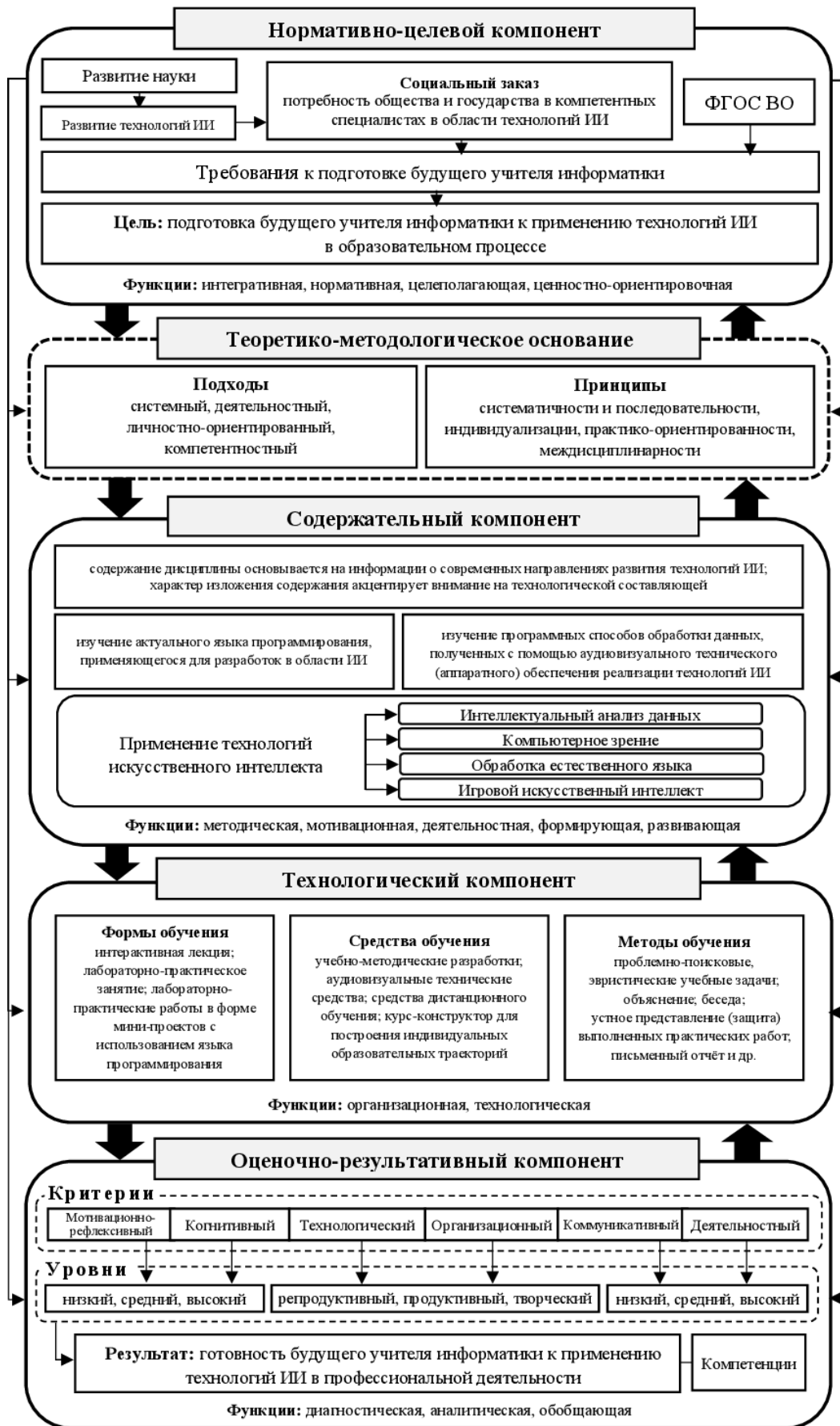


Рисунок 3 – Структурно-функциональная модель подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ

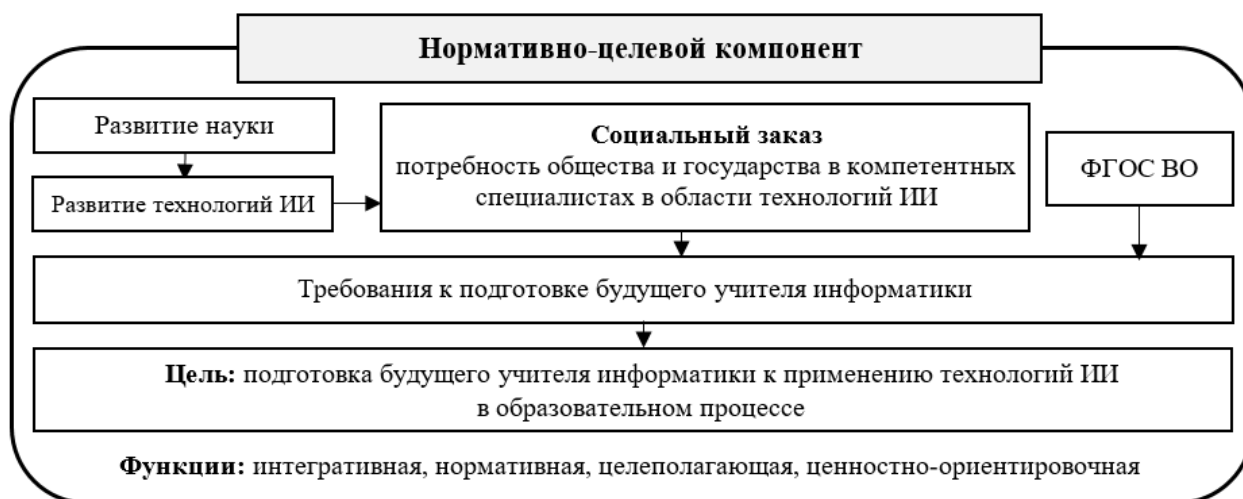


Рисунок 4 – Нормативно-целевой компонент модели подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ

Функциями нормативно-целевого компонента выступают:

- *интегративная* – выявление возможностей включения в систему профессиональной подготовки будущих учителей информатики в педагогическом вузе методики подготовки к применению технологий ИИ;
- *нормативная* – выявление нормативно-правовых основ разработки и внедрения методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ;
- *целеполагающая* – определение цели разработки и реализации методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ;
- *ценностно-ориентировочная* – осмысление студентами социальной значимости профессиональной подготовки в области технологий ИИ для своей будущей профессиональной деятельности.

Вторым структурным элементом модели является **теоретико-методологическое основание**, включающее в себя методологические подходы и педагогические принципы, лежащие в основе реализации методики подготовки будущего учителя информатики к применению технологий ИИ.

Третий структурный элемент модели – **содержательный компонент**, который включает изменения в содержании процесса профессиональной

подготовки бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ, в том числе изменение характера содержания дисциплины с преимущественно математического (изучение преимущественно математического аппарата ИИ) на преимущественно технологический (применение технологий ИИ с использованием высокоуровневого языка программирования для решения практико-ориентированных задач), и сам процесс применения технологий ИИ в рамках аудиторной и самостоятельной работы студентов, в ходе которого реализуется интеграция проблемного и эвристического обучения, позволяющая изменить ориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий через усиление исследовательского характера учебной деятельности. Графически содержательный компонент представлен на рисунке 5.

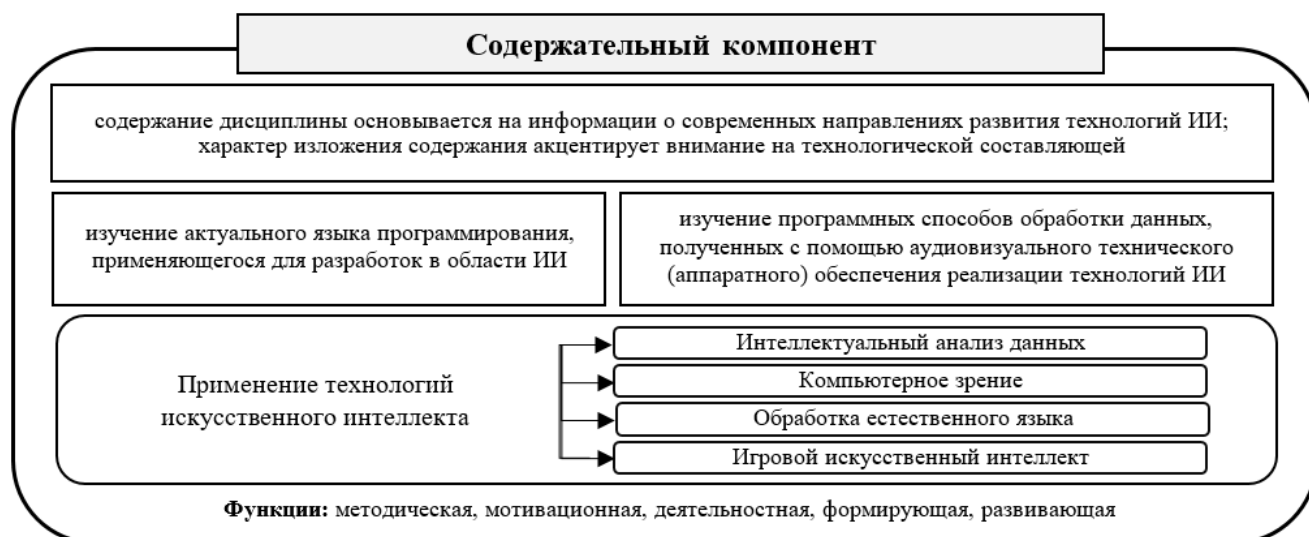


Рисунок 5 – Содержательный компонент модели подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ

Функциями содержательного компонента выступают:

– *методическая* – разработка учебного-плана, включающего учебную дисциплину или несколько дисциплин, связанных с технологиями ИИ, и учитывающего предварительную подготовку студентов по программированию на актуальном в области ИИ языке; разработка структуры и содержания теоретической и практической деятельности по подготовке будущих учителей информатики к применению технологий ИИ с учетом междисциплинарных связей;

– *мотивационная* – активизация учебно-познавательной и учебно-профессиональной деятельности студентов, направленной на развитие у них профессиональных интересов и профессионального самосознания, достигающаяся за счет насыщенного информационного, учебно-методического и материально-технического обеспечения, возможности формировать индивидуальный образовательный маршрут при выполнении учебных практических заданий по применению технологий ИИ;

– *деятельностная* – применение форм, методов и средств обучения (см. следующий, технологического компонент модели) для практических занятий и самостоятельной работы обучающихся;

– *формирующая и развивающая* – формирование и развитие компетенций, необходимых для успешного применения технологий ИИ в профессиональной деятельности.

Четвертый структурный элемент модели – *технологический компонент*, который включает в себя формы, средства и методы обучения. Графически технологический компонент представлен на рисунке 6.

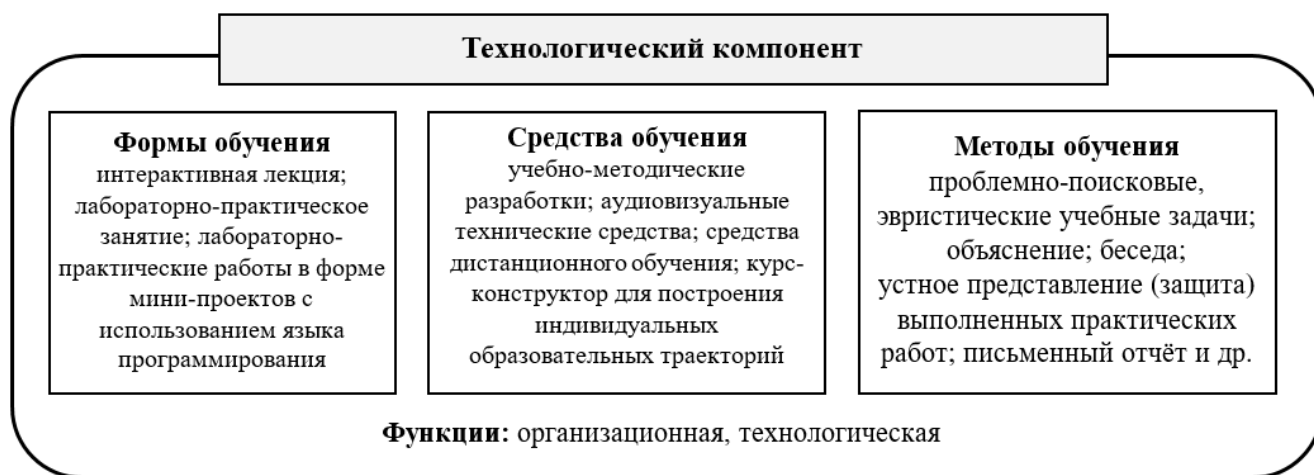


Рисунок 6 – Технологический компонент модели подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ

Функциями содержательного компонента выступают:

– *организационная* – выделение ресурсов, создание условий для осуществления подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ;

– *технологическая* – обеспечение образовательного процесса формами обучения и контроля, методами и средствами обучения, повышающими его результативность.

Пятый структурный элемент модели – **оценочно-результативный компонент**, содержащий критерии, уровни и результат профессиональной подготовки будущего учителя информатики к применению технологий ИИ. Графически оценочно-результативный компонент представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Оценочно-результативный компонент модели подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ

Функциями оценочно-результативного компонента выступают:

- *диагностическая* – определение уровня готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ;
- *аналитическая* – анализ результатов опытно-экспериментальной работы по проверке результативности методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ;
- *обобщающая* – обобщение опыта реализации модели подготовки будущего учителя информатики к применению технологий ИИ для её дальнейшего практического использования в образовательном процессе педагогических вузов.

Согласно теории педагогических систем Н. В. Кузьминой, к структурным компонентам образовательной системы относятся воспитательная и образовательная цель, учебная и научная информация, средства образовательной

коммуникации, учащиеся и педагоги. Перечисленные компоненты, по мнению Н. В. Кузьминой, «...необходимы и достаточны для создания образовательной системы. При исключении любого из них – нет системы» [81, с. 8]. Функциональными компонентами системы являются «...базовые связи основных структурных компонентов, возникающие в процессе деятельности руководителей, педагогов, учащихся. Они обуславливают движение, развитие, совершенствование педагогических систем и вследствие этого устойчивость, их жизнестойкость, выживаемость» [81, с. 10-11]. Таким образом, предложенная структурно-функциональная модель профессиональной подготовки отражает целостную образовательную систему, в которой каждая структурная единица вносит свой вклад в достижение цели через связь с другими компонентами системы, т. е. является функциональной. При этом любой элемент системы, взятый отдельно, поставленной цели не достигает. Поэтому достижение результата функционирования модели – готовность бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности возможно только при слаженном взаимодействии всех её компонентов.

В заключении данного параграфа можно сделать следующие **выводы**.

1. *Результатом* профессиональной подготовки бакалавра, будущего учителя информатики, в рамках нашего исследования является его готовность к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности. При этом под *профессиональной готовностью будущего учителя информатики к применению технологий ИИ* мы понимаем профессиональное качество личности, состоящее в наличии у неё совокупности специальных знаний, умений, навыков и практического опыта, обуславливающих способность к применению технологий ИИ в профессионально-педагогической деятельности, сформированное в результате профессиональной подготовки.

Под *применением* технологий ИИ подразумевается:

- деятельность по обучению использованию технологий ИИ;
- деятельность по использованию технологий ИИ как педагогических средств (объектов для организации и осуществления педагогического процесса).

2. Критерии оценки готовности бакалавров, будущих учителей информатики, мы дифференцировали на три группы: владение технологиями ИИ, готовность к обучению использованию технологий ИИ, готовность к использованию технологий ИИ как педагогических средств. Это критерии для определения уровней сформированности профессиональных *компетенций*:

- способность применять технологий ИИ для решения задач, не связанных со сферой образования;
- способность к обучению использованию технологий ИИ;
- способность к использованию технологий ИИ как педагогических средств.

3. Разработанный диагностический комплекс для оценки уровня готовности бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ включает следующие критерии. *Мотивационно-рефлексивный критерий* – наличие у студента мотивации к изучению технологий ИИ и применению технологий ИИ в будущей профессионально-педагогической деятельности, стремление к самообразованию в области технологий ИИ до и после профессиональной подготовки; *когнитивный критерий* – характеристика теоретической готовности, включающая объем и осмысленность знаний в области технологий ИИ, понимание междисциплинарных связей между учебной дисциплиной по изучению технологий ИИ и ранее изученными дисциплинами; *технологический критерий* – способен применять технологии ИИ в рамках решения учебных задач; *организационный критерий* – способен создавать учебные задания и учебные ситуации по использованию технологий ИИ; *коммуникативный критерий* – умение представить информацию об используемой технологии ИИ, этапах её применения и результатах в устной и письменной форме, в том числе с использованием изображений, таблиц, графиков и т.п.; *деятельностный критерий* – отражает степень самостоятельности при решении задач с использованием технологий ИИ. Технологический и организационный критерии позволяют оценить готовность бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ на *репродуктивном, продуктивном и творческом* уровнях, а

мотивационно-рефлексивный, когнитивный, коммуникативный и деятельностный критерии на *низком, среднем и высоком* уровнях.

4. Разработана *структурно-функциональная модель* подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, включающая *нормативно-целевой компонент*; теоретико-методологическое основание; *содержательный, технологический и оценочно-результативный* компоненты.

Во второй главе содержание представленной модели подготовки будет детализировано в ходе проверки гипотезы нашего исследования на примере подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, осуществленной в Новосибирском государственном педагогическом университете.

Выводы по первой главе

Анализ философской, педагогической, технической и социально-экономической литературы по теме исследования позволил нам раскрыть содержание понятия «*технологии искусственного интеллекта*», уточнить его в контексте современной тенденции цифровизации образования и, в том числе, в аспекте построения процесса профессиональной подготовки будущих учителей информатики – это высокие информационные технологии, использующие методы имитации когнитивных функций человека средствами вычислительной техники и включающие программное обеспечение для реализации этих методов.

Подготовку учителей информатики к применению технологий ИИ мы определяем как целенаправленный процесс формирования у будущих учителей информатики профессионального качества личности, состоящего в наличии у неё совокупности специальных знаний, умений, навыков и практического опыта, обуславливающих способность к применению технологий ИИ.

При этом под *применением технологий ИИ* подразумевается:

- деятельность по обучению использованию технологий ИИ;
- деятельность по использованию технологий ИИ как педагогических средств (объектов для организации и осуществления педагогического процесса).

В ходе исследования современного состояния подготовки педагогических кадров в области ИИ в России, проведенного на основе анализа рабочих программ педагогических вузов (либо их аннотаций) и рекомендуемой в них литературы, было выявлено противоречие между требованиями подготовки конкурентоспособного педагога, владеющего актуальными технологиями ИИ, и реальным отставанием содержания подготовки будущего учителя информатики в области ИИ от тенденций развития современных технологий ИИ. Для нейтрализации выявленного противоречия при разработке методики мы пересмотрели наполнение нормативно-целевого, содержательного и технологического компонентов подготовки, предложив:

- перейти от изучения экспертных систем, языков Prolog и Lisp к изучению современных инструментов реализации технологий ИИ с использованием языка программирования Python;
- перейти от преимущественно математического характера дисциплин, связанных с ИИ, к преимущественно технологическому, направленному на формирование и развитие навыков применения современных технологий ИИ с использованием актуального высокоуровневого языка программирования;
- обогатить технологию подготовки, включив использование аудиовизуального технического (аппаратного) обеспечения реализации технологий ИИ;
- интегрировать проблемное и эвристическое обучение, изменив ориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий;
- обеспечить для реализации деятельностного и личностно-ориентированного подходов выполнение самостоятельной работы обучающимися и построение индивидуальных образовательных траекторий с помощью курса-конструктора и технологий дистанционного обучения;
- осуществлять текущий контроль успеваемости обучающихся в форме устного представления (защиты) выполненных лабораторно-практических работ;
- изучать актуальный язык программирования, применяющийся для разработок в области ИИ, предваряя подготовку в области технологий ИИ.

Предложенные элементы методического обеспечения направлены на устранение существующих противоречий между требованиями к подготовке конкурентоспособного педагога и реальными условиями, включающими существующие стандарты обучения, ограниченное количество часов на изучении ИИ и консервативный подход, ориентированный преимущественно на подготовку будущих педагогов к использованию и разработке экспертных систем как ключевой технологии ИИ вместо подготовки к применению широкого спектра актуальных технологий ИИ с учетом многообразия направлений развития ИИ (анализ данных и машинное обучение, компьютерное зрение, обработка

естественного языка и др.). Мы предполагаем, что предложенные элементы методического обеспечения будут способствовать развитию мотивации к изучению востребованного сегодня языка программирования Python, тем самым повышая конкурентоспособность бакалавра на рынке труда.

В рамках данной главы были определены методологические основы организации образовательного процесса профессиональной подготовки бакалавра, представленные совокупностью подходов (системный, структурно-функциональный, деятельностный, личностно-ориентированный, компетентностный) и принципов (систематичности и последовательности, практико-ориентированности, индивидуализации, междисциплинарности).

Разработан диагностический комплекс, основанный на предложенных критериях оценки готовности бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ: мотивационно-рефлексивном, когнитивном, технологическом, организационном, коммуникационном, деятельностном. Соответствующие критериям показатели позволяют оценить их сформированность на репродуктивном, продуктивном и творческом (технологический и организационный критерии), низком, среднем и высоком (другие критерии) уровнях с помощью методов диагностики: анкетирование, экспертная оценка выполнения лабораторно-практических работ по применению технологий ИИ и их устной защитой.

Разработана структурно-функциональная модель подготовки бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ, включающая нормативно-целевой компонент; теоретико-методологическое основание; содержательный, технологический и оценочно-результативный компоненты.

Результаты опытно-экспериментального исследования результативности методики подготовки бакалавра, будущего учителя информатики, осуществленного в процессе реализации учебного курса «Технологии искусственного интеллекта» будут представлены во второй главе.

ГЛАВА 2. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ МЕТОДИКИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

С целью опытно-экспериментальной проверки результативности разработанной методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, реализованной на основе предложенной структурно-функциональной модели подготовки, во второй главе поставлены и решены следующие задачи:

1. разработать учебно-методическое содержание подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ, включающее: курс «Технологии искусственного интеллекта», основанный на новом содержании профессиональной подготовки бакалавров в области ИИ; обновленный комплекс форм, методов и средств обучения;
2. апробировать методику и проверить её результативность;
3. проанализировать и обобщить результаты апробации, оценив динамику уровней готовности бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ на основании разработанных критериев.

Экспериментальное исследование, представленное во второй главе, включает в себя следующие этапы:

- 1) *подготовительный* – разработка учебно-методического обеспечения, включающего комплекс лабораторно-практических работ и лекционных материалов курса «Технологии искусственного интеллекта», диагностических материалов, и внедрение их в образовательный процесс педагогического вуза;
- 2) *констатирующий* – диагностика наличия у студентов, участников исследования, специфических для их профилей профессиональной подготовки компетенций, связанных с технологиями ИИ; формирование экспериментальной и контрольной групп; диагностика начального уровня готовности студентов к применению технологий ИИ по мотивационно-рефлексивному критерию;

3) *формирующий* – апробация методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ; проведение диагностики уровней готовности будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ на основе разработанных критериев;

4) *контрольно-обобщающий* – анализ, осмысление и интерпретация данных, полученных в результате подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, осуществленной в ходе апробации разработанной методики, сопоставление результатов контрольной и экспериментальной групп.

2.1 Учебно-методическое обеспечение внедрения методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта

Внедрение методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ осуществлялось в ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет». В эксперименте участвовали 127 студентов: 4-го курса по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование», профиль «Информатика и информационно-коммуникационные технологии»; направлению 44.03.05 «Педагогическое образование с двумя профилями подготовки», профили: «Информатика и информационно-коммуникационные технологии и Экономическое образование» (3-й и 4-й курс), «Математика и Информатика», «Физика и Информатика» (3-й курс). В рамках разработки методического обеспечения был подготовлен экспериментальный учебный курс «Технологии искусственного интеллекта». В таблице 5 приведены и раскрыты изменения учебного процесса, соответствующие каждому из предложенных в параграфе 1.2 элементов методического обеспечения.

Таблица 5 – Изменения учебного процесса в соответствии с предложенной методикой подготовки

№ п/п	Элемент методического обеспечения	Изменения учебного процесса
1	<p>Пересмотр содержания дисциплины, связанной с ИИ, с учетом современных направлений развития технологий ИИ. Содержание дисциплины должно включать изучение современных средств реализации технологий ИИ. Переход от изучения преимущественно математического аппарата ИИ к применению технологий ИИ с использованием высокоуровневого языка программирования для решения практико-ориентированных задач.</p>	<p>Содержание включает в себя изучение современных средств реализации технологий ИИ: программных библиотек и сервисов для интеллектуального анализа данных, компьютерного зрения, обработки естественного языка, игрового искусственного интеллекта. Направленность курса прежде всего на практическую деятельность по применению технологий ИИ с использованием востребованного сегодня высокоуровневого языка программирования. Учебные задачи сопровождаются необходимым минимумом теоретических сведений о используемых методах ИИ (математическом аппарате ИИ).</p>
2	<p>Включение в содержание учебного курса практических работ, предполагающих использование технологий ИИ, требующих применения аудиовизуальных технических (аппаратных) средств.</p>	<p>Наличие практических заданий, направленных на использование веб-камеры (для заданий в области компьютерного зрения), микрофона и наушников/колонок (для заданий в области распознавания и синтеза речи).</p>
3	<p>Интеграция проблемного и эвристического обучения, реализующуюся через выполнение учебных задач (лабораторно-практические работы) в форме мини-проектов с использованием языка программирования.</p>	<p>Наличие практико-ориентированных учебных заданий в форме мини-проектов, решение которых не может быть осуществлено исключительно теми средствами или методами, которые даны в «обучающем» блоке текста соответствующей лабораторно-практической работы (проблемный компонент обучения). Множество решений может быть бесконечно большим, а результат непредсказуемым не только для обучающегося, но и для преподавателя (эвристический компонент обучения).</p>
4	<p>Технологическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся и построения индивидуальных образовательных траекторий.</p>	<p>Весь учебный материал представлен в виде файлов, которые могут быть расположены в какой-либо online системе управления обучением. Каждая лабораторно-практическая работа имеет «обучающий» блок, в котором приведена подробная пошаговая инструкция по применению определенной технологии ИИ и необходимые теоретические сведения. Это позволит обучающимся выполнять задания в своем темпе, дистанционно, без помощи преподавателя (преподаватель выполняет функцию консультанта, а не прямого источника всей необходимой информации).</p>

Продолжение таблицы 5

4		Лабораторно-практические работы курса как в рамках одной темы, так и в рамках всего курса не связаны (выполнение заданий одной работы не требует предварительного выполнения заданий другой), либо слабо связаны (рекомендуется выполнить одну работу перед другой для облегчения понимания происходящих процессов, но это не обязательно) между собой. Это позволяет обучающемуся составить собственный образовательный маршрут: собственную последовательность заданий по интересующим его темам.
5	Осуществление текущего контроля успеваемости обучающихся в форме устного представления всех выполненных лабораторно-практических работ.	В ходе выполнения лабораторно-практической работы обучающийся формирует отчет, состоящий из цели работы, задач (формулировок учебных заданий, выполненных в процессе лабораторно-практической работы), листингов программ, визуализации результатов, выводов. Затем обучающийся представляет (защищает) свою работу устно, аргументирует выбор технологий и методов для решения задач, используя отчет в качестве плана, и отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся особенностей программной реализации технологий ИИ, используемых методов ИИ, если они были раскрыты в «обучающем» блоке, действий во время экспериментов.
6	Изучение актуального языка программирования, применяющегося для разработок в области ИИ.	Выполнение лабораторно-практических работ курса предполагает написание компьютерных программ (скриптов) на языке программирования Python 3 с использованием Python-библиотек, реализующих технологии ИИ.

Структура учебного курса «Технологии искусственного интеллекта» была сформирована на основе наиболее активно развивающихся в настоящее время направлений (областей применения) ИИ и представлена следующими ключевыми темами (разделами):

- интеллектуальный анализ данных (анализ данных и машинное обучение);
- компьютерное зрение;
- обработка естественного языка;
- игровой искусственный интеллект.

Во время эксперимента (2019 – 2021 гг.) курс «Технологии искусственного интеллекта» включал в себя:

Лекции, посвященные:

1) краткой истории исследований в области ИИ; рассмотрению современных направлений развития технологий ИИ; правовому регулированию в области технологий ИИ; основам строения и функционирования искусственных нейронных сетей как ключевой технологии ИИ на современном этапе развития ИИ; обзору методов машинного обучения;

2) обзору сервисов, основанных на технологиях ИИ; установке и настройке программного обеспечения, необходимого для выполнения лабораторно-практических работ;

Семинарское занятие, посвященное обсуждению этических проблем ИИ. В рамках семинарских занятий применялась исследовательская платформа «Moral Machine», разработанная в Массачусетском технологическом институте (MIT) для сбора информации о решении людьми моральных проблем, которые предстоит решать машинному интеллекту [140];

Лабораторно-практические работы:

- 2 работы по теме «Интеллектуальный анализ данных»;
- 10 работ по теме «Компьютерное зрение»;
- 1 работа по теме «Обработка естественного языка»;
- 1 работа по теме «Игровой искусственный интеллект».

По соотношению количества практических работ по каждой теме видно, что основное внимание было уделено изучению технологий компьютерного зрения. Поскольку люди получают до 90% информации с помощью биологического зрения [14; 189], ИИ во многих сферах человеческой деятельности может быть полезен именно в форме технологий компьютерного зрения. Компьютерное зрение уже сегодня позволяет дополнить биологическое зрение (технологии дополненной реальности), а в совокупности с технологиями синтеза речи частично заменить его, компенсировать его отсутствие (распознавание объектов и озвучивание информации о них). Компьютерное зрение применяется в системах, созданных для

полной замены человека при решении определенных задач (сортировка и поиск брака на производстве, управление беспилотным транспортом и др.). «На наш взгляд, компьютерное зрение по отношению к сфере образования является не только одним из основных направлений развития ИИ, но и одним из наиболее «творческих» направлений деятельности для студентов и детей, в рамках которого у обучающихся есть возможность создавать полезные и, что немаловажно для формирования мотивации, зрелищные проекты за сравнительно небольшое время, без углубления в достаточно сложные математические основы используемых методов. Это достигается за счет многообразия программных библиотек и сервисов, которые сделали технологии компьютерного зрения доступными широкому кругу людей, интересующихся компьютерными технологиями и программированием» [109, с. 23].

При разработке практической части курса было необходимо решить следующие проблемы.

1. *Проблема затрат времени и ресурсов* – работа с технологиями машинного обучения, особенно основанными на глубоких нейронных сетях и глубоком обучении, предполагает использование больших объемов размеченных данных (необходим поиск, отбор, предварительная обработка, разметка данных на классы или указание количественных характеристик, что может занять много времени); обработка больших объемов данных может также потребовать много времени (во время обработки данных обучающийся будет или бездействовать в ожидании, или ему придется переключиться на выполнение другой задачи, в то время как выполнение текущей задачи не гарантируется); предъявляет высокие требования к производительности вычислительной техники для обеспечения ускорения процесса обработки данных (аппаратное обеспечение, позволяющее значительно ускорить процесс обработки данных во время практических занятий, является дорогостоящим, в связи с чем в условиях педагогического вуза, а не специального исследовательского учреждения, вряд ли будет доступно в необходимом объеме).

Для решения данной проблемы учебные задания разрабатывались таким образом, чтобы обучающиеся использовали:

- готовые и при этом небольшие наборы данных, параллельно знакомясь с профильными Интернет-ресурсами, содержащими открытые наборы данных (Kaggle, UCI Machine Learning Repository и др.);
- готовые модели нейронных сетей;
- технологии машинного обучения, не требующие большого объема данных для получения удовлетворительного результата.

2. *Проблема быстрого устаревания содержания* – технологии ИИ стремительно развиваются; Python-библиотеки, реализующие технологии ИИ, устаревают или обновляются несколько раз в год (часть функционала удаляется, добавляется новый); появляются новые сервисы, облегчающие применение технологий ИИ; актуальный язык программирования в сфере технологий ИИ.

Решениями данной проблемы являются регулярное обновление содержания курса и его модульная структура.

Поскольку рассматриваемый учебный курс проектировался как курс-конструктор с независимыми лабораторно-практическими работами, он может быть беспрепятственно дополнен новыми работами или даже новыми темами по мере развития технологий ИИ. Так, уже после завершения эксперимента в раздел «Интеллектуальный анализ данных» была добавлена лабораторно-практическая работа, посвященная кластеризации данных методом k-средних (пример лабораторно-практической работы из темы «Интеллектуальный анализ данных», направленной на изучение одного из популярных методов машинного обучения, основанного не на искусственных нейронных сетях), а в раздел «Обработка естественного языка» была добавлена лабораторно-практическая работа, посвященная методам предобработки (токенизация, удаление стоп-слов, лемматизация, стемминг и др.) и определения схожести текстов (методы «Мешок слов», TF-IDF, косинусное сходство) средствами библиотек NLTK, Rymorphy2 и Siski-learn. В связи с тем, что в процессе опытно-экспериментальной работы ни один из обучающихся не имел возможности выполнить эти лабораторно-

практические работы, то в параграфах, посвященных апробации методики и анализу результатов, они упоминаться не будут. В будущем планируется расширение набора лабораторно-практических работ по теме «Игровой искусственный интеллект» (например, добавление работы по реализации алгоритма обучения с подкреплением для интеллектуального агента (игрового персонажа)). Кроме добавления новых лабораторно-практических работ модульность курса позволяет беспрепятственно обновлять либо удалять устаревшее содержание.

Лабораторно-практические работы имеют различный уровень сложности и трудоемкости, выраженный в баллах. Под сложностью учебной задачи мы понимаем «объективную характеристику, которая определяется объемом предметных знаний, достаточных для её решения» (И. С. Наумов, В. С. Выхованец) [108, с. 100]. Понятие «трудоемкость» мы определяем как количество времени, которое необходимо затратить на полное выполнение учебной задачи. В таблице 6 представлены уровни сложности и трудоемкости каждой работы по шкале:

- «1» – низкая сложность/трудоемкость;
- «2» – средняя сложность/трудоемкость;
- «3» – высокая сложность/трудоемкость.

Сумма баллов (за сложность или сложность + трудоемкость) при итоговом контроле может быть конвертирована в оценку. Кроме того, обязательным условием получения наивысшей оценки «отлично» может являться выполнение одной из двух лабораторно-практических работ, посвященных искусственным нейронным сетям (практические работы 1 и 2 в таблице 6), поскольку нейронные сети сегодня являются основополагающими для многих других технологий ИИ.

Таблица 6 – Уровни сложности и трудоемкости лабораторно-практических работ.

№	Наименование работы (ключевые Python-библиотеки, программы, сервисы)	Уровень сложности	Уровень трудоемкости
<i>Тема 1. Интеллектуальный анализ данных</i>			
1	Основы искусственных нейронных сетей (Python 3 + NumPy)	3	3

Продолжение таблицы 6

2	Конструирование и обучение нейронных сетей (Python 3 + Keras)	2	3
<i>Тема 2. Компьютерное зрение</i>			
3	Распознавание текста на изображении (Python 3 + Pytesseract, Tesseract)	1	1
4	Распознавание образов (Python 3 + OpenCV)	1	2
5	Обучение каскадного классификатора Распознавание дорожных знаков (CascadeTrainerGUI, Python 3 + OpenCV)	1	3
6	Распознавание эмоций (Python 3 + OpenCV + Keras)	1	1
7	Лицевые опорные точки (Python 3 + Dlib)	2	2
8	Отслеживание движения произвольного объекта (Python 3 + Dlib)	1	1
9	Поиск и классификация объектов (Python 3 + TensorFlow)	3	3
10	Простое обнаружение объектов на изображении (Python 3 + ImageAI)	1	1
11	Использование Google Colaboratory для анализа видео (Google Colab, Python 3 + ImageAI)	1	2
12	Предсказание главного объекта на изображении (Python 3 + ImageAI)	1	2
<i>Тема 3. Обработка естественного языка</i>			
13	Голосовой помощник (Python 3 + SpeechRecognition + Pytsx3)	2	2
<i>Тема 4. Игровой искусственный интеллект</i>			
14	Поиск пути в лабиринте (Python 3 + Pathfinding)	2	3

Представленная формализация уровней сложности и трудоемкости призвана также помочь обучающимся в построении собственной образовательной траектории при освоении учебного курса.

Каждая лабораторно-практическая работа состоит из следующих блоков:

1. *вводный* – получение информации о технологиях ИИ, Python-библиотеках, компьютерных программах и сервисах, на формирование компетентности в области применения которых направлена данная работа;

2. *обучающий* – выполнение одного или нескольких учебных заданий по пошаговой инструкции, сопровождающейся необходимыми теоретическими сведениями об используемых методах, пояснениями по конструкциям языка

программирования или функциям используемых программных библиотек, графическими иллюстрациями. Инструкция может прерываться требованием выполнить задание репродуктивного характера;

3. *задания для самостоятельной работы* – выполнение учебных заданий репродуктивного и продуктивного характера (уровня). Задания репродуктивного уровня предполагают осмысление обучающимся воспринятых им фактов и явлений в процессе выполнения задач обучающего блока и дальнейшее применение полученных знаний и умений для решения аналогичных, типовых задач. Такие учебные задания не требуют от обучающегося изучения дополнительного материала, не включенного в обучающий блок либо не предоставленного вместе с данным заданием. Задания продуктивного уровня предполагают применение обучающимся продемонстрированных ему в обучающем блоке способов деятельности в новых условиях; использование новой информации, предоставленной вместе с заданием для решения поставленной задачи; нахождение новых способов деятельности. Лабораторно-практическая работа может включать в себя задания для самостоятельной работы только продуктивного уровня (в таком случае задания репродуктивного уровня входят в обучающий блок). При этом приветствуется творческий подход к выполнению заданий. Например, изменение способов хранения и чтения данных, в том числе с использованием программных библиотек, не рассматриваемых в курсе, разработка и модернизация пользовательского интерфейса, обеспечение кроссплатформенности (возможность запуска и корректной работы программ на различных операционных системах).

Приведем основное содержание лабораторно-практических работ курса «Технологии искусственного интеллекта» в порядке их следования в таблице 6. Описание основного содержания каждой работы состоит из краткой аннотации; основных дидактических единиц обучающего блока; краткого описания заданий для самостоятельной работы с дифференциацией на репродуктивный и продуктивный уровни; поясняющих иллюстраций.

Лабораторно-практическая работа №1. Основы искусственных нейронных сетей (NumPy)

Аннотация. В ходе выполнения данной практической работы будут реализованы искусственный нейрон и нейронная сеть с одним скрытым слоем (Рисунок 8) для решения задачи предсказания (prediction) средствами Python 3 и библиотеки для удобной обработки многомерных массивов NumPy.

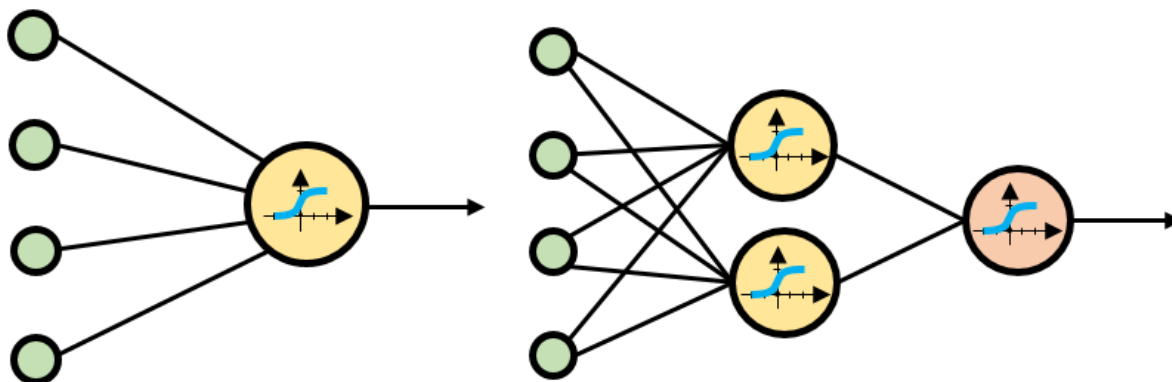


Рисунок 8 – Схемы искусственного нейрона и искусственной нейронной сети с одним скрытым слоем, модели которых будут построены обучающимися

Обучающий блок: создание искусственного нейрона на основе модели математического нейрона Мак-Каллока – Питтса с использованием библиотеки для работы с многомерными массивами NumPy; создание нейронной сети с одним скрытым слоем.

Задания для самостоятельной работы: придумать собственную задачу предсказания и решить её с помощью нейронной сети с двумя скрытыми слоями (продуктивный уровень); создать искусственный нейрон для распознавания цифры вида, продемонстрированного на рисунке 9 (продуктивный уровень);

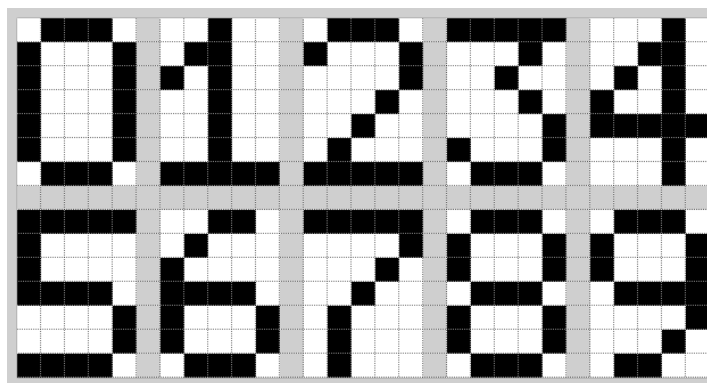


Рисунок 9 – Графическое представление цифр для распознавания

создание приложения «Распознавание образов» с графическим пользовательским интерфейсом средствами Python-библиотеки Tkinter (Рисунок 10) для обучения нейронной сети отличать два произвольных черно-белых образа друг от друга и её последующего тестирования (продуктивный уровень).

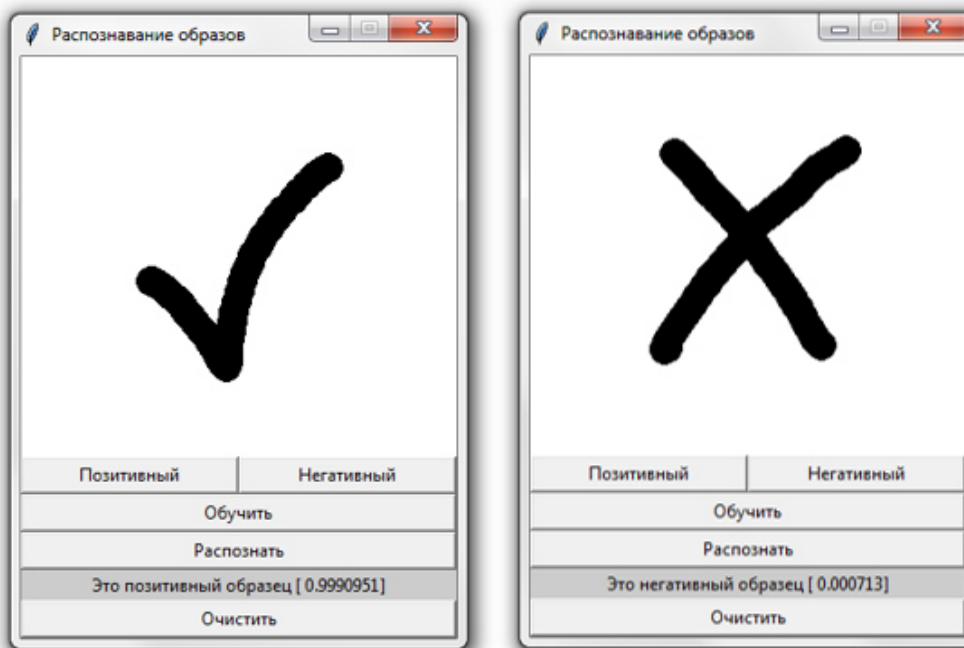


Рисунок 10 – Приложение «Распознавание образов» для обучения и тестирования нейронной сети

Лабораторно-практическая работа №2. Конструирование и обучение нейронных сетей (Keras)

Аннотация. С использованием библиотеки глубокого обучения нейронных сетей Keras (надстройка над TensorFlow) будет создана и обучена нейронную сеть с несколькими скрытыми слоями для бинарной классификации, произведена оценка её точности (accuracy). Слово «глубина» в терминах «глубокое обучение» и «глубокая нейронная сеть» означает наличие более одного скрытого слоя в структуре нейронной сети.

Затем создадим и применим еще одну нейронную сеть для задачи аппроксимации (приближения) математической функции.

Обучающий блок: создание и обучение глубокой нейронной сети средствами библиотеки глубокого обучения Keras для 1) бинарной классификации на примере предсказания, побеждают ли «крестики» в игре «Крестики-нолики» (Рисунок 11);

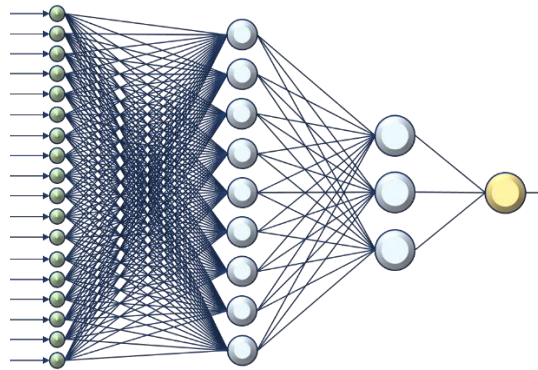


Рисунок 11 – Схема примера учебной глубокой нейронной сети для предсказания победы «крестиков» в игре «Крестики-нолики»

2) аппроксимации математических функций (Рисунок 12). Рассмотрена обработка входных данных средствами библиотеки Scikit-learn.

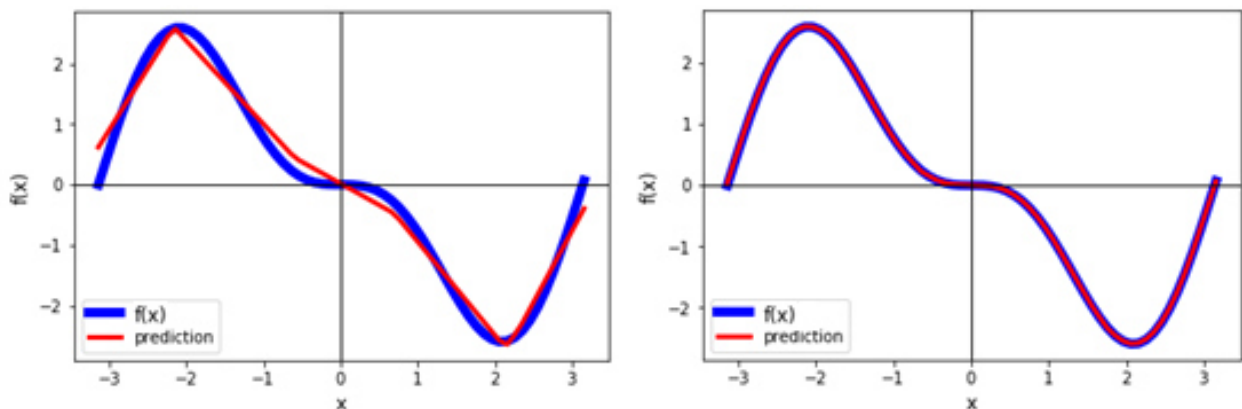


Рисунок 12 – Приближение функции с помощью нейронной сети с меньшей (слева) и большей (справа) точностью

Задания для самостоятельной работы: создать и обучить нейронную сеть для классификации растений Ирис по 4-м параметрам, используя готовый набор данных (продуктивный уровень); придумать непрерывную функцию и выполнить её аппроксимацию с помощью нейронной сети, провести 3 эксперимента с гиперпараметрами нейронной сети (продуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №3. Распознавание текста на изображении (Tesseract)

Аннотация. Используя технологию OCR Tesseract, напишем простую программу для распознавания текста на изображениях. OCR (Optical Character Recognition) – оптическое распознавание символов. Распознавание символов с помощью Tesseract имеет существенные ограничения: фрагменты текста должны быть четко отделены от фона (контрастны с фоном) и иметь как можно более высокое разрешение (dpi). Кроме того, текст не должен быть перевернут или искажен, не все шрифты могут быть распознаны. Результат работы программы – текст, который может быть скопирован в текстовый документ (Рисунок 13).

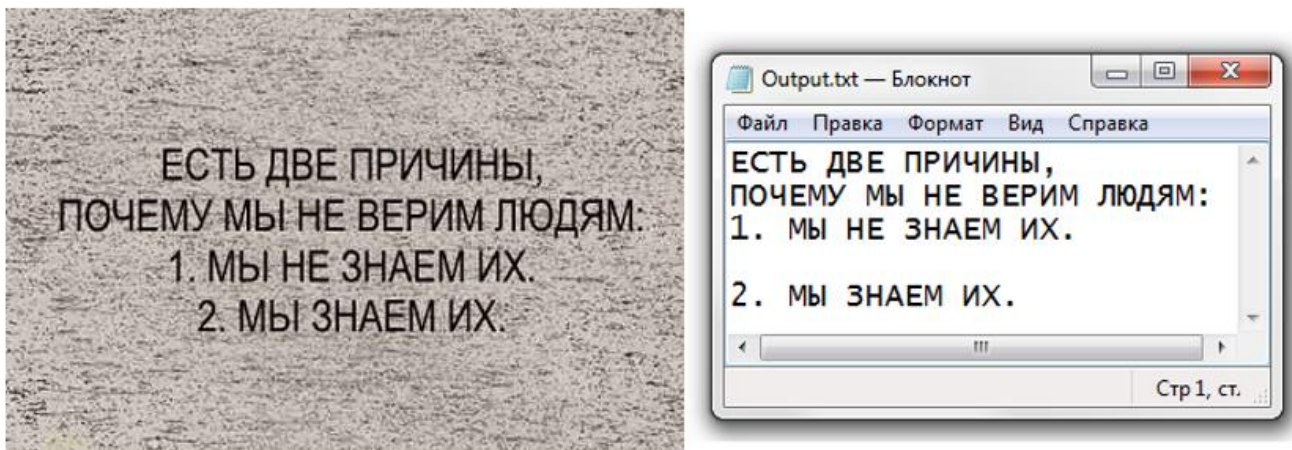


Рисунок 13 – Графическое изображение с текстом и результат его распознавания в текстовом документе

Обучающий блок: установка приложения Tesseract и настройка его связи с Python, создание компьютерной программы для распознавания текста на русском языке с использованием и без использования фильтров для шумоподавления из библиотеки OpenCV. Добавление искусственного шума на изображение с помощью графического редактора и тестирование программы с фильтром.

Задания для самостоятельной работы: привести примеры распознавания текста на русском и английском языках с использованием и без использования фильтра (репродуктивный уровень); подобрать такие изображения, чтобы применение фильтра улучшало качество распознавания (продуктивный уровень);

провести эксперимент с изображением, на которое нанесен искусственный шум с помощью графического редактора (репродуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №4. Распознавание образов (OpenCV)

Аннотация. Используя библиотеку компьютерного зрения OpenCV напишем программу для обнаружения человеческих лиц и глаз сначала на статическом изображении, а затем на видео (Рисунок 14).

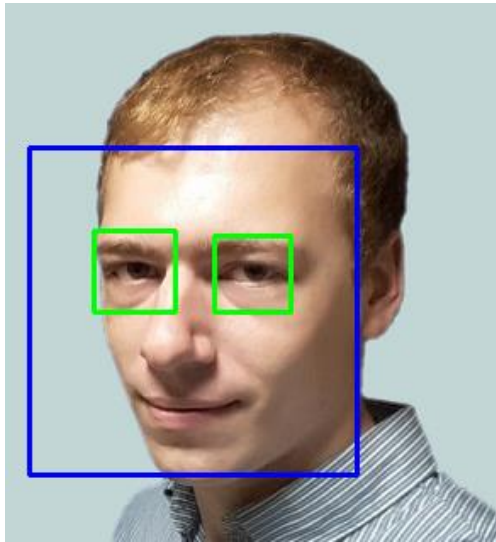


Рисунок 14 – Обнаруженные на фото лицо и глаза
автоматически выделены рамками

Обучающий блок: создание компьютерной программы для обнаружения лиц и глаз на фотографиях, в видеороликах, в видеопотоке, полученном с веб-камеры с использованием метода Виолы-Джонса и каскадных классификаторов Хаара.

Задания для самостоятельной работы: подобрать значения аргументов функции `detectMultiScale` для достижения наилучшего распознавания лиц и глаз на минимум 3-х изображениях и 1 видеоролике, или вместо использования видеоролика продемонстрировать распознавание с помощью веб-камеры в реальном времени (репродуктивный уровень); добавить обнаружение улыбок (продуктивный уровень); написать программы для обнаружения российских автомобильных номеров (репродуктивный уровень); написать программу для распознавания морды кота, выделить найденные объекты круговой рамкой, добавить на изображение подписи со счетчиком (продуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №5. Обучение каскадного классификатора (Cascade Trainer GUI, OpenCV)

Аннотация. Данная практическая работа посвящена обучению каскадного классификатора для распознавания объекта на изображениях с помощью библиотеки OpenCV. Обучение классификатора будет осуществляться с помощью приложения Cascade Trainer GUI.

Обучающий блок: Подготовка наборов изображений «позитивных» и «негативных» образов (Рисунок 15).



Рисунок 15 – Набор позитивных образов дорожного знака

Обучение каскада Хаара с помощью программы Cascade Trainer GUI для обнаружения дорожного знака или выбранного обучающимся произвольного объекта на изображениях (Рисунок 16) и его последующее использование в программе на языке Python 3.

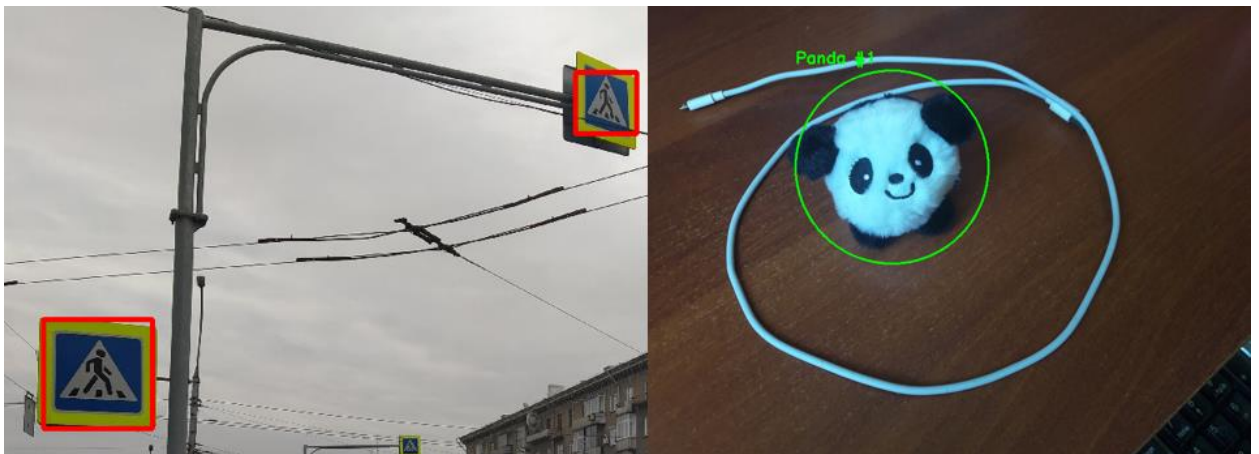


Рисунок 16 – Обнаружение знака пешеходного перехода и игрушки с использованием обученных каскадных классификаторов Хаара

Задания для самостоятельной работы: написать программы для распознавания выбранного объекта на фотографиях (полное выполнение данной лабораторно-практической работы требует выполнения предыдущей работы, репродуктивный/продуктивный уровень в зависимости от выполнения предыдущей работы); привести не менее 5 примеров успешного распознавания (репродуктивный уровень); написать программы для одновременного распознавания двух различных дорожных знаков на фото и видео (продуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №6. Распознавание эмоций (OpenCV + Keras)

Аннотация. В данной практической работе напишем программу для распознавания 7 эмоций (гнев, отвращение, страх, счастье, печаль, удивление, нейтральная), используя библиотеку компьютерного зрения OpenCV и библиотеку глубокого обучения нейронных сетей Keras.

Обучающий блок: использование заранее обученной модели глубокой нейронной сети для распознавания одной из 7-ми эмоций на обнаруженном с помощью библиотеки OpenCV лице на фотографии.

Задания для самостоятельной работы: модифицировать программу так, чтобы каждой из 7 эмоций соответствовал свой цвет рамки (Рисунок 17), привести пример распознавания эмоций после модификации программы (продуктивный уровень); написать программу для распознавания эмоций в реальном времени с помощью веб-камеры (репродуктивный/продуктивный уровень в зависимости от предварительного выполнения работы по изучению библиотеки OpenCV); создать коллаж из фотографий, выражающих не менее 5 различных эмоций и распознать на нём эмоции с помощью программы (продуктивный уровень); написать программу, которая распознает эмоции человека в реальном времени с помощью веб-камеры в течение 10 секунд, а затем выводит название самой частой эмоции (продуктивный уровень).

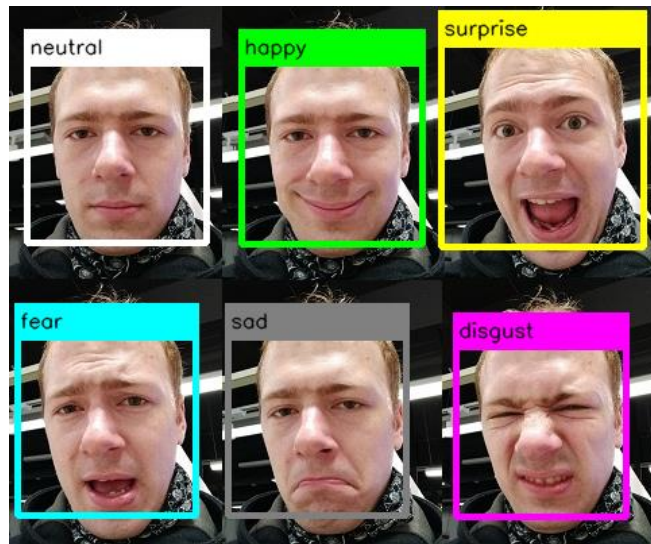


Рисунок 17 – Каждой эмоции, распознанной с помощью глубокой нейронной сети, соответствует свой цвет рамки

Лабораторно-практическая работа №7. Лицевые опорные точки (Dlib)

Аннотация. Данная практическая работа посвящена распознаванию лиц и построению опорных точек с помощью библиотеки dlib (Рисунок 18). Используя данную библиотеку, можно определять черты лица в реальном времени, верифицировать лица, распознавать эмоции.

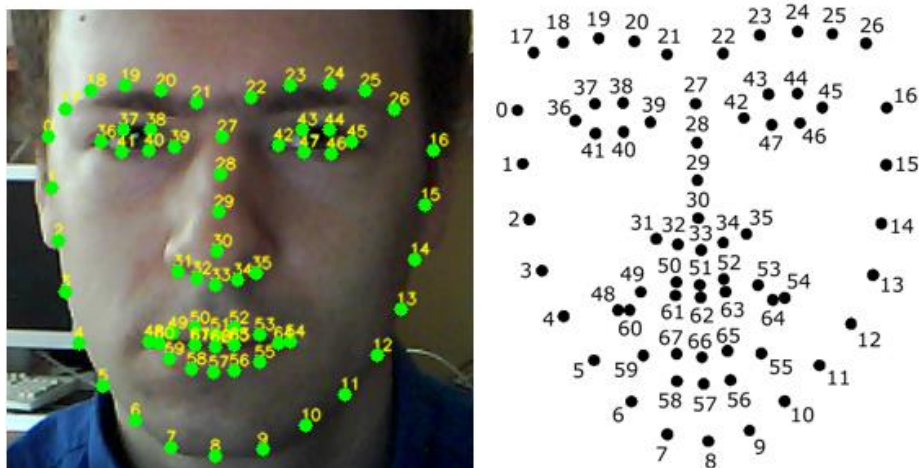


Рисунок 18 – Лицевые опорные точки выделены и пронумерованы на изображении с помощью программы

Обучающий блок: обнаружение лицевых опорных точек на фотографиях с помощью библиотеки Dlib. Создание программы для определения принадлежности лица на двух разных фотографиях одному и тому же человеку с помощью вычисления евклидова расстояния средствами библиотеки SciPy.

Задания для самостоятельной работы: написать программу, определяющую, открыты у человека глаза или закрыты в реальном времени, соответствующее сообщение должно выводиться на экран (продуктивный уровень); написать программу, определяющую направление поворота/наклона головы человека в реальном времени: вправо, влево, вверх, вниз (продуктивный уровень); написать программу, определяющую в реальном времени 3 состояния человека: радость, грусть, нейтральное, и выводящую на экран соответствующий смайлик (продуктивный уровень); провести собственный эксперимент по верификации лиц, используя минимум по 2 фотографии двух разных людей (репродуктивный уровень); написать программу для одновременного распознавания лиц как минимум двух людей в реальном времени, причем обнаруженные лица должны быть выделены прямоугольной рамкой, а над рамкой следует расположить имя распознанного человека (продуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №8. Отслеживание движения произвольного объекта (Dlib)

Аннотация. Используя трекер корреляции (correlation tracker) библиотеки dlib, напишем программу слежения за любым объектом в реальном времени, который выделит пользователь (Рисунок 19).



Рисунок 19 – Отслеживание положения ножниц в реальном времени

Обучающий блок: написание программы для отслеживания движения выделенного прямоугольной рамкой произвольного объекта в реальном времени с использованием программного трекера из библиотеки dlib.

Задания для самостоятельной работы: модифицировать программу для отслеживания выделенного объекта в видеоролике. При запуске программы отображается только первый кадр видео, пользователь выделяет на нём объект и нажимает «пробел» для начала отслеживания (продуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №9. Поиск и классификация объектов (TensorFlow)

Аннотация. Данная практическая работа посвящена поиску объектов различных классов на изображениях (Рисунок 20) с помощью предварительно обученных нейронных сетей и фреймворка TensorFlow Object Detection API. Данная работа предполагала использование версии TensorFlow 1.x, актуальная на данный момент версия TensorFlow 2.x.



Рисунок 20 – Одновременное распознавание объектов различных классов на изображении с помощью TensorFlow Object Detection API

Обучающий блок: установка и подключение моделей TensorFlow Object Detection. Обзор обучающего файла через Jupyter Notebook. Обзор набора данных COCO (Common Objects in Context), на котором были обучены модели.

Тестирование различных моделей, в том числе позволяющих отображать пиксельную маску объекта (Рисунок 21).

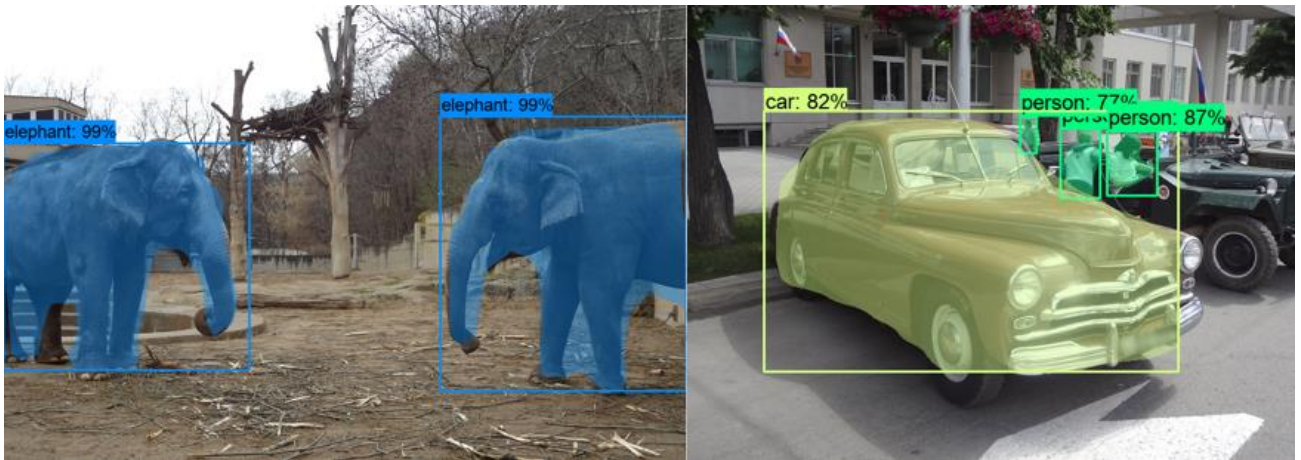


Рисунок 21 – Отображение пиксельных масок распознанных объектов

Задания для самостоятельной работы: сделать вариант программы для анализа видео, используя OpenCV (продуктивный уровень); выбрать одно изображение в формате .jpg и сравнить работу 6-ти любых моделей с использованием заданной таблицы (продуктивный уровень); добавить в программу проверку на наличие или отсутствие объекта какого-либо класса, выбранного обучающимся, на изображении (продуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №10. Простое обнаружение объектов на изображении (ImageAI)

Аннотация. Данная практическая работа посвящена распознаванию объектов на изображениях с помощью библиотеки компьютерного зрения ImageAI (использует TensorFlow). Главная особенность библиотеки заключается в удобстве (или простоте) её использования: обнаружение объектов осуществляется небольшим числом строк кода. Для одновременного распознавания множества объектов различных классов будет использована модель с архитектурой RetinaNet, обученная на наборе данных COCO (Рисунок 22).

Обучающий блок: одновременное распознавание нескольких объектов различных классов на изображениях с помощью библиотеки ImageAI. Автоматическое создание файлов изображений распознанных объектов.

Распознавание объектов только выбранных классов, анализ точности распознавания.

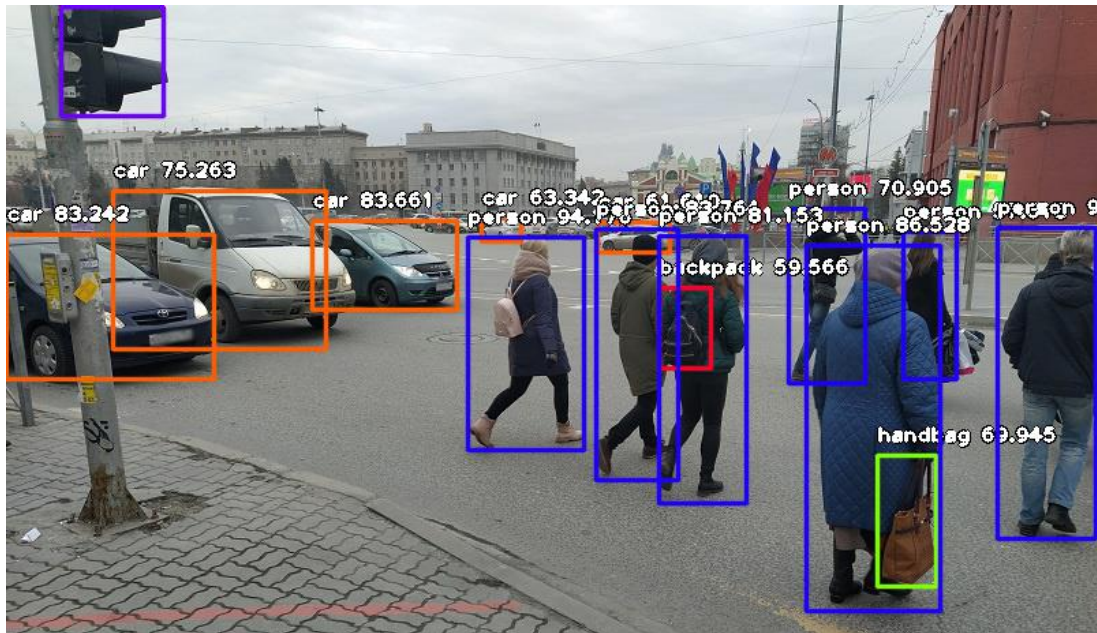


Рисунок 22 – Одновременное распознавание объектов различных классов на изображении с помощью ImageAI

Задания для самостоятельной работы: верно распознать все объекты на изображении, на выходном изображении не отображать их имена и вероятности (репродуктивный уровень); верно распознать все объекты, на выходном изображении указать только их имена, автоматически создать папку с изображениями обнаруженных объектов (репродуктивный уровень); верно распознать и отобразить объекты только одного класса с указанием имен классов и вероятностей при порогах допустимой вероятности 0.2 (20%), 0.5 (50%), 0.8 (80%), сравнить хорошо различимое человеком количество объектов с обнаруженным при каждом из заданных порогов допустимой вероятности, сделать выводы (продуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №11. Использование Google Colaboratory для анализа видео (ImageAI)

Аннотация. Данная практическая работа посвящена обнаружению объектов на видео с помощью библиотеки ImageAI. Обнаружение объектов на видео – трудоемкая для компьютера задача. На обработку даже небольшого видеофайла обычному персональному компьютеру потребуется много времени. Работа с

нейросетевыми технологиями в принципе требует высоких вычислительных мощностей. Чтобы сделать эти технологии более доступными, Google создала бесплатную облачную платформу Colab (Colaboratory), с Python, множеством уже предустановленных библиотек для работы с нейронными сетями (например, TensorFlow), мощным графическим процессором (GPU) и тензорным процессором (TPU). Используя Google Colab, мы сможем обработать небольшие видеофайлы за несколько минут. Для выполнения данной работы требуется наличие Google Drive.

Обучающий блок: создание Notebook на странице сервиса Google Colab; загрузка модели нейронной сети в виртуальную машину; подключение Google Drive; импорт видеоролика для обработки из Google Drive; запуск процесса обработки видео; экспорт видеофайла с выделенными распознанными объектами на Google Drive (Рисунок 23).

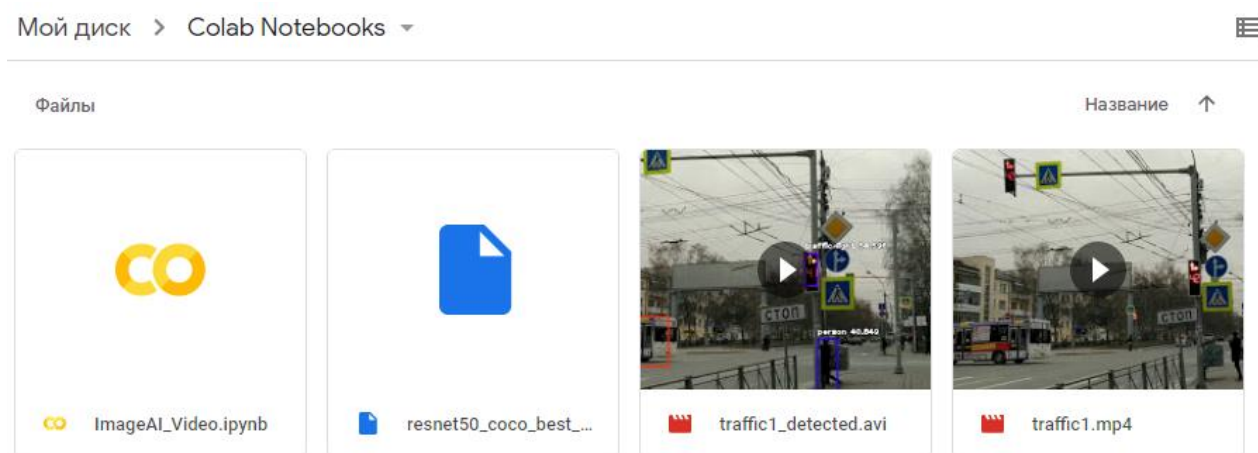


Рисунок 23 – Расположение файла Notebook с программным кодом, модели нейронной сети, исходного и обработанного видеоролика на Google Drive

Задания для самостоятельной работы: создать Notebook (файл с расширением .ipynb) с полностью рабочим кодом, который можно использовать в дальнейшем для быстрой обработки видеофайлов (репродуктивный уровень); распознать объекты на видео и предоставить 2 версии видеофайла: 1) все возможные объекты распознаны; 2) распознаны объекты только определенного класса, например, только автомобили. Сравнить скорость обработки видео в первом и втором случаях (продуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №12. Предсказание главного объекта на изображении (ImageAI)

Аннотация. Библиотека ImageAI предоставляет несколько различных алгоритмов и моделей для определения (предсказания) главного объекта на изображении (Рисунок 24). Модели обучены на большой базе изображений ImageNet-1000, что открывает простор для экспериментов.

Обучающий блок: сравнительный анализ нескольких архитектур моделей глубоких нейронных сетей (ResNet-50, InceptionV3, DenseNet-121) для предсказания (prediction) главного объекта на изображениях с явным и неявным главным объектом. Анализ нескольких изображений внутри одного каталога.

Задания для самостоятельной работы: добавить в программу вывод имени каждого изображения перед относящимися к нему предсказаниями (продуктивный уровень); подобрать 2 собственных «однозначных» примера изображений с явно выделенным единственным крупным объектом и 2 «неоднозначных» примера с неявным главным объектом. Сравнить все 3 модели, представленные в данной работе, используя 4 подобранных изображения на скоростях предсказания normal, fast и flash (продуктивный уровень).



```

--- Нейросеть справилась за 4.9 сек. ---
sports car: 38.59805762767792
racer: 14.770044386386871
convertible: 11.610998213291168
grille: 9.3314528465271
car wheel: 6.967805325984955
limousine: 6.144687533378601
cab: 5.566307529807091
beach wagon: 2.2313514724373817
passenger car: 1.2334192171692848
pickup: 0.8899961598217487

```

Рисунок 24 – С наибольшей вероятностью главным объектом на изображении является спортивная машина (sports car)

Лабораторно-практическая работа №13. Голосовой помощник (SpeechRecognition + Pyttsx3)

Аннотация. Данная практическая работа посвящена созданию собственного голосового помощника с использованием технологий распознавания и синтеза речи.

Обучающий блок: распознавание речи с помощью библиотеки SpeechRecognition. Считывание звука с микрофона и преобразование его в текст. Преобразование текста в речь с помощью Google Speech API и Pyttsx3. Использование команд для командной строки Windows, их вызов с помощью голоса.

Задания для самостоятельной работы: сравнить качество распознавания речи с использованием Google Speech API и Sphinx (репродуктивный уровень); научить голосового помощника выполнять следующие поручения: сообщать, какой сегодня день недели, какое сегодня число в формате <день>.<месяц>.<год>, создавать папку с именем, названным пользователем, в корне диска C, открывать названный пользователем браузер, переходить на названный пользователем IP-адрес с помощью выбранного браузера (продуктивный уровень); к каждому заданию из предыдущего пункта добавить голосовые комментарии компьютера, используя синтезатор речи (продуктивный уровень); добавить возможность нелинейного диалога с компьютером на русском или английском языке, используя синтезатор речи, причем длина диалога – не менее 5 фраз со стороны человека, тему и фразы для диалога следует придумать самостоятельно (продуктивный уровень); написать программу, произносящую то, что она распознала на изображении: текст или имена объектов, распознанные с помощью Tesseract OCR или TensorFlow Object Detection API/ImageAI соответственно (продуктивный уровень).

Лабораторно-практическая работа №14. Поиск пути в лабиринте (Pathfinding)

Аннотация. Данная практическая работа посвящена применению алгоритмов поиска [кратчайшего] пути на графах для поиска и построения пути от одной точки до другой в лабиринте, основанном на клетчатом поле (Рисунок 25).

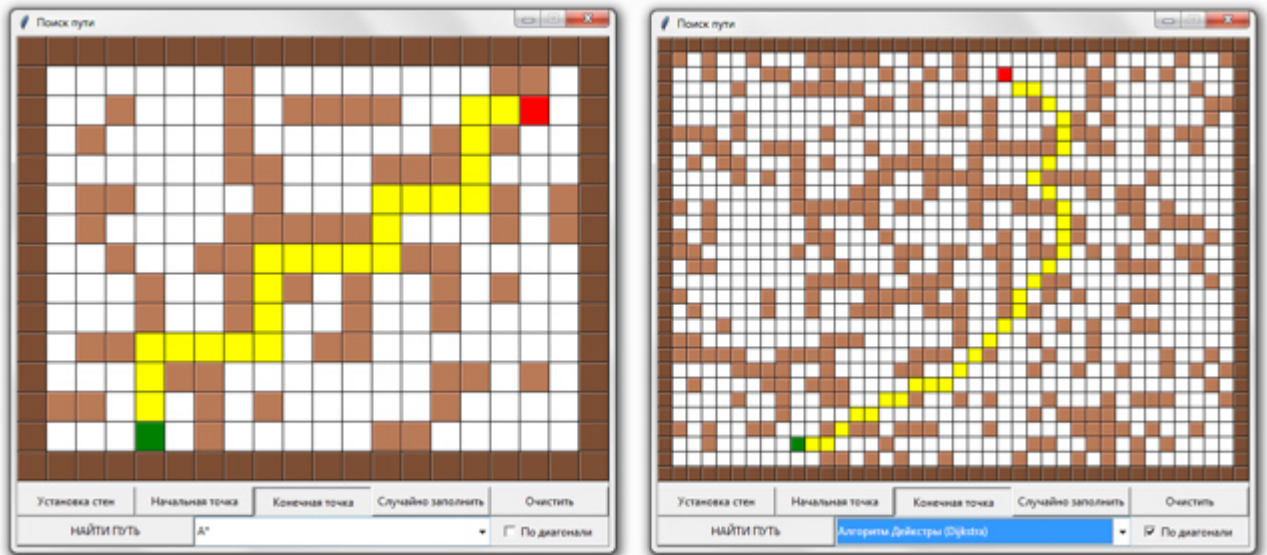


Рисунок 25 – Программа на языке Python 3 с графическим интерфейсом для построения лабиринта и поиска пути между двумя точками (клетками)

Обучающий блок: создание редактора лабиринта с графическим интерфейсом с помощью библиотеки Tkinter. Применение алгоритмов A*, Дейкстры, поиска по первому наилучшему совпадению и поиска в ширину из библиотеки Pathfinding для построения пути между двумя точками. Обзор эвристических функций. Описание волнового алгоритма поиска кратчайшего пути на языке Python и добавление его в приложение.

Задания для самостоятельной работы: провести сравнение 4-х алгоритмов из библиотеки pathfinding и волнового алгоритма по длине пути и количеству шагов в одном и том же лабиринте (репродуктивный уровень); запустить алгоритм A* при различных эвристиках и сравнить пути по длине, внешнему виду и количеству шагов (репродуктивный уровень); добавить в программу еще 2 алгоритма из библиотеки pathfinding: двунаправленный A* (Bi-directional A*) и A* с итеративным углублением (Iterative Deeping A* (IDA*)), протестировать работу данных алгоритмов и сделать выводы (продуктивный уровень); добавить переключаемую возможность перемещения по диагонали для волнового алгоритма (продуктивный уровень).

Предметные результаты освоения учебного материала представлены четырьмя уровнями с помощью дескрипторов: «иметь представление», «знать»,

«уметь», «владеть» и разделены на 5 групп по содержанию: «Общее» – элементы учебного материала, рассматриваемые на лекциях/семинарах, не зависящие от выбора обучающимися лабораторно-практических работ; «Интеллектуальный анализ данных», «Компьютерное зрение», «Обработка естественного языка», «Игровой искусственный интеллект» – элементы учебного материала, которые обучающийся может освоить при выборе соответствующих теме лабораторно-практических работ (Таблица 7).

Таблица 7 – Планируемые предметные результаты подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ

Уровень	Содержание учебного материала
<i>Общее</i>	
иметь представление	об истории развития ИИ как научной области, истории развития технологий ИИ; о сущности ИИ как совокупности компьютерных технологий; об этических проблемах ИИ; о правовом регулировании технологий ИИ; о сферах применения и перспективах технологий ИИ; о языках программирования, применяющихся в области технологий ИИ
знать	направления развития технологий ИИ; виды машинного обучения; общие принципы функционирования искусственного нейрона; общие принципы построения и функционирования искусственных нейронных сетей
уметь	устанавливать на компьютер и настраивать программное обеспечение для работы с технологиями ИИ (среды разработки, трансляторы языков программирования, программные библиотеки)
<i>Интеллектуальный анализ данных</i>	
иметь представление	о математических методах, применяемых при решении задач классификации, кластеризации и регрессии с помощью машинного обучения
знать	методы предобработки данных; определение понятия «глубокого (глубинного) обучения» и его ограничения; способы оценки (метрики) качества модели машинного обучения для решения задач классификации; какие методы машинного обучения следует применять в зависимости от исходных данных; какие существуют открытые наборы данных для машинного обучения и на каких интернет-ресурсах они представлены
уметь	осуществлять предобработку данных; конструировать, обучать и применять модели машинного обучения для решения задач классификации, кластеризации, регрессии; распознавать ошибки недообучения и переобучения модели; оценивать точность модели; визуализировать данные; использовать среду разработки Jupyter Notebook и другие программные средства для исследования данных
владеть	навыками применения специализированных программных библиотек для анализа данных и машинного обучения (NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, TensorFlow/Keras и др.), навыками работы в среде разработки Jupyter Notebook

Продолжение таблицы 7

<i>Компьютерное зрение</i>	
иметь представление	о методах и задачах «классического» компьютерного зрения и компьютерного зрения, основанного на искусственных нейронных сетях
знать	способы предобработки изображений; какие существуют открытые наборы данных для машинного обучения систем с компьютерным зрением; способы разметки изображений; ограничения применяемых методов компьютерного зрения
уметь	осуществлять предобработку изображений; осуществлять обнаружение, классификацию, сегментацию, трекинг объектов на статических изображениях и видео (в т.ч. в реальном времени с помощью веб-камеры); обучать модели для распознавания образов; использовать готовые модели машинного обучения для распознавания образов; использовать графические функции изучаемых библиотек
владеть	навыками применения специализированных программных библиотек компьютерного зрения (OpenCV, Dlib, ImageAI, Pytesseract и др.), машинного обучения (TensorFlow/Keras и др.), приложений и интернет-ресурсов для машинного обучения в области компьютерного зрения (Google Teachable Machine, Microsoft Lobe и др.)
<i>Обработка естественного языка</i>	
иметь представление	о применимости машинного обучения для систем, осуществляющих обработку естественного языка
знать	этапы и методы предобработки текстов; методы векторизации текстов; метод косинусного сходства векторов для определения сходства текстов; ограничения изучаемых средств распознавания и синтеза речи
уметь	осуществлять предобработку и векторизацию текста на русском и английском языке; определять семантическое сходство текстов; использовать программные и аппаратные средства для распознавания и синтеза речи
владеть	навыками применения специализированных программных библиотек для обработки естественного языка и реализации технологий распознавания и синтеза речи (NLTK, Py morphology2, SpeechRecognition, Pytsx3 и др.)
<i>Игровой искусственный интеллект</i>	
иметь представление	о программных методах моделирования поведения виртуальных исполнителей (в компьютерных играх и средах виртуального моделирования), имитирующего интеллектуальную (творческую) деятельность
знать	какие существуют методы машинного обучения для моделирования поведения виртуальных объектов; какие существуют методы поиска (кратчайшего) пути в лабиринте
уметь	конструировать виртуальную среду исполнителя с помощью графических функций изучаемых библиотек и графического интерфейса; описывать и реализовывать алгоритм поиска пути в лабиринте для виртуального исполнителя; описывать и реализовывать систему принятия решений виртуальным исполнителем на основе взаимодействия с виртуальной средой

Продолжение таблицы 7

владеть	навыками объектно-ориентированного программирования для моделирования виртуальной среды и виртуального исполнителя; построения графического интерфейса; применения программной библиотеки для реализации алгоритмов поиска путей (Pathfinding); применения библиотек для реализации обучения с подкреплением
---------	--

Для формирования компетентности будущих учителей информатики в области применения современных инструментов реализации технологий ИИ: специализированных Python-библиотек, программ и сервисов, в Новосибирском государственном педагогическом университете (НГПУ) была внедрена практико-ориентированная дисциплина «Технологии искусственного интеллекта», основанная на содержании представленного в данном параграфе курса «Технологии искусственного интеллекта». Материалы курса в электронном виде были размещены на сайте преподавателей НГПУ, основанном на системе управления обучением Moodle. Был также разработан и издан практикум «Технологии искусственного интеллекта на языке Python 3» [146], включающий в себя 14 представленных выше практических работ. Опытно-экспериментальная работа по проверке результативности методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ в процессе реализации учебного курса «Технологии искусственного интеллекта» представлена в следующем параграфе.

2.2 Апробация и проверка результативности методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта

Апробация и проверка результативности методики подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ осуществлялась на базе ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет» в 2018 – 2021 гг. (2018-2019, 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022 учебные годы) в рамках дисциплины «Языки и методы искусственного интеллекта», входящей в

блок дисциплин по выбору учебных планов групп, участвующих в исследовании (2018-2021 гг.), и дисциплины «Технологии искусственного интеллекта в образовании», входящей в блок «Информатика» (2021-2022 учеб. год). Процесс и результаты опытно-экспериментальной работы отражены в работах автора [109; 134-148].

В исследовании участвовали группы студентов бакалавриата 4 курса очной формы обучения следующих направлений и профилей подготовки: 44.03.01 «Педагогическое образование» профиль «Информатика и информационно-коммуникационные технологии» и 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» профиль «Информатика и информационно-коммуникационные технологии и Экономическое образование»; 3 курса очной формы обучения 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» профили: «Информатика и информационно-коммуникационные технологии и Экономическое образование», «Математика и Информатика», «Физика и Информатика». Учебные планы данных профилей одного и того же года набора различаются несущественно для данного исследования – в отличие от групп с одним профилем, группы с двойным профилем дополнительно изучают дисциплины, связанные с экономикой, на заключительном 5-м курсе либо изучают дополнительные дисциплины из области математики или физики на 2-3 курсах. Остальные дисциплины, количество часов и периоды их изучения в блоках общекультурной, общепрофессиональной и профильной подготовки учебного плана совпадают. Это позволило объединить всех студентов-бакалавров очной формы обучения, обучающихся по вышеназванным профилям подготовки, в генеральную совокупность.

Численность выборочной совокупности студентов-бакалавров была определена наличием групп, изучающих технологии ИИ. В эксперименте приняли участие 127 студентов. Каждый учебный год в исследовании одновременно участвовало не менее 2-х учебных групп разных профилей: «Информатика и информационно-коммуникационные технологии» (ИКТ), «Информатика и информационно-коммуникационные технологии и Экономическое образование»

(ИЭО), «Математика и Информатика» (МИ), «Физика и Информатика» (ФИ). Внутри каждой из них проводился отбор студентов в экспериментальную и контрольную группу.

В связи с малым количеством студентов-бакалавров в образованных экспериментальных и контрольных группах в рамках одного учебного года (менее 30 человек), для повышения точности оценки средних значений в процессе применения статистических методов было решено объединить все экспериментальные и все контрольные группы в две выборки: экспериментальную группу, численностью 65 человек, и контрольную группу, численностью 62 человека.

В начале опытно-экспериментальной работы было проведено входное анкетирование всех участвующих в эксперименте (в рамках текущего учебного года) студентов-бакалавров с использованием вопросов, направленных на выявление у обучающихся опыта работы с технологиями ИИ и их возможной готовности к применению таких технологий в профессиональной педагогической деятельности (Приложение А).

Анализ ответов студентов на вопросы разработанной анкеты позволил сделать следующие выводы.

1. Большая часть респондентов (примерно 90%) имеет представление о применении технологий ИИ в повседневной жизни людей. В качестве примеров студенты чаще всего приводили следующее: голосовые помощники (Siri, Алиса, Google Assistant), определение лиц с помощью видеокамер, сервисные чат-боты, поиск в Интернете и подбор рекламы, технологии умного дома. Более редкие примеры: робот-пылесос, беспилотные автомобили, распознавание текста в документах, поиск людей по фотоснимкам. Менее 10% респондентов не смогли привести примеры и ответили «нет».

2. Практически все респонденты (96%) не имеют опыта разработки программ с использованием технологий ИИ. 67% респондентов ответили, что не имеют опыта работы с технологиями ИИ; 29% ответили, что имеют опыт как пользователи (из них 100% указывали использование голосовых помощников, либо

наблюдение за работой неких «готовых программ»); 4% респондентов указали, что создавали чат-ботов. Невысокий уровень информированности студенческой молодежи о технологиях ИИ в различных регионах также показало исследование, опубликованное М. М. Назаровым в 2023 году [106].

3. Практически все респонденты (98%) считают, что не могут составить собственное учебное задание для школьника, предполагающее применение технологий ИИ. Один из ответивших «Да» респондентов в качестве задания указал генерацию портретов на специальных сайтах и дальнейший разбор с учениками возможных артефактов. Другой респондент указал в качестве задания работу в двух онлайн-сервисах, основанных на технологиях ИИ: «Quick, Draw!» и «AutoDraw».

4. Большинство респондентов (91%) считает, что не может применять технологии искусственного интеллекта в своей профессиональной деятельности. Из них только около 20% конкретизировали ответ «Нет». Типичные причины: «нет, потому что ещё не знаю, как они работают», «нет, поскольку я слишком мало на данный момент о них знаю», «пока не очень хорошо в этом разбираюсь», «нет, потому что не работаю в школе». Остальная доля респондентов (9%) ответила «Да», не конкретизируя используемые технологии ИИ и цели их использования, либо указывая только цель (типичная цель: «проектная деятельность»). При этом один из респондентов ранее ответил, что не имеет опыта работы с технологиями ИИ. Один респондент конкретизировал цель наиболее развернуто: «скорее да, ИИ в образовании можно применять в качестве демонстрации как достижение человечества и мотивировать детей на изучение языков программирования, а также как помощник учителю в качестве ответов на часто задаваемые вопросы».

5. Большая часть респондентов (68%) не имеет конкретных ожиданий от изучения дисциплины, связанной с ИИ. Типичные ответы на вопрос «Чему бы Вы хотели научиться?» данной группы респондентов: «хоть чему-то», «многому», «новому», «чему-то новому», «базовым знаниям», «затрудняюсь ответить». 18% респондентов указали, что подобная дисциплина им не интересна. Около 5% в целом также не имеют конкретного представления о том, что могло бы изучаться в рамках дисциплины, связанной с ИИ, и чему бы они хотели научиться, но давали

более развернутые ответы: «просто больше узнать об этой области», «понимать процессы работы ИИ» и т.п. Оставшиеся примерно 9% респондентов при описании своих представлений связали изучение ИИ с программированием, что выражается в ответах: «программировать ИИ», «писать код для применения ИИ и видеть результат работы», «я хочу изучать языки программирования и в целом ИИ», «научиться программированию, а потом подробно изучать данную дисциплину».

Таким образом, входное анкетирование показало, что участвующий в исследовании контингент студентов-бакалавров, будущих учителей информатики, в целом не имеет специфических для их профилей знаний, умений, навыков и способов деятельности, связанных с технологиями ИИ. В связи с этим предварительные знания студентов о технологиях ИИ и опыт работы с ними не могут быть значимыми характеристиками, которые стоит учитывать при отборе студентов в экспериментальную и контрольную группы.

Формирование экспериментальной и контрольной групп производилось на основе принципа однородности – выборки не должны значительно различаться по значимым для исследования характеристикам.

В группы не были включены студенты, переведенные из других вузов или восстановленные в различные годы. Отбор студентов проводился на основе результатов итоговой аттестации по ранее освоенным дисциплинам (экзаменационных оценок или оценок за дифференцированные зачеты, отражающих уровень владения студентом соответствующими дисциплине компетенциями), имеющим, на наш взгляд, наиболее выраженные междисциплинарные связи непосредственно с учебным курсом «Технологии искусственного интеллекта» и искусственным интеллектом как разделом науки информатики: «Программирование», «Дискретная математика», «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Компьютерная графика», «Иностранный язык» (английский). Поскольку выполнение лабораторно-практических работ курса «Технологии искусственного интеллекта» основано на написании скриптов на языке Python, который студенты изучали на 1 и 2 курсах в рамках дисциплины

«Программирование», было решено усилить влияние программирования на уточнение сходства экспериментальной и контрольной групп. В связи с этим проводилось компьютерное тестирование остаточных знаний участников исследования по программированию на языке Python 3 (Приложение Б), результаты которого также учитывались при отборе студентов в экспериментальную и контрольную группы. Банк тестовых заданий включал в себя задания закрытого типа: с выбором одного верного ответа, с выбором нескольких верных ответов, на установление соответствия, и открытого типа, как правило предполагающие числовой ответ. Компьютерное тестирование вместо решения задач по программированию было решено проводить не только с целью автоматизации проверки результатов. Было необходимо оценить, насколько обучающиеся подготовлены к анализу заданного программного кода, так как при выполнении лабораторно-практических работ учебного курса им предстоит анализировать уже готовые программы либо фрагменты программ.

В ходе опытно-экспериментальной работы для подтверждения однородности экспериментальной и контрольной групп, а также для обработки результатов эксперимента использовались методы математической статистики, представленные в работах [34; 156; 169; 172].

Выборки числовых значений оценок по дисциплинам и выборки баллов за тест по программированию на языке Python (выборки признаков) в экспериментальной группе (x_k) и контрольной группе (y_k) являются попарно независимыми, $k = 1, 2, \dots, 8$ (7 дисциплин + 1 тест). Были вычислены следующие выборочные характеристики: средние арифметические \bar{x}_k, \bar{y}_k ; медианы M_{exk}, M_{eyk} ; моды M_{oxk}, M_{oyk} ; дисперсии s_{xk}^2, s_{yk}^2 .

Оценка генеральных совокупностей, как правило, осуществляется с использованием методов, основанных на вычислении и уточнении равенства/различия выборочных дисперсий и средних арифметических [34].

Формулы для вычисления средних арифметических значений [34] k -ых выборок из n (экспериментальная группа) и m (контрольная группа) значений:

$$\bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ki} \quad (1)$$

$$\bar{y}_k = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_{ki} \quad (2)$$

Формулы для вычисления выборочных дисперсий [34] k -ых выборок из n (экспериментальная группа) и m (контрольная группа) значений:

$$s_{xk}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_k)^2 \quad (3)$$

$$s_{yk}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_{ki} - \bar{y}_k)^2 \quad (4)$$

Фрагмент данных результатов итоговой аттестации по дисциплинам, результатов тестирования и значения вычисленных статистических характеристик представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Фрагмент данных экспериментальной и контрольной групп

№ участника	Экспериментальная группа								Контрольная группа							
	Программирование	Дискретная математика	Математический анализ	Линейная алгебра	Теория вероятностей и математическая статистика	Компьютерная графика	Иностраный (английский) язык	Тестирование по Python	Программирование	Дискретная математика	Математический анализ	Линейная алгебра	Теория вероятностей и математическая статистика	Компьютерная графика	Иностраный (английский) язык	Тестирование по Python
1	3	3	3	4	3	3	3	21	4	4	3	4	3	5	4	20
2	3	4	4	4	4	4	4	19	5	5	4	4	5	5	5	35
3	4	4	4	4	4	4	4	25	4	4	4	5	4	4	4	21
4	5	4	3	3	5	4	4	26	5	4	4	4	4	5	5	22
5	4	5	3	4	3	4	4	26	4	3	3	3	3	4	4	20
6	4	4	3	3	5	4	4	21	5	5	4	5	4	5	5	33
7	4	4	3	3	3	3	4	23	5	4	3	4	5	5	5	26
8	5	4	4	4	3	4	5	28	3	3	4	4	3	3	4	17
9	5	4	3	3	3	3	5	25	4	3	3	4	3	3	4	22
10	3	3	4	3	3	3	4	17	4	4	3	4	4	5	3	25
...																

Продолжение таблицы 8

60	4	3	3	4	3	4	5	21	4	5	4	4	4	5	5	28
61	5	4	4	4	4	5	4	26	4	4	3	3	4	4	5	21
62	3	4	4	5	4	4	4	21	5	4	4	4	4	5	5	30
63	5	5	4	5	4	5	4	32								
64	5	4	4	4	4	5	5	30								
65	4	4	3	4	4	4	5	23								
Медиана:	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	24,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	24,50
Мода:	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	20,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	5,00	4,00	20,00
Дисперсия:	0,59	0,49	0,43	0,48	0,54	0,54	0,46	27,35	0,52	0,49	0,41	0,41	0,54	0,48	0,52	27,99

Значения медиан и мод в парах признаков (пара $k = 1$: «Программирование» в экспериментальной группе – «Программирование» в контрольной и т.д.) приблизительно равны, что позволяет сделать вывод о том, что выборки сформированы из нормально распределенных генеральных совокупностей [172]. Однако характер распределения случайных величин при приблизительно равных средних арифметических, медианах и модах может значительно различаться. Это определило необходимость выполнения проверки вариативности результатов итоговой аттестации студентов по указанным дисциплинам и результатов теста по программированию на языке Python в экспериментальной и контрольной группах чтобы убедиться в том, что они не имеют существенных различий.

Для каждой k -й пары признаков в экспериментальной и контрольной группах нами выдвинуты две статистические гипотезы: нулевая гипотеза H_{k0} о равенстве генеральных дисперсий $\sigma_{xk}^2 = \sigma_{yk}^2$ двух нормальных совокупностей и альтернативная гипотеза H_{k1} о различии генеральных дисперсий $\sigma_{xk}^2 \neq \sigma_{yk}^2$. Для проверки гипотезы H_{k0} против H_{k1} был выбран F -критерий Фишера отношения двух выборочных дисперсий [34; 172]:

$$F_k = \frac{S_{xk}^2}{S_{yk}^2} \quad (5)$$

При проверке H_{k0} значения генеральных средних μ_{k1} и μ_{k2} несущественны и не представляют интереса [34]. Критические значения, с которыми сравнивается F_k в уравнении (5) на уровне значимости α , есть:

$$F_{k \alpha/2 (n-1, m-1)} \text{ и } F_{k 1-(\alpha/2) (n-1, m-1)}$$

Уровень значимости α был установлен равным 0,05 (надежность 95%), достаточным для педагогических исследований [169].

С помощью функции =F.ОБР пакета Microsoft Excel были установлены табличные критические значения F -критерия Фишера, соответствующие $n = 65$ и $m = 62$ степеней свободы при уровне значимости $\alpha = 0,05$ (Таблица 9).

Таблица 9 – Критические значения F -критерия

Математическая запись	Формула в MS Excel	Критическое значение
$F_{k 0,025 (64, 61)}$	=F.ОБР(0,025; 64; 61)	0,607
$F_{k 0,975 (64, 61)}$	=F.ОБР(0,975; 64; 61)	1,652

Значения F -критерия Фишера для 8 выборок признаков, вычисленные по формуле (5), представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Значения F -критерия для k выборок

k	1	2	3	4	5	6	7	8
s_{xk}^2	0,590	0,491	0,431	0,478	0,538	0,538	0,465	27,346
s_{yk}^2	0,520	0,492	0,409	0,407	0,541	0,484	0,520	27,995
F_k	1,135	0,999	1,056	1,174	0,994	1,112	0,895	0,977

Поскольку каждое из k значений F -критерия находится между критическими значениями ($F_{k \alpha/2 (n-1, m-1)} < F_k < F_{k 1-(\alpha/2) (n-1, m-1)}$), для каждой k -й пары признаков в экспериментальной и контрольной группах гипотеза о различии генеральных дисперсий H_{k1} отвергается, принимается гипотеза H_{k0} о равенстве дисперсий.

Для уточнения отсутствия значимых различий по успеваемости между экспериментальной и контрольной группой было проведено вычисление t -критерия Стьюдента с $n + m - 2$ степенями свободы для проверки нулевой гипотезы H_{k0} о том, что разность между генеральными средними $\mu_{xk} - \mu_{yk}$ равна нулю, против альтернативной гипотезы H_{k1} о том, что эта разность отлична от нуля. Возможность вычисления t -критерия обусловлена предположением о нормальности распределения выборок, а также доказанным выше с помощью F -критерия Фишера равенстве дисперсий. Кроме того, Дж. Гласс (G. V. Glass) и Дж. Стэнли (J. C. Stanley) со ссылкой на работы К. А. Боне (C. A. Boneau) [203] и Г. Шеффе (H. Scheffe) [191] отмечают: «было показано, что нарушение допущения

о нормальности t -критерия $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ имеет лишь незначительное влияние на уровень значимости и мощность критерия, и поэтому им можно пренебречь» [34, с. 269-270].

Проверка H_{k0} против H_{k1} осуществлялась с помощью вычисления критерия t_k по следующей формуле [34]:

$$t_{\text{эмп } k} = \frac{\bar{x}_k - \bar{y}_k}{\sqrt{\frac{(n-1)s_{xk}^2 + (m-1)s_{yk}^2}{n+m-2} \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{m}\right)}} \quad (6)$$

Для проверки H_{0k} на уровне значимости α определенные по формуле (6) значения $t_{\text{эмп } k}$ сравнивались с критическими значениями:

$$-t_{\text{кр } 1-(\alpha/2)(n+m-2)} \quad \text{и} \quad t_{\text{кр } 1-(\alpha/2)(n+m-2)}$$

С помощью функции =СТЮДЕНТ.ОБР программы Microsoft Excel были установлены табличные критические значения t -критерия, соответствующие $n + m - 2 = 125$ степеням свободы при уровне значимости $\alpha = 0,05$ (Таблица 11).

Таблица 11 – Критические значения t -критерия

Математическая запись	Формула в MS Excel	Критическое значение
$-t_{\text{кр } 0,975 (125)}$	=СТЮДЕНТ.ОБР(0,025; 125)	-1,98
$t_{\text{кр } 0,975 (125)}$	=СТЮДЕНТ.ОБР(0,975; 125)	1,98

Значения t -критерия для 8 выборок признаков, вычисленные по формуле (6), представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Значения t -критерия для k выборок

k	1	2	3	4	5	6	7	8
$t_{\text{эмп } k}$	-0,05	0,74	0,03	-1,06	-1,41	-1,33	-0,05	-0,65

Поскольку каждое из k значений t -критерия находится между критическими значениями ($-t_{\text{кр } 1-(\alpha/2)(n+m-2)} < t_{\text{эмп } k} < t_{\text{кр } 1-(\alpha/2)(n+m-2)}$), для каждой k -й пары признаков в экспериментальной и контрольной группах гипотеза H_{k1} о том, что разность между генеральными средними не равна нулю отвергается, и принимается гипотеза H_{k0} о том, что разность между генеральными средними равна нулю.

Равенство генеральных дисперсий ($\sigma_{xk}^2 = \sigma_{yk}^2$) и равенство генеральных средних ($\mu_{xk} - \mu_{yk} = 0$) означает отсутствие значимого различия по успеваемости в экспериментальной и контрольной группах, в связи с чем можно утверждать, что студенты, включенные в обе группы, не имеют существенных различий по признаку вариативности.

Диагностика начального уровня сформированности внутренней мотивации студентов к обучению в вузе и изучению технологий ИИ, их применению в будущей профессиональной педагогической деятельности в экспериментальной и контрольной группах проводилось с помощью анкеты методики «Мотивация обучения в вузе» Т. И. Ильиной [58], дополненной тематическими утверждениями (Приложение В) на основании использования 4-балльной шкалы. В соответствии с мотивационно-рефлексивным критерием готовности вопросы (утверждения) анкеты направлены на определение обобщенного уровня мотивации респондентов к изучению и применению технологий ИИ (x_0) по трем ($k = 1, 2, 3$) признакам: мотивации к изучению новой информации в области технологий ИИ (x_1); мотивации к применению технологий ИИ в будущей профессиональной деятельности (x_2); мотивации к самообразованию в области технологий ИИ (x_3). Анкета включает в себя 18 дополнительных утверждений (по 6 утверждений на признак), предполагающих один из четырех ответов: «верно», «скорее верно, чем неверно», «скорее неверно, чем верно», «неверно». Количество дополнительных утверждений четно, чтобы не изменилась общая четность количества утверждений в анкете. Соответствие номеров дополнительных вопросов анкеты выделенным в третьем параграфе признакам мотивационно-рефлексивного критерия готовности бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ представлено в приложении В. Числовой показатель уровня сформированности мотивации x_k при $k = 0, 1, 2, 3$ в экспериментальной и контрольной группах вычислялся как среднее арифметическое ответов респондента на соответствующие признаку вопросы и интерпретировался по следующему правилу: высокий уровень при $4 \geq x_k \geq 3,5$; средний (достаточный) уровень при $3,5 > x_k \geq 2,5$; низкий

(недостаточный) при $2,5 > x_k \geq 1$. Результаты анкетирования представлены в таблице 13.

Анкетирование показало, что в среднем наиболее значимой является мотивация к изучению новой информации о технологиях ИИ, а менее значимым является стремление к самообразованию в области технологий ИИ. Из этого можно сделать вывод, что большинство студентов-бакалавров, будущих учителей информатики, заинтересовано в изучении технологий ИИ и применении этих технологий в будущей профессиональной деятельности, но далеко не все из них готовы изучать технологии ИИ самостоятельно. На наш взгляд, это подчеркивает значимость организации профессиональной подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в педагогическом вузе.

Таблица 13 – Результаты диагностики начального уровня сформированности внутренней мотивации студентов к обучению в вузе, изучению технологий ИИ и их применению в будущей профессиональной педагогической деятельности

№ участника	Экспериментальная группа				Контрольная группа			
	Изучение новой инф.	Примен. в проф. деят.	Самообраз.	Обобщенный уровень	Изучение новой инф.	Примен. в проф. деят.	Самообраз.	Обобщенный уровень
1	3,00	3,00	2,17	2,72	3,17	3,50	2,33	3,00
2	3,17	3,67	2,67	3,17	3,33	3,83	3,00	3,39
3	3,50	2,50	2,00	2,67	3,50	2,50	2,00	2,67
4	3,17	3,00	2,83	3,00	3,00	3,00	2,83	2,94
5	2,33	2,33	2,17	2,28	2,67	2,83	1,83	2,44
6	2,83	2,67	2,17	2,56	3,00	2,67	2,17	2,61
7	2,50	2,67	2,17	2,44	2,50	1,83	1,67	2,00
8	2,50	2,83	1,67	2,33	3,50	2,50	3,67	3,22
9	3,17	3,00	2,50	2,89	3,67	3,67	3,33	3,56
10	2,67	3,17	2,83	2,89	2,67	3,17	2,83	2,89
...								
60	1,67	1,50	1,17	1,44	2,50	2,33	1,00	1,94
61	2,83	3,00	1,83	2,56	3,33	3,50	3,33	3,39
62	1,67	1,67	1,33	1,56	2,67	3,00	2,00	2,56
63	2,67	2,67	2,17	2,50				
64	3,33	3,33	2,83	3,17				
65	2,17	2,00	1,33	1,83				
Среднее:	3,05	2,99	2,60	2,88	3,05	3,00	2,52	2,85
Итого (уровней):	Высокий:	6	9%		Высокий:	11	18%	
	Средний:	48	74%		Средний:	37	60%	
	Низкий:	11	17%		Низкий:	14	22%	

Констатирующий этап опытно-экспериментальной работы позволил сделать вывод о том, что внутренняя мотивация у студентов-бакалавров, будущих учителей информатики, к изучению технологий ИИ и применению этих технологий в

будущей профессиональной педагогической деятельности в целом сформирована на достаточном уровне, однако к применению технологий ИИ в качестве средств ИКТ для достижения педагогических целей и/или к осуществлению педагогической деятельности по обучению использованию технологий ИИ будущие учителя информатики не готовы.

Учебные занятия на формирующем этапе эксперимента как в контрольной, так и в экспериментальной группе проводились при реализации двух из шести предложенных элементов методического обеспечения:

1. *пересмотр содержания дисциплины, связанной с ИИ, с учетом современных направлений развития технологий ИИ.* Содержание дисциплины должно включать изучение современных средств реализации технологий ИИ. *Переход от изучения преимущественно математического аппарата ИИ к применению технологий ИИ с использованием высокоуровневого языка программирования* для решения практико-ориентированных задач;

2. *изучение актуального языка программирования, применяющегося для разработок в области ИИ.*

Исключение влияния этих элементов на контрольную группу невозможно, поскольку изучение неактуальных технологий ИИ и неактуальных или малоактуальных в данной области языков программирования очевидно снизит качество подготовки студентов в контрольной группе и сделает исследование не только бессмысленным, но и наносящим вред профессиональной подготовке будущих учителей информатики. Кроме того, 100% участвующих в исследовании студентов изучали актуальный в настоящее время в области ИИ язык программирования Python 3 в рамках дисциплины «Программирование», в связи с чем второй из указанных выше элементов выполняется автоматически.

Включение в процесс профессиональной подготовки *технологического обеспечения самостоятельной работы обучающихся и построения индивидуальных образовательных траекторий* также частично выполняется в контрольной группе, поскольку все учебные материалы были размещены в электронной системе управления обучением вуза. Запрет доступа к материалам

учебного курса через данную систему для студентов контрольной группы не имеет смысла, поскольку очевидно, что все материалы могут быть переданы студентам контрольной группы студентами из экспериментальной группы средствами различных информационных технологий.

Другие предложенные элементы методического обеспечения реализовывались только в экспериментальной группе, в то время как в контрольной группе методическое обеспечение было приближено к традиционному. Различия в логике построения содержания учебных занятий в экспериментальной и контрольной группах представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Логика построения учебных занятий в экспериментальной и контрольной группах

Экспериментальная группа	Контрольная группа
Выполнение заданий с использованием аудиовизуальных (технических) средств (веб-камер, микрофонов, наушников/колонок), где это возможно и требуется.	Задания выполняются без использования аудиовизуальных (технических) средств (веб-камер, микрофонов, наушников/колонок), вместо этого результаты выводятся только в виде статических растровых изображений и/или текста в консоль вывода.
Для выполнения лабораторно-практической работы требуется выполнить все задания из обучающего блока и все задания блока заданий для самостоятельной работы: как репродуктивного, так и продуктивного уровня. Если обучающийся испытывает трудности в выполнении заданий продуктивного уровня и просит помощи преподавателя, преподаватель дает подсказки.	Для выполнения лабораторно-практической работы требуется выполнить все задания из обучающего блока и все задания репродуктивного уровня блока заданий для самостоятельной работы. Задания продуктивного уровня обучающийся может выполнять по желанию.
Обучающиеся могут формировать собственную образовательную траекторию и выполнять любые предложенные лабораторно-практические работы курса в произвольном порядке.	Обучающиеся выполняют заданные преподавателем лабораторно-практические работы в строго установленном порядке. В перечень обязательных для выполнения лабораторно-практических работ были включены: 1. Конструирование и обучение нейронных сетей (Python 3 + Keras); 2. Распознавание текста на изображении (Python 3 + Tesseract); 3. Распознавание образов (Python 3 + OpenCV); 4. Распознавание эмоций (Python 3 + OpenCV + Keras); 5. Лицевые опорные точки (Python 3 + Dlib); 6. Отслеживание движения произвольного объекта (Python 3 + Dlib); 7. Простое обнаружение объектов на изображении (Python 3 + ImageAI); 8. Голосовой помощник (Python 3 + SpeechRecognition + Pyttsx3)

Продолжение таблицы 14

<p>Формирование электронного текстового отчета о выполнении лабораторно-практической работы, включающего цели работы, задачи, листинги программ, визуализацию результатов, выводы. Затем обучающийся представляет (защищает) свою работу устно, используя отчет в качестве плана, и отвечает на вопросы преподавателя. Качество выполнения лабораторно-практической работы оценивается преподавателем на основании качества её устной защиты.</p>	<p>Формирование электронного текстового отчета о выполнении лабораторно-практической работы, включающего цели работы, задачи, листинги программ, визуализацию результатов, выводы. Качество выполнения лабораторно-практической работы оценивается преподавателем на основании качества представления информации в отчете.</p>
---	--

Занятия для студентов одной академической группы проводились в одной учебной аудитории, поскольку представленные в таблице 14 различия не препятствуют этому.

Примеры полного содержания лабораторно-практических работ, доступных для выполнения студентам экспериментальной группы и являющихся обязательными к выполнению для студентов контрольной группы, представлены в приложениях Г, Д, Е.

Кроме выполнения лабораторно-практических работ курса перед студентами экспериментальной и контрольной групп была поставлена задача разработать собственное учебное задание по применению технологий ИИ с краткой инструкцией по его выполнению либо разработать конспект урока, направленного на знакомство обучающихся с современными технологиями ИИ.

Проверка качества профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ опытно-экспериментальным путем осуществлялась на основе критериев и признаков, разработанных и представленных в третьем параграфе, с помощью диагностических методов, приведенных в таблице 15. При этом наборы методов, применяемых для определения уровней готовности по когнитивному и коммуникативному критериям, частично различались у экспериментальной и контрольной группы в связи с различиями в логике построения учебных занятий.

Таблица 15 – Диагностические методы

Критерии оценки уровней подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ	Методы диагностики	
	<i>Экспериментальная группа</i>	<i>Контрольная группа</i>
Мотивационно-рефлексивный	Анкетирование (методика Т. И. Ильиной)	
Когнитивный	Экспертная оценка устной защиты студентом лабораторно-практической работы, ответов на вопросы итогового контроля	Проверка электронного отчета о выполнении лабораторно-практической работы; экспертная оценка ответов на вопросы итогового контроля
Технологический	Экспертная оценка выполнения и фиксация факта выполнения студентом практических заданий, включенных в лабораторно-практические работы	
Организационный	Экспертная оценка разработки студентом учебного задания (конспекта урока) по применению технологий ИИ, фиксация факта разработки такого задания	
Коммуникативный	Экспертная оценка устной защиты студентом лабораторно-практической работы	Проверка электронного отчета о выполнении лабораторно-практической работы
Деятельностный	Фиксация самостоятельности выполнения студентом практических заданий, включенных в лабораторно-практические работы	

Вопросы итогового контроля приведены в приложении Ж.

По завершении освоения курса «Технологии искусственного интеллекта» экспериментальной и контрольной группами с использованием разработанного критериально-оценочного аппарата была проведена диагностика уровней готовности бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ. Результаты диагностики представлены в следующем параграфе.

2.3 Анализ результатов опытно-экспериментальной работы

В данном параграфе приведены и конкретизированы результаты опытно-экспериментальной работы по проверке результативности методики подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ.

Нами были выдвинуты две гипотезы:

- нулевая гипотеза (H_0) о том, что реализация предложенной методики при проведении учебных занятий не оказывает существенного влияния на уровень готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ;
- альтернативная гипотеза (H_1) о том, что такое влияние есть, т.е. реализация предложенной методики при проведении учебных занятий способствует качественным изменениям профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области ИИ.

На завершающем этапе эксперимента в экспериментальной и контрольной группах была повторно проведена диагностика уровня сформированности внутренней мотивации студентов к изучению технологий ИИ и применению таких технологий в будущей профессиональной деятельности с помощью методики Т. И. Ильиной, дополненной тематическими утверждениями (Приложение В). Результаты диагностики уровня мотивации частично представлены в таблице 16.

В процессе опытно-экспериментальной работы были определены оценки уровней готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ по шести описанным ранее критериям в экспериментальной и контрольной группах. Текстовым значениям уровней готовности поставлены в соответствие числовые значения:

- 1 (репродуктивный/низкий уровень);
- 2 (продуктивный/средний уровень);
- 3 (творческий/высокий уровень).

Таблица 16 – Результаты диагностики уровня сформированности внутренней мотивации студентов к изучению технологий ИИ и их применению в будущей профессиональной педагогической деятельности в конце эксперимента

№ участника	Экспериментальная группа				Контрольная группа			
	Изучение новой инф.	Примен. в проф. деят.	Самообраз.	Обобщенный уровень	Изучение новой инф.	Примен. в проф. деят.	Самообраз.	Обобщенный уровень
1	3,17	3,17	2,83	3,06	3,17	3,50	3,00	3,22
2	3,33	3,67	3,17	3,39	3,50	3,83	3,00	3,44
3	3,83	3,50	2,83	3,39	3,67	3,50	3,50	3,56
4	3,17	3,50	3,00	3,22	3,17	3,17	3,00	3,11
5	2,67	2,67	2,33	2,56	2,83	2,83	2,33	2,67
6	2,67	2,67	2,33	2,56	3,00	2,67	2,17	2,61
7	2,67	2,67	2,83	2,72	3,50	2,83	3,00	3,11
8	3,17	3,17	2,33	2,89	3,83	2,83	3,67	3,44
9	3,17	3,17	2,50	2,94	3,67	3,67	3,50	3,61
10	2,83	3,17	3,33	3,11	2,67	3,17	2,83	2,89
...								
60	2,00	2,33	1,33	1,89	2,67	2,50	1,17	2,11
61	3,17	3,33	2,33	2,94	3,50	3,50	3,33	3,44
62	2,00	1,83	1,83	1,89	2,83	3,00	2,33	2,72
63	3,50	3,17	2,50	3,06				
64	3,83	3,83	3,50	3,72				
65	2,67	2,33	2,17	2,39				
Среднее:	3,21	3,18	2,88	3,09	3,14	3,13	2,67	2,98
Итого (уровней):	Высокий:	14	21%		Высокий:	14	23%	
	Средний:	46	71%		Средний:	36	58%	
	Низкий:	5	8%		Низкий:	12	19%	

На основе оценок по шести критериям выведены оценки по трем группам критериев («Владение технологиями ИИ», «Готовность к обучению использованию технологий ИИ», «Готовность к применению технологий ИИ как педагогических средств») как средние арифметические оценок по критериям, соответствующих группе. Оценка *общего уровня готовности* будущего учителя информатики к применению технологий ИИ вычислялась как среднее арифметическое оценок по трем группам критериев. Результаты опытно-экспериментальной работы в экспериментальной и контрольной группах частично представлены в таблицах 17 и 18 соответственно, а также на рисунке 26.

Для обработки результатов исследования был использован *t*-критерий Стьюдента для независимых выборок, относящийся к параметрическим методам математической статистики для проверки гипотез. Несмотря на то, что параметрические методы, как правило, применяются только к выборкам, подчиняющимся нормальному распределению, *t*-критерий Стьюдента является

устойчивым к отклонению исследуемых совокупностей от нормального распределения [34; 95; 169]. «По этой причине отпадает необходимость доказательства нормальности выборок, что делает применение метода еще более привлекательным и доступным» [169, с. 111]. Опираясь на данный факт, в этом параграфе мы предположим нормальность распределения исследуемых выборок и не будем её доказывать.

Таблица 17 – Оценки уровней готовности в экспериментальной группе

№ участника	Владение технологиями ИИ	Готовность к обучению использованию технологий ИИ		Готовность к использованию технологий ИИ как педагогических средств			Владение технологиями ИИ	Готовность к обучению использованию технологий ИИ	Готовность к использованию технологий ИИ как педагогических средств	Общий уровень готовности	
		Технологический	Организационный	Коммуникативный	Мотивационно-рефлексивный	Когнитивный					Деятельностный
1	2	2	2	2	2	1	2,00	2,00	1,67	1,89	
2	2	2	2	2	2	2	2,00	2,00	2,00	2,00	
3	2	2	2	2	2	2	2,00	2,00	2,00	2,00	
4	2	2	2	2	2	2	2,00	2,00	2,00	2,00	
5	2	2	2	2	2	2	2,00	2,00	2,00	2,00	
...											
61	2	2	3	2	2	3	2,00	2,33	2,33	2,22	
62	2	2	2	1	2	1	2,00	1,67	1,33	1,67	
63	2	3	3	2	3	2	2,00	2,67	2,33	2,33	
64	3	3	3	3	3	3	3,00	3,00	3,00	3,00	
65	2	1	2	1	2	1	2,00	1,33	1,33	1,56	

Таблица 18 – Оценки уровней готовности в контрольной группе

1	2	2	2	2	2	2	2,00	2,00	2,00	2,00
2	3	2	2	2	3	2	3,00	2,00	2,33	2,44
3	2	1	2	3	2	1	2,00	2,00	2,00	2,00
4	2	2	2	2	2	2	2,00	2,00	2,00	2,00
5	1	1	1	2	1	1	1,00	1,33	1,33	1,22
...										
60	2	2	1	1	2	1	2,00	1,33	1,33	1,56
61	2	1	1	2	2	2	2,00	1,33	2,00	1,78
62	2	2	3	2	2	3	2,00	2,33	2,33	2,22

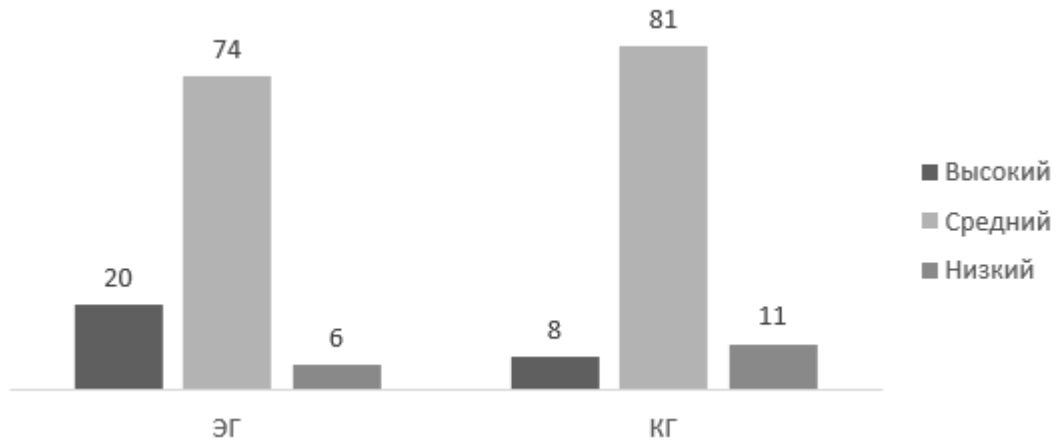


Рисунок 26 – Результаты определения общего уровня готовности студентов в экспериментальной и контрольной группе в конце эксперимента, в %

Для вычисления t -критерия произведем предварительные расчёты: средние арифметические и выборочные дисперсии значений оценок в экспериментальной (X_k) и контрольной группах (Y_k) по трем группам критериев уровней готовности ($k = 1, 2, 3$) и общего уровня готовности ($k = 4$).

Формулы для вычисления средних арифметических значений k -ых выборок из n (экспериментальная группа) и m (контрольная группа) значений:

$$\bar{X}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ki} \quad (7)$$

$$\bar{Y}_k = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Y_{ki} \quad (8)$$

Формулы для вычисления выборочных дисперсий k -ых выборок из n (экспериментальная группа) и m (контрольная группа) значений:

$$S_{xk}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ki} - \bar{X}_k)^2 \quad (9)$$

$$S_{yk}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (Y_{ki} - \bar{Y}_k)^2 \quad (10)$$

Результаты расчетов по формулам (7) – (10) приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Средние арифметические и выборочные дисперсии оценок уровней готовности в экспериментальной и контрольной группах

	X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
Среднее	2,14	2,16	2,10	2,13	2,05	1,92	1,83	1,93
Дисперсия	0,28	0,19	0,24	0,19	0,24	0,19	0,21	0,16

Для каждой из групп критериев уровней готовности и общего уровня готовности (для каждого k) определим нулевую и альтернативную гипотезы:

H_{k0} о том, что различия между уровнями готовности будущих учителей информатики в экспериментальной и контрольной группах *незначительны*;

H_{k1} о том, что различия между уровнями готовности будущих учителей информатики в экспериментальной и контрольной группах *значительны*;

Гипотезы H_{40} и H_{41} соответствуют гипотезам H_0 и H_1 , сформулированным в начале данного параграфа.

Вычислим эмпирические значения t -критерия для проверки H_{k0} против H_{k1} по следующей формуле:

$$t_{\text{эмп } k} = \frac{\bar{X}_k - \bar{Y}_k}{\sqrt{\frac{(n-1)S_{xk}^2 + (m-1)S_{yk}^2}{n+m-2} \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{m}\right)}} \quad (11)$$

Для проверки H_{0k} на уровне значимости α определенные по формуле (11) эмпирические значения t_k сравниваем с критическими значениями:

$$-t_{\text{кр } 1-(\alpha/2)(n+m-2)} \quad \text{и} \quad t_{\text{кр } 1-(\alpha/2)(n+m-2)}$$

С помощью функции =СТЮДЕНТ.ОБР программы Microsoft Excel установим табличные критические значения t -критерия (Таблица 20), соответствующие $n + m - 2 = 125$ степеням свободы при уровнях статистической значимости $\alpha = 0,05$; $\alpha = 0,01$, классических для психолого-педагогических исследований [169; 172].

Таблица 20 – Критические значения t -критерия

Уровень значимости (α)	Математическая запись	Формула в MS Excel	Критическое значение
0,05	$-t_{кр\ 0,975\ (125)}$	=СТЮДЕНТ.ОБР(0,025; 71)	-1,98
	$t_{кр\ 0,975\ (125)}$	=СТЮДЕНТ.ОБР(0,975; 71)	1,98
0,01	$-t_{кр\ 0,995\ (125)}$	=СТЮДЕНТ.ОБР(0,005; 71)	-2,62
	$t_{кр\ 0,995\ (125)}$	=СТЮДЕНТ.ОБР(0,995; 71)	2,62

Значения t -критерия для каждой из групп критериев уровней готовности и общего уровня готовности (для каждого k), вычисленные по формуле (11), представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Значения t -критерия для k выборок оценок уровней готовности

	Владение технологиями ИИ	Готовность к обучению использованию технологий ИИ	Готовность к использованию технологий ИИ как педагогических средств	Общий уровень готовности
k	1	2	3	4
$t_{эмп\ k}$	0,99	3,00	3,20	2,63

Сравниваем каждое из k эмпирических значений t -критерия с критическими значениями при разных уровнях статистической значимости. На рисунке 27 представлена визуализация оси статистической значимости с отмеченными на ней критическими и эмпирическими значениями.

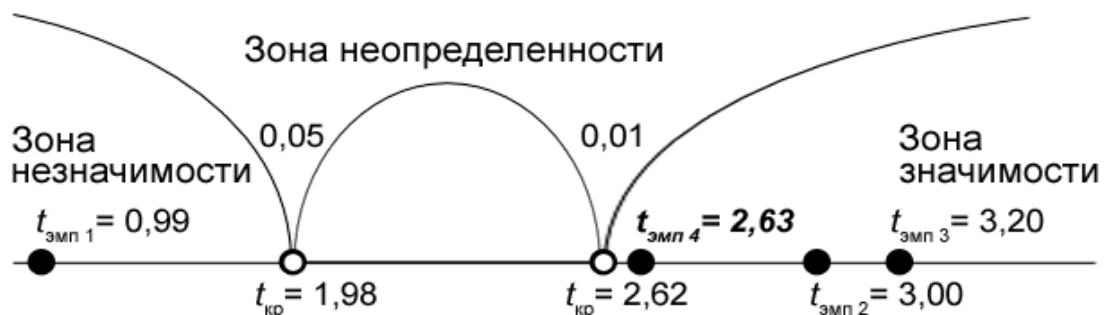


Рисунок 27 – Ось статистической значимости с критическими и эмпирическими значениями t -критерия

Различия между результатами экспериментальной и контрольной групп по общему уровню готовности, а также по группам критериев «Готовность к обучению использованию технологий ИИ» и «Готовность к использованию технологий ИИ как педагогических средств» статистически значимы при $\alpha \leq 0,01$. Таким образом, с надежностью не менее 99% (вероятностью ошибки 1%) гипотезы H_{k0} о сходстве результатов отклоняются и принимаются гипотезы H_{k1} о различии при $k = 2, 3, 4$. Соответственно, отклоняется сформулированная в начале данного параграфа гипотеза H_0 и принимается гипотеза H_1 . Это позволяет сделать вывод, что реализация предложенной методики способствует качественным изменениям профессиональной подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ.

Однако наличие значимых различий между результатами экспериментальной и контрольной групп по группе критериев «Владение технологиями ИИ» (технологическому критерию) не подтвердилось: эмпирическое значение $t_{\text{эмп } 1}$ по данному критерию попало в зону незначимости. Соответственно, гипотеза о различиях H_{11} отклоняется и принимается гипотеза о сходстве H_{10} . На наш взгляд, это связано тем, что учебные занятия в контрольной группе на формирующем этапе эксперимента проводились с применением двух из шести предложенных в параграфе 1.2 элементов методического обеспечения в рамках апробируемой методики: *пересмотр содержания дисциплины, связанной с ИИ, с учетом современных направлений развития технологий ИИ и переход от изучения преимущественно математического аппарата ИИ к применению технологий ИИ с использованием высокоуровневого языка программирования для решения практико-ориентированных задач; изучение актуального языка программирования, применяющегося для разработок в области ИИ*. Таким образом, при наличии данных элементов методического обеспечения студенты в экспериментальной и контрольной группах показали примерно равный уровень владения технологиями ИИ, т.е. уровень способности к осуществлению деятельности по использованию технологий ИИ, но без непосредственно педагогической составляющей такой деятельности.

Для уточнения результативности процесса профессиональной подготовки рассмотрим детально соотношение уровней готовности в экспериментальной и контрольной группах по шести критериям: мотивационно-рефлексивному, когнитивному, технологическому, организационному, коммуникативному и деятельностному.

Проведем подробный анализ результатов опытно-экспериментальной работы по *мотивационно-рефлексивному критерию*, поскольку данный критерий включен одновременно в две группы критериев, вследствие чего обобщенный уровень мотивации оказывает существенное влияние на оценку общего уровня готовности. Как видно из таблиц 13 и 16, средние значения отдельно взятых показателей увеличились как в экспериментальной, так и в контрольной группе, что говорит о повышении внутренней мотивации всех участвующих в эксперименте студентов. При этом в среднем в обеих группах наиболее значимой осталась мотивация к изучению новой информации о технологиях ИИ, а менее значимой осталась мотивация к самообразованию в области технологий ИИ. Однако стоит обратить внимание на динамику изменений показателей по каждому признаку в экспериментальной и контрольной группах. Рассмотрим её более детально. Числовой показатель уровня сформированности мотивации по каждому из трех признаков ($k = 1, 2, 3$) вычислялся как среднее арифметическое ответов респондента на соответствующие вопросы анкеты и интерпретировался следующим образом: высокий уровень при $4 \geq x_k \geq 3,5$; средний (достаточный) уровень при $3,5 > x_k \geq 2,5$; низкий (недостаточный) при $2,5 > x_k \geq 1$.

В таблице 22 представлены результаты анкетирования по признаку «Мотивация к изучению новой информации в области технологий ИИ» до и после эксперимента.

Таблица 22 – Результаты определения уровня мотивации к изучению новой информации в области технологий ИИ

Уровень	Экспериментальная группа				Контрольная группа			
	До эксперимента		После эксперимента		До эксперимента		После эксперимента	
	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%
Высокий	6	9	14	21	10	16	15	24
Средний	52	80	48	74	45	73	40	65
Низкий	7	11	3	5	7	11	7	11

При примерно равном снижении в обеих группах доли студентов со средним уровнем по данному признаку (разница 2%), в экспериментальной группе доля студентов с высоким уровнем увеличилась на 12%, что на 4% больше, чем в контрольной, а доля студентов с низким уровнем уменьшилась на 6% при том, что в контрольной группе количество таких студентов не изменилось (Рисунок 28).

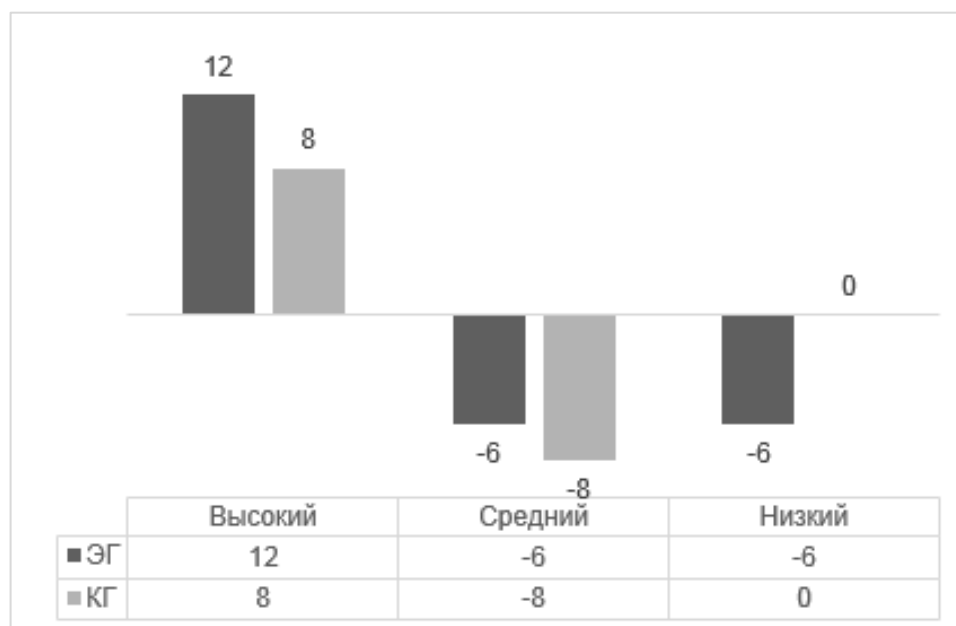


Рисунок 28 – Изменения показателей по признаку «Мотивация к изучению новой информации в области технологий ИИ» в экспериментальной и контрольной группах, в %

В таблице 23 представлены результаты анкетирования по признаку «Мотивация к применению технологий ИИ в будущей профессиональной деятельности» до и после эксперимента.

Таблица 23 – Результаты определения уровня мотивации к применению технологий ИИ в будущей профессиональной деятельности

Уровень	Экспериментальная группа				Контрольная группа			
	До эксперимента		После эксперимента		До эксперимента		После эксперимента	
	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%
Высокий	7	9	13	20	10	16	13	21
Средний	52	80	48	74	43	69	43	69
Низкий	6	11	4	6	9	15	6	10

При равном снижении в обеих группах доли студентов с низким уровнем по данному признаку на 5%, в экспериментальной группе произошло значительное повышение уровней мотивации со среднего до высокого по сравнению с контрольной группой (Рисунок 29).

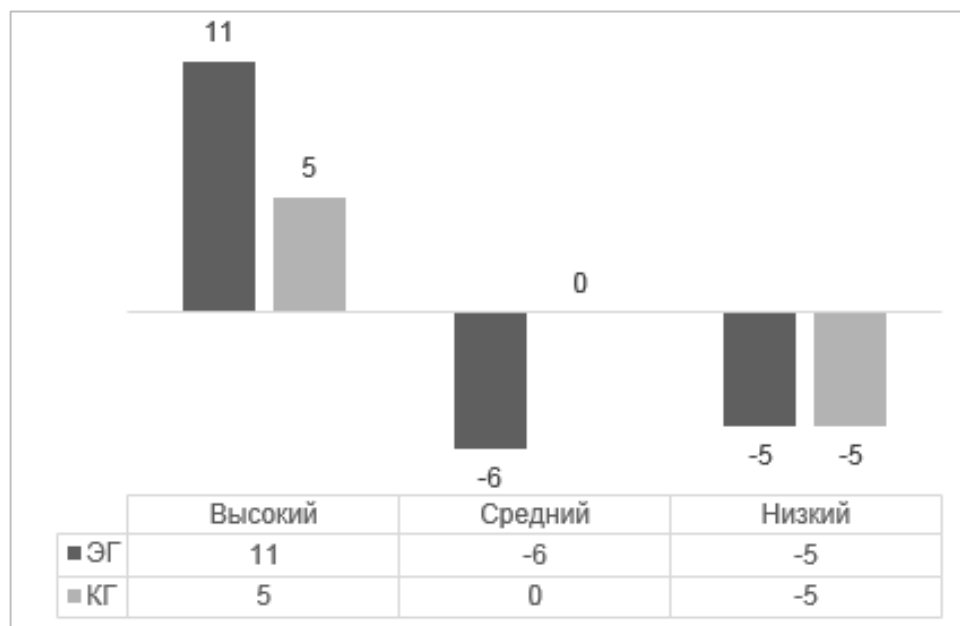


Рисунок 29 – Изменения показателей по признаку «Мотивация к применению технологий ИИ в будущей профессиональной деятельности» в экспериментальной и контрольной группах, в %

В таблице 24 представлены результаты анкетирования по признаку «Мотивация к самообразованию в области технологий ИИ».

Таблица 24 – Результаты определения уровня мотивации к самообразованию в области технологий ИИ

Уровень	Экспериментальная группа				Контрольная группа			
	До эксперимента		После эксперимента		До эксперимента		После эксперимента	
	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%
Высокий	2	3	7	11	3	5	5	8
Средний	41	63	43	66	31	50	33	53
Низкий	22	34	15	23	28	45	24	39

При равном увеличении доли студентов со средним уровнем мотивации по данному признаку в обеих группах, в экспериментальной группе доля студентов с высоким уровнем увеличилась на 8%, что на 5% больше, чем в контрольной, а доля студентов с низким уровнем уменьшилась на 11%, в то время как в контрольной группе количество таких студентов уменьшилось на 6% (Рисунок 30).

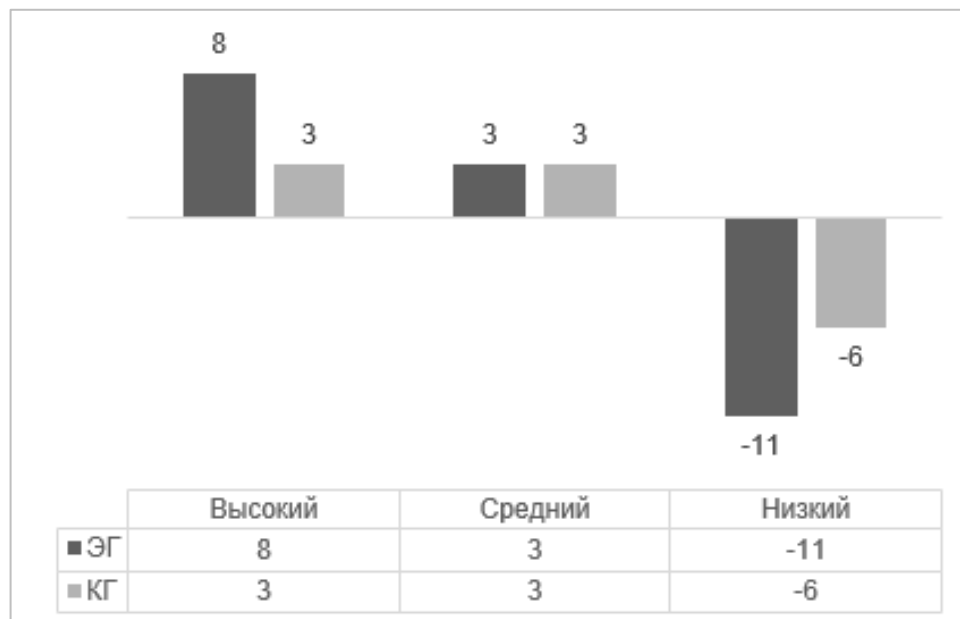


Рисунок 30 – Изменения показателей по признаку «Мотивация к самообразованию в области технологий ИИ» в экспериментальной и контрольной группах, в %

В таблице 25 представлены результаты анкетирования по выявлению обобщенных уровней сформированности внутренней мотивации студентов к

обучению в вузе, изучению и применению технологий ИИ в будущей профессиональной деятельности до и после эксперимента. Числовое значение обобщенного уровня вычислялось как среднее арифметическое числовых значений трех вышеназванных показателей.

Таблица 25 – Результаты определения обобщенного уровня мотивации к обучению в вузе и применению технологий ИИ

Уровень	Экспериментальная группа				Контрольная группа			
	До эксперимента		После эксперимента		До эксперимента		После эксперимента	
	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%
Высокий	6	9	14	21	11	18	14	23
Средний	48	74	46	71	37	60	36	58
Низкий	11	17	5	8	14	22	12	19

В экспериментальной группе доля студентов с низким обобщенным уровнем мотивации уменьшилась с 17% до 8% (на 9%), а доля студентов с высоким обобщенным уровнем увеличилась с 9% до 21% (на 12%). В то же время в контрольной группе доля студентов с низким уровнем уменьшилась с 22% до 19% (на 3%), а доля студентов с высоким уровнем увеличилась с 18% до 23% (на 5%). Соотношения долей студентов в экспериментальной и контрольной группах по уровням обобщенной мотивации до и после эксперимента показаны на рисунках 31 и 32 соответственно.

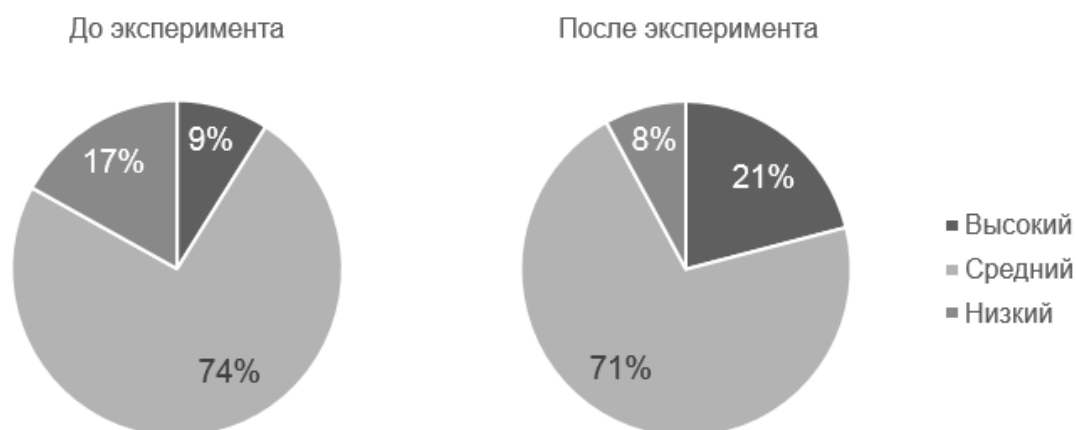


Рисунок 31 – Соотношение количества студентов в экспериментальной группе по обобщенным уровням мотивации

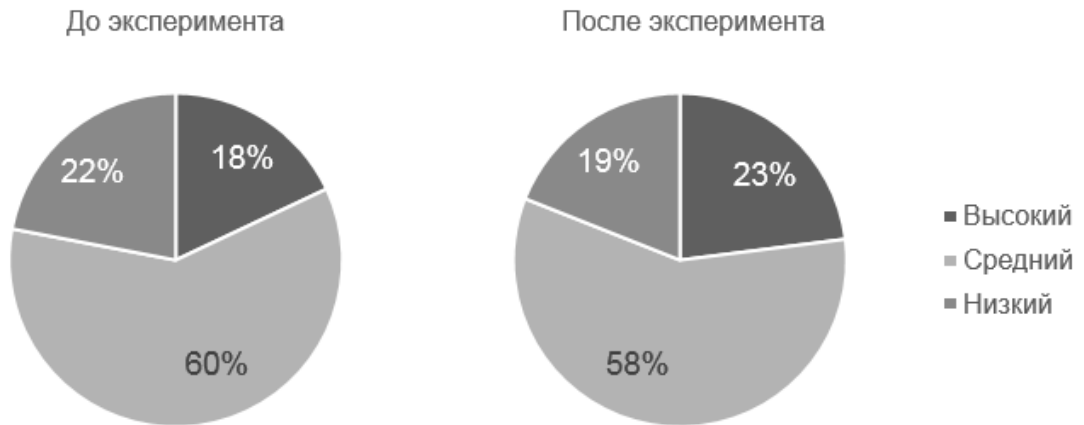


Рисунок 32 – Соотношение количества студентов в контрольной группе по обобщенным уровням мотивации

Таким образом, процесс профессиональной подготовки при реализации разработанной методики в экспериментальной группе оказал более эффективное воздействие на развитие мотивации к обучению в вузе, изучению технологий ИИ и их применению в будущей профессиональной деятельности.

Стоит отметить, что в процессе эксперимента обучающиеся экспериментальной группы неоднократно указывали на то, что наибольший интерес у них вызывают учебные задания, предполагающие использование аудиовизуальных средств реализации технологий ИИ, особенно веб-камер в лабораторно-практических работах по компьютерному зрению. Вероятно, именно по этой причине большая часть обучающихся экспериментальной группы (83%) при разработке собственного творческого задания (конспекта урока) выбирали тему «Компьютерное зрение» с обязательным использованием веб-камеры. Остальные 17% обучающихся разрабатывали задания по распознаванию и синтезу речи с использованием микрофонов и звуковоспроизводящих устройств. На наш взгляд, возможность применения аудиовизуальных средств при выполнении лабораторно-практических работ оказало существенное положительное влияние на освоение обучающимися экспериментальной группы технологий ИИ, что отразилось на более высоких результатах по мотивационно-рефлексивному и организационному критериям по сравнению с контрольной группой.

По *когнитивному критерию* количество студентов с высоким уровнем готовности в экспериментальной группе на 24% превысило количество таких студентов в контрольной. При этом в экспериментальной группе на 6% меньше студентов, показавших низкий уровень готовности по данному критерию, чем в контрольной. В контрольной группе студентов с низким уровнем оказалось 19%. Результаты в виде диаграмм по данному критерию представлены на рисунке 33.

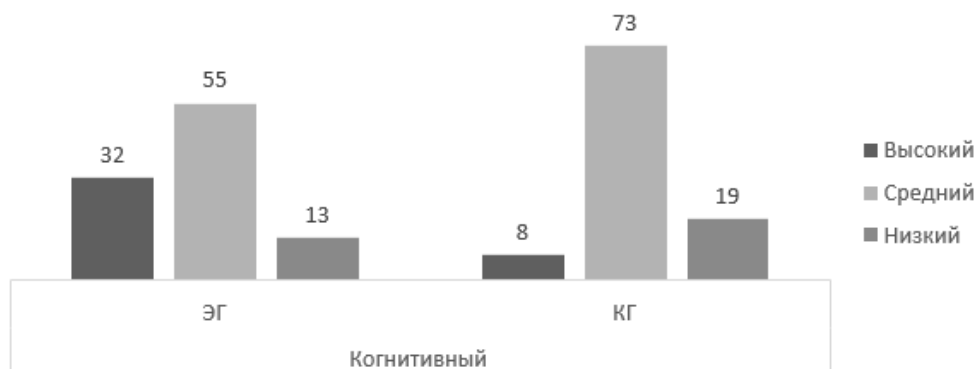


Рисунок 33 – Результаты определения уровня готовности по когнитивному критерию в экспериментальной и контрольной группах, в %

По *технологическому критерию* количество студентов с творческим уровнем готовности в экспериментальной группе на 7% превысило количество таких студентов в контрольной группе, а студентов с репродуктивным уровнем в экспериментальной группе оказалось на 2% меньше (Рисунок 34).

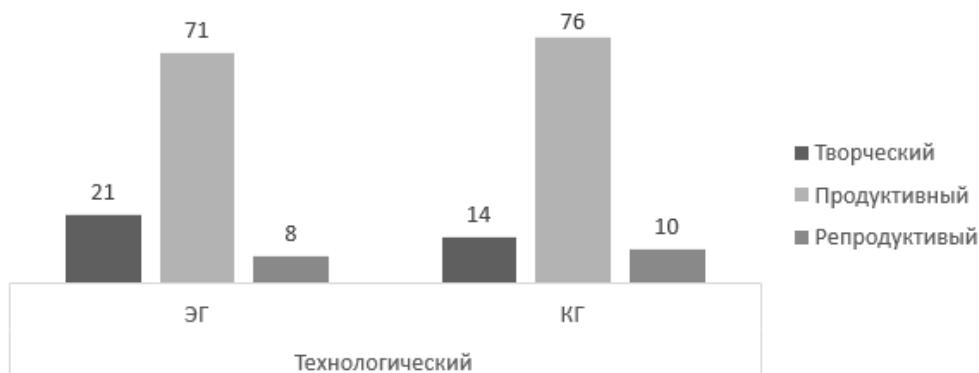


Рисунок 34 – Результаты определения уровня готовности по технологическому критерию в экспериментальной и контрольной группах, в %

Можно констатировать, что, несмотря на отсутствие значимых различий в результатах согласно *t*-критерию, качество подготовки в экспериментальной группе все же выше, чем в контрольной.

По *организационному критерию* количество студентов с творческим уровнем готовности в экспериментальной группе на 13% превысило количество таких студентов в контрольной, причем в контрольной группе количество студентов с творческим уровнем готовности составило только 10%. Одновременно с этим в экспериментальной группе на 25% меньше студентов, показавших репродуктивный уровень готовности по данному критерию. Результаты в виде диаграмм по данному критерию представлены на рисунке 35.



Рисунок 35 – Результаты определения уровня готовности по организационному критерию в экспериментальной и контрольной группах, в %

По *коммуникативному критерию* количество студентов с высоким уровнем готовности в экспериментальной группе составило 31% против 16% в контрольной. В то же время количество студентов с низким уровнем готовности по данному критерию в экспериментальной группе оказалось на 7% меньше, чем в контрольной. Результаты в виде диаграмм по данному критерию представлены на рисунке 36.

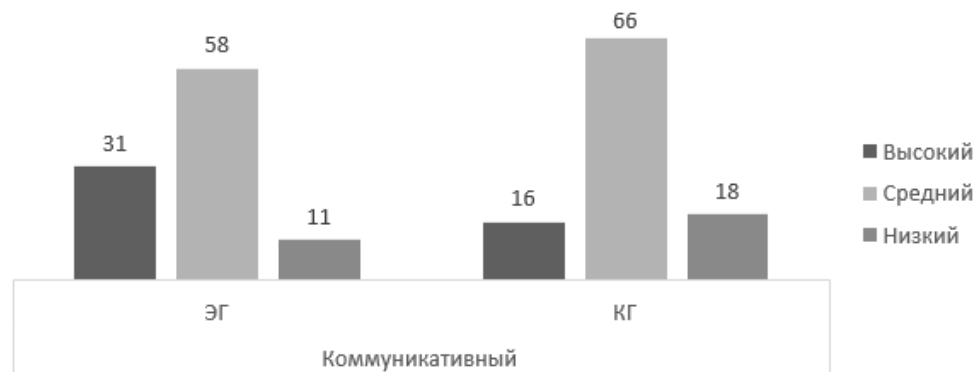


Рисунок 36 – Результаты определения уровня готовности по коммуникативному критерию в экспериментальной и контрольной группах, в %

Можно сделать вывод, что внедрение предложенной методики позволяет получить более высокие результаты в рамках подготовки будущих учителей информатики к обучению использованию технологий ИИ. На наш взгляд, более высоких результатов по организационному и коммуникативному критериям удалось достичь прежде всего через активное включение в процесс обучения обязательных для выполнения учебных задач проблемно-поискового и эвристического характера, а также за счет осуществления текущего контроля обучающихся в форме устного представления выполненных заданий.

По *деятельностному критерию* количество студентов с высоким уровнем готовности в экспериментальной группе на 15% превысило количество таких студентов в контрольной группе. Вместе с тем в экспериментальной группе на 30% меньше студентов, показавших низкий уровень готовности по данному критерию, чем в контрольной. В контрольной группе студентов с низким уровнем оказалось более половины – 53%. Результаты представлены на рисунке 37.



Рисунок 37 – Результаты определения уровня готовности по деятельностному критерию в экспериментальной и контрольной группах, в %

Исходя из этого можно сделать вывод, что внедрение предложенной методики позволяет модернизировать профессиональную подготовку бакалавров, будущих учителей информатики, в области ИИ и повысить эффективность их подготовки к использованию технологий ИИ как педагогических средств. По нашему мнению, полученные результаты объяснимы доминированием проблемно-поисковых и эвристических методов в обучении студентов экспериментальной группы в совокупности с возможностью построения обучающимися

индивидуальных образовательных траекторий, что оказало положительное влияние на формирование и развитие у будущих учителей информатики навыков самоорганизации.

Анализ результатов опытно-экспериментального исследования позволил доказать результативность и эффективность разработанных методики и структурно-функциональной модели подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ.

Выводы по второй главе

В ходе опытно-экспериментальной работы на подготовительном этапе в образовательный процесс педагогического вуза была внедрена методика, позволившая модернизировать подготовку бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, в том числе посредством разработки и внедрения авторского курса «Технологии искусственного интеллекта», включавшего лекционные материалы и комплекс лабораторно-практических работ по темам «Интеллектуальный анализ данных», «Компьютерное зрение», «Обработка естественного языка», «Игровой искусственный интеллект», сопровождающихся необходимым минимумом теоретического материала и предполагающих решение учебных задач на языке программирования Python 3; разработаны диагностические материалы. На констатирующем этапе были сформированы экспериментальная и контрольная группы; показано, что студенты, включенные в обе группы, в целом имеют низкий уровень компетентности в области технологий ИИ. На формирующем этапе проведена апробация предложенной методики в процессе реализации учебного курса «Технологии искусственного интеллекта» с последующей диагностикой уровня готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ на основе шести критериев. На заключительном, контрольно-обобщающем этапе опытно-экспериментальной работы, были произведены анализ, осмысление, визуализация и интерпретация данных.

Описание процесса и результатов опытно-экспериментальной работы по подготовке бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, позволило оценить результативность и эффективность воздействия предложенной методики на процесс профессиональной подготовки, подтвердить поставленную гипотезу исследования.

Результаты апробации предложенной методики показали, что она позволила продемонстрировать обучающимся связи ИИ с другими науками и сферами человеческой деятельности; актуализировать изучение востребованного языка

программирования Python 3; вызвать интерес и повысить внутреннюю мотивацию будущих учителей информатики к изучению технологий ИИ и их применению в профессиональной педагогической деятельности, в частности с помощью активного использования аудиовизуального технического обеспечения для повышения визуализации изучаемых методов и процессов; создать условия для реализации индивидуального подхода к каждому обучающемуся через обеспечение возможности формирования индивидуальных образовательных траекторий и применение метода учебной беседы; вовлечь обучающихся в процесс активной поисковой и творческой деятельности с использованием проблемно-поисковых и эвристических методов. Вышеперечисленное оказало положительное влияние на освоение современных технологий ИИ будущими учителями информатики и повышение уровня их профессиональной подготовки.

Анализ, осмысление и интерпретация данных, полученных в ходе опытно-экспериментальной работы, позволили доказать перспективность использования предложенной методики подготовки будущего учителя информатики в области ИИ, актуализировать и скорректировать характер содержания, усовершенствовать технологию обучения с учетом существующих стандартов в условиях цифровизации образования; расширить информационную базу для профессиональной подготовки бакалавров педагогического образования соответствующих профилей в области ИИ; разработать рекомендации и подготовить учебные пособия, опубликованные автором, для совершенствования профессиональной подготовки будущих учителей информатики в педагогических вузах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационное исследование актуализировано возрастающей значимостью технологий ИИ для развития государства и перспективностью их внедрения в систему образования на различных её уровнях, в том числе как объекта изучения в рамках научной и образовательной области «информатика». В условиях динамично развивающихся сквозных технологий возникает необходимость обновления и научно-практического обоснования методики подготовки квалифицированных педагогических кадров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности. Будущий педагог сферы информационных технологий должен владеть современными технологиями ИИ, быть готов как к обучению использованию технологий ИИ для решения практических задач, так и к применению технологий ИИ в качестве педагогических средств. В то же время, анализ современного состояния профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области ИИ показал существование ряда противоречий: между потребностью государства и общества в конкурентоспособной личности педагога, учителя информатики, владеющего технологиями ИИ, и недостаточной актуализацией этой проблемы в традиционной системе профессиональной подготовки будущих учителей информатики; между повышением значимости технологий ИИ во многих сферах человеческой деятельности, в том числе в сфере образования, и необходимостью поиска научно-методологических подходов к организации профессиональной подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности; между потребностью в повышении качества профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области технологий ИИ, необходимостью развития их творческого мышления, и недостаточной проработкой методического обеспечения этого процесса.

Данные противоречия обусловили актуальность пересмотра традиционной модели подготовки будущих учителей информатики в области ИИ.

В ходе исследования была *введена конкретизация* понятия «технологии искусственного интеллекта» в аспекте построения процесса профессиональной подготовки будущих учителей информатики – это *высокие информационные технологии, использующие методы имитации когнитивных функций человека средствами вычислительной техники и включающие программное обеспечение для реализации этих методов.*

При этом технологии ИИ выступают одновременно и объектом изучения, и средством обучения в качестве инструментов для решения учебных задач с использованием технологий ИИ.

Конкретизировано понятие «подготовка учителей информатики к применению технологий ИИ» – это целенаправленный процесс формирования у будущих учителей информатики профессионального качества личности, состоящего в наличии у неё совокупности специальных знаний, умений, навыков и практического опыта, обуславливающих способность к применению технологий ИИ. Под «применением технологий ИИ» подразумевается деятельность по обучению использованию технологий ИИ и деятельность по использованию технологий ИИ как педагогических средств (объектов для организации и осуществления педагогического процесса).

Обоснована и разработана методика подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ, включающая: изменение характера содержания дисциплины с преимущественно математического (изучение преимущественно математического аппарата ИИ) на преимущественно технологический (применение технологий ИИ с использованием высокоуровневого языка программирования для решения практико-ориентированных задач), что подкрепляется изучением современных направлений развития технологий ИИ и включением материалов о современных средствах реализации технологий ИИ (программные библиотеки, сервисы, среды разработки и др.); включение в содержание учебного курса практических заданий, предполагающих использование технологий ИИ, требующих применения аудиовизуальных технических (аппаратных) средств (веб-камер,

звукозаписывающего и звуковоспроизводящего оборудования); переориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий путем интеграции проблемного и эвристического обучения, усиливающую исследовательский характер учебной деятельности, реализующуюся через выполнение учебных задач (лабораторно-практических работ) в *форме мини-проектов* с использованием языка программирования; технологическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся и построение индивидуальных образовательных траекторий с помощью курса-конструктора и технологий дистанционного обучения для реализации деятельностного и личностно-ориентированного подходов; осуществление текущего контроля успеваемости обучающихся в форме устного представления всех выполненных лабораторно-практических работ, позволяющее наиболее точно оценить степень понимания обучающимся учебного материала, а обучающемуся продемонстрировать глубину понимания учебного материала, мотивацию к его изучению и изучению технологий ИИ в целом; изучение актуального языка программирования, применяющегося для разработок в области ИИ, которое должно предшествовать подготовке в области технологий ИИ.

Разработан диагностический комплекс для оценки уровня готовности бакалавра, будущего учителя информатики, к применению технологий ИИ. Выделены три группы критериев: 1) «владение технологиями ИИ», включающая в себя единственный критерий – технологический (умение работать с технологиями ИИ для решения поставленных задач); 2) «готовность к обучению использованию технологий ИИ», включающая в себя критерии: мотивационно-рефлексивный (наличие внутренней мотивации к учебной и будущей профессиональной педагогической деятельности, стремление к самообразованию в области технологий ИИ до и после профессиональной подготовки); организационный (способность к созданию учебных заданий и учебных ситуаций по использованию технологий ИИ) и коммуникативный (способность представить информацию в устной и письменной формах, аргументировать свою позицию); 3) «готовность к использованию технологий ИИ как педагогических средств», к которой относятся мотивационно-рефлексивный, когнитивный (сформированность системы знаний

об основах функционирования и возможностях применения технологий ИИ, понимание причинно-следственных связей, умение выявлять закономерности) и деятельностный (степень самостоятельности при выполнении заданий с использованием технологий ИИ) критерии. В соответствии с критериями были выделены уровни профессиональной готовности: репродуктивный, продуктивный и творческий (для технологического и организационного критериев); низкий, средний и высокий (для мотивационно-рефлексивного, когнитивного, коммуникативного и деятельностного критериев). Описанные критерии и уровни позволили диагностировать уровни готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ дифференцированно по группам критериев (для выявления индивидуальных проблемных зон), а также оценить их общий уровень готовности к использованию технологии ИИ в профессиональной педагогической деятельности.

Разработана структурно-функциональная модель подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, включающая нормативно-целевой компонент; теоретико-методологическое основание; содержательный, технологический и оценочно-результативный компоненты, позволившая обеспечить результативность внедрения предложенной методики.

Разработан и внедрен в образовательный процесс педагогического вуза авторский практико-ориентированный учебный курс «Технологии искусственного интеллекта». Ключевые темы учебного курса соответствуют основным современным направлениям развития и применения технологий ИИ: интеллектуальный анализ данных, компьютерное зрение, обработка естественного языка, игровой искусственный интеллект.

Разработанные учебные материалы для подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ с использованием востребованного сегодня в области ИИ языка программирования Python 3 легли в основу учебных изданий: учебного пособия «Основы программирования на языке Python 3» (2 издания), практикума «Технологии искусственного интеллекта на языке

Python 3» (2 издания), учебно-методического пособия «Введение в искусственный интеллект».

С помощью методов статистической обработки результатов опытно-экспериментальной работы *доказана* результативность профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ на основе разработанной и внедренной методики в реальном учебном процессе педагогического вуза.

Достоверность и обоснованность полученных результатов позволяет сделать заключение, что поставленная в данном диссертационном исследовании гипотеза была подтверждена. Пересмотр процесса профессиональной подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ, и внесение в него качественных изменений позволили сформировать такие качества будущих педагогов, которые позволят им успешно осуществлять работу со школьниками в рамках проектной деятельности с использованием технологий ИИ, подготовки к конкурсам и олимпиадам по ИИ; разрабатывать собственные проекты с использованием технологий ИИ и применять их в качестве педагогических средств и др.

Таким образом, основная цель исследования, заключающаяся в обосновании, разработке, апробации методики и структурно-функциональной модели, способствующих повышению результативности подготовки бакалавров, будущих учителей информатики, к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности выполнена, поставленные задачи решены. Представленные нами выводы не претендуют на окончательное и исчерпывающее решение исследуемой проблемы. Исследование может быть продолжено в следующих направлениях: разработка других элементов методического обеспечения и методов диагностики уровня готовности будущего учителя информатики к применению технологий ИИ; выявление потенциала и разработка методики профессиональной подготовки к применению технологий ИИ будущих педагогов иных профилей, в том числе гуманитарных и естественнонаучных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдулгалимов, Г. Л. Проектирование методической системы профессиональной подготовки учителя информатики и преподавателя ИТ-дисциплин: дис. ... д-ра. пед. наук: 13.00.08 / Абдулгалимов Грамудин Латифович. – М., 2009. – 376 с.
2. Абдуразаков, М. М. Личность учителя информатики: от компьютерной грамотности к профессионализму и ИКТ-компетенциям / М. М. Абдуразаков // Информатика и образование. – 2015. – № 7. – С. 62-65.
3. Абрамова, М. А. Влияние высоких технологий на трансформации в сфере образования / М. А. Абрамова, В. В. Крашенинников // Непрерывное профессиональное образование: теория и практика : сборник научных статей по материалам IX Международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов. – Новосибирск, 2018. – С. 140-144.
4. Абрамова, М. А. Высокие технологии как социокультурная детерминанта трансформации общества / М. А. Абрамова, В. В. Крашенинников // Сибирский философский журнал. – 2018. – № 1. – С. 91-101.
5. Абрамова, М. А. Высокие технологии: влияние на социальные институты и применение в профессиональном образовании: монография / М. А. Абрамова, Р. В. Каменев, В. В. Крашенинников. – Новосибирск: Манускрипт, 2018. – 222 с.
6. Актуализация содержания предметной области «Информатика» основной школы в условиях научно-технического прогресса периода цифровых технологий / И. В. Роберт [и др.] // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2019. – №3. – С. 58-71.
7. Акчурин, Э. А. Программирование на языке Visual Prolog и ИСР Visual Prolog / Э. А. Акчурин. – Самара, 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ivt.psuti.ru/files/IVT_mag/IntSys/LK_VisualProlog_Akchurin_2012.pdf (дата обращения: 08.01.2020).

8. Алаторцев, В. А. Проблема психической готовности спортсмена к соревнованию / В. А. Алаторцев // Тезисы докладов Всесоюзного совещания по психологии физического воспитания и спорта. – Тбилиси, 1967. – С. 79-81.
9. Андреев, В. И. Законы творческого саморазвития как основания концепции субъектно-ориентированного образования / В. И. Андреев // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 16. – С. 13-16.
10. Андреев, В. И. Педагогика: Учебный курс для творческого саморазвития / В. И. Андреев. – 3-е изд. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012. – 608 с.
11. Андреев, В. И. Эвристика для творческого саморазвития / В. И. Андреев. – Казань: Центр инновационных технологий, 1994. – 246 с.
12. Андриенко, Е. В. Деятельностный подход в подготовке педагогических кадров: реализация индивидуальных образовательных траекторий обучающихся / Е. В. Андриенко // Вестник педагогических инноваций. – 2015. – № 4. – С. 5-10.
13. Андриенко, Е. В. Развитие педагогического образования как условие подготовки современных учителей / Е. В. Андриенко // Педагогическое образование и наука. – 2017. – № 2. – С. 19-22.
14. Антонова, В. И. Социальная информация – категория общенаучная: типология, классификация, свойства / В. И. Антонова, Т. В. Клюкина // Культура в фокусе научных парадигм. – 2018. – № 8. – С. 169-173.
15. Артюхина, М. С. Аппаратная составляющая интерактивных технологий образовательного назначения / М. С. Артюхина, О. И. Артюхин, И. И. Клешнина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 8. – С. 308-314.
16. Архангельский, С. И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе / С. И. Архангельский. – М.: Высшая школа, 1976. – 200 с.
17. Асмолов, А. Г. Деятельность и установка / А. Г. Асмолов. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 1979. – 150 с.

18. Атлас новых профессий – Работа будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://new.atlas100.ru/university> (дата обращения: 14.12.2023).
19. Афолина, М. В. Формирование готовности учителя информатики к профессиональной деятельности в условиях профильного обучения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Афолина Марина Викторовна. – Барнаул, 2007. – 274 с.
20. Баранова, Е. В. Развитие алгоритмической компетенции студентов при подготовке учителей информатики в условиях цифрового образования / Е. В. Баранова, И. В. Симонова // Перспективы науки. – 2019. – № 8. – С. 113-122.
21. Басалаева, О. Г. Особенности взаимосвязи интеллектуальной культуры, искусственного интеллекта и творческого процесса / О. Г. Басалаева // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. – 2017. – № 40. – С. 140-145.
22. Беспалько, В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) / В. П. Беспалько. – М.: Издательство Московского психолого-социального института, 2002. – 352 с.
23. Болотов, В. А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе / В. А. Болотов, В. В. Сериков // Педагогика. – 2003. – № 10. – С. 8-14.
24. Боровская, Е. В. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. – 5-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2022. – 127 с.
25. Ванькина, Г. В. Зарубежный опыт внедрения компьютерного мышления и информатики в непрерывное школьное образование / Ванькина Г. В., Сундукова Т. О. // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе : материалы Международной научно-практической интернет-конференции, г. Москва, 22-26 апреля 2019 г. / под ред. Л. Л. Босовой, Д. И. Павлова. – М.: МПГУ, 2019. – С. 61-73.
26. Веряев, А. А. Влияние компьютерных технологий на речевое развитие учащихся / А. А. Веряев, О. Ю. Пухова // Вестник Алтайского государственного педагогического университета. – 2019. – № 2. – С. 34-38.

27. Веряев, А. А. Чат-боты как средство повышения интерактивности учебных занятий / А. А. Веряев, Ю. Э. Лозыченко // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. – 2022. – № 5. – С. 10-18.
28. Воройский, Ф. С. Информатика. Энциклопедический систематизированный словарь-справочник: введение в современные информационные и телекоммуникационные технологии в терминах и фактах [5-е электронное издание (от 30 мая 2008 г.)] / Ф. С. Воройский. – М.: Физматлит, 2008. – 768 с.
29. Всероссийский образовательный проект «Урок цифры» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://урокцифры.рф> (дата обращения: 09.11.2023).
30. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
31. Гагарина, Л. Г. Инновационные образовательные технологии дистанционного обучения / Л. Г. Гагарина, В. Д. Колдаев // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2018. – № 4. – С. 96-102.
32. Генеративный искусственный интеллект в образовании: дискуссии и прогнозы / Л. В. Константинова [и др.] // Открытое образование. – 2023. – № 2. – С. 36-48.
33. Генов, Ф. Психологические особенности мобилизационной готовности спортсмена / Ф. Генов. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 244 с.
34. Гласс, Дж. Статистические методы в педагогике и психологии = Statistical Methods in Education and Psychology / G. V. Glass, J. C. Stanley : пер. с англ. – М.: Прогресс, 1976. – 495 с.
35. Глотова, М. Ю. Обучение цифровым образовательным технологиям на основе систем с элементами искусственного интеллекта (чатбот) / М. Ю. Глотова, Е. А. Самохвалова, О. А. Мухлынина // Наука и школа. – 2022. – № 6. – С. 205-215.
36. Григорьев, С. Давайте попробуем Пролог / С. Григорьев, М. Морозов // Информатика и образование. – 1987. – № 4. – С. 14–16.

37. Гринберг, Г. М. Модель подготовки магистров техники и технологии с педагогическим уклоном / Г. М. Гринберг, М. В. Лукьяненко, Н. И. Пак // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 2-2. – С. 124-130.
38. Данильчук, В. И. Нужно ли нам педагогическое образование? / В. И. Данильчук, Н. К. Сергеев, В. В. Сериков // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2005. – № 1. – С. 63-65.
39. Дармаев, Т. Г. Об одном эволюционном алгоритме настройки искусственных нейронных сетей / Т. Г. Дармаев, Ф. В. Хандаров // Вестник Бурятского государственного университета. – 2012. – № S2. – С. 211-217.
40. Дахин, А. Н. Педагогическое моделирование: сущность, эффективность и неопределенность / А. Н. Дахин // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 21-26.
41. Десятирикова, Л. А. Формирование готовности будущих бакалавров педагогического образования к использованию компьютерных средств в профессиональной деятельности (на примере подготовки к обучению математике): дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Десятирикова Людмила Анатольевна. – Тольятти, 2015. – 180 с.
42. Диалоги Алисы – Python – Технологии Яндекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/dev/dialogs/alice/doc/quickstart-python-docpage> (дата обращения: 17.12.2023).
43. Дурай-Новакова, К. М. Формирование профессиональной готовности студентов к педагогической деятельности: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / Дурай-Новакова Крыстына Мечиславовна. – М., 1983. – 356 с.
44. Еремеев, Е. А. Распознавание образов в экспертных системах принятия решений / Е. А. Еремеев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2019. – Т. 19. – № 4. – С. 704-713.
45. Ершов, А. П. Программирование – вторая грамотность / А. П. Ершов [Электронный ресурс] // Электронный архив академика А. П. Ершова. Институт систем информатики Сибирского отделения РАН. – Режим доступа: http://erшов.iis.nsk.su/ru/second_literacy/article (дата обращения: 23.05.2022).

46. Жафяров, А. Ж. Компетентностный подход к изучению школьного курса алгебры / А. Ж. Жафяров // Педагогическое образование и наука. – 2011. – № 8. – С. 64-67.
47. Жукова, Е. А. Вызов высоких технологий содержанию образования / Е. А. Жукова // Высшее образование в России. – 2008. – № 9. – С. 94-98.
48. Жукова, Е. А. Проблема классификации высоких технологий / Е. А. Жукова // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2008. – № 1. – С. 34-46.
49. Загвязинский, В. И. Теория обучения: современная интерпретация: Учеб. пособие для студентов высших пед. учебных заведений / В. И. Загвязинский. – М.: Издательский центр Академия, 2001. – 192 с.
50. Захарова, И. Г. Прогнозирование качества высшего образования на основе технологий машинного обучения / И. Г. Захарова, Ю. А. Плотоненко, О. В. Тарасова // Информатизация непрерывного образования – 2018 : материалы Международной научной конференции: в 2 томах. Под общей редакцией В. В. Гриншкуна. – 2018. – С. 60-64.
51. Захарова, И. Г. Big Data и машинное обучение в проектировании и реализации индивидуальных образовательных траекторий / И. Г. Захарова // Информатизация образования и методика электронного обучения : материалы II Междунар. науч. конф. Красноярск, 25-28 сентября 2018 г. : в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. М. В. Носкова : Сиб. федер. ун-т, 2018. – С. 20-24.
52. Зеер, Э. Компетентностный подход к модернизации профессионального образования / Э. Зеер, Э. Сыманюк // Высшее образование в России. – 2005. – № 4. – С. 23-30.
53. Зеленков, Ю. А. Динамика исследований в области интеллектуального анализа данных: тематический анализ публикаций за 20 лет / Ю. А. Зеленков, Е. А. Анисичкина // Бизнес-информатика. – 2021. – № 1. – С. 30-46.
54. Зимняя, И. А. Компетенция и компетентность в контексте компетентностного подхода в образовании / И. А. Зимняя // Ученые записки национального общества прикладной лингвистики. – 2013. – № 4. – С. 16-31.

55. Зимняя, И. А. Педагогическая психология / И. А. Зимняя. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1997. – 480 с.
56. Иванова, Д. С. Формирование цифровых компетенций педагога при изучении дисциплины «Сквозные технологии и технологии искусственного интеллекта» / Д. С. Иванова // Психолого-педагогический поиск. – 2023. – № 1. – С. 63-70.
57. Иванченко, И. С. Оценка перспектив применения искусственного интеллекта в системе высшего образования / И. С. Иванченко // Science for Education Today. – 2023. – № 4. – С. 170-194.
58. Ильин, Е. П. Мотивация и мотивы / Е. П. Ильин. – СПб.: Питер, 2002. – 512 с.
59. Ильина, Т. А. Проблемное обучение – понятие и содержание / Т. А. Ильина // Вестник высшей школы. – 1976. – № 2. – С. 39-48.
60. Информатика. Творческие и исследовательские работы учащихся [Электронный ресурс]. Версия 1.1 / Сост. А. В. Хуторской – М.: Центр дистанционного образования «Эйдос», 2011.
61. Исаева, Г. Г. Подготовка будущего педагога профессионального обучения к использованию элементов искусственного интеллекта: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Исаева Гачиханум Гаджимедовна. – Махачкала, 2013. – 194 с.
62. Искусственный интеллект (углубленный уровень) 10-11 классы. Примерная рабочая программа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/f245d774ba5a701ec8a4ffcbbca26ab0.pdf> (дата обращения: 04.04.2023).
63. Искусственный интеллект (углубленный уровень) 7-9 классы. Примерная рабочая программа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/c4a0ba379fa49b86b6bcc365a7050f7c.pdf> (дата обращения: 04.04.2023).
64. Искусственный интеллект и основы аналитики данных. Университет Иннополис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aistudy.innopolis.university/dataanalyst> (дата обращения: 04.04.2023).

65. Искусственный интеллект. Алгоритмы машинного обучения на языке Python. Университет 2035 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cat.2035.university/rall/course/12146/?project_id=41 (дата обращения: 02.04.2022).
66. Казаченок, В. В. Применение нейронных сетей в обучении / В. В. Казаченок // Информатика и образование. – 2020. – № 2. – С. 41-47.
67. Каймин, В. А. Основы информатики и вычислительной техники. Пробный учебник для 10–11 классов средней школы / В. А. Каймин [и др.]. – М.: Просвещение, 1989. – 272 с.
68. Каменев, Р. В. Организационно-педагогическое обеспечение подготовки бакалавров профессионального обучения к использованию высоких технологий: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Каменев Роман Владимирович. – Красноярск, 2017. – 185 с.
69. Каракозов, С. Д. Python как базовый язык обучения программированию в школе / С. Д. Каракозов, В. Г. Маняхина // Информатика в школе. – 2020. – № 1. – С. 26-30.
70. Климов, А. А. Влияние цифровизации на систему профессионального образования / А. А. Климов, Е. Ю. Заречкин, В. П. Куприяновский // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2019. – № 2. – С. 468-476.
71. Колмогоров, А. Н. Автоматы и жизнь / А. Н. Колмогоров // Кибернетика ожидаемая и кибернетика неожиданная / под ред. А. И. Берга и Э. Кольмана. – М.: Наука. 1968. – С. 12-30.
72. Коляда, М. Г. Искусственный интеллект как движущая сила совершенствования и инновационного развития в образовании и педагогике / М. Г. Коляда, Т. И. Бугаева // Информатика и образование. – 2019. – № 10. – С. 21–30.
73. Компания Яндекс – Технологии – Машинный перевод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/company/technologies/translation> (дата обращения: 23.11.2023).

74. Корчажкина, О. М. Искусственный интеллект в программе средней школы: введение в проблему / О. М. Корчажкина // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2019. – № 3. – С. 33-46.

75. Котлярова, И. О. Технологии искусственного интеллекта в образовании / И. О. Котлярова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2022. – № 3. – С. 69-82.

76. Кочергина, О. А. Коммуникативная компетентность учителя как условие успешной деятельности / О. А. Кочергина // Известия ТРТУ. – 2006. – № 2. – С. 122-127.

77. Кудрявцев, В. Т. Проблемное обучение: истоки, сущность, перспективы / В. Т. Кудрявцев. – М.: Знание, 1991. – 80 с.

78. Кудрявцев, Т. В. Психология технического мышления: процесс и способы решения технических задач / Т. В. Кудрявцев. – М.: Педагогика, 1975. – 304 с.

79. Кузнецов, Э. И. Каким быть учителю информатики? / Э. И. Кузнецов // Информатика и образование. 1988. – № 6. – С. 103-105.

80. Кузнецов, Э. И. Нужен специалист нового типа / Э. И. Кузнецов // Советская педагогика. – 1989. – № 6. – С. 93-97.

81. Кузьмина, Н. В. Методы исследования образовательных систем / Н. В. Кузьмина, Е. Н. Жаринова. – СПб: изд-во НУ «Центр стратегических исследований», 2018. – 164 с.

82. Кузьмина, Н. В. Профессионализм личности преподавателя и мастера производственного обучения / Н. В. Кузьмина. – М.: Высшая школа, 1990. – 119 с.

83. Куликова, Л. Г. Проблемное обучение как средство решения педагогических проблем / Л. Г. Куликова, М. П. Тырина, А. Пардала // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 65-2. – С. 180-184.

84. Куликова, Т. А. Формирование готовности будущего педагога к профессиональной деятельности / Т. А. Куликова, Н. А. Пронина // Вестник

Томского государственного педагогического университета. – 2018. – № 3. – С. 84-90.

85. Лазаренко, И. Р. Педагогический вуз – история, современность, перспективы / И. Р. Лазаренко // Вестник Алтайского государственного педагогического университета. – 2018. – № 2. – С. 15-20.

86. Лапчик, М. П. ИКТ-компетентность бакалавров образования / М. П. Лапчик // Информатика и образование. – 2012. – № 2. – С. 29-33.

87. Левитов, Н. Д. О психологических состояниях человека / Н. Д. Левитов. – М.: Просвещение, 1964. – 344 с.

88. Левченко, И. В. Основные подходы к обучению элементам искусственного интеллекта в школьном курсе информатики / И. В. Левченко // Информатика и образование. – 2019. – № 6. – С. 7–15.

89. Леонтьев, А. Н. Деятельность, сознание, личность : учебное пособие / А. Н. Леонтьев. – М.: Политиздат, 1975. – 304 с.

90. Леонтьев, А. Н. О некоторых психологических вопросах сознательности учения / А. Н. Леонтьев // Хрестоматия по педагогической психологии. – М.: Междунар. пед. акад., 1995. – 416 с.

91. Лернер, И. Я. Проблемное обучение / И. Я. Лернер. – М.: Знание, 1974. – 64 с.

92. Лопатин, А. К. О необходимости изучения основ «Искусственного интеллекта» в школьном курсе информатики / А. К. Лопатин, М. В. Плеханова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Математика, физика, химия, информатика. Теория и практика». – Коломна: ГСГУ, 2015. – С. 167–169.

93. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта = Intelligence artificielle / J. L. Lauriere : Пер. с франц., по ред. В. Л. Стефанюка. – М.: Мир, 1991. – 568 с.

94. Ляш А. А., Рыжова Н. И. Модель методики обучения учителей информатики использованию информационно-образовательных систем обучения в профессиональной деятельности // Научное обозрение. Педагогические науки.

– 2014. – № 1. – С. 192-192; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=280> (дата обращения: 17.05.2023).

95. Макарова, Н. В. Статистика в Excel: Учеб. пособие / Н. В. Макарова, В. Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

96. Малев, В. В. Общая методика преподавания информатики: учебное пособие / В. В. Малев. – Воронеж : ВГПУ, 2005. – 271 с.

97. Маркова, А. К. Психология профессионализма / А. К. Маркова. – М.: Междунар. гуманитар. фонд «Знание», 1996. – 308 с.

98. Маркова, А. К. Психология труда учителя: книга для учителя / А. К. Маркова. – М.: Просвещение, 1993. – 192 с.

99. Маслов, В. М. Высокие технологии и феномен постчеловеческого в современном обществе: монография / В. М. Маслов. – Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2014. – 130 с.

100. Матушкин, Н. Н. Роль междисциплинарного компонента образовательных программ, реализующих компетентностную парадигму / Н. Н. Матушкин, И. Д. Столбова // Инновации в образовании. – 2010. – № 11. – С. 5-17.

101. Матюшкин, А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении / А. М. Матюшкин. – М.: Директмедиа Паблишинг, 2008. – 392 с.

102. Махмутов, М. И. Проблемное обучение: Основные вопросы теории / М. И. Махмутов. – М.: Педагогика, 1975. – 368 с.

103. Машинное обучение. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы – МГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krk-nnga.sinp.msu.ru/index.php?id=nnga-program/> (дата обращения 12.02.2023).

104. Мельник, Н. М. Высокотехнологичная педагогика созидания: аксиологический и эволюционно-деятельностный подходы / Н. М. Мельник, В. М. Нестеренко // Научный результат. Педагогика и психология образования. – 2019. – № 4. – С. 3-15.

105. Муромцев, Д. И. Введение в технологию экспертных систем / Д. И. Муромцев. – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2005. – 93 с.

106. Назаров, М. М. Искусственный интеллект и алгоритмические решения в социальной сфере: представления молодёжи // Социологическая наука и социальная практика. – 2023. – № 3. – С. 141-158.

107. Назаров, С. В. Изменения в оценке готовности выпускников педагогического вуза к профессиональной деятельности: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Назаров Сергей Владимирович. – Омск, 2010. – 294 с.

108. Наумов, И. С. Оценка трудности и сложности учебных задач на основе синтаксического анализа текстов / И. С. Наумов, В. С. Выхованец // Управление большими системами: сборник трудов. – 2014. – № 48. – С. 97-131.

109. Некрасова, И. И. Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в сфере образования / И. И. Некрасова, К. В. Розов, Б. А. Шрайнер // Сибирский педагогический журнал. – 2021. – № 3. – С. 20-27.

110. Нерсисян, Л. С. Психологическая структура готовности оператора к экстренному действию / Л. С. Нерсисян, В. Н. Пушкин // Вопросы психологии : пятнадцатый год издания / Ред. А.А. Смирнов, В.Н. Колбановский. – 1969. – №5. – С. 60-69.

111. Никитин, П. В. Методические особенности обучения будущих учителей информатики основам искусственного интеллекта: от практики к теории / П. В. Никитин, Р. И. Горохова // Проблемы современного образования. – 2016. – № 2. – С. 121-126.

112. Нильсон, Н. Принципы искусственного интеллекта = Principles of Artificial Intelligence / N. J. Nilsson : Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1985. – 376 с.

113. Носков, М. В. Междисциплинарная интеграция в условиях компетентностного подхода / М. В. Носков, В. А. Шершнева // Высшее образование сегодня. – 2008. – № 9. – С. 23-25.

114. Оконь, В. Основы проблемного обучения / В. Оконь. – М.: Просвещение, 1968. – 208 с.

115. Осипова, С. И. Педагогические условия развития речевой культуры студентов в образовательном процессе технического вуза / С. И. Осипова, О. В. Приходько // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-23.

– С. 5196-5201.

116. Пак, Н. И. Электронный курс-конструктор как средство организации личностно-центрированного обучения студентов / Н. И. Пак, И. А. Петрова, Т. П. Пушкарева // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27462> (дата обращения: 17.01.2020).

117. Паскова, А. А. Технологии искусственного интеллекта в персонализации электронного обучения / А. А. Паскова // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2019. – № 3. – С. 113-122.

118. Пахтусова, Н. А. Методологические подходы к исследованию виртуальной образовательной среды / Н. А. Пахтусова, Н. В. Уварина // Культура мира и ненасилия подрастающего поколения: ракурсы интерпретации и педагогические условия развития. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Отв. редактор С.И. Беленцов. – 2020. – С. 352-355.

119. Педагогический словарь: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. И. Загвязинский [и др.]; под ред. В. И. Загвязинского, А. Ф. Закировой. – М.: Академия, 2008. – 352 с.

120. Перминов, Е. А. Об актуальности фундаментализации математической подготовки студентов педагогических направлений в цифровую эпоху / Е. А. Перминов, Д. Д. Гаджиев, М. М. Абдуразаков // Образование и наука. – 2019. – № 5. – С. 86-111.

121. Петров, А. Ю. Профессиональная готовность будущих офицеров и специалистов к служебной деятельности в специализированном вузе / А. Ю. Петров, С. В. Акулин // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. – 2012. – № 2-3. – С. 48-51.

122. Петрунин, Ю. Ю. Искусственный интеллект: ключ к будущему? / Ю. Ю. Петрунин // Философские науки. – 2018. – №4. – С. 96-113.

123. Подласый, И. П. Педагогика. Новый курс: Учебник для студентов пед. вузов. В 2-х книгах / И. П. Подласый. – М.: ВЛАДОС, 1999. – Кн. 1: Общие основы.

Процесс обучения. – 576 с.

124. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Проекты примерных образовательных программ по направлениям бакалавриата. Образование и педагогические науки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/146/145/19/94> (дата обращения: 08.02.2024).

125. Потапов, А. С. Технологии искусственного интеллекта: анализ проблематики и построение структуры учебной дисциплины / А. С. Потапов // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2007. – № 43. – С. 308-313.

126. Проблемное обучение: прошлое, настоящее, будущее: Коллективная монография: в 3 кн. / Под ред. Е.В. Ковалевской. Книга 1: Лингвопедагогические категории проблемного обучения. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2010. – 300 с.

127. Проблемы формирования информационно-коммуникационной компетентности учителя российской школы / А. А. Кузнецов [и др.] // Образование и наука. – 2010. – № 7. – С. 88-96.

128. Программа Intel AI for Youth «Технологии искусственного интеллекта для каждого» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ai.mob-edu.ru/> (дата обращения: 22.02.2021).

129. Проскурин, И. Е. Обзор методов искусственного интеллекта, с особой ссылкой на сферу образования / И. Е. Проскурин // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. – 2019. – Т. 22. – № 1. – С. 46-57.

130. Пушкарёв, А. В. Философские основания искусственного интеллекта: дис. ... канд. филос. наук: 09.00.01 / Пушкарёв Алексей Владимирович. – Уфа, 2017. – 164 с.

131. Развитие искусственного интеллекта | Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://economy.gov.ru/material/departments/d01/razvitie_iskusstvennogo_intellekta/
(дата обращения: 17.01.2020).

132. Реестр примерных основных образовательных программ СПО. Проекты программ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://пооп.рф/projects> (дата обращения: 08.01.2020).

133. Роберт, И. В. Современное состояние информатизации отечественного образования: фундаментальные и прикладные исследования / И. В. Роберт // Информатизация образования-2017 : сборник материалов международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 июня – 17 июня 2017 года) / отв. ред. Н. В. Софронова. – Чебоксары: Чуваш, гос. пед. ун-т, 2017. – С. 23-50.

134. Розов, К. В. Игра-тренажер с системой управления на основе компьютерного зрения для реабилитации лиц с нарушениями подвижности как учебный проект в рамках дисциплины «Технологии искусственного интеллекта» / К. В. Розов // Педагогический профессионализм в современном образовании: сборник научных трудов XIV Всероссийской научно-практической конференции (Новосибирск, 18-19 февраля 2021 г.) / под редакцией Е. В. Андриенко, Л. П. Жуйковой ; Министерство просвещения Российской Федерации, Новосибирский государственный педагогический университет. – Новосибирск : Изд-во НГПУ, 2021. – С. 228-234.

135. Розов, К. В. Интеграция виртуальной среды Scratch, платформы Arduino и искусственного интеллекта как фактор повышения эффективности информационно-технологической подготовки педагогических кадров // От идеи к практике: социогуманитарное знание в цифровой среде : сборник научных трудов Всероссийской научной конференции / отв. ред. В.В. Петров ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2021. – С. 132-138.

136. Розов, К. В. О необходимости изменения содержания профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области искусственного интеллекта / К. В. Розов // Информатика и образование. – 2020. – № 4. – С. 12-26.

137. Розов, К. В. Основы искусственного интеллекта в современном педагогическом вузе: нужно ли изучать экспертные системы и язык Prolog? /

К. В. Розов // Актуальные проблемы гуманитарных и социальных исследований: материалы XVII Всероссийской научной конференции молодых ученых в области гуманитарных и социальных наук / редкол.: В. В. Петров, А. Н. Артемова, О. А. Персидская, А. А. Санжеников; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2019. – С. 174-177.

138. Розов, К. В. Построение искусственных нейронных сетей на языке Python в профессиональной подготовке будущего учителя информатики / К. В. Розов // Образование и культура как фактор развития региона [Электронный ресурс]: сборник материалов XXVIII Всероссийской научно-практической конференции «Менделеевские чтения» (10 декабря 2019 г., г. Тобольск) / Электрон. текст. дан. (2,1 Мб). – Киров: Изд-во МЦИТО, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: PC, Intel 1 ГГц, 512 Мб RAM, 2,1 Мб свобод. диск. пространства; CD-привод; ОС Windows XP и выше, ПО для чтения pdf-файлов. – Загл. с экрана. – С. 72-75.

139. Розов, К. В. Приемы развития алгоритмической культуры будущего учителя информатики при изучении технологий искусственного интеллекта / К. В. Розов, М. С. Розова // Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе : материалы V Международной заочной научной конференции, г. Москва, 18-22 декабря 2019 г. / под ред. М. В. Егуповой, Л. И. Боженковой. – Москва: МПГУ, 2020. – С. 315-320.

140. Розов, К. В. Применение платформы MIT Moral Machine для обсуждения проблем этики искусственного интеллекта с будущими учителями информатики / К. В. Розов // Интеграция науки и образования в системе «Школа – колледж – вуз» : материалы национальной научно-практической конференции (Новосибирск, 30 октября – 1 ноября 2019 г.) / под ред. Н. В. Кандалинцевой, Т. К. Багавиевой, А. С. Брезгиной ; М-во науки и высшего образования Российской Федерации, Новосиб. гос. пед. ун-т, М-во образования Новосибирской области, Новосиб. хим.-технол. Колледж им. Д. И. Менделеева. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2019. – С. 126-129.

141. Розов, К. В. Проектирование содержания рабочей программы дисциплины «Технологии искусственного интеллекта» для бакалавров педагогического образования в компетентностной парадигме / К. В. Розов // Педагогическое образование: вызовы XXI века. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти академика В.А. Сластёнина (Новосибирск, 26-27 сентября 2019 г.) / под редакцией Е. В. Андриенко, Л. П. Жуйковой ; М-во науки и высш. образования Российской Федерации, Новосиб. гос. пед. ун-т ; Моск. пед. гос. ун-т ; Междунар. акад. наук пед. образования. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2019. – С. 431-436.

142. Розов, К. В. Профессиональная подготовка педагога к применению технологий искусственного интеллекта в образовательной робототехнике / К. В. Розов // Образовательная робототехника: состояние, проблемы, перспективы : сборник статей Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 30-31 октября 2019 г.) / под редакцией Р. В. Каменева, Е. Е. Ступиной ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Новосибирский государственный педагогический университет. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2020. – С. 162-167.

143. Розов, К. В. Разработка курса «Технологии искусственного интеллекта» для студентов педагогических специальностей / К. В. Розов // Педагогика : Материалы 57-й Междунар. науч. студ. конф. 14-19 апреля 2019 г. / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2019. – С. 71-72.

144. Розов, К. В. Разработка приложения для организации опроса обучающихся с использованием технологии обнаружения лиц в рамках дисциплины «Технологии искусственного интеллекта» / К. В. Розов // Молодежь XXI века: образование, наука, инновации. Материалы IX Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием (г. Новосибирск, 2-4 декабря 2020 г.) / под редакцией Т. А. Василенко ; Министерство просвещения Российской Федерации, Новосибирский государственный педагогический университет, Институт физико-математического,

информационного и технологического образования. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2020. – С. 199-201.

145. Розов, К. В. Технологии дистанционного обучения при изучении Python-библиотек искусственного интеллекта / К. В. Розов // Педагогика : Материалы 58-й Междунар. науч. студ. конф. 10-13 апреля 2020 г. / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2020. – С. 50-51.

146. Розов, К. В. Технологии искусственного интеллекта на языке Python 3: практикум / К. В. Розов; Новосибирский государственный педагогический университет. – Новосибирск: НГПУ, 2020. – 151 с.

147. Розов, К. В. Технологии компьютерного зрения в профессиональной подготовке будущего учителя информатики / К. В. Розов // Молодежь XXI века: образование, наука, инновации материалы VIII Все-российской студенческой научно-практической конференции с международным участием (г. Новосибирск, 4-6 декабря 2019 г.) / под ред. Т. А. Бирюковой ; М-во науки и высшего образования Российской Федерации, Новосиб. гос. пед. ун-т, фак-т технологии и предпринимательства. – Новосибирск : Изд-во НГПУ, 2019. – С. 18-20.

148. Розов, К. В. Язык программирования Python в педагогическом вузе: от основ до искусственного интеллекта / К. В. Розов, А. В. Подсадников // Информатика и образование. – 2019. – № 6. – С. 26-33.

149. Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии: В 2 т. / С. Л. Рубинштейн. – Т. 1. – М.: Педагогика, 1989. – 485 с.

150. Саволайнен, Г. С. Самостоятельная работа студентов как ресурс личностного и профессионального развития / Г. С. Саволайнен, Т. С. Подгрушная // Инновации в непрерывном образовании. – 2012. – № 5. – С. 56-61.

151. Самойлова, И. П. Методика обучения логическому (хорновскому) программированию будущих учителей информатики: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Самойлова Ирина Петровна. – СПб, 2001. – 170 с.

152. Самылкина, Н. Н. Основы искусственного интеллекта в школьном курсе информатики: история вопроса и направления развития / Н. Н. Самылкина, А. А. Салахова // Информатика в школе. – 2019. – № 7. – С. 32-39.

153. Семакин, И. Г. О возможностях преподавания «Искусственного интеллекта» в общеобразовательной школе / И. Г. Семакин, Л. Н. Ясницкий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lbz.ru/methodist/lections/12/files/about.pdf> (дата обращения: 05.01.2020).
154. Семакин, И. Г. Информатика: учебник для 9 класса / И. Г. Семакин [и др.]. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 200 с.
155. Сёрл, Дж., Разумы, мозги, программы (Пер. с англ. Д. Родионова) = Minds, brains, and programs / J. R. Searle // Тест Тьюринга. Роботы. Зомби / под ред. А. Ю. Алексеева – М.: МИЭМ, 2006. – 120 с.
156. Сидоренко, Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб.: ООО «Речь», 2003. – 350 с.
157. Скаткин, М. Н. Проблемы современной дидактики / М. Н. Скаткин. – М.: Педагогика, 1980. – 96 с.
158. Сквозные технологии НТИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nti2035.ru/technology/> (дата обращения: 17.12.2023).
159. Слостенин, В. А. Готовность педагога к инновационной деятельности / В. А. Слостенин, Л. С. Подымова // Сибирский педагогический журнал. – 2007. – № 1. – С. 42-49.
160. Слостенин, В. А. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Слостенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов; под ред. В. А. Слостенина. – М.: Академия, 2005. – 576 с.
161. Смирнов, В. А. Новые компетенции социолога в эпоху «больших данных» / В. А. Смирнов // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2015. – № 2. – С. 44-54.
162. Смолин, Д. В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций / Д. В. Смолин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 208 с.
163. Соколовский, И. Р. Цифровые инструменты в работе с текстами / И. Р. Соколовский // Естественнонаучные методы в цифровой гуманитарной среде: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием (г. Пермь, 15-18 мая 2018 г.) / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2018. – С. 111-114.

164. Соломяный, Р. Н. Проблемы применения искусственного интеллекта в адаптивном обучении / Р. Н. Соломяный, С. Е. Сосенушкин // Наука. Информатизация. Технологии. Образование Материалы XII международной научно-практической конференции. – Екатеринбург, 2019. – С. 680-687.

165. Солянкина, Л. Е. Теоретико-методологическое обоснование практико-ориентированного принципа подготовки бакалавра / Л. Е. Солянкина // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2009. – № 1. – С. 23-27.

166. Солянкина, Л. Е. Практико-ориентированная направленность подготовки бакалавра / Л. Е. Солянкина // Среднее профессиональное образование. – 2009. – № 2. – С. 6-8.

167. Спенсер Л. М. Компетенции на работе. Модели максимальной эффективности работы = Competence at work. Models for Superior Performance / L. M. Spenser, S. M. Spenser : Пер. с англ. (1993) – М.: НИРО, 2005. – 384 с.

168. Спивакова, В. В. Педагогическое общение в системе «преподаватель – студент» / В. В. Спивакова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2008. – № 76-2. – С. 247-250.

169. Стариченко, Б. Е. Обработка и представление данных педагогических исследований с помощью компьютера : учеб.- метод. пособие / Б. Е. Стариченко; Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург: [б. и.], 2004. – 218 с.

170. Сучков, С. А. Особенности изучения принципов машинного обучения на уроках информатики / С. А. Сучков, В. А. Векслер // Информационные технологии в образовании. материалы XI Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. – Саратов, 2019. – С. 262-265.

171. Технология модульного обучения как инструмент созидания индивидуальной образовательной траектории обучающегося / Н. Ю. Корнеева [и др.] // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2016. – № 7. – С. 49-55.

172. Тимошенко, А. И. Математические методы исследования в психологии: учеб. пособие / А. И. Тимошенко. – 2-е изд., доп. и перераб. – Новосибирск, 2009. – 260 с.

173. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования / Составители И. В. Роберт, Т. А. Лавина. – М.: ИИО РАО, 2009. – 96 с.

174. Уваров, А. Ю. Технологии искусственного интеллекта в образовании / А. Ю. Уваров // Информатика и образование. – 2018. – № 4. – С. 14–22.

175. Узнадзе, Д. Н. Теория установки: Избранные психологические труды в 70-ти томах / Д. Н. Узнадзе – М.: Институт практической психологии, 1997 – 448 с.

176. Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года). – 2019. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (дата обращения: 17.01.2020).

177. Ушаков, А. А. Педагогическое общение в дистанционном обучении / А. А. Ушаков // Вестник Барнаульского государственного педагогического университета. – 2004. – № 4-1. – С. 142-148.

178. Факторы, влияющие на содержание и характер профессиональной деятельности современного учителя в информационно-образовательной среде / М. М. Абдуразаков [и др.] // Информатика и образование. – 2018. – № 10. – С. 42-51.

179. Фёдорова, Т. Ю. Применение технологий искусственного интеллекта в сфере образования / Т. Ю. Фёдорова, С. К. Разборская // Физическая культура и спорт в XXI веке: актуальные проблемы и их решения. Сборник материалов Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. – 2020. – С. 280-288.

180. Филонов, Д. Р. История и перспективы развития разговорного искусственного интеллекта в сфере образования / Д. Р. Филонов, Д. Ю. Чалый // Заметки по информатике и математике : сборник научных статей. – Ярославль: ЯрГУ им. П.Г.Демидова, 2019. – С. 213-219.

181. Фокин, Р. Р. О мотивации к изучению в высшей школе дисциплин из областей математики, информатики, математического и информационного моделирования / Р. Р. Фокин, А. А. Атоян, М. А. Абиссова // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 2. – С. 172-176.

182. Холодная, Е. В. О перспективных направлениях правового регулирования в сфере технологии искусственного интеллекта / Е. В. Холодная // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА). – 2019. – № 12. – С. 89-96.

183. Хуторской, А. В. Модель компетентностного образования / А. В. Хуторской // Высшее образование сегодня. – 2017. – № 12. – С. 9-16.

184. Хуторской, А. В. Практикум по дидактике и современным методикам обучения / А. В. Хуторской. – СПб.: Питер, 2004. – 541 с.

185. Хуторской, А. В. Проблемное обучение: советский период / А. В. Хуторской // Вестник Института образования человека. – 2017. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eidos-institute.ru/journal/2017/200/Eidos-Vestnik2017-219-Khutorskoy.pdf> (дата обращения: 20.01.2020).

186. Хуторской, А. В. Эвристический подход к обучению информатике / А. В. Хуторской, О. Н. Галкина // Информатика и образование. – 1996. – №6. – С. 111-112.

187. Цветкова, Л. А. Технологии искусственного интеллекта как фактор цифровизации экономики России и мира / Л. А. Цветкова // Экономика науки. – 2017. – № 2. – С. 126-144.

188. Цифровая экономика России 2024. Искусственный интеллект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://data-economy.ru/ai> (дата обращения: 17.12.2023).

189. Чупров, А. Д. Профилактика снижения зрения школьников младшего возраста / А. Д. Чупров, А. Е. Воронина, Э. А. Петросян // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2018. – № 4. – С. 95-100.

190. Шадриков, В. Д. Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход / В. Д. Шадриков // Высшее образование сегодня. – 2004. – №8. – С. 26-31.

191. Шеффе, Г. Дисперсионный анализ = The Analysis of Variance / Н. Scheffe : пер. с англ. – М: Физматгиз, 1963. – 626 с.
192. Широких, А. А. Методическая система подготовки учителя информатики по основам искусственного интеллекта: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Широких Анна Александровна. – Пермь, 2007. – 177 с.
193. Щедровицкий, Г. П. Лекции по педагогике / Из архива Г. П. Щедровицкого. – Т. 11. – М., 2007. – 400 с.
194. Юнусова, Д. И. Компьютерная грамотность как основной компонент методической подготовки учителей к инновационной педагогической деятельности / Д. И. Юнусова, Д. А. Бабарахимова // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. – 2016. – № 3-2. – С. 153-155.
195. Яндекс. Вакансии – Беспилотные автомобили [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/jobs/vacancies/?services=selfdriving> (дата обращения: 17.12.2023).
196. Ясницкий, Л. Н. Введение в искусственный интеллект / Л. Н. Ясницкий. – М.: Академия, 2008. – 176 с.
197. Ясницкий, Л. Н. Искусственный интеллект. Элективный курс: методическое пособие / Л. Н. Ясницкий, Ф. М. Черепанов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 216 с.
198. AI-ACADEMY Академия искусственного интеллекта для школьников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ai-academy.ru/> (дата обращения: 21.04.2022).
199. Apple Developer Documentation. SiriKit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.apple.com/documentation/sirikit> (дата обращения: 09.02.2022).
200. Arel, I. Deep Machine Learning – A New Frontier in Artificial Intelligence Research / I. Arel, D. C. Rose, T. P. Karnowski // IEEE Computational Intelligence Magazine. – 2010. – Vol. 5. – P. 13-18.

201. AI in education: where we are and what happens next // Oxford University Press [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://corp.oup.com/feature/ai-in-education-where-we-are-and-what-happens-next> (дата обращения: 20.12.2023).
202. AVS Frequently Asked Questions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.amazon.com/docs/alexa-voice-service/faqs.html> (дата обращения: 09.02.2022).
203. Boneau, C. A. The effects of violations of assumptions underlying the t-test // Psychological Bulletin. – 1960. – Vol 57. – P 49-64.
204. Cabo, C. Effectiveness of Flowcharting as a Scaffolding Tool to Learn Python / C. Cabo // 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). – IEEE, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8658891> (дата обращения: 10.01.2020).
205. Cioffi-Revilla, C. Computation and Social Science / C. Cioffi-Revilla // Introduction to Computational Social Science. – Springer, London, 2014. – P. 23-66.
206. Computer Science Teacher Association. K-12 Computer Science Standart [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://csteachers.org/k12standards> (дата обращения: 15.07.2020).
207. Connelly, D. «Paradigms of AI Programming» in Python / D. Connelly, A. K. Goel // Proceedings of the Twenty-Seventh AAAI Conference on Artificial Intelligence. – 2013. – P. 1598-1599.
208. CS50's Introduction to Artificial Intelligence with Python – Harvard University [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pll.harvard.edu/course/cs50s-introduction-artificial-intelligence-python> (дата обращения: 20.12.2023).
209. Fang, F. Artificial Intelligence and Conservation / F. Fang [et al.]. – Cambridge University Press, 2019. – 235 p.
210. Feigenbaum, E. The Japanese national Fifth Generation project: Introduction, survey, and evaluation / E. Feigenbaum, H. Shrobeb // Future Generation Computer Systems. – 1993. – Vol. 9, I. 2. – P. 105-117.

211. FGCS '92: Fifth Generation Computer Systems 1992. – IOS Press, 1992. – 1218 p.
212. Google Assistant SDK. Overview [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.google.com/assistant/sdk/overview> (дата обращения: 20.01.2023).
213. Google's Neural Machine Translation System: Bridging the Gap between Human and Machine Translation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ai.google/research/pubs/pub45610> (дата обращения: 23.11.2023).
214. Хан, J. Data Mining: Concepts and Techniques / J. Хан, М. Kamber, J. Pei. – 3rd ed. – Waltham, MA: Morgan Kaufmann, 2012. – 703 p.
215. Хан, L. Analysis of New Advances in the Application of Artificial Intelligence to Education / L. Хан // 2018 3rd International Conference on Education, E-learning and Management Technology (EEMT 2018). – Atlantis Press, 2018. – P. 608-611.
216. Harris, H. D. The Pedagogy of Artificial Intelligence: A Survey of Faculty who Teach Introductory AI / H. D. Harris, S. M. Kiefer // Proceedings of the Seventeenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference. – 2004. – P. 74-79.
217. Heath, N. GitHub: The top 10 programming languages for machine learning / N. Heath // TechRepublic. 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techrepublic.com/resource-library/ebooks/the-top-10-languages-for-machine-learning-hosted-on-github-free-pdf> (дата обращения: 05.01.2022).
218. Kakolewicz, M. Whether and How Artificial Intelligence Will Change Education and the School System / M. Kakolewicz // ECIAIR 2019 European Conference on the Impact of Artificial Intelligence and Robotics. – Academic Conferences and publishing limited, 2019. – P. 191-197.
219. Karsenti, T. Artificial Intelligence in Education: The Urgent Need to Prepare Teachers for Tomorrow's Schools / T. Karsenti // Formation et profession. – 2019. – Vol. 27. – P. 112-116.

220. Learn AI Programming with Python | Udacity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.udacity.com/course/ai-programming-python-nanodegree--nd089> (дата обращения: 12.02.2022).
221. Learning path: Get started with machine learning – IBM Developer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.ibm.com/series/learning-path-machine-learning-for-developers> (дата обращения: 04.09.2021).
222. Liu, Y. Artificial Intelligence in Promoting Teaching and Learning Transformation in Schools / Y. Liu, S. Saleh, J. Huang // International Journal of Innovation, Creativity and Change. – 2021. – Vol. 15. – P. 891-902.
223. Liu, Y. Practice and Exploration of Artificial Intelligence Education in Universities of Political Science and Law with Python / Y. Liu, J. Huang // 2019 3rd International Seminar on Education, Management and Social Sciences (ISEMSS 2019). – Atlantis Press, 2019. – P. 549-553.
224. Malik, G. An Analysis of the Role of Artificial Intelligence in Education and Teaching / G. Malik, D. K. Tayal, S. Vij // Recent Findings in Intelligent Computing Techniques. – Springer, Singapore, 2019. – P. 407-417.
225. McCarthy, J. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955 / J. McCarthy [et al.] // AI Magazine. – 2006. – Vol. 27, N 4. – P. 12-14.
226. McCarthy, J. Recursive Functions of Symbolic Expressions and Their Computation by Machine, Part I / J. McCarthy // Communications of the ACM. – 1960. – Vol. 3, I. 4. – P. 184-195.
227. McCarthy, J. What is Artificial Intelligence? / J. McCarthy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/node1.html> (дата обращения: 12.01.2020).
228. Mih, N. ssbio: A Python Framework for Structural Systems Biology / N. Mih [et al.] // Bioinformatics. – 2018. – Vol. 34, N 12. – P. 2155-2157.
229. Moto-Oka, T. Overview to the Fifth Generation Computer System project / T. Moto-Oka // ISCA '83: Proceedings of the 10th annual international symposium on Computer architecture. – 1983. – P. 417-422.

230. Norvig, P. Paradigms of Artificial Intelligence Programming: Case Studies in Common Lisp / P. Norvig. – Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1992. – 946 p.
231. Norvig, P. Python for Lisp Programmers / P. Norvig [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://norvig.com/python-lisp.html> (дата обращения: 09.01.2020).
232. Oxford Department for Continuing Education – Developing Artificial Intelligence Applications (online) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.conted.ox.ac.uk/courses/developing-artificial-intelligence-applications-online> (дата обращения: 20.12.2023).
233. Stanford Online – Artificial Intelligence Professional Program [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://online.stanford.edu/programs/artificial-intelligence-professional-program> (дата обращения: 20.12.2023).
234. UNESCO ICT Competency Framework for Teachers, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721> (дата обращения: 23.05.2020).
235. Watkins, T. An Introduction to the Programming Language LISP: A Language for Symbolic Computation through the Processing of Lists / T. Watkins // San Jose State University [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/lisp.htm> (дата обращения: 09.01.2020).
236. Watkins, T. The Fifth Generation Project in Japan / T. Watkins // San Jose State University [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/5thgen.htm> (дата обращения: 08.01.2020).
237. Witten, I. H. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques / I. H. Witten [et al.]. – Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, 2017. – 621 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ**Приложение А**
Входная анкета

1. Знаете ли Вы о применении каких-либо технологий искусственного интеллекта в повседневной жизни людей в настоящее время?
(Да / Нет) Если да, то приведите примеры (не более 3-х).

2. Имеете ли Вы опыт работы с технологиями искусственного интеллекта?
(Да / Нет) Если да, то кратко опишите свой опыт.

3. Можете ли Вы составить собственное учебное задание для школьника, предполагающее применение технологий искусственного интеллекта?
(Да / Нет) Если да, то кратко опишите такое задание.

4. Готовы ли Вы применять технологии искусственного интеллекта в своей (будущей) профессиональной деятельности? (Да / Нет). Если да, то какие именно и с какой целью. Если нет, то почему?

5. Опишите ваши ожидания от изучения дисциплины, связанной с искусственным интеллектом. Чему бы Вы хотели научиться?

Приложение Б

Тестовые задания для входного электронного тестирования остаточных знаний студентов по программированию на языке Python 3

Авторы: *Розов К.В., Подсадников А.В.*

Задание 1

Корректными именами идентификаторов в Python являются...

```
b2
Def
if
1b
b_3
```

Задание 2

Укажите значение переменной **b** после выполнения следующего кода:

```
a, b = 5, 6
c, b = 1, a
a, c, b = b, a, c
```

Задание 3

Укажите, что будет выведено на экран после выполнения следующего кода:

```
a = '2.56'
print(int(a))
```

Задание 4

Выберите верные утверждения.

- Python – это компилируемый язык программирования высокого уровня;
- с помощью Python можно создать приложение с графическим интерфейсом;
- в Python при вводе данных с клавиатуры по умолчанию числа интерпретируются как строки;
- в Python нельзя написать несколько инструкций в одну строку.

Задание 5

Укажите значение переменной **a** после выполнения следующей программы:

```
a = 4
b = 2
a *= a*b**2
a = a//b
```

Задание 6

Установите соответствие между выражениями и результатами их выполнения.

<code>int('10', 2)</code>	2
<code>round(3.5)</code>	4
<code>15 % 4</code>	3
<code>(5+abs(2-7)) // (8%3)</code>	5
<code>pow(5-2**2, 3)</code>	1

Задание 7

В результате генерации псевдослучайного числа было получено число 7.

Укажите, какие из вариантов генерации псевдослучайного числа могли быть использованы в таком случае.

```
random.randint(1, 8)
random.random(1, 8)
random.choice([1, 2, 'a', '7', 'b'])
random.randrange(1, 18, 2)
random.uniform(5, 9)
```

Задание 8

Укажите, что будет выведено на экран после выполнения следующей программы:

```
a = 6
b = 0 if a//3 > 2 else 1
print(b)
```

Задание 9

Укажите значение переменной **c**, полученное в результате работы следующей программы:

```
a = 10
b = 3
c = 6
if b <= c:
    if c < a:
        c += 2
    else:
        c += 1
    c += 3
c += 4
```

Задание 10

Укажите, что будет выведено в результате исполнения данного кода:

```
print(type(4 % 2.5))
<class 'int'>
<class 'float'>
<class 'bool'>
ошибка TypeError
```

Задание 11

Укажите вывод программы в результате выполнения фрагмента кода:

```
x = 3
y = 2.5
print(int(x ** 2 % 4 + 5 // y))
```

Задание 12

После запуска представленной ниже программы пользователь последовательно ввел два числа: сначала число 2, затем число 3.5.

```
a = int(input())
h = int(float(input()))
if a + 1.5 > h:
    print(a)
else:
    print(h)
```

В результате программа вывела число ...

Задание 13

S: Укажите число, которое будет выведено в результате выполнения программы:

```
a, b = 3, 5
m = a if b < a else b
print(m)
```

Задание 14

Укажите вывод программы в результате выполнения фрагмента кода:

```
a = True
b = False
c = True
if a and not c:
    print(0)
elif not a or not (b and c):
    print(1)
elif not a and b or not b:
    print(2)
else:
    print(3)
```

Задание 15

Укажите вывод программы в результате выполнения фрагмента кода:

```
a = 5.5
b = 2
print(a // b)
```

Задание 16

Укажите последнее число, которое будет выведено в результате выполнения программы:

```
a = 0
for k in range(3):
    a += 1
    print(a + k, end=' ')
```


Задание 17

Укажите, сколько раз выполнится цикл **while** в ходе выполнения фрагмента программы:

```
i = 1230045
while i % 10 != 0:
    i //= 10
    print(i)
```

Задание 18

Укажите, что из перечисленного нужно подставить в представленный ниже код программы вместо троеточия «...», чтобы строка **s** приняла вид: 'Язык Python'.

```
s = 'ЯЗЫК PYTHON'
print(...)

s.title()
s.strip()
s.upper()
s.capitalize()
```

Задание 19

Укажите, что будет выведено в результате выполнения программы:

```
string = 'Python'
print('{}'.format(string[2:4]))

yt
th
tho
yth
```

Задание 20

Укажите, что будет выведено в результате выполнения программы:

```
k = [0, 1, 2, 3, 4, 5]
print(k[-4:-2])

[1, 2]
[2, 3]
[1, 2, 3]
[2, 3, 4]
```

Задание 21

S: Укажите, что будет выведено в результате исполнения данного кода:

```
x = [1, 2, [3, 4], (), None,]
print(len(x))
```

Задание 22

Укажите тип переменной **n** после выполнения операции присваивания:

```
n = {'a', 'b', 'c', 'd'}
```

```
char
set
dict
tuple
```

Задание 23

Укажите тип переменной **n** после выполнения операции присваивания:

```
n = {'a':'z', '0':'9'}
```

```
range
set
dict
tuple
```

Задание 24

Выберите ряд чисел, который будет выведен в результате выполнения программы:

```
for i in range(1,10+2):
    print(i, end=' ')
```

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
```

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
```

```
1 3 5 7 9 11
```

```
1 3 5 7 9
```

Задание 25

Укажите, что будет выведено после запуска программы:

```
k = [i ** 2 for i in range(5)]
print(k[3])
```

Задание 26

Укажите, что будет выведено после запуска программы:

```
info = {'name', 'Маша', 'age', 25, 'city', 'Новосибирск'}
print(info['age'])
```

```
age
25
Маша
ошибка TypeError
```

Задание 27

Укажите, что из перечисленного необходимо написать в **print** вместо троеточия «...», чтобы в результате выполнения данной программы вывелось имя Маша.

```
k = {'name': 'Маша', 'city': 'Новосибирск'}
p = {'name': 'Иван', 'city': 'Москва'}
n = {'human1': p, 'human2': k}
print(...)

n['human1']['name']
n['human2']['name']
n['human1': 'name']
n['human2': 'name']
```

Задание 28

Укажите, что будет выведено в результате выполнения программы:

```
a = {1, 3, 8, 5, 2}
b = {4, 3, 2, 1}
a ^= b
print(a)

{4, 5, 8}
{1, 2, 3}
{1, 2, 3, 4, 5, 8}
{1, 27, 64, 5, 2}
```

Задание 29

Дан целочисленный массив **a** следующего вида [4, 12, 10, 8, 23, 35, 17, 16, 7, 13], где $a[0]=4$, $a[1]=12$, ..., $a[9]=13$. Напишите значение переменной **b**, полученное в результате работы следующего фрагмента программы:

```
b = a[0]
for i in range(1, 10):
    if a[i] > b:
        b = a[i]
```

Задание 30

Дана программа. В качестве ответа укажите, какое число будет выведено в результате её выполнения.

```
def func(x):
    return x % 10 > 5

a = 2379
if func(a):
    print(a // 100)
else:
    print(a % 100)
```

Задание 31

Укажите, какое число будет выведено в результате выполнения программы:

```
a = []
for i in range(4):
    b = []
    for j in range(4):
        b.append(i*j)
    a.append(b)
print(a[2][3])
```

Задание 32

Укажите, сколько раз выполнится цикл **for** в ходе выполнения фрагмента программы:

```
for i in range(1, 8, 2):
    if i % 2 == 0:
        break
    print(i)
```

Задание 33

Выберите верные утверждения.

- строки в Python относятся к неизменяемому типу данных;
- в Python нет возможности вставить одинарную кавычку в строку, не используя экранирование;
- в Python нельзя к строке и числу применить оператор сложения «+»;
- в Python нельзя к строке и числу применить оператор умножения «*»;
- в Python длина строки совпадает с индексом последнего символа этой строки.

Задание 34

Укажите, что выведется на экран после выполнения следующего кода:

```
for i in 'P\nP':
    if i == '\n':
        print('Да', end=' ')
        break
    else:
        print('Готово', end=' ')
```

```
Готово Да
Да Готово
Да
Готово
```

Задание 35

Укажите, что выведется на экран после выполнения следующего кода:

```
a = {i%2 for i in range(10)}
print(a)

{0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1}
{0, 1}
{0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1}
{False, True}
```

Задание 36

Укажите значение переменной **d** после выполнения фрагмента кода:

```
def inc(a):
    a += 1
d = 4
inc(d)
```

Задание 37

В текстовый файл требуется записать некоторые данные. Укажите ошибку, допущенную в коде программы:

```
f = open('out.txt', 'w'); f.write('x = '); f.write(2); f.close()
```

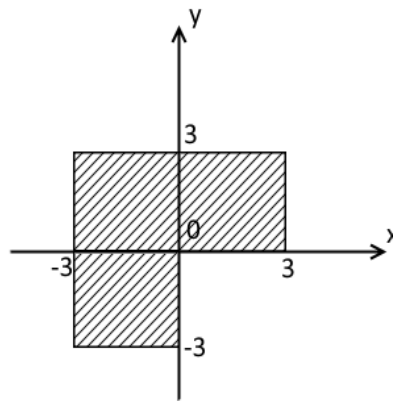
не указан режим чтения файла (ключ 'r')

попытка записи в файл числовой информации

в конце строки кода не поставлена точка с запятой

Задание 38

Выберите условие, подходящее для проверки попадания точки с координатами (x, y) в закрашенную область. Границы области учитываются.



$((x > -3) \text{ and } (x <= 3) \text{ and } (y >= 0) \text{ and } (y <= 3)) \text{ or } ((x > -3) \text{ and } (x <= 0) \text{ and } (y >= -3) \text{ and } (y <= 0))$
 $(x > -3) \text{ and } (x <= 3) \text{ and } (y >= 0) \text{ and } (y <= 3) \text{ or } (x > -3) \text{ and } (x <= 0) \text{ and } (y >= -3) \text{ and } (y <= 0)$
 $((x > -3) \text{ and } (x <= 3) \text{ and } (y >= 0) \text{ and } (y <= 3)) \text{ and } ((x > -3) \text{ and } (x <= 0) \text{ and } (y >= -3) \text{ and } (y <= 0))$
 $((x > -3) \text{ or } (x <= 3) \text{ or } (y >= 0) \text{ or } (y <= 3)) \text{ or } ((x > -3) \text{ or } (x <= 0) \text{ or } (y >= -3) \text{ or } (y <= 0))$

Задание 39

Из перечисленных инструкций выберите те, значение которых равно **True**.

```
bool('Python')
bool(5>6)
bool('5>6')
bool((3+4) and (not (3!=1+2)))
bool(0)
```

Задание 40

Установите соответствие между значениями и типами данных.

45		int
'Python'		str
[6, 7, 't', True]		list
{(1,2,3), False }		set
[[3,4,5], {'t', 'm'}]		tuple

Приложение В

Дополнительные утверждения для анкеты «Мотивация к изучению технологий искусственного интеллекта и их применению в будущей профессиональной педагогической деятельности»

Внимательно прочитайте каждое высказывание и выразите своё отношение к нему по 4-балльной шкале:

верно	4
скорее верно, чем неверно	3
скорее неверно, чем верно	2
неверно	1

№	Утверждение
1	Изучение технологий искусственного интеллекта в педагогическом вузе полезно для будущего учителя.
2	Мне интересно выполнять задания по применению технологий ИИ.
3	Возможности технологий ИИ вызывают у меня восхищение.
4	Если сразу не удастся выполнить задание по применению какой-либо технологии ИИ, я стараюсь разобраться, либо найти и применить альтернативную технологию ИИ для решения поставленной задачи.
5	Планирую в будущем обучать применению технологий ИИ, например, в рамках внеурочной или проектной деятельности в школе.
6	Планирую в будущем использовать технологии ИИ в качестве педагогических средств.
7	Стараюсь следить за новостями о появлении новых технологий ИИ и их внедрением в различных сферы жизни человека (либо у меня возник интерес к таким новостям).
8	Появление новых программных библиотек и сервисов для применения технологий ИИ побуждает меня опробовать их на практике.
9	Мне интересно изучать профильную литературу, посвященную ИИ/смотреть тематические видеоролики, в том числе обучающие (либо планирую заняться изучением такой литературы/просмотром таких видеороликов).
10	В свободное время пробую создавать компьютерные программы с использованием технологий ИИ (либо планирую иногда практиковаться в создании таких программ).
11	В современном мире важно иметь представление о том, как работают те или иные технологии ИИ.
12	Учитель информатики, владеющий технологиями ИИ, будет иметь больший авторитет у своих учеников, чем учитель, которой такими технологиями не владеет.
13	Я готов(-а) изучать технологии ИИ прежде всего ради востребованных знаний и навыков, а не ради зачета или оценки за экзамен.
14	Меня привлекают перспективы применения технологий ИИ в моих творческих проектах.
15	Владение технологиями ИИ может повысить мою конкурентоспособность как учителя на рынке труда.
16	Если технологии ИИ не будут включены в содержание основной образовательной программы по информатике, я все равно постараюсь познакомить своих заинтересованных учеников с ними, например, в рамках факультативных занятий.
17	Высокая сложность или трудоемкость учебного задания по применению конкретных технологий ИИ не является для меня причиной полного отказа от их изучения.
18	Я готов(-а) заняться изучением нового языка программирования, если это необходимо для применения интересующей меня технологии ИИ.

Таблица соответствия вопросов признакам готовности по мотивационно-рефлексивному критерию:

Признак	Номера вопросов
Мотивация к изучению новой информации в области технологий ИИ.	2, 3, 7, 11, 13, 17
Мотивация к применению технологий ИИ в будущей профессиональной деятельности.	1, 5, 6, 12, 15, 16
Мотивация к самообразованию в области технологий ИИ.	4, 8, 9, 10, 14, 18

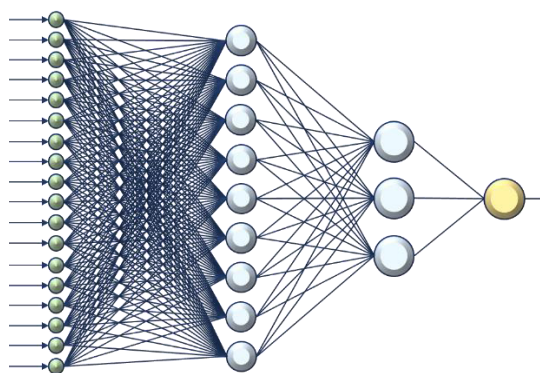
Приложение Г

Лабораторно-практическая работа №2.

Конструирование и обучение нейронных сетей (Keras)

Используя библиотеку глубокого обучения нейронных сетей **Keras** (надстройку над **TensorFlow**) создадим и обучим нейронную сеть с несколькими скрытыми слоями для бинарной классификации, оценим её точность. Слово «**глубина**» в терминах «глубокое обучение» и «глубокая нейронная сеть» означает наличие **более одного скрытого слоя** в структуре нейронной сети.

Затем создадим и применим еще одну нейронную сеть для задачи **аппроксимации** (приближения) математической **функции**.



**Нейронная сеть
для бинарной классификации**

Нейронная сеть будет определять, является ли ситуация на доске в игре «**Крестики-нолики**» выигрышной для «**X**», если «**X**» **делает первый ход**. При этом рассматривается только **два варианта** конца игры: «**X**» побеждает и не побеждает (поражение/ничья). Иначе говоря, нейросеть будет предсказывать, с какой вероятностью текущая ситуация на доске принадлежит к классу «**победа**».

X	O	
	X	
	O	

?

1. Для обучения нейронной сети необходим большой набор входных данных – **обучающая выборка**.

Перейдем на сайт с коллекцией открытых наборов данных для машинного обучения **UCI Machine Learning Repository** и скачаем оттуда данные о возможных конфигурациях доски в конце игры.

Ссылка: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Tic-Tac-Toe+Endgame>

Файл с данными: **tic-tac-toe.data** (958 конфигураций досок).

Каждая строка содержит информацию об одной конфигурации доски.

```
x,x,x,x,o,o,x,o,o,positive
x,x,x,x,o,o,o,x,o,positive
x,x,x,x,o,o,o,o,x,positive
x,x,x,x,o,o,o,b,b,positive
...
o,x,o,x,x,o,x,o,x,negative
o,x,o,x,o,x,x,o,x,negative
o,x,o,o,x,x,x,o,x,negative
o,o,x,x,x,o,o,x,x,negative
```

x – крестик
o – нолик
b – пустая клетка
positive/negative – победа/не победа

Пример:

o,b,x,b,x,x,o,o,x,positive	O		X
o,b,x		X	X
b,x,x	O	O	X
o,o,x			

2. Возьмем **любые 4 конфигурации** (2 «позитивных» и 2 «негативных») и **вырежем их из файла** для дальнейшего тестирования нейронной сети. Сохраним их в какой-либо отдельный текстовый файл.
3. Создадим новый файл программы – **keras_neural_network.py**.
4. Подключим необходимые модули.

```
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense
import numpy as np
import sys
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder, OneHotEncoder
from sklearn.model_selection import train_test_split
```

5. Установим **полный вывод массивов numpy** в консоль.

```
np.set_printoptions(threshold=sys.maxsize)
```

6. Загрузим тренировочные данные.

```
dataset = np.genfromtxt('tic-tac-toe.data', delimiter=',',
dtype='unicode')
```

7. Разделим данные на параметры и правильные ответы.

```
dataset_X = dataset[:, 0:9] # параметры (9 клеток доски)
dataset_Y = dataset[:, 9]  # правильные ответы (positive/negative)
```

dataset_X	dataset_Y
<pre>[['x' 'x' 'x' 'x' 'o' 'o' 'x' 'o' 'o'] ['x' 'x' 'x' 'x' 'o' 'o' 'o' 'x' 'o'] ... ['b' 'x' 'o' 'b' 'x' 'b' 'b' 'x' 'o'] ... ['o' 'x' 'o' 'o' 'x' 'x' 'x' 'o' 'x'] ['o' 'o' 'x' 'x' 'x' 'o' 'o' 'x' 'x']]</pre>	<pre>['positive' 'positive' ... 'positive' ... 'negative' 'negative']</pre>

8. Нейронная сеть может получать на вход **только числа**.

Закодируем символы числами: **x** – 2, **o** – 1, **b** – 0.

Правильные ответы: **positive** – 1, **negative** – 0.

```
labelencoder = LabelEncoder()
for mark in range(9):
    dataset_X[:, mark] = labelencoder.fit_transform(dataset_X[:, mark])
dataset_Y = labelencoder.fit_transform(dataset_Y)
```

dataset_X	dataset_Y
<pre>[['2' '2' '2' '2' '1' '1' '2' '1' '1'] ['2' '2' '2' '2' '1' '1' '1' '2' '1'] ... ['0' '2' '1' '0' '2' '0' '0' '2' '1'] ... ['1' '2' '1' '1' '2' '2' '2' '1' '2'] ['1' '1' '2' '2' '2' '1' '1' '2' '2']]</pre>	<pre>[1 1 ... 1 ... 0 0]</pre>

9. Однако при получении **параметров** в таком виде нейронная сеть может «предположить», что данные связаны отношением порядка. Так как в действительности «X» не больше «O», полученные числовые коды необходимо тоже закодировать, но на этот раз в виде **последовательности битов**.

```
# инициализация кодировщика с указанием списка столбцов для обработки (0-8)
onehotencoder = OneHotEncoder(categorical_features=[i for i in range(9)])
dataset_X = onehotencoder.fit_transform(dataset_X).toarray()
```

Теперь **x** – 001, **o** – 010, **b** – 100.

dataset_X

```
[[0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 1. 0. 1. 0. 0. 1. 0.]
 [0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 1. 0. 1. 0.]
 ...
 [1. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 1. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 1. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 1. 0.]
 ...
 [0. 1. 0. 0. 0. 1. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 1. 0. 0. 0. 1.]
 [0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 1.]]
```

10. Кодирование 3-х различных символов 3-мя битами **избыточно**, достаточно 2 бита. Чтобы на вход нейронной сети подавалось меньше сигналов – **18** вместо 27, удалим крайние левые биты в кодах символов.

```
list_3bit = [i for i in range(0,27,3)] # номера битов - каждый третий бит
dataset_X = np.delete(dataset_X, list_3bit, axis=1)
```

Теперь **x** – 01, **o** – 10, **b** – 00.

dataset_X

```
[[0. 1. 0. 1. 0. 1. 0. 1. 1. 0. 1. 0. 0. 1. 1. 0. 1. 0.]
 [0. 1. 0. 1. 0. 1. 0. 1. 1. 0. 1. 0. 1. 0. 0. 1. 1. 0.]
 ...
 [0. 0. 0. 1. 1. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 1. 0.]
 ...
 [1. 0. 0. 1. 1. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 1. 0. 1. 1. 0. 0. 1.]
 [1. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 1. 0. 1. 1. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 1.]]
```

11. Для дальнейшей оценки точности предсказаний нейронной сети потребуется **тестовая выборка** – данные, которые нейронная сеть «не видела» при обучении.

Разделим тренировочные данные на **обучающую выборку** и **тестовую выборку**.

```
train_X, test_X, train_Y, test_Y = train_test_split(dataset_X, dataset_Y, test_size=0.2)
```

Параметр **test_size** – процент данных тренировочной выборки, который будет выделен для тестовой выборки (в данном случае 20%).

12. Построим полносвязную нейронную сеть прямого распространения.

Будем использовать модель последовательно идущих друг за другом слоев – **Sequential**.

```
model = Sequential()
```

Добавим слои с помощью метода **add**.

```
model.add(Dense(9, input_dim=18, activation='relu'))
model.add(Dense(3, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))
```

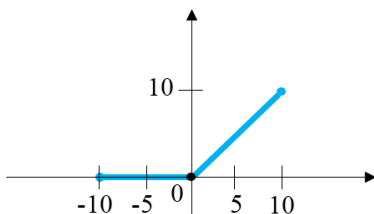
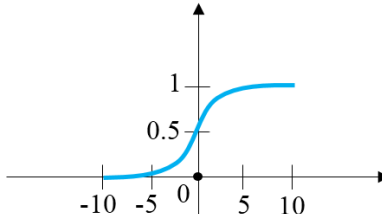
Dense – тип слоя, в котором каждый нейрон связан со всеми нейронами предыдущего слоя (полносвязный слой).

Первый параметр – количество нейронов в слое. Количество слоев и нейронов в них подбирается экспериментально для наилучшего качества предсказания. В выходном слое для решения поставленной задачи достаточно 1-го нейрона, определяющего, является ситуация выигрышной или нет.

Для первого слоя необходимо указать значение **input_dim** – количество входных сигналов.

Существует так же параметр **input_shape**, принимающий значения типа кортеж (**tuple**), для случаев, когда входные сигналы организованы в многомерный массив.

Параметр **activation** – функция активации нейронов в слое.

ReLU (Rectified linear unit)	Sigmoid
$\varphi(x) = \max(0, x)$ 	$\varphi(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ 

Так как в последнем слое должна вычисляться вероятность, в нем будем использовать **сигмоиду**. В остальных слоях достаточно функции **ReLU** (меньше ресурсоемких операций).

13. Настроим модель для обучения с помощью метода **compile**.

```
model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])
```

loss – функция потерь. Для задачи бинарной классификации, в которой вычисляется вероятность принадлежности к 1-му классу используется функция перекрестной энтропии **binary_crossentropy**. Значение функции потерь необходимо минимизировать.

optimizer (оптимизатор) – способ обновления модели на основе значений функции потерь. **Adam** – один из доступных и часто используемых оптимизаторов.

metrics – список показателей, которые будут оцениваться моделью во время обучения и тестирования. Метрика **accuracy** – доля правильных ответов.

14. Запустим обучение нейронной сети.

```
model.fit(train_X, train_Y, epochs = 3, batch_size=10, validation_split=0.2)
```

epochs – количество итераций в процессе обучения.

batch_size – количество элементов выборки, берущихся на одной итерации.

validation_split – доля обучающей выборки, которая будет использована как **проверочная выборка** для оценки качества обучения непосредственно в процессе обучения. В данном случае будет использовано 20% обучающей выборки.

Метод **fit** выводит в консоль информацию об обучении. Для изменения вида вывода можно явно задать одно из значений (0, 1, 2) параметра **verbose** (по умолчанию равен 1).

15. Оценим точность нейронной сети с помощью тестовой выборки.

```
scores = model.evaluate(test_X, test_Y)
print('\n{0}: {1:.2f}%'.format(model.metrics_names[1], scores[1]*100))
```

Пример вывода:

```
Train on 610 samples, validate on 153 samples
Epoch 1/50
610/610 [=====] - 0s 708us/step - loss: 0.7292 - acc:
0.5098 - val_loss: 0.7132 - val_acc: 0.5163
Epoch 2/50
610/610 [=====] - 0s 134us/step - loss: 0.6730 - acc:
0.5869 - val_loss: 0.6833 - val_acc: 0.5817
Epoch 3/50
610/610 [=====] - 0s 138us/step - loss: 0.6406 - acc:
0.6475 - val_loss: 0.6670 - val_acc: 0.6209
Epoch 5/50
610/610 [=====] - 0s 136us/step - loss: 0.6071 - acc:
0.6689 - val_loss: 0.6384 - val_acc: 0.6471
...
Epoch 47/50
610/610 [=====] - 0s 136us/step - loss: 0.0617 - acc:
0.9918 - val_loss: 0.1533 - val_acc: 0.9673
Epoch 48/50
610/610 [=====] - 0s 136us/step - loss: 0.0606 - acc:
0.9918 - val_loss: 0.1424 - val_acc: 0.9739
Epoch 49/50
610/610 [=====] - 0s 134us/step - loss: 0.0572 - acc:
0.9918 - val_loss: 0.1401 - val_acc: 0.9739
Epoch 50/50
610/610 [=====] - 0s 134us/step - loss: 0.0571 - acc:
0.9902 - val_loss: 0.1325 - val_acc: 0.9673
191/191 [=====] - 0s 31us/step

acc: 97.38%
```

610 примеров в обучающей выборке, **153** примера в проверочной выборке.

Полученная **точность** модели: **97.38%**.

Перезапустив программу несколько раз можно получить **различную точность**.

loss – значение ошибки (должно уменьшаться)

acc – точность нейронной сети (должна увеличиваться)

val_loss – значение ошибки на проверочной выборке

val_acc – значение точности на проверочной выборке

Если значения **val_loss** и **val_acc** перестают изменяться, то нейронная сеть близка к **переобучению**. Если значение ошибки начало увеличиваться, а значение точности уменьшаться – переобучение началось.

Переобучение означает, что модель способна хорошо распознавать только примеры из обучающей выборки. Такая нейронная сеть **не будет обладать обобщающей способностью**, а значит, не будет являться эффективной.

16. Сохраним обученную модель для дальнейшего использования.

```
model.save('tic-tac-toe-endgame.h5')
```

17. Теперь используем модель для предсказания в отдельно взятом случае. Создадим файл **test.py**.

18. Подключим необходимые модули.

```
from keras.models import load_model
import numpy as np
```

19. Загрузим модель.

```
model = load_model('tic-tac-toe-endgame.h5')
```

20. Опишем ситуацию на доске в виде строки, которая будет преобразована в список. Подставим одну из 4-х конфигураций, сохраненных в пункте 2.

```
situation = 'x,b,o,x,o,b,x,x,o'.split(',')
```

21. Теперь преобразуем список в цепочку битов.

```
situation_bit = []
for mark in range(9):
    if situation[mark] == 'x': situation_bit.extend([0, 1])
    elif situation[mark] == 'o': situation_bit.extend([1, 0])
    else: situation_bit.extend([0, 0])
```

22. Протестируем нейронную сеть на 4-х сохраненных конфигурациях доски, используя метод **predict**.

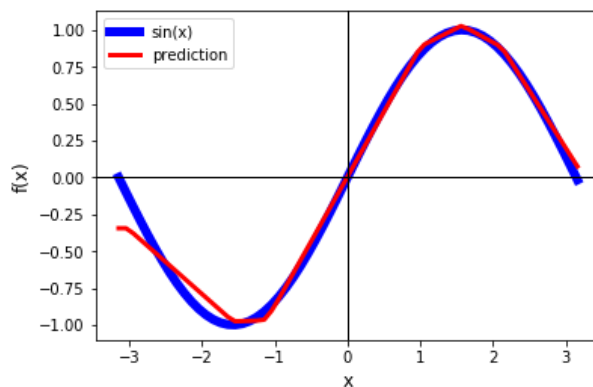
```
test_sample = np.array([situation_bit])
prediction = model.predict(test_sample)
print(prediction[0][0])
```

Примеры предсказаний:

x,b,o,x,o,b,x,x,o,positive	o,o,x,o,x,x,x,b,b,positive
0.90267503	0.9731653
x,o,x,x,o,b,b,o,b,negative	x,b,o,x,o,x,o,b,b,negative
0.0201264	0.0016255737
b,x,b,b,x,b,o,o,b	b,b,x,o,x,b,b,b,b
0.23148124	0.9959875

Нейронная сеть для аппроксимации математической функции

В качестве примера аппроксимируем функцию $f(x) = \sin(x)$.



Данные для обучения нейронной сети будут представлять собой пары чисел, разделенные запятой – значения x и соответствующие им значения $f(x)$, где

$$x \in (-\pi, \pi)$$

Пример:

```
-0.999416453051702,-0.8411555497922348
0.9036380654759784,0.7855831785400497
-2.1770490135593765,-0.8217889717486678
1.7705084479807258,0.9801237299206909
2.331998845284784,0.7240070460899871
1.0154821314544762,0.8497348351924279
1.5774874740889882,0.9999776143574644
```

Нам так же понадобятся два набора данных: **обучающий** и **тестовый**.

23. Создадим новый файл программы – **dataset_func_generator.py**.

24. Напишем следующий код:

```

import random as r
import math

def func(x):
    return math.sin(x)

def create_dataset(file_name):
    with open(file_name, 'w') as file:
        for _ in range(500):
            x = r.uniform(-math.pi, math.pi)
            file.write(str(x)+' '+str(func(x))+'\n')

create_dataset('sin_dataset.csv')    # обучающая выборка
create_dataset('sin_test_data.csv') # тестовая выборка
print('Генерация наборов данных завершена')

```

25. Запустим программу. В каталоге с программой должно появиться два файла: **sin_dataset.csv** и **sin_test_data.csv**.

26. Создадим новый файл программы – **keras_approx.py**.

27. Напишем следующий код:

```

from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

dataset = np.loadtxt('sin_dataset.csv', delimiter=',')
train_X = dataset[:, 0:1]
train_Y = dataset[:, 1]

test_data = np.loadtxt('sin_test_data.csv', delimiter=',')
test_X = dataset[:, 0:1]
test_Y = dataset[:, 1]

model = Sequential()
model.add(Dense(10, input_dim=1, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='linear'))

model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error')

model.fit(train_X, train_Y, epochs=100, batch_size=10, verbose=2)

```

В качестве функции активации нейрона в выходном слое будем использовать **линейную функцию** – **linear**. Функция **sigmoid** уже не подойдет, так как отрицательные числа не входят в её область значений.

В качестве функции потерь возьмем **среднеквадратичную ошибку** (**mean_squared_error**).

28. Добавим построение графиков функций.


```

dx = 0.1
x = np.arange(-np.pi, np.pi+dx, dx)      # диапазон значений x

# графики
plt.plot(x, np.sin(x), color='b', linewidth=6, label='sin(x)')
plt.plot(x, model.predict(x), color='r', linewidth=3, label='prediction')

plt.legend(loc='upper left')              # расположение легенды
plt.axhline(color='black', linewidth=1)  # линия оси x
plt.axvline(color='black', linewidth=1)  # линия оси y
plt.xlabel('x', fontsize=12)             # подпись оси x
plt.ylabel('f(x)', fontsize=12)         # подпись оси y

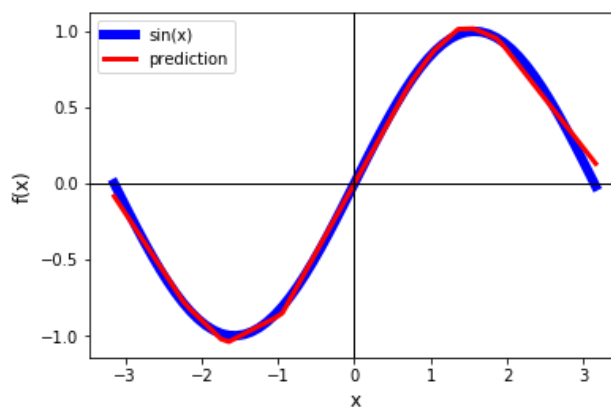
```

29. Сохраним модель.

```
model.save('sin_approx.h5')
```

30. Запустим программу.

Пример результата:



```

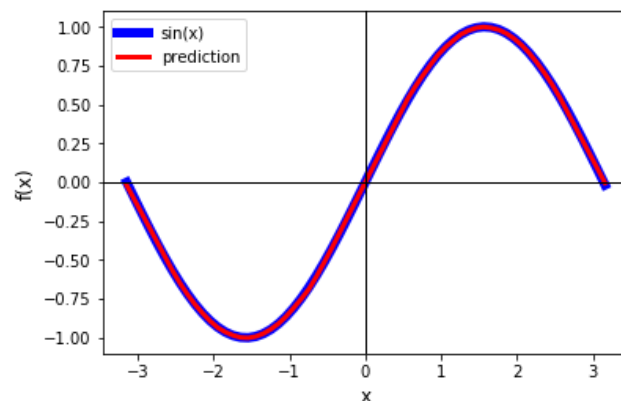
Epoch 1/100
- 1s - loss: 1.5732
Epoch 2/100
- 0s - loss: 1.0277
Epoch 3/100
- 0s - loss: 0.6885
...
Epoch 98/100
- 0s - loss: 0.0013
Epoch 99/100
- 0s - loss: 0.0012
Epoch 100/100
- 0s - loss: 0.0012

```

Значение ошибки значительно уменьшилось. Тем не менее видно, что предсказания недостаточно точны. Попробуем сильнее приблизить предсказания к реальным значениям функции.

31. Изменим количество нейронов в первом слое на **50** и повторим обучение.

Пример:



```

Epoch 1/100
- 1s - loss: 0.2918
Epoch 2/100
- 0s - loss: 0.1520
Epoch 3/100
- 0s - loss: 0.1332
...
Epoch 98/100
- 0s - loss: 2.7465e-05
Epoch 99/100
- 0s - loss: 3.5029e-05
Epoch 100/100
- 0s - loss: 2.7268e-05

```

Видно, что точность предсказаний значительно возросла.

32. Модифицируем программу `test.py`:

```
from keras.models import load_model
import numpy as np

model = load_model('sin_approx.h5')

n = 2
test_sample = np.array([[n]])
prediction = model.predict(test_sample)
print('sin('+str(n)+') = ', np.sin(n))
print('Предсказание:', prediction[0][0])
```

33. Присвоим значение переменной `n` из интервала $(-\pi, \pi)$ и запустим программу.

Примеры предсказаний:

sin(2) = 0.9092974268256817 Предсказание: 0.9106013	sin(-1) = -0.8414709848078965 Предсказание: -0.83766687
sin(-3) = -0.1411200080598672 Предсказание: -0.14634383	sin(0.5) = 0.479425538604203 Предсказание: 0.4769698

34. Присвоим значение переменной `n`, выходящее за пределы интервала.

Примеры:

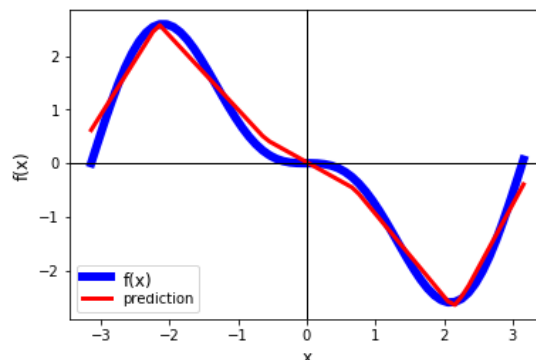
sin(-5) = 0.9589242746631385 Предсказание: 1.6854631	sin(8) = 0.9893582466233818 Предсказание: -4.303423
---	--

Предсказания далеки от реальных значений функции, так как нейронная сеть не «видела» аргументов функции за границами заданного интервала при обучении.

35. Теперь попробуем аппроксимировать функцию

$$f(x) = 2 \cdot \sin(x) \cdot (\cos(x) - 1)$$

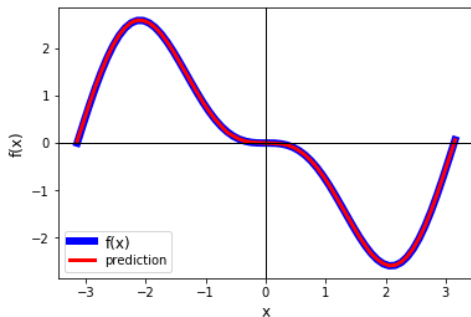
Пример результата при 50 нейронах и 100 эпохах:



Внесите в скрипты `dataset_func_generator.py` и `keras_approx.py` необходимые изменения.

36. Измените количество нейронов и эпох так, чтобы график предсказаний был как можно более приближен к графику функции и протестируйте работу нейронной сети на отдельно взятых аргументах функции (в `test.py`).

Пример:



$f(1.5) = -1.8538699651482415$ Предсказание: -1.8485494
--

$f(0) = 0.0$ Предсказание: 0.0011926673
--

$f(-2) = 2.5753973489592914$ Предсказание: 2.5777378

Задания для самостоятельной работы

1. Создать **нейронную сеть** для **классификации** растений **Ирис** по 4-м параметрам (в сантиметрах):

длина наружной доли околоцветника
ширина наружной доли околоцветника
длина внутренней доли околоцветника
ширина внутренней доли околоцветника

Классы:

Iris-setosa (Ирис щетинистый)

Iris-versicolor (Ирис разноцветный)

Iris-virginica (Ирис виргинский)

Ссылка на набор данных: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Iris>

Выберите по 2 варианта входных данных для каждого класса и сохраните их в отдельный файл для последующего теста, удалив из обучающей выборки.

Имена классов необходимо закодировать в виде чисел с помощью **LabelEncoder**. Затем числа необходимо перевести в **категории** с помощью **to_categorical**.

```
from keras.utils.np_utils import to_categorical
dataset_Y = to_categorical(dataset_Y)
```

Используя **print** выясните, к какому виду были приведены имена классов.

В качестве функции потерь используйте **categorical_crossentropy** (применяется, когда классов больше, чем 2).

Выходной слой должен состоять из **3-х нейронов**. Функция активации – **softmax** (предсказание вероятностей для каждого класса). Сумма вероятностей равна 1.

Подберите такие **гиперпараметры** (количество слоев и нейронов, эпох обучения, элементов на одной итерации) нейронной сети, чтобы её **точность** предсказания была **не менее 95%**.

Приведите не менее **6 примеров** верного предсказания (по 2 примера на каждый класс Ириса).

Выводить в консоль:

- **имя класса** вместо метки (номера) класса с помощью **model.predict_classes**
- **вероятности** с помощью **model.predict**

```
Iris-setosa  
[0.96588415 0.01059429 0.02352165]
```

2. Придумать **непрерывную функцию** (не использовать стандартные функции из математических библиотек) и выполнить её **аппроксимацию** с помощью нейронной сети на самостоятельно выбранном интервале.

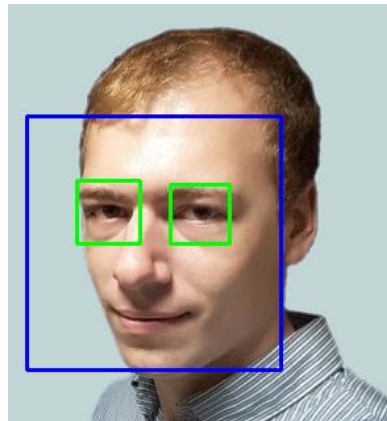
Провести **3 эксперимента** с изменением гиперпараметров нейронной сети.

Для каждого из них продемонстрировать **графики** функций и привести **3 примера предсказания** отдельно взятого значения.

Образец оформления эксперимента в пункте 36.

Приложение Д
Лабораторно-практическая работа №4.
Распознавание образов
(OpenCV)

Используя библиотеку компьютерного зрения **OpenCV** напишем программу для обнаружения человеческих лиц и глаз сначала на статическом изображении, а затем на видео. Слово «распознавание» в данной работе будет использоваться в качестве синонима слову «обнаружение», и означать выявление образа объекта без возможности его идентификации.

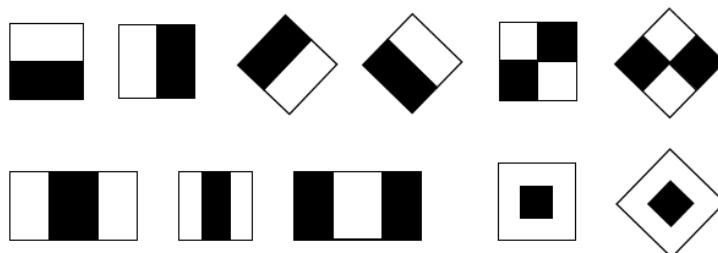


1. Подготовьте несколько изображений в формате **.jpg** с лицами людей для экспериментов. В каталоге с программой создайте папку **faces** и поместите в неё изображения.
2. Создадим новый файл программы – **detect_face_image.py**.
3. Подключим библиотеку **OpenCV**.

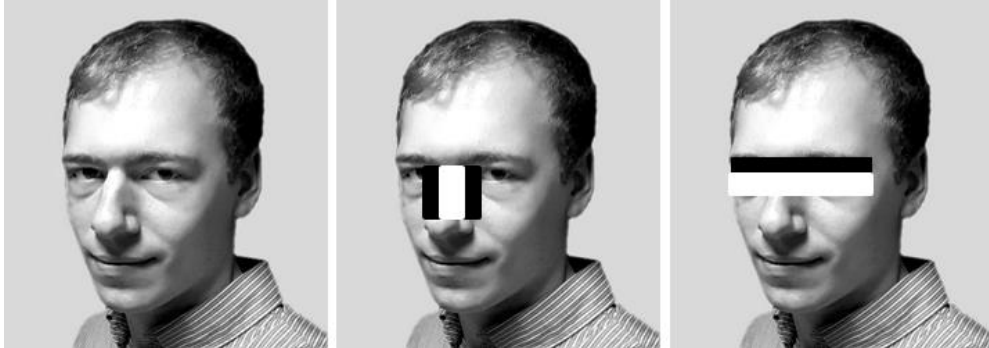
```
import cv2
```

4. Поиск объекта на изображении в **OpenCV** реализован с помощью *метода Виолы-Джонса*, в основе которого лежат *признаки Хаара*, организованные в каскадные классификаторы.

Признаки (или примитивы) Хаара основаны на яркостях пикселей и представляют собой прямоугольные области. Ниже представлено несколько примеров:



Посмотрим на фотографию ниже. Заметим, что нос светлее, чем области слева и справа от него, а область над глазами темнее, чем сами глаза. Несколько организованных в каскадный классификатор соответствующих признаков Хаара позволяют достаточно точно распознать на фотографии лицо.



Нам понадобятся два заранее обученных каскадных классификатора Хаара для распознавания лиц и глаз (файлы в формате **.xml**):

haarcascade_frontalface_default.xml

haarcascade_eye.xml

Скачать: <https://github.com/opencv/opencv/tree/master/data/haarcascades>

Поместим оба файла в папку с программой на одном уровне с ней.

5. Подключим классификаторы.

```
face_cascade =
cv2.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml')
eye_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade_eye.xml')
```

6. Загрузим одно из заготовленных изображений и изменим его цветовую модель на **оттенки серого**.

```
img = cv2.imread('faces/faces_1.jpg')
gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
```

7. Для обнаружения объектов используем функцию **detectMultiScale**:

```
faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.2, 5)
```

или более подробный вариант с отображением аргументов:

```
faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, scaleFactor=1.2, minNeighbors=5)
```

gray – изображение, на котором требуется найти объект;

scaleFactor – шаг, с которым происходит сравнение размеров модели и объекта на изображении. Чем значение меньше, тем обнаружение точнее (должно быть больше 1), но тем медленнее работает алгоритм.

minNeighbors – сколько соседей может иметь каждый найденный объект. Параметр влияет на количество обнаруженных объектов. Так же предотвращает ложные срабатывания, когда один и тот же объект обнаруживается несколько раз. Чем больше значение, тем меньше объектов, но тем выше качество.

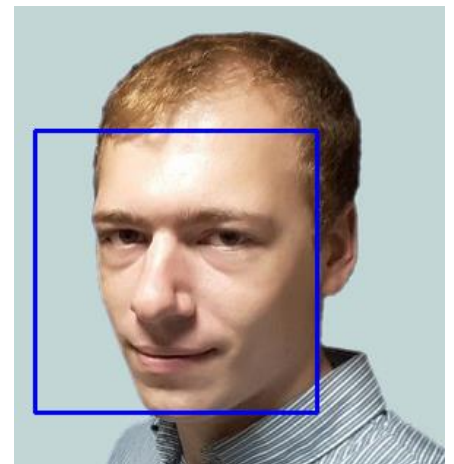
Есть и другие аргументы. Все аргументы, кроме первого, можно опускать.

8. Теперь в **faces** хранятся найденные объекты (координаты и размеры прямоугольников, в которые вписаны объекты). Добавим на изображение прямоугольные рамки, чтобы выделить объекты:

```
for x,y,w,h in faces:
    cv2.rectangle(img, (x,y), (x+w,y+h), (255,0,0), 2)
```

Аргументы функции **rectangle**:

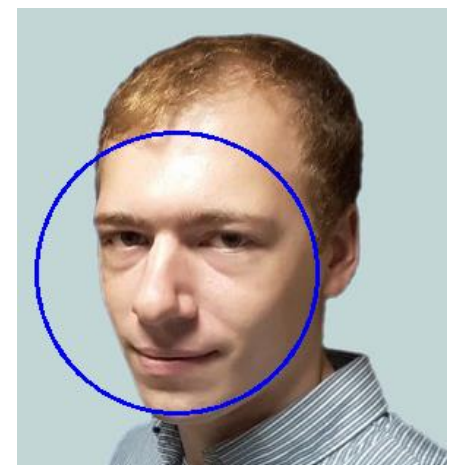
- изображение для рисования;
- координаты верхней левой точки;
- координаты правой нижней точки;
- цвет в формате **BGR**;
- толщина границы.



При распознавании объектов, которые удобно вписать в круг, можно использовать функцию рисования круга: **circle**.

Аргументы функции **circle**:

- изображение для рисования;
- координаты центра круга;
- радиус;
- цвет в формате **BGR**;
- толщина границы.



9. Найдем на изображении глаза. Для повышения точности будем учитывать, что глаза эффективнее искать внутри найденных лиц, а не по всему изображению.

Интересующую нас область изображения для поиска (лицо) назовем **областью интересов (Region of Interest)**, сокращенно **ROI**. Произведем с каждой отдельно взятой областью те же операции, что и с основным изображением при поиске лиц.

```
roi_color = img[y:y+h, x:x+w]
roi_gray = gray[y:y+h, x:x+w]
eyes = eye_cascade.detectMultiScale(roi_gray, 1.05, 1)
for ex,ey,ew,eh in eyes:
    cv2.rectangle(roi_color, (ex,ey), (ex+ew, ey+eh), (0,255,0), 2)
```

10. Отобразим окно с полученным изображением.

```
cv2.imshow('Face detect', img)
```

11. Ожидаем нажатие любой клавиши и уничтожаем окно.

```
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

12. Запустим программу и проверим её работу.

13. Подготовьте небольшой видеоролик в формате **.avi** или **.mp4**, в котором можно ясно разглядеть лица людей. Назовём его **Film** и поместим в ту же папку, что и изображения.

14. Создадим новый файл программы – **detect_face_video.py**.

15. Подключим библиотеку **OpenCV**.

16. Подключим классификаторы для обнаружения лиц и глаз.

17. Захватим видео из файла.

```
cam = cv2.VideoCapture('faces/Film.mp4')
```

18. Пока видео открыто, считываем кадры и работаем с ними как со статическими изображениями.

```
while True:
    _, frame = cam.read()
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    # поиск лиц и глаз
```

Для корректного завершения программы в случае отсутствия нового кадра (например, видео закончилось), после считывания кадра следует добавить код:

```
if frame is None:
    break
```


19. Отообразим окно с видео (кадрами).

```
cv2.imshow('Face detect', frame)
```

20. Для закрытия окна и остановки программы будем ожидать нажатия на клавишу **Esc** (код: **27**).

```
if cv2.waitKey(1) == 27:
    break
```

21. После цикла закроем видеопоток и уничтожим окно.

```
cam.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

22. Для захвата видео с веб-камеры изменим аргумент функции **VideoCapture**:

```
cam = cv2.VideoCapture(0)
```

Задания для самостоятельной работы

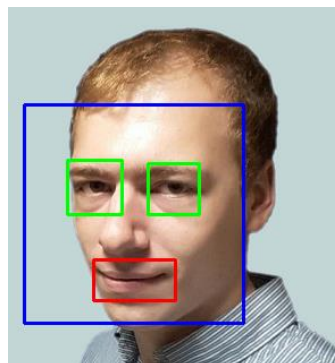
1. Подобрать значения аргументов функции **detectMultiScale** для достижения наилучшего распознавания лиц и глаз.

1.1. Предоставить как минимум **3** изображения для демонстрации успешного распознавания нескольких лиц и глаз на них. Более одного ложного распознавания не допускается.

1.2. Предоставить как минимум **1** видеоролик, загруженный из сети Интернет или снятый лично для демонстрации распознавания по крайней мере одного лица и глаз на нём в кадре с минимально возможным количеством ложных распознаваний.

Альтернативный вариант: продемонстрировать успешное распознавание лиц и глаз через веб-камеру в реальном времени.

2. Добавить в программы по распознаванию лиц и глаз на изображениях и видео **обнаружение улыбок (haarcascade_smile.xml)**. Свести ложные распознавания к минимуму. Привести **2** собственных примера для фото и **1** для видео.



3. Написать программу для распознавания российских автомобильных номеров (**haarcascade_russian_plate_number.xml**) на изображении и привести для неё

как минимум **2** примера успешного распознавания (выделены все номера на изображении без ошибок).



4. Написать программу распознавания **морды кота** на изображении.

4.1. Сравнить классификаторы: **haarcascade_frontalcatface.xml** и **haarcascade_frontalcatface_extended.xml**. Привести как минимум **1** пример, когда использование одного из них обеспечивает верное распознавание морды кота на изображении, а использование другого на том же изображении при тех же параметрах функции поиска – нет.

4.2. Привести как минимум **2** примера успешного распознавания **всех (и только)** котов на изображении, используя один из классификаторов. Допускается не более одного изображения, на котором кот только один.

4.3. Выделить найденные образы **кругом**, а не прямоугольником.

4.4. Добавить **подписи со счетчиком** к распознанным образам.



Для этого удобно немного видоизменить цикл **for**, в котором осуществляется рисование:

```
for i,(x,y,w,h) in enumerate(cats):
```

Внутри цикла добавить вывод текста:

```
cv2.putText(img, 'Cat {}'.format(i+1), (x, y-10),  
           cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (0,0,255), 2)
```

Примечание 1. Имена переменных во всех программах должны соответствовать их назначению (хранимым в них данным).

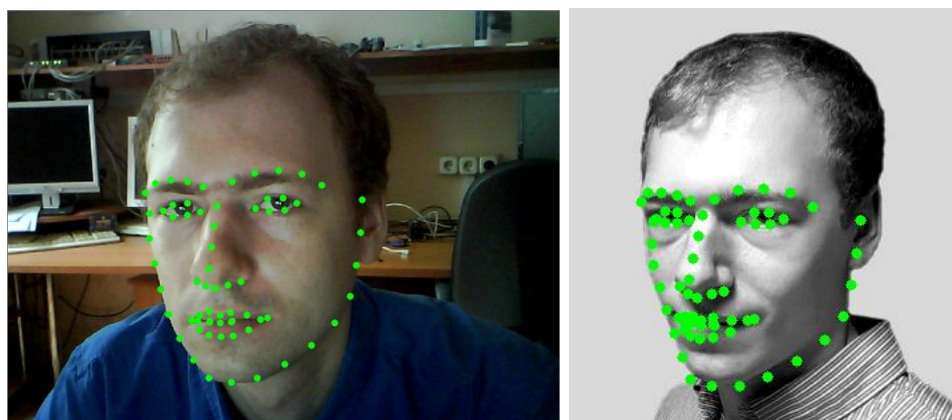
Примечание 2. Во время демонстрации примеров распознавания образов на изображениях изменения в коде программы не допускаются. Поиск для всех представленных примеров в рамках одного задания должен осуществляться при одних и тех же параметрах функции **detectMultiScale**.

Приложение Е

Лабораторно-практическая работа №7.

Лицевые опорные точки (Dlib)

Данная практическая работа посвящена распознаванию лиц и построению опорных точек с помощью библиотеки **dlib**. Используя данную библиотеку, можно определять черты лица в реальном времени, верифицировать лица, распознавать эмоции.



1. Скачаем **.whl** файл для установки **dlib**.
Ссылка: <https://pypi.org/simple/dlib/>
Для Python 3.6 загрузим **dlib-19.8.1-cp36-cp36m-win_amd64.whl**
2. Скачаем модель для обнаружения лица на фотографии и выделения 68 опорных точек: **shape_predictor_68_face_landmarks.dat**
Ссылка: <https://github.com/davisking/dlib-models>
3. Создадим новый файл программы – **face_landmarks_video.py**.
4. Поместим файл **.py** и **модель** в один каталог.
5. Подключим библиотеки **OpenCV** и **dlib**.

```
import cv2
import dlib
```

6. Начнем с определения черт лица в реальном времени с помощью веб-камеры. Организуем захват видео с камеры.

```
cam = cv2.VideoCapture(0)
```

7. Создадим **объект – детектор** для обнаружения лица на изображении, и **объект – предсказатель** для определения местоположения опорных точек на лице.

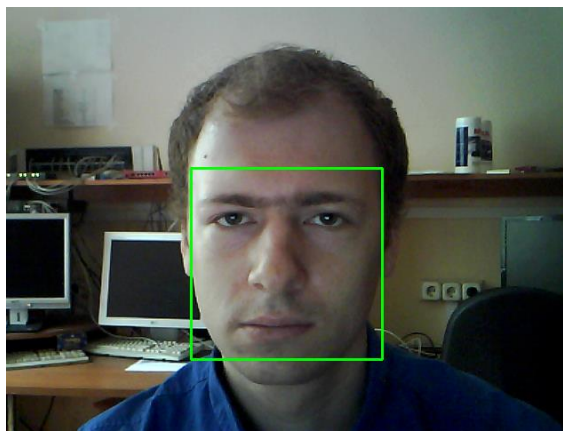
```
detector = dlib.get_frontal_face_detector()
predictor = dlib.shape_predictor('shape_predictor_68_face_landmarks.dat')
```

8. В бесконечном цикле считываем кадры.

```
while True:
    _, frame = cam.read()
```

9. С помощью детектора обнаружим лица и выделим их прямоугольными рамками.

```
faces = detector(frame)
for face in faces:
    x1 = face.left()
    y1 = face.top()
    x2 = face.right()
    y2 = face.bottom()
    cv2.rectangle(frame, (x1,y1), (x2,y2), (0,255,0), 2)
```



10. Создадим окно с изображением.

```
cv2.imshow('Face landmarks', frame)
```

11. Если пользователь нажмет клавишу **Esc**, то видеопоток прерывается (выход из цикла) и созданное ранее окно уничтожается.

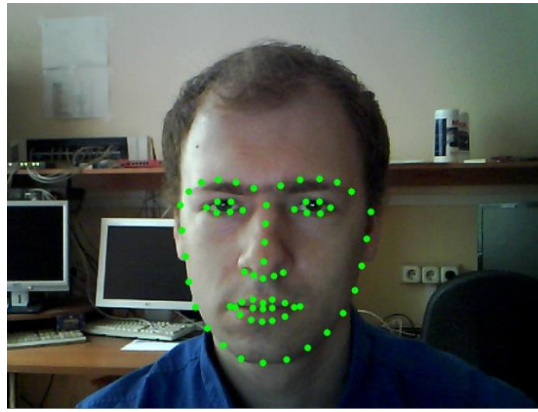
```
if cv2.waitKey(1) == 27:
    break

cam.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

12. Модифицируем код так, чтобы вместо прямоугольной области отображались опорные точки:

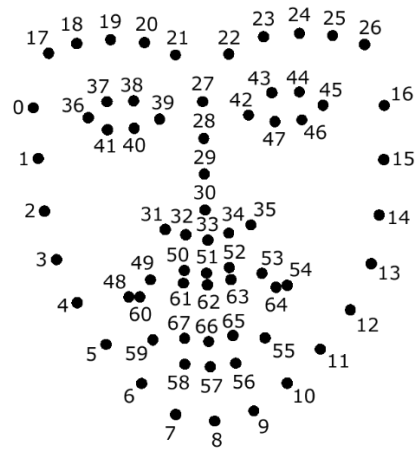
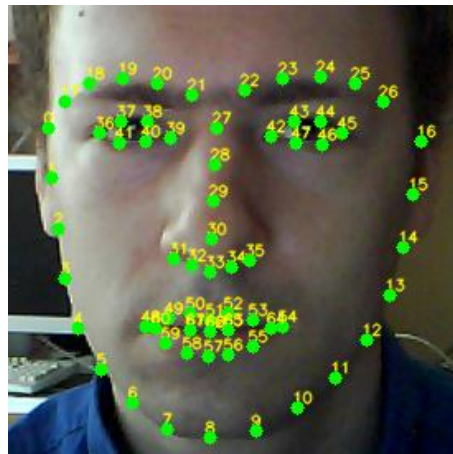
```
faces = detector(frame)
for face in faces:
    landmarks = predictor(frame, face)
    for mark in range(68):
        x = landmarks.part(mark).x # координата x точки
        y = landmarks.part(mark).y # координата y точки
        cv2.circle(frame, (x,y), 4, (0,255,0), -1)
```

Здесь **mark** – это номер опорной точки (всего их 68 – от 0 до 67).



13. Чтобы узнать, какой номер соответствует какой точке, добавим команду:

```
cv2.putText(frame, str(mark), (x-3,y-3), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
            0.3, (0,255,255), 1, cv2.LINE_AA)
```



Верификация лиц

Напишем программу, которая получает на вход две фотографии и определяет, изображен ли на этих фотографиях один и тот же человек.

1. Скачаем модель для распознавания лиц:

dlib_face_recognition_resnet_model_v1.dat

Ссылка: <https://github.com/davisking/dlib-models>

2. Создадим новый файл программы – **face_landmarks_image.py**.

3. Подключим библиотеки **OpenCV** и **Dlib**.

```
import cv2
import dlib
```

4. Помимо детектора и предсказателя создадим **распознаватель**.

```
detector = dlib.get_frontal_face_detector()
predictor = dlib.shape_predictor('shape_predictor_68_face_landmarks.dat')
recognizer = dlib.face_recognition_model_v1('dlib_face_recognition_resnet_model_v1.dat')
```

5. Так как обрабатывать похожим образом необходимо несколько изображений, реализуйте функцию для обнаружения и рисования опорных точек на фотографиях.

```
def detect_and_draw_marks(img):
    # обнаружение и рисование точек
    return landmarks # возвращаем только метки последнего найденного лица
```

6. Загружаем две фотографии.

```
img1 = cv2.imread("faces/face_1.jpg")
img2 = cv2.imread("faces/face_2.jpg")
```

7. Используя собственную функцию, найдем и отобразим опорные точки на этих фотографиях.

```
landmarks1 = detect_and_draw_marks(img1)
landmarks2 = detect_and_draw_marks(img2)
```

8. Для каждого лица получим его **дескриптор** – числовое описание, состоящее из 128 чисел.

```
face1_descriptor = recognizer.compute_face_descriptor(img1, landmarks1)
face2_descriptor = recognizer.compute_face_descriptor(img2, landmarks2)
```

9. Чтобы определить, принадлежат ли фотографии одному и тому же человеку, необходимо сравнить дескрипторы. Вычислим **Евклидово расстояние**.

Подключим модуль **scipy** (входит в Anaconda 3), чтобы использовать функцию вычисления Евклидова расстояния.

```
from scipy.spatial import distance # для вычисления Евклидова расстояния
```

```
euclidean_distance = distance.euclidean(face1_descriptor,
face2_descriptor)
print(euclidean_distance)
```

10. Согласно рекомендации разработчиков **dlib**, если Евклидово расстояние **меньше 0.6**, то на фотографиях один и тот же человек с точностью примерно 99%:

http://dlib.net/face_recognition.py.html

```
if euclidean_distance < 0.6:
    print('Это один и тот же человек')
else:
    print('Это разные люди')
```

11. Создадим два окна и выведем обе фотографии.

```
cv2.imshow("Face 1 landmarks", img1)
cv2.imshow("Face 2 landmarks", img2)
```

12. Программа ожидает нажатия любой клавиши и уничтожает окна.

```
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

13. Проведем эксперимент. Возьмем 4 фотографии 2-х разных людей.

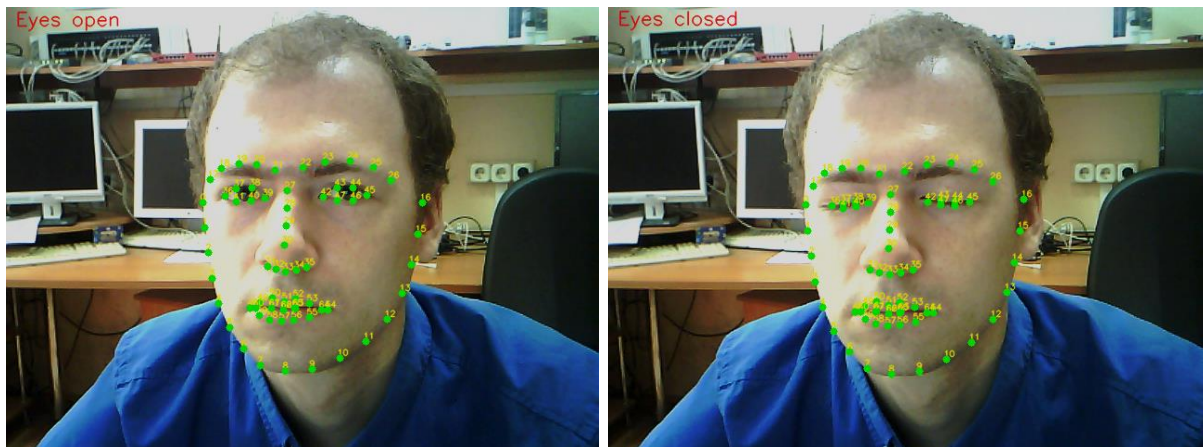
14. Парно сравним фотографии.

При сравнении фотографий очень похожих лиц возможны ошибки, поэтому обращайте внимание на значение Евклидова расстояния. Возможно, в некоторых случаях потребуется снизить порог, например, до **0.5**.

Задания для самостоятельной работы

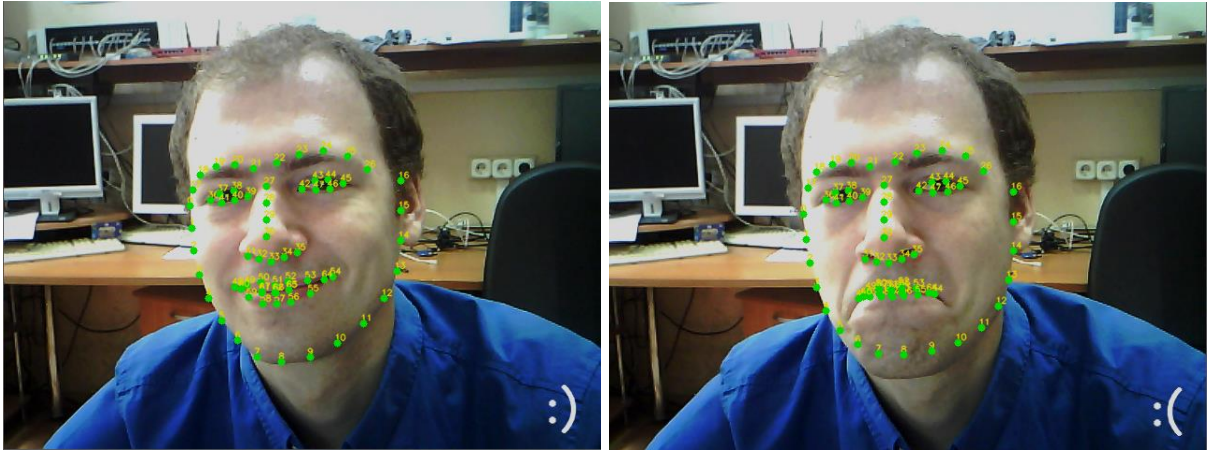
1. Написать программу, определяющую, **открыты у человека глаза или закрыты** в реальном времени. Соответствующее сообщение должно выводиться на экран.

Пример:



2. Написать программу, определяющую **направление поворота/наклона головы** человека в реальном времени: вправо, влево, вверх, вниз. Подразумевается, что при запуске программы человек смотрит прямо в камеру.
3. Написать программу, определяющую, **грустный человек или веселый** в реальном времени. Программа должна различать **3 состояния**: радость (выводит улыбающийся смайлик), нейтральное (ничего не выводит), грусть (выводит грустный смайлик).

Пример:



Примечание. В случае отсутствия веб-камеры напишите программы 1-3, 5 для работы со статическими изображениями. Для каждой из программ приведите примеры корректного распознавания всех состояний (по примеру на каждое состояние). Например, для первой программы необходимо привести 2 примера: распознавание открытых и закрытых глаз.

4. Провести собственный эксперимент по **верификации лиц**, используя как **минимум по 2 фотографии двух разных людей**. Добиться корректной работы программы, когда сравнение каждой пары изображений из выборки дает верный результат (необходимо сравнить каждое изображение со всеми остальными). Оформить результаты эксперимента как в **образце** выше.
5. Написать программу для одновременного **распознавания лиц** как минимум **двух людей** в реальном времени. Обнаруженные лица обвести в прямоугольные рамки, над рамкой должно отображаться **имя распознанного человека**.

Приложение Ж

Вопросы для итогового контроля

1. Понятие «искусственный интеллект».
2. Направления исследований в области искусственного интеллекта.
3. Этика искусственного интеллекта.
4. Нормативное регулирование отношений в сфере ИИ. Государственные программы и концепции развития технологий ИИ.
5. Задачи, решаемые с помощью искусственных нейронных сетей.
6. Искусственный нейрон. Аналогия с биологическим нейроном. Схема математического нейрона Мак-Каллока - Питтса.
7. Взвешенная сумма и функция активации нейрона. Функция единичного скачка. Сигмоидные функции.
8. Перцептрон. Нейрокомпьютеры.
9. Структура ИНС. Гиперпараметры.
10. Глубокие нейронные сети. Глубокое обучение.
11. Сверточные нейронные сети.
12. Обучение ИНС. Метод обратного распространения ошибки.
13. Обучение с учителем.
14. Обучение без учителя.
15. Генеративно-состязательная сеть.
16. Проблема переобучения ИНС. Признаки переобучения.
17. Выделение объектов на изображении методом Виолы-Джонса. Признаки и каскады Хаара.
18. Задачи обработки естественного языка с помощью ИИ.
19. Интеллектуальный агент. Обучение с подкреплением.
20. Алгоритмы поиска пути в лабиринте. Эвристики для поиска кратчайших путей.
21. Современные сервисы, в том числе экспериментальные, основанные на технологиях ИИ.
22. Открытые наборы данных для машинного обучения.

23. Командная оболочка для интерактивных вычислений Jupyter Notebook.
24. Машинное обучение на CPU и GPU. Облачные сервисы для экспериментов с машинным обучением.
25. Конструирование и обучение ИНС с помощью библиотеки Keras. Оценка качества обучения ИНС.
26. Методы кластеризации данных. Кластеризация данных с помощью библиотеки Scikit-Learn.
27. Технология оптического распознавания символов. Распознавание текста на изображениях с помощью Tesseract.
28. Предварительная обработка изображений для повышения качества распознавания образов. Предобработка с помощью библиотеки OpenCV.
29. Распознавание образов на фотографиях с помощью каскадов Хаара средствами библиотеки OpenCV.
30. Модуль DNN библиотеки OpenCV.
31. Поиск объектов на изображении по цвету и выделение контуров с помощью библиотеки OpenCV.
32. Распознавание объектов в реальном времени с использованием библиотеки OpenCV. Работа с веб-камерой и видеофайлами. Графические функции.
33. Средства распознавания эмоций.
34. Распознавание ключевых точек лица на изображениях. Применение библиотеки Dlib для распознавания опорных точек.
35. Отслеживание движения произвольного объекта (трекинг). Реализация трекинга с помощью библиотек Dlib и OpenCV.
36. Поиск и классификация объектов на изображениях. Разметка данных. Наборы данных COCO, ImageNet.
37. Поиск и классификация объектов на изображениях с помощью библиотеки ImageAI.
38. Обработка естественного языка (NLP). Python-библиотеки для обработки естественного языка. Предобработка текста: токенизация, удаление стоп-слов, стемминг, лемматизация, векторизация. Косинусное сходство.
39. Библиотеки для распознавания и синтеза речи для языка Python 3.
40. Реализация поиска пути в лабиринте с помощью Python-библиотеки Pathfinding. Волновой алгоритм поиска пути.