

Научная статья

УДК 372.862

DOI: 10.21209/2658-7114-2024-19-3-17-26

**Формирование умений бакалавров в области машинного обучения
и интеллектуального анализа данных**

Марина Вадимовна Лапенок¹, Лидия Геннадьевна Шестакова²

¹ *Уральский государственный педагогический университет, г. Екатеринбург, Россия*

² *Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Соликамск, Россия*

¹rina_l@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9310-7322>

²shestakowa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6823-4511>

В статье представлено содержание учебных дисциплин «Практикум по программированию на Python» и «Основы искусственного интеллекта», входящих в модуль «Анализ данных. Машинное обучение. Искусственный интеллект», реализуемый в ряде уральских вузов. Ведущие педагоги отмечают, что при подготовке следующего поколения учителей приоритетом должно стать приобретение опыта применения средств искусственного интеллекта в педагогической деятельности. Целями освоения модуля являются развитие у студентов навыков в области нейросетевого математического моделирования, формирование знаний об основных алгоритмах анализа данных, развитие умений визуализации и интерпретации данных для решения прикладных задач с использованием технологий объектно-ориентированного программирования и технологий искусственных нейронных сетей. В рамках проектной деятельности студенты приобретают опыт интеллектуального анализа данных, выполняя исследовательские проекты (например, проект по сравнительной оценке эффективности алгоритмов обучения многослойного персептрона, таких как алгоритм обратного распространения ошибки и генетический алгоритм) и прикладные проекты (например, по разработке нейросетевой системы прогнозирования успешности исследовательской работы школьников; по разработке нейросетевой системы прогнозирования посещаемости студентами учебных занятий на основе учёта их личностных качеств, целевых установок обучения, расписания занятий). В УрГПУ разработаны программные комплексы на языке Python, реализующие представленные нейросетевые прогностические системы. Учебно-методические материалы по дисциплинам модуля включают видеолекции и презентации к ним, лабораторные работы (в том числе на основе блокнотов GoogleColab), датасеты, наборы тестов, вопросы по теории и практические задания для экзаменов и зачётов. Эффективность разработанной методики обучения подтверждена результатами педагогического эксперимента, на констатирующем, формирующем и контрольном этапах которого приняли участие 30 студентов ПГНИУ, обучающихся по направлению бакалавриата «Прикладная математика и информатика». Развитие модуля предполагает реализацию студентами проектов по освоению базовых алгоритмов машинного зрения с использованием языков программирования Java и Python.

Ключевые слова: нейросетевые технологии, интеллектуальный анализ данных, прогностические системы, машинное обучение, содержание учебной дисциплины

Original article

**Formation of Bachelor`s Skills in the Field of Machine Learning
and Intelligent Data Analysis**

Marina B. Lapenok¹, Lidia G. Shestakova²,

¹*Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia*

²*Perm State University, Solikamsk, Russia*

¹rina_l@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9310-7322>

²shestakowa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6823-4511>

The article presents the content of the educational disciplines “Workshop on Python Programming” and “Fundamentals of Artificial Intelligence”, included in the module “Data Analysis. Machine learning. Artificial Intelligence”, implemented in Ural universities. Modern teachers note that when preparing the next generation of teachers, the priority should be their acquisition of experience in using artificial intelligence tools in teaching. The objectives of mastering the module are developing students’ skills in the field of neural network

mathematical modeling, developing knowledge about basic data analysis algorithms, development of skills in visualization and interpretation of data to solve applied problems using object-oriented programming technologies and artificial neural network technologies. As part of project activities, students gain experience in data mining by completing research projects (for example, a project on comparative assessment of the effectiveness of multilayer perceptron learning algorithms) and applied projects (for example, on the development of a neural network system for predicting the success of schoolchildren's research work; on the development of a neural network system for predicting student attendance training sessions). At USPU, software systems have been developed in Python that implement the presented neural network prognostic systems. Educational and methodological materials for the disciplines of the module include video lectures and presentations for them, laboratory work (including those based on GoogleColab notebooks), datasets, test sets, theory questions and practical tasks for exams and tests. The effectiveness of the developed teaching methodology is confirmed by the results of a pedagogical experiment.

Keywords: neural network technologies, data mining, predictive systems, machine learning, content of the academic discipline

Введение. Одним из востребованных навыков будущего является высокий уровень владения инструментами искусственного интеллекта (ИИ). Профессор В. А. Садовничий, анализируя влияние человеческого фактора на производительность труда в эпоху цифровой экономики, приходит к выводу, что основной движущей силой цифровой экономики станет симбиоз «человек плюс искусственный интеллект», который повсеместно и эффективно работает под руководством человека [1, с. 57].

Уже сейчас, в условиях взрывного роста технологий искусственного интеллекта, ощущается нехватка специалистов, способных заниматься разработками и исследованиями в области искусственного интеллекта, а также преподавателей, способных обучать таких специалистов. Различные страны предпринимают шаги по привлечению талантов в области ИИ, поскольку они сталкиваются с острой конкуренцией. Цифровизация образования и использование искусственного интеллекта – это не только оснащение классов компьютерами, интерактивными досками, планшетами, высокоскоростным интернетом и т. д.

Образовательные системы на базе искусственного интеллекта используются для анализа динамики занятий и вовлечённости учащихся с целью достижения устойчивых результатов обучения [2, с. 251]. Новые технологии требуют подготовки специалистов, умеющих умело работать с образовательными ИИ-технологиями. Сейчас доступны программы высшего образования, обучающие ставить задачи, отвечающие потребностям высокотехнологичной цифровой экономики, и решать их с помощью средств ИИ. По мнению М. Сайкиной, эксперта Российской ассоциации электронных коммуникаций, «обучение компетенциям, связанным с искусственным интеллектом, сегодня очень

востребовано. Нехватка специалистов в этой области – признанная проблема, которая не будет решена в ближайшие годы. Наличие компетенций в области работы с ИИ обеспечивает конкурентные преимущества на рынке труда по широкому кругу специальностей, что делает целесообразным включение их в программы по различным направлениям подготовки» [3, с. 24].

Согласно исследованию Е. Ф. Мазанюк, многие учреждения включают в свои образовательные программы курсы по изучению искусственного интеллекта, разработке и продвижению его возможностей. Анализ тенденций применения технологий искусственного интеллекта в образовательной сфере даёт основания считать наиболее перспективными для сферы школьного образования такие направления, как формулирование и решение задач; осуществление поиска, обработки информации; машинное обучение (применение в образовательном пространстве чат-ботов для консультирования, тестирования и проектирования индивидуальных образовательных маршрутов) [4, с. 206].

Профессор Л. Л. Босова отмечает, что «ИИ становится сегодня новым средством обучения, которое необходимо освоить и использовать в работе. Это то, что мы должны сделать приоритетом при подготовке следующего поколения учителей» [5]. Директор направления «Развитие человека на основе данных» СберУниверситета А. Комиссаров утверждает, что современный преподаватель должен развивать технические компетенции и обогащать своё портфолио навыками, необходимыми для уверенной навигации в сферах Data Science, анализа данных и использования ИИ [6].

М. Рахман указывает на необходимость развития у специалистов социальной и образовательной сферы навыков анализа

структурированных и неструктурированных данных, поскольку для принятия правильного решения следует использовать большой объём данных, генерируемых на различных платформах социальных сетей в виде текста, изображений, аудио, GIF-файлов, видео, блогов и др. [7, с. 482]. О. С. Андреева предлагает оценивать способности студентов анализировать результаты эксперимента по результатам успешности их практико-ориентированной деятельности: выполнения кейсов, научных проектов, курсовых работ [8, с. 42]. Как отмечает Н. Ю. Данилова, формирование аналитических способностей включено в ФГОС высшего образования по педагогическим направлениям подготовки [9, с. 465].

Ряд исследователей отмечает вероятные негативные эффекты от внедрения ИИ в образование. Так, Л. Бай, Х. Лиу, Дж. Су утверждают, что чрезмерное использование нейросетей сводит общение между преподавателями и учениками к минимуму. А между тем дискуссии со сверстниками и учителями позволяют глубже разобраться с материалом, выработать своё отношение к тем или иным фактам [10, с. 32]. Однако большинство авторов (У. Холмс, Ч. Фейдл и др.) не считают, что технологии ИИ в будущем полностью заменят учителей, поскольку роль учителя продолжит развиваться и трансформируется так, что учителя будут эффективнее тратить своё время на задачи, где действительно важен их опыт [11, с. 122].

Методы исследования. В исследовании использовались анализ теории и практики работы в области обучения программированию, машинному и глубокому обучению, синтез и моделирование, опытная работа. Педагогический эксперимент был организован на базе СГПИ филиала ПГНИУ в 2022–2024 гг., включал констатирующий, формирующий и контрольный этапы. Приняло участие 30 студентов, обучающихся по направлению бакалавриата «Прикладная математика и информатика».

Результаты исследования. Модуль учебных дисциплин «Анализ данных. Машинное обучение. Искусственный интеллект». Интеллектуальное моделирование реализуется в основном на основе разработки и использования многослойных нейронных сетей, позволяющих моделировать линейное и нелинейное поведение сложных систем в нечётких условиях. Моделирование

основано на системном анализе существенных (в контексте исследования) элементов предметной области, связей между ними, а также на синтезе блоков преобразования информации, представленных в виде ориентированных графов.

Типичными педагогическими задачами (в контексте разработки модели интеллектуальной сети) являются обучение, классификация, прогнозирование и принятие решений. В педагогике нейронные сети разрабатываются для реализации систем адаптивного обучения (подкрепляющее [12, с. 170] / индивидуальное [13, с. 190]); категоризации (учащихся / педагогических проблем); разработки индивидуальных рекомендаций (по питанию / физической активности / расписанию занятий / ритму тренировочной нагрузки с учётом предпочтений и психофизиологических особенностей здоровья); прогнозирования успешности деятельности (учебно-познавательной / проектной); диагностики учебных достижений учащихся.

В ряде уральских вузов (Уральский государственный педагогический университет, Соликамский филиал Пермского государственного национального исследовательского университета, Уральский федеральный университет) реализован модуль учебных дисциплин «Анализ данных. Машинное обучение. Искусственный интеллект», целями которого являются формирование представлений о возможностях и ограничениях основных методов обработки и анализа больших данных; развитие умений визуализации и интерпретации данных для решения прикладных задач с использованием технологий объектно-ориентированного программирования, освоение методов анализа данных и технологии искусственных нейронных сетей.

Данный модуль реализован учебными курсами «Практикум по программированию на Python» и «Основы искусственного интеллекта» для бакалавров по направлениям обучения «Прикладная математика и информатика» и «Педагогическое образование».

Содержание учебной дисциплины «Практикум по программированию на Python». Целевыми результатами освоения студентами дисциплины «Практикум по программированию на Python» являются: знание теоретических основ методов анализа данных; базовых алгоритмов анализа данных на Python; типов задач, решаемых с помощью таких методов; современных технологий ма-

шинного обучения, а также умение представлять и интерпретировать результаты анализа данных для решения прикладных задач.

Исходя из целей и ожидаемых результатов обучения выделено содержание лабораторных работ по дисциплине «Практикум по программированию на языке Python» (рис. 1).

Содержание учебной дисциплины «Основы искусственного интеллекта». При отборе содержания учебной дисциплины «Основы искусственного интеллекта», представленного на рис. 2, преследовались следующие цели: формирование понятийного аппарата в области нейросетевых технологий; развитие навыков в области нейросетевого математического моделирования предметных областей в соответствии с решаемыми прикладными задачами; накопление опыта реализации этапов интеллектуального анализа данных (этапов формализации задачи; генерирования обучающих / тестовых примеров; первоначального проектирования структуры нейронной сети; обучения нейронной сети; тестирования и оптимизации нейронной сети; исследования предметной области).

ющие цели: формирование понятийного аппарата в области нейросетевых технологий; развитие навыков в области нейросетевого математического моделирования предметных областей в соответствии с решаемыми прикладными задачами; накопление опыта реализации этапов интеллектуального анализа данных (этапов формализации задачи; генерирования обучающих / тестовых примеров; первоначального проектирования структуры нейронной сети; обучения нейронной сети; тестирования и оптимизации нейронной сети; исследования предметной области).

Библиотеки для работы с данными в Python	<ul style="list-style-type: none"> •Google.colab.files, Pandas для работы с табличными данными •Seaborn для визуализации и Sklearn для интерпретации результатов •Numpy для операций линейной алгебры и других матем. операций •Matplotlib для визуализации данных на Python •пакеты для машинного обучения на Python: scikit-learn, xgboost, catboost
Методы разведывательного анализа данных на Python	<ul style="list-style-type: none"> •выделение категориальных и числовых данных •заполнение/удаление пропусков, визуализация данных на Python •выделение признаков зависимости параметров друг от друга ил получение/преобразование новых признаков
Методы предварительной обработки данных на Python	<ul style="list-style-type: none"> •нормализация, стандартизация, нелинейное преобразование •удаление аномалий и связанных признаков •корреляция числовых признаков, приведение категориальных признаков к числовым, кодирование многозначных признаков
Реализация алгоритма линейной регрессии на Python	<ul style="list-style-type: none"> •выделение из DataFrame числовых столбцов и целевого параметра для задачи регрессии, разбиение данных на тренировочные и тестовые •определение функции потерь регрессии, градиента •реализация обучения методом градиентного спуска •тестирование обучения с визуализацией функции потерь
Реализация алгоритма логистической регрессии на Python	<ul style="list-style-type: none"> •выделение из DataFrame целевого параметра для задачи классификации •определение сигмовидной активационной функции для вычисления вероятности принадлежности экземпляра данных одному из классов •определение функции потерь для результата сравнения принадлежности экземпляра данных одному из классов •реализация обучения методом градиентного спуска •тестирование обучения с визуализацией функции потерь
Удаление шумов, помех или других нерегулярных значений посредством алгоритма метода главных компонент	<ul style="list-style-type: none"> •вычисление ковариационной матрицы для набора данных •выделение собственного подпространства; преобразование данных
Кластеризация методом k-средних	<ul style="list-style-type: none"> •выбор k случайных центроидов и расчёт вектора расстояний •формирование кластеров и новых значений центроидов •визуализация многомерных данных, итерационный повтор формирования новых значений центроидов

Рис. 1. Содержание лабораторных работ по дисциплине «Практикум по программированию на Python»
Fig. 1. Content of laboratory work in the discipline "Workshop in Python Programming"

Теоретический материал	<ul style="list-style-type: none"> • Математический нейрон с различными активационными функциями • Структура персептронов для решения классических учебных задач • Алгоритмы обучения однослойного и многослойного персептронов • Моделирование последовательных данных на основе рекуррентных нейросетей • Моделирование ассоциативных запоминающих устройств на основе сети Хопфилда • Кластеризация входных векторов на основе слоя Кохонена • Распознавание/ классификация образов на основе свёрточных нейросетей
Лабораторный практикум	<ul style="list-style-type: none"> • Решение задач машинного обучения с использованием методов регрессионного и кластерного анализа • Решение задач распознавания образов с использованием Python - программ в среде Google Collaboratory • Освоение сервиса визуализации и анализа данных от Yandex Cloud и Loginom
Проектная деятельность по разработке Python-программ	<ul style="list-style-type: none"> • Исследование /сравнение эффективности алгоритма обратного распространения ошибки и генетического алгоритма • Разработка нейросетевых прогностических систем: <ul style="list-style-type: none"> • прогнозирования посещаемости занятий студентами • прогнозирования успешности результатов проектной деятельности школьников • прогнозирования способности к научной деятельности, бизнесу, спорту высоких достижений и др.

Рис. 2. Содержание дисциплины «Основы искусственного интеллекта»
Fig. 2. Content of the discipline “Fundamentals of Artificial Intelligence”

Проектная деятельность студентов направлена на развитие опыта создания компьютерных программ для решения исследовательских и прикладных задач.

Примером исследовательского проекта является задача по исследованию и сравнительной оценке эффективности двух алгоритмов обучения многослойного персептрона: алгоритма обратного распространения ошибки и генетического алгоритма. В ходе реализации данного проекта студенты получают задание разработать программы на Python, реализующие заданные алгоритмы, исполнить разработанные программы на индивидуально подготовленном наборе данных, затем сравнить результаты работы обеих программ (число итераций, необходимое для достижения приемлемого значения среднеквадратической ошибки функции потерь).

Примеры прикладных проектов:

– разработка нейросетевой системы прогнозирования успешности работы школьников над исследовательскими проектами и

выработка рекомендаций по подбору проектных заданий [14, с. 152];

– разработка нейросетевой системы прогнозирования посещаемости студентами учебных занятий на основе учёта их личностных качеств, целевых установок обучения, расписания занятий [15, с. 356];

– прогнозирование (и выработка рекомендаций по развитию) способностей человека к определённому виду деятельности (бизнесу, спорту высоких достижений, научной деятельности и т. п.) на основе модели человеческой деятельности.

Реализацию прикладных проектов студенты начинают с формирования для соответствующей педагогической задачи входного вектора X и выходного вектора Y .

Координатами вектора X могут быть сведения о текущей успеваемости обучающегося; о сфере его научных интересов (выявленных на основе информации о посещении факультативных дисциплин или участия в олимпиадах); о его способности либо неспособности противостоять слабостям; об

ответственности (или безответственности) обучающегося по отношению к выполнению общественных поручений; о его психотипе (свидетельствующем о склонности к индивидуальной или коллективной учебной работе) и темпераменте; об оценивании обучающимся значимости собственного времени в аспекте временных затрат на транспорт и другие характеристики, позволяющие оценить личностные качества обучающегося, которые позволят ему справиться с ожидаемым объёмом аналитической/экспериментальной работы и повлияют на решение посещать (или пропустить) учебные занятия.

В выходном векторе Y должны быть закодированы возможные результаты соответствующей педагогической задачи. Для задачи прогнозирования успешности проектной работы школьников выходной вектор нейронной сети Y будет состоять из множества оценок. Для задачи прогнозирования посещаемости занятий выходной вектор Y должен кодировать результаты посещаемости опрошенными студентами учебных занятий, взятые из журналов учебного отдела (рис. 3).

Поисковая работа по формированию обучающих примеров для нейронной сети выполняется студентами в школе или вузе. Каждый обучающий пример включает в себя пару векторов (X и D), где X – входной вектор, а D – вектор эталонных ответов нейронной сети. Затем студенты разрабатывают Python-программы для обучения и тестирования нейросети, а также удобный пользовательский интерфейс.

Опытно-экспериментальная работа. Организована со студентами УрГПУ и СГПИ филиала ПГНИУ. Всего 30 чел. Работа проводилась в 2022–2024 гг.

Этапы: констатирующий (выявление первоначального уровня сформированности выделенных характеристик); формирующий (организация обучения студентов модулю «Анализ данных. Машинное обучение. Искусственный интеллект»); контрольный (выявление конечного уровня сформированности выделенных характеристик).

В модуле «Анализ данных. Машинное обучение. Искусственный интеллект» дисциплины «Практикум по программированию на языке Python» и «Основы искусственного

интеллекта» осваивались студентами последовательно.

В качестве критериев оценки успешности освоения модуля выделены знания и умения студентов (табл. 1), которые оценивались баллами в диапазоне 0–3. Показатели для выставления баллов следующие:

– 0 баллов: характеристика (знания / умения) не демонстрируется или практически не демонстрируется;

– 1 балл: характеристика демонстрируется на базовом уровне, при этом студент может допускать ошибки и неточности; студент в основном действует по образцу, алгоритму, уровень самостоятельности студента низкий;

– 2 балла: характеристика в основном демонстрируется; студент уверенно применяет знания / умения в знакомых ситуациях; могут быть негрубые ошибки или неточности, которые студент исправляет сам; самостоятельность студента средняя;

– 3 балла: характеристика демонстрируется в полном объёме; студент применяет знания / умения в новых ситуациях; проявляет интерес к получению дополнительных знаний, экспериментирует с новыми заданиями; самостоятельность студента высокая.

Для обобщения результатов полученные студентом баллы суммировались (максимально можно набрать 21 балл). Студенты на констатирующем и контрольном этапах распределялись по уровням: неудовлетворительный (набрано менее 7 баллов); удовлетворительный (набрано от 7 до 10 баллов); хороший (набрано от 11 до 17 баллов); высокий (набрано от 18 до 21 баллов). Результаты констатирующего и контрольного этапов оценки успешности освоения модуля «Анализ данных. Машинное обучение. Искусственный интеллект» представлены в табл. 2 и на рис. 4.

Использование критерия Хи-квадрат показывает, что разница между показателями констатирующего и контрольного этапов статистически значима. Значение Хи-квадрат составляет 21,790 (Хи-квадрат критическое 11,345 при уровне значимости $p=0,01$). Связь между факторным и результативным признаками статистически значима при уровне значимости $p<0,01$. Уровень значимости $p<0,001$.

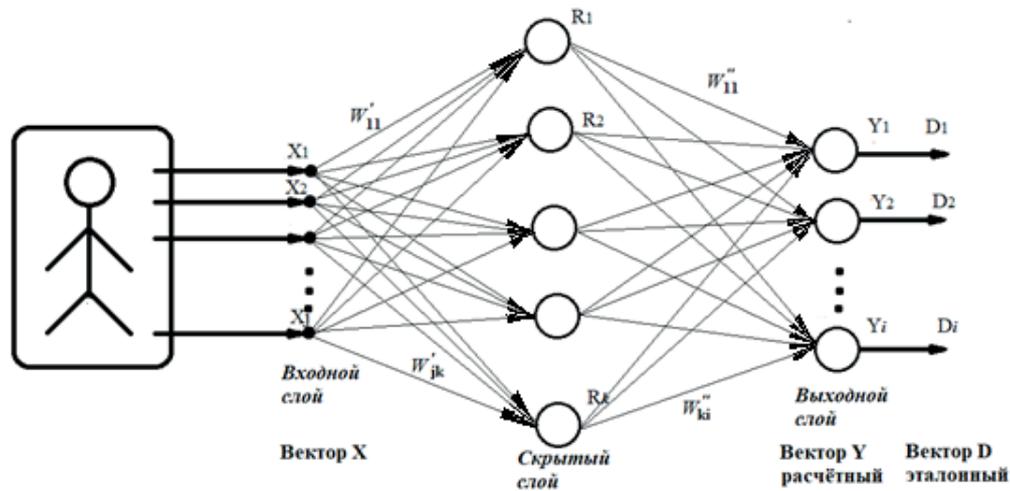


Рис. 3. Схема нейронной сети

Fig. 3. Neural network diagram

Таблица 1

Критерии оценивания успешности освоения модуля

Характеристика	Баллы, от 0 до 3
Знает теоретические основы методов анализа данных; базовые алгоритмы анализа данных на Python	
Знает типы задач, решаемых с использованием таких методов; современные технологии машинного обучения	
Умеет использовать методы анализа данных и базовые алгоритмы анализа данных на Python для решения профессиональных задач	
Умеет представлять и интерпретировать результаты анализа данных на Python для решения профессиональных задач	
Знает базовую терминологию и основной теоретический материал в области искусственного интеллекта	
Знает способы выполнения и ожидаемые результаты этапов интеллектуального анализа данных (постановки / формализации задачи; формирования обучающих / тестовых примеров; первоначального проектирования структуры нейросети; обучения нейросети; проверки и оптимизации нейросети; исследования предметной области)	
Умеет решать профессиональные задачи с использованием систем искусственного интеллекта	

Таблица 2

Результаты констатирующего и контрольного этапов оценки успешности освоения модуля

Уровень	Констатирующий этап		Контрольный этап	
	Кол-во, чел.	Доля, %	Кол-во, чел.	Доля, %
Неудовлетворительный	6	20	0	0
Удовлетворительный	20	67	9	30
Хороший	3	10	14	47
Высокий	1	3	7	23
Сумма	30		30	

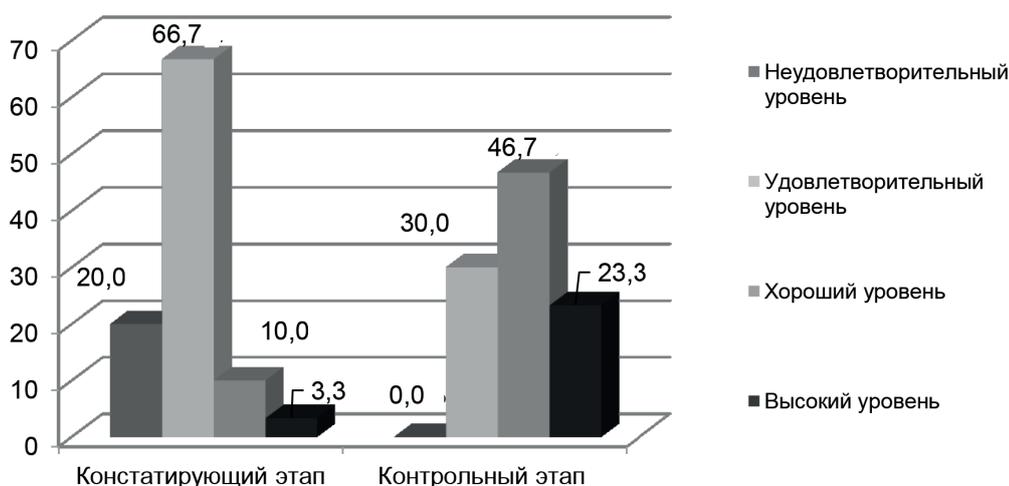


Рис. 4. Распределение студентов по уровням освоения модуля, %

Fig. 4. Distribution of students by module mastery level, %

Обсуждение результатов исследования. Апробация модуля показала, что студенты чаще выбирают исследовательские проекты, чем прикладные. При этом выявлена тенденция использования студентами в проектной деятельности готовых программных решений (заимствованных из интернета) вместо разработки полностью авторских программ на Python. Поэтому в формулировку проектного задания включён пункт, обязывающий проводить анализ результатов работы алгоритмов / компьютерных программ на индивидуально подобранных студентами датасетах, что обеспечит глубокое изучение и корректное применение студентами классических алгоритмов обучения нейросетей.

При работе над прикладными педагогическими проектами, связанными с функционированием школы, студенты столкнулись с трудностями при поиске данных и накоплении обучающих примеров, так как данные по результатам анкетирования школьников, а также данные об их учебных достижениях являются закрытыми. Поэтому при выборе прикладных педагогических проектов студенты отдавали предпочтение проектам, связанным с функционированием вузов.

Заключение. Разработаны учебно-методические материалы по дисциплинам модуля, включающие видеолекции и презентации

к ним, лабораторные работы (в том числе на основе блокнотов GoogleColab), датасеты, наборы тестов, вопросы по теории и практические задания для экзаменов и зачётов. Эффективность разработанной методики освоения модуля «Анализ данных. Машинное обучение. Искусственный интеллект» подтверждена результатами педагогического эксперимента.

В УрГПУ в рамках проектной деятельности студентов разработаны программные комплексы на языке Python, реализующие нейросетевые прогностические системы, позволяющие решать педагогические задачи. Исследование предметной области реализуется посредством изменения некоторых входных параметров прогностической системы и наблюдения за соответствующими изменениями значений выходного вектора.

Это позволяет выявлять закономерности предметной области и решать задачи прогнозирования свойств моделируемого объекта и его оптимизации. Развитие содержания модуля предполагает реализацию студентами исследовательских проектов, направленных на изучение основных теоретических аспектов машинного зрения, а также прикладных проектов по освоению базовых алгоритмов машинного зрения с использованием языков программирования Java и Python.

Список литературы

1. Акаев А. А., Садовничий В. А. Человеческий фактор как определяющий фактор производительности труда в эпоху цифровой экономики // Проблемы прогнозирования. 2021. № 1. С. 56–58.

2. Бхаттачарья М., Кумбс С. Предложение инновационной модели оценки, основанной на дизайне, для интеллектуальных технологий интеллектуального обучения // Умные инновации, системы и технологии. 2018. Т. 99. С. 249–258.
3. Влияние искусственного интеллекта на образование / К. Казарян [и др.]. М.: АНО «Цифровая экономика», 2024. 88 с.
4. Мазанюк Е. Ф. Применение искусственного интеллекта в школах РФ: перспективы и неоднозначные последствия // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 79-4. С. 205–208.
5. Босова Л. Л., Самылкина Н. Н. Современная информатика: от робототехники к искусственному интеллекту // Информатика в школе. 2018. № 8. С. 2–5.
6. Комиссаров А. ИИ в образовании: что технологии могут сделать сейчас? Текст: электронный // Университет Сбера. 2022. № 4. URL: https://sberuniversity.ru/upload/iblock/09f/85v0n3to7fvy3awqz3p1lboeq0sk464r/EduTech_49_web.pdf (дата обращения: 02.05.2024).
7. Рахман М., Реза Х. Аналитика больших данных в социальных сетях: исследование тройного Т (типы, методы и таксономия) // Достижения в области интеллектуальных систем и вычислений. 2021. Т. 1346. С. 479–487.
8. Андреева О. С., Селиванова О. А., Васильева И. В. Комплексная диагностика компонентов исследовательской компетентности студентов педагогических направлений подготовки // Образование и наука. 2019. Т. 21, № 1. С. 37–58.
9. Данилова Н. Ю. Совершенствование аналитической деятельности студентов – будущих педагогов // Вестник Ленинградского государственного университета. 2021. № 2. С. 461–471.
10. Бай Л., Лю К., Су Дж. ChatGPT: когнитивное влияние на обучение и память // Brain-X. 2023. Т. 1, № 3. С. 29–33.
11. Холмс У., Бялик М., Фейдл Ч. Искусственный интеллект в образовании. М.: Альпина PRO, 2022. 303 с.
12. Аусин М., Азизсолтани Х., Барнс Т. Использование глубокого обучения с подкреплением для внедрения педагогической политики в интеллектуальной системе обучения // Proceedings of the 12th International Conference on Educational Data Mining (EDM 2019). Montreal: Springer, 2019. P. 168–177.
13. Каро М. Ф., Хосюла Д. П., Хименес Х. А. Многоуровневая педагогическая модель персонализации педагогических стратегий в интеллектуальных обучающих системах // Дупа. 2015. Т. 82. С. 185–193.
14. Лапенюк М. В., Тагильцева Н. Г. Нейросетевые прогностические системы для исследования и решения педагогических задач // Педагогическая информатика. 2019. № 3. С. 145–155.
15. Лапенюк М. В., Лозинская А. М., Лихачева В. С. Когнитивные проблемы интеллектуального моделирования педагогических задач // Proceedings of the 18th International Conference on Information Technology-New Generations (10–14 April 2021). Las Vegas: Springer International Publishing, 2021. Vol. 1346. P. 355–359.

Информация об авторах

Лапенюк Марина Вадимовна, доктор педагогических наук, доцент, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; rina_l@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9310-7322>.

Шестакова Лидия Геннадьевна, кандидат педагогических наук, доцент, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15; shestakowa@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6823-4511>.

Вклад авторов

Лапенюк М. В. – основной автор, разработка содержания учебных курсов «Практикум по программированию на Python» и «Основы искусственного интеллекта».

Шестакова Л. Г. – анализ научной литературы, проведение педагогического эксперимента.

Для цитирования

Лапенюк М. В., Шестакова Л. Г. Формирование умений бакалавров в области машинного обучения и интеллектуального анализа данных // Учёные записки Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 19, № 3. С. 17–26. DOI: 10.21209/2658-7114-2024-19-3-17-26.

Статья поступила в редакцию 10.05.2024; одобрена после рецензирования 15.06.2024; принята к публикации 17.06.2024.

References

1. Akaev, A., Sadovnichy, V. The human factor as a determining factor of labor productivity in the era of the digital economy. *Forecasting problems*, no. 1, pp. 56–58, 2021. (In Rus.)
2. Bhattacharya, M., Coombs, S. Proposing an Innovative Design-Based Evaluation Model for Intelligent Smart Learning Technologies. *Smart Innovations, Systems and Technologies*, vol. 99, pp. 249–258, 2018. (In Eng.)
3. The influence of artificial intelligence on education. Moscow: Publisher: ANO “Digital Economy”, 2024. (In Rus.)
4. Mazanyuk, E. F. The use of artificial intelligence in schools of the Russian Federation: prospects and ambiguous consequences. *Problems of modern teacher education*, no. 79-4, pp. 205–208, 2023. (In Rus.)
5. Bosova, L., Samylkina, N. Modern computer science: from robotics to artificial intelligence. *Computer science at school*, no. 1, pp. 2–5, 2018. (In Rus.)
6. Komissarov, A. AI in education: what can technology do now? Sber University, no. 4, 2022. Web. 02.05.2024. https://sberuniversity.ru/upload/iblock/09f/85v0n3to7fvy3awqz3p1lboeq0sk464r/EduTech_49_web.pdf. (In Rus.)
7. Rahman, M., Reza, H. Social Media Big Data Analytics: A Triple T Study (Types, Methods and Taxonomy). *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1346, pp. 479–487, 2021. (In Eng.)
8. Andreeva, O. S., Selivanova, O. A., Vasil'eva, I. V. Complex diagnostics of the components of research competence of students in pedagogical areas of training. *Education and science*, no. 1, pp. 37–58, 2019. (In Rus.)
9. Danilova, N. Yu. Improving the analytical activity of students – future teachers. *Bulletin of Leningrad State University*, vol. 2, pp. 461–471, 2021. (In Rus.)
10. Bai L., Liu K., Su J. ChatGPT: Cognitive influence on learning and memory. *Brain-X*, no. 3, pp. 29–33, 2023. (In Eng.)
11. Holmes, W., Bialik, M., Feidl, C. Artificial intelligence in education. Alpina PRO Publishing House, 2022. (In Eng.)
12. Ausin, M., Azizoltani, H., Barnes, T., Leveraging Deep Reinforcement Learning for Pedagogical Policy Induction in an Intelligent Tutoring System. *Proceedings of the 12th International Conference on Educational Data Mining*. Montreal, 2019: 168–177. (In Eng.)
13. Caro, M. F., Hosityula, D. P., Jimenez, J. A. Multilevel pedagogical model of personalization of pedagogical strategies in intelligent learning systems. *Dyna*. Medellin, Colombia, vol. 82, pp. 185–193, 2015. (In Eng.)
14. Lепенок, М. В., Tagiltseva N. G. Neural network predictive systems for research and solution of pedagogical problems. *Pedagogical informatics*, no. 3, pp. 145–155, 2019. (In Rus.)
15. Lепенок, М. В., Lozinskaya, A. D., Likhacheva, V. S. Cognitive Issues in Intelligent Modeling of Pedagogical Task. *Proceedings of the 18th International Conference on Information Technology-New Generations*, Las Vegas. (10–14 April 2021.) Vol. 1346. Las Vegas: Springer International Publishing: 355–359. (In Eng.)

Information about authors

Lепенок Марина В., Doctor of Pedagogy, Assistant Professor, Ural State Pedagogical University; 26 Kosmonavtov Ave., Yekaterinburg, 620091, Russia; rina_l@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9310-7322>.

Шестакова Лидия Г., Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Perm State National Research University; 15 Bukireva st., Perm, 614068, Russia; shestakowa@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6823-4511>.

Contribution of authors to the article

Lепенок М. В. – main author, development of the content of the training courses “Workshop on Python Programming” and “Fundamentals of Artificial Intelligence”.

Шестакова Л. Г. – analysis of scientific literature, implementation of the pedagogical experiment.

For citation

Lепенок М. В., Шестакова Л. Г. Formation of Bachelor’s Skills in the Field of Machine Learning and Intelligent Data Analysis // *Scholarly Notes of Transbaikal State University*. 2024. Vol. 19, no. 3. P. 17–26. DOI: 10.21209/2658-7114-2024-19-3-17-26.

**Received: May 10 2024; approved after reviewing June 15 2024;
accepted for publication June 17 2024.**