



ОБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ TEACHING COMPUTER SCIENCE

DOI 10.22363/2312-8631-2021-18-3-227-237

УДК 373

Научная статья / Research article

Формирование содержательных модулей для обучения искусственному интеллекту в основной школе

И.В. Левченко  , П.А. Меренкова

Московский городской педагогический университет,
Российская Федерация, 127521, Москва, ул. Шереметьевская, д. 28

 levchenkoiv@mgpu.ru

Аннотация. *Проблема и цель.* Рассматривается проблема недостаточного содержательного обеспечения подготовки учащихся основной школы в области искусственного интеллекта (ИИ). Выявляются и описываются базовые дидактические элементы внутри содержательных модулей, а также устанавливаются внутрипредметные и межпредметные связи, реализуемые в ходе обучения элементам ИИ в основной школе. *Методология.* Использовался комплекс методов: анализ международного опыта (США, Китай, Англия, Германия, Израиль, Россия); анализ документов, определяющих требования к реализации основных образовательных программ; анализ учебников; исследование готовых программных решений, применимых в процессе обучения основам ИИ учащихся основной школы; рефлексия содержания полученного знания. *Результаты.* Определены возможности обучения в области ИИ учащихся, начиная с 5 класса, вне зависимости от наличия учебных часов, выделенных на обязательное обучение информатике, благодаря вариативности общего образования. Анализ учебников по информатике для основной школы показал, что обучение основам ИИ необходимо реализовывать с учетом внутрипредметных связей с информатикой. Такой подход позволит осуществить поддерживающую, расширяющую или пропедевтическую функции обучения элементам ИИ по отношению к основному курсу информатики. В процессе формирования содержательных модулей обучения элементам ИИ учащихся основной школы, начиная с 5 класса, были выделены дидактические элементы, освоение которых необходимо организовывать с учетом межпредметных связей с общеобразовательными дисциплинами. Содержание учебного материала в области ИИ должно осваиваться через наиболее целесообразные виды деятельности в контексте системно-деятельностного подхода, что позволит формировать личностно значимые знания и умения учащихся, развивать их творческие способности. *Заключение.* Обоснована целесообразность обучения элементам ИИ учащихся основной школы, начиная с 5 класса. Определены различные варианты включения в программу основной школы вопросов, связанных с основами ИИ, с учетом существующего опыта обучения школьников в области информатики.

Ключевые слова: искусственный интеллект, методика обучения информатике, межпредметные связи, внутрипредметные связи, дидактические элементы

© Левченко И.В., Меренкова П.А., 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

История статьи: поступила в редакцию 12 марта 2021 г.; принята к публикации 23 апреля 2021 г.

Для цитирования: Левченко И.В., Меренкова П.А. Формирование содержательных модулей для обучения искусственному интеллекту в основной школе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2021. Т. 18. № 3. С. 227–237. <http://dx.doi.org/10.22363/2312-8631-2021-18-3-227-237>

Formation of content modules for teaching artificial intelligence in the basic school

Irina V. Levchenko  , Polina A. Merenkova

*Moscow City University,
28 Sheremetyevskaya St, Moscow, 127521, Russian Federation*

 levchenkoiv@mgpu.ru

Abstract. *Problem and goal.* The problem of insufficient substantive provision of training of primary school students in the field of artificial intelligence (AI) is considered. The goal is to identify and describe the basic didactic elements within the content modules, as well as to identify the intrasubject and intersubject connections that are realized in the course of teaching the elements of AI in the main school. *Methodology.* A set of methods was used: analysis of international experience (USA, China, England, Germany, Israel, Russia); analysis of documents defining requirements for the implementation of basic educational programs; analysis of textbooks; research of ready-made software solutions applicable in the process of teaching the basics of AI to primary school students; reflection of the content of the knowledge gained. *Results.* The study made it possible to identify learning opportunities in the field of AI for students starting from grade 5, regardless of the availability of teaching hours allocated for compulsory informatics education, due to the variability of general education. An analysis of informatics textbooks for basic school showed that teaching the basics of AI should be implemented taking into account intrasubject connections with informatics. This approach will make it possible to carry out a supporting, expanding or propaedeutic function of teaching AI elements in relation to the main course of informatics. In the process of forming meaningful modules for teaching the elements of AI to primary school students, starting from grade 5, didactic elements were identified, the development of which must be organized taking into account interdisciplinary connections with general education disciplines. The content of educational material in the field of AI should be mastered through the most expedient types of activity in the context of the system-activity approach, which will allow to form personally significant knowledge and skills of students, to develop their creative abilities. *Conclusion.* The results of the study made it possible to substantiate the expediency of teaching the elements of AI to primary school students, starting from grade 5. Various options for including in the basic school curriculum issues related to the basics of AI, taking into account the existing experience of teaching schoolchildren in the field of informatics, were identified.

Keywords: artificial intelligence, methods of teaching informatics, intersubject connections, intrasubject connections, didactic elements

Article history: received 12 March 2021; accepted 23 April 2021.

For citation: Levchenko IV, Merenkova PA. Formation of content modules for teaching artificial intelligence in the basic school. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2021;18(3):227–237. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.22363/2312-8631-2021-18-3-227-237>

Постановка проблемы. Дидактические элементы, связанные с основами ИИ, не нашли своего отражения в действующих на данный момент образовательных стандартах. Однако в реалиях современного общества, в условиях непрекращающегося развития технологий, среди которых одна из передовых ролей отведена технологии ИИ, невозможно игнорировать данную предметную область информатики. В то же время выявлена проблема недостаточного содержательного обеспечения подготовки учащихся основной школы в области ИИ. Разрабатываемое содержание должно быть адаптировано под возраст учащихся основной школы, а также позволить развить теоретические знания и практические умения учащихся по сознательному использованию средств и систем ИИ для решения задач в различных областях деятельности.

Для разрешения выявленной проблемы необходимо отобрать базовые дидактические элементы, а также выявить внутрипредметные и межпредметные связи предлагаемого содержания, чтобы построить модель обучения основам ИИ в рамках основной школы, включающей описание концепции, цели и задач обучения, подходов к обучению и условий реализации такого обучения.

Методы исследования. Был выполнен анализ внедрения ИИ в систему образования школьников в отдельных странах мира, а именно: в США [1], Китае [2], Англии¹, Германии², Израиле [3]. Также был произведен анализ содержания стандартов начального и основного общего образования³, примерных программ начального и основного общего образования⁴, перечня допущенных к использованию учебников⁵.

Анализ учебников по информатике для учащихся 5–6 классов [4; 5], исследование готовых средств и материалов Всероссийского образовательного проекта «Урок Цифры»⁶, AI Experiments with Google⁷, рефлексия в кон-

¹ Google's problem with AI // The Guardian. URL: <https://www.theguardian.com/technology/audio/2019/may/06/googles-problem-with-ai-and-ethics-chips-with-everything-podcast> (accessed: 16.03.2021).

² Official website of the Ministry of Education and Training of North Rhine-Westphalia. 2020. URL: <https://www.schulministerium.nrw.de> (accessed: 16.03.2021).

³ Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 6 октября 2009 г. № 373). URL: https://fgos.ru/LMS/wm/wm_fgos.php?id=nach (дата обращения: 16.03.2021); Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897). URL: https://fgos.ru/LMS/wm/wm_fgos.php?id=osnov (дата обращения: 16.03.2021).

⁴ Примерная основная образовательная программа начального общего образования. URL: <https://fgosreestr.ru/registry/primernaya-osnovnaya-obrazovatel'naya-programma-nachalnogo-obshhego-obrazovaniya-2> (дата обращения: 16.03.2021); Примерная основная образовательная программа основного общего образования. URL: https://fgosreestr.ru/registry/пооп_ооо_06-02-2020 (дата обращения: 16.03.2021).

⁵ Федеральный перечень учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования (Утвержден приказом Минпросвещения России от 20 мая 2020 г. № 254). URL: <https://fpu.edu.ru> (дата обращения: 16.03.2021).

⁶ Всероссийский образовательный проект «Урок Цифры». URL: www.урокцифры.рф (дата обращения: 16.03.2021).

⁷ AI Experiments with Google. URL: <https://experiments.withgoogle.com> (дата обращения: 16.03.2021).

тексте обнаружения возможностей обучения элементам ИИ учащихся основной школы, начиная с 5 класса.

Результаты и обсуждение. *Первый этап исследования* был связан с определением различных возможностей включения в программу основной школы вопросов, связанных с основами ИИ с учетом существующего опыта обучения школьников в области информатики.

Действующий стандарт второго поколения⁸ определяет, что в основной образовательной программе должна содержаться как инвариантная часть, направленная на реализацию стандарта, так и часть вариативная, отражающая специфику образовательной организации, учитывающая интересы и потребности учащихся, а также для реализации индивидуальных образовательных траекторий учащихся с учетом их познавательных интересов.

Проведенное ранее исследование [6] показало, что необходимо и возможно обучать учащихся 9–11 классов в области ИИ. Однако необходимо осуществить поиск путей снижения возраста учащихся основной школы, начинающих изучать элементы ИИ. Так, например, в рамках курса по выбору изучение элементов ИИ может быть предложено уже начиная с 5 класса. При этом обратим внимание на варианты обучения информатике в основной школе не только с 7, но и с 5 класса.

В том случае, когда *информатика вводится* в качестве самостоятельной дисциплины в 5–6 классах, обучение в области ИИ позволит содержательно поддержать курс информатики в 5–6 классах, а также выполнит пропедевтическую функцию по отношению к обязательному курсу информатики, рекомендуемому к изучению в 7–9 классах.

Реализуемое, в таком случае, обучение в области ИИ в 5–6 классах станет подкрепляющим и расширяющим по отношению к учебному содержанию в рамках школьной дисциплины информатики, а также внесет свой вклад в процессы теоретического осмысления, интерпретации и обобщению опыта применения информационных технологий, в формирование таких понятий, как «алгоритм», «система», «объект», «модель» и др.

Второй из рассматриваемых вариантов обучения в области ИИ, начиная с 5 классов предполагает, что *информатика изучается в школе только с 7 класса*. В таком случае реализация обучения в области ИИ позволит организовать пропедевтику будущего курса информатики и даст возможность сформировать первичное представление о дидактических элементах, которые будут изучаться и развиваться в курсе информатики 7–9 классов [7]. Рассматривая укрупненные разделы, выделяемые авторами учебников по информатике для 7–9 классов [8], можно отметить наиболее показательные примеры таких дидактических элементов:

⁸ Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 6 октября 2009 г. № 373). URL: https://fgos.ru/LMS/wm/wm_fgos.php?id=nach (дата обращения: 16.03.2021); Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897). URL: https://fgos.ru/LMS/wm/wm_fgos.php?id=osnov (дата обращения: 16.03.2021).

1) раздел «Введение в информатику»: информация и информационный процесс, естественные и формальные языки, кодирование информации;

2) раздел «Алгоритмы и начала программирования»: алгоритм, программа, язык программирования;

3) раздел «Информационные и коммуникационные технологии»: программное обеспечение, инструменты распознавания текста и компьютерного перевода и др.

Второй этап исследования заключался в анализе утвержденных Федеральным перечнем⁹ учебников по информатике для учащихся основной школы и выявлении внутрипредметных связей обучения элементам ИИ как одной из предметных областей школьной информатики.

Несмотря на отличия в подходах авторских коллективов к построению содержания своих учебников, можно выделить задания, темы и даже целые блоки (например, параграфы, посвященные биоинформатике в учебнике для 5 класса А.Л. Семенова и Т.А. Рудченко), которые могли бы проиллюстрировать связь обучения в области ИИ учащихся 5–6 классов с изучаемым материалом в рамках курса информатики.

Например, в учебнике А.Л. Семенова и Т.А. Рудченко для 5 класса [5] учащимся предлагается задание на группировку дорожных знаков – предупреждающих, запрещающих, предписывающих и прочих, не вошедших ни в одну из групп. На занятиях в рамках изучения основ ИИ учащиеся могут обучить нейросеть по результатам выполнения такого задания и проверить ее работоспособность в рамках *распознавания образов* (дорожных знаков).

В том же учебнике учащимся предлагается решить лингвистическую задачу по установлению русских переводов болгарских слов и словосочетаний, которое можно рассмотреть и расширить в рамках обсуждения *распознавания* системами ИИ устной и письменной речи, а именно этапов распознавания, на которые будут опираться и учащиеся в ходе выполнения данного задания.

Обращая внимание на учебник информатики для 6 класса другого авторского коллектива [4], можно отметить отдельно выделенный компьютерный практикум, среди заданий которого предложено создать табличную модель с информацией о самых высоких людях, что позволит сформировать у учащихся первичную взаимосвязь таких компьютерных моделей и *баз данных*. Затем учащимся предлагается выполнить сортировку в таблице по убыванию значений в графе «Возраст», то есть, произвести *ранжирование* по одному из параметров.

Третий этап исследования связан с выявлением содержательных модулей обучения в области ИИ и соответствующих дидактических элементов. В соответствии с необходимостью сформировать представление о системах ИИ и умения применять их с учетом социально-этических требований современного общества выделим возможные содержательные модули обучения в области ИИ

⁹ Федеральный перечень учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования (утвержден приказом Минпросвещения России от 20 мая 2020 г. № 254). URL: <https://fpu.edu.ru> (дата обращения: 16.03.2021).

и обозначим дидактические единицы [9–11] внутри каждого из них, также участвующие в процессе установления внутрипредметных связей (табл. 1).

Седьмой содержательный модуль имеет особое значение и носит сквозной характер, дополняя своим содержанием все другие содержательные модули. Для выполнения заданий репродуктивного, продуктивного и творческого уровней предлагается использовать язык программирования Python, применяемый в машинном обучении, а также богатый библиотеками и фреймворками для упрощения создания и восприятия программного кода, а также для сокращения времени на разработку программ и их выполнение.

Таблица 1

Описание содержательных модулей для обучения в области ИИ с 5 класса

№	Название содержательных модулей	Содержательное наполнение	Дидактические элементы
1	Искусственный интеллект, который нам помогает	Введение понятия ИИ, развитие технологий ИИ, функциональные возможности систем ИИ, язык программирования	ИИ как предметная область информатики, сущность понятия «искусственный интеллект», системы искусственного интеллекта, области применения систем ИИ, социально-этические аспекты внедрения технологий ИИ
2	Интеллект, который становится искусственным	Формирование представлений о моделировании интеллектуальной деятельности и возможностях применения интеллектуальных систем в различных областях	Данные и знания, база данных и база знаний, извлечение знаний, представление знаний, обработка знаний, экспертные системы, нейрон, входные сигналы и выходной сигнал нейронов, искусственный нейрон, нейронная сеть, нейрокомпьютер, Перцептрон
3	Машины, которые распознают объекты	Формирование представления о компьютерном зрении, возможностях машин распознавать различные объекты – цифры, изображения, лица	Объекты наблюдения, распознавание объектов, класс, ранжирование объектов, процесс обучения распознаванию, проблемы распознавания объектов, многослойный перцептрон, паттерн, распознавание объектов по паттернам
4	Машины, которые распознают речь	Формирование представления о распознавании интеллектуальными системами речи – устной и письменной, машинном переводе текста, интеллектуальных помощниках и чат-ботах	Виды языков (естественные и искусственные), обработка речи и обработка текста, анализ элементов естественного языка, машинный перевод, компьютерные переводчики, чат-боты, голосовые помощники
5	Машины, которые играют	Развитие интеллектуальных систем в области игр, тест Тьюринга, игровые стратегии	Ограничения и задачи применения ИИ в компьютерных играх, реализация интеллектуальных компьютерных игр, эффективные стратегии в интеллектуальных компьютерных играх
6	Роботы, которые обучаются	Формирование представления об интеллектуальной робототехнике, беспилотниках и квадрокоптерах	Виды роботов, этические и социальные аспекты применения роботов с ИИ, устройство роботов, датчики роботов, обучение роботов, будущее ИИ
7	Программирование на языке Python	Формирование представления о программировании на языке Python для создания интеллектуальных систем	Язык программирования как искусственный язык, алфавит и правила языка программирования, компьютерная программа, технология программирования

Table 1

Description of content modules for teaching in the field of AI from grade 5]

No.	Title of content modules	Content	Didactic elements
1	AI that helps us	Introduction of the concept of AI, development of AI technologies, functionality of AI systems, programming language	AI as a subject area of informatics, the essence of the concept of "artificial intelligence", artificial intelligence systems, areas of application of AI systems, socio-ethical aspects of the implementation of AI technologies
2	Intelligence that becomes artificial	Formation of ideas about the modeling of intellectual activity and the possibilities of using intelligent systems in various fields	Data and knowledge, database and knowledge base, knowledge extraction, knowledge representation, knowledge processing, expert systems, neuron, inputs and outputs of neurons, artificial neuron, neural network, neurocomputer, Perceptron
3	Machines that recognize objects	Formation of an idea of computer vision, the ability of machines to recognize various objects – numbers, images, faces	Objects of observation, object recognition, class, object ranking, recognition learning process, object recognition problems, multi-layer perceptron, pattern, object recognition by patterns
4	Speech recognition machines	Formation of an understanding of speech recognition by intelligent systems – oral and written, machine translation of text, intelligent assistants and chat bots	Types of languages (natural and artificial), speech and text processing, analysis of natural language elements, machine translation, computer translators, chat bots, voice assistants
5	The machines that play	The development of intelligent systems in the field of games, Turing test, game strategies	Limitations and tasks of using AI in computer games, the implementation of intelligent computer games, effective strategies in intelligent computer games
6	Robots that learn	Formation of an understanding of intelligent robotics, drones and quadcopters	Types of robots, ethical and social aspects of the use of robots with AI, the device of robots, sensors of robots, training robots, the future of AI
7	Python programming	Formation of an understanding of programming in the Python language for the creation of intelligent systems	Programming language as an artificial language, alphabet and rules of the programming language, computer program, programming technology

Четвертый этап исследования был направлен на выявление межпредметных связей обучения в области ИИ с другими дисциплинами, изучаемыми в 5–6 классах.

Весомая прикладная составляющая предлагаемого содержания обучения в области ИИ может получить свое подкрепление в межпредметных связях не только с другими учебными дисциплинами, изучаемыми в 5–6 классах общеобразовательной школы, но и с материалом, изученным в начальной школе. Установим межпредметные связи содержания обучения в области ИИ с общеобразовательными учебными предметами, изучаемыми, начиная с 5 классов на основе ПООП ООО¹⁰ (табл. 2).

¹⁰ Примерная основная образовательная программа основного общего образования. URL: https://fgosreestr.ru/registry/пооп_ooo_06-02-2020 (дата обращения: 16.03.2021).

Межпредметные связи обучения в области ИИ в основной школе

Теоретические межпредметные связи	Прикладные межпредметные связи (примеры заданий)
<i>Технология</i>	
Технические устройства, функции технических устройств, машины, простые машины, сложные машины, технические системы, машины по преобразованию энергии, материалов и информации	На предложенном наборе (нефть, керамика, руда, полиэтилен, уголь, стекло) обучите нейронную сеть определять минеральное сырье и продукцию химического производства
<i>Русский язык</i>	
Символ, алфавит, естественные языки, элементы естественного языка, морфологический анализ и синтаксический анализ элементов естественного языка	Среди предложенных слов выделите многозначные слова, распознавание которых может быть затруднительным для интеллектуальной системы без уточнения контекста использования
<i>Литература</i>	
Информация, смысл, ценность информации, свойства информации, анализ элементов естественного языка, анализ текстов на естественном языке	Разработайте модель чат-бота, отвечающего на вопросы о том, что такое олицетворение, сравнение, метафора, гипербола и эпитет
<i>Иностранный язык</i>	
Кодирование информации, естественные языки, значимость знания английского языка для освоения компьютера и различного программного обеспечения	Разработайте модель голосового помощника, демонстрирующего изображения животных по вашей команде: <i>a cat, a cow, a goat, a tiger, a lion, a zebra</i>
<i>История</i>	
Этапы развития вычислительной техники, роль информации в развитии общества, информационные революции, информатизация общества как глобальный исторический процесс, его состояние и перспективы развития, использование исторических сведений (биографии, предпосылки возникновения и др.)	Создайте табличную модель, в которой будут отражены изобретения Древнего Китая. Внесите в таблицу уточняющие однородные сведения о них, например дату изобретения, имя изобретателя, назначение
<i>Обществознание</i>	
Роль информации в развитии общества, информатизация общества как глобальный процесс, его состояние, влияние и перспективы развития, правовые и этические проблемы информатизации общества	Разработайте модель чат-бота, отвечающего на вопросы о том, что такое наследственность, сознание, инстинкт
<i>Математика</i>	
Символьная математика, формализация логических выводов, формализация представления знаний, моделирование и формализация функционирования нейрона и нейронных сетей, оперирование с множествами, вычисление математических функций и действия над векторами и др.	Сконструируйте модель интеллектуальной системы, предлагающей расположение кораблей для игры в «Морской бой» в <i>декартовой системе координат на плоскости</i>
<i>География</i>	
Знак, символ, формализация представления данных и знаний, поиск и интерпретация информации, анализ текстов и моделирование	Разработайте модель интеллектуальной системы, которая могла бы распознать следующие знаки: <i>овраг, родник, озеро, луг, болото</i>
<i>Биология</i>	
Техника безопасности с точки зрения биологического здоровья человека, органы чувств человека и классификация информации по способу восприятия человеком, кодирование и распознавание образов (изображений, символов, текстов, запахов, звуков) с точки зрения биологии человека, структура мозга человека, биологическая молекула, молекула ДНК, молекула РНК	На предложенном наборе (дуб, мышинный горошек, белка, подосиновик, тысячелистник, термит) обучите нейронную сеть определять способность организма <i>образовывать целлюлозу</i>
<i>Музыка и изобразительное искусство</i>	
Знак, символ, естественные языки, морфологический анализ и синтаксический анализ элементов естественного языка, информация и смысл, образы	Создайте табличную модель, в которой будут отражены <i>музыклы мирового масштаба</i> . Внесите в таблицу уточняющие однородные сведения о них, например дату и место первой постановки, композитора

Table 2

Interdisciplinary links of learning in the field of AI in basic school

Theoretical intersubject connections	Applied interdisciplinary communication (examples of tasks)
<i>Technology</i>	
Technical devices, functions of technical devices, machines, simple machines, complex machines, technical systems, machines for converting energy, materials and information	On the proposed set (oil, ceramics, ore, polyethylene, coal, glass), train the neural network to identify mineral raw materials and chemical products
<i>Russian language</i>	
Symbol, alphabet, natural languages, natural language elements, morphological analysis and parsing of natural language elements	Among the proposed words, select polysemantic words, the recognition of which may be difficult for an intelligent system without specifying the context of use
<i>Literature</i>	
Information, meaning, value of information, properties of information, analysis of natural language elements, analysis of natural language texts	Design a chatbot model that answers questions about what is impersonation, comparison, metaphor, hyperbole, and epithet
<i>Foreign language</i>	
Information coding, natural languages, the importance of knowledge of English for mastering a computer and various software	Develop a model of a voice assistant that displays images of animals at your command: <i>a cat, a cow, a goat, a tiger, a lion, a zebra</i>
<i>History</i>	
Stages of development of computing technology, the role of information in the development of society, information revolutions, informatization of society as a global historical process, its state and development prospects, the use of historical information (biography, prerequisites for the emergence, etc.)	Create a tabular model that captures the inventions of Ancient China. Enter in the table specifying homogeneous information about them, for example, the date of invention, the name of the inventor, the purpose
<i>Social science</i>	
The role of information in the development of society, informatization of society as a global process, its state, influence and development prospects, legal and ethical problems of informatization of society	Develop a model of a chatbot that answers questions about what is heredity, consciousness, instinct
<i>Maths</i>	
Symbolic mathematics, formalization of logical inferences, formalization of knowledge representation, modeling and formalization of the functioning of a neuron and neural networks, operating with sets, calculating mathematical functions and operations on vectors, etc.	Propose a model of an intelligent system that proposes the arrangement of ships for playing Sea Battle in a <i>Cartesian coordinate system on a plane</i>
<i>Geography</i>	
Sign, symbol, formalization of data and knowledge representation, search and interpretation of information, text analysis and modeling	Develop a model of an intelligent system that could recognize the following signs: <i>ravine, spring, lake, meadow, swamp</i>
<i>Biology</i>	
Safety engineering from the point of view of human biological health, human sensory organs and classification of information by the way of human perception, coding and recognition of images (images, symbols, texts, smells, sounds) from the point of view of human biology, human brain structure, biological molecule, DNA molecule, RNA molecule	Using the proposed set (oak, mouse peas, squirrel, boletus, yarrow, termite) train the neural network to determine the body's ability <i>to form cellulose</i>
<i>Music and visual arts</i>	
Sign, symbol, natural languages, morphological analysis and parsing of natural language elements, information and meaning, images	Create a tabular model that reflects <i>world-class musicals</i> . Enter in the table specifying homogeneous information about them, for example, the date and place of the first performance, the composer

Среди всего многообразия межпредметных связей рассмотрим теоретические и прикладные аспекты, где *теоретические аспекты* базируются на аналогиях и примерах из других областей, а *прикладные* позволяют приме-

нять средства интеллектуальных систем для решения задач различных предметных областей, укладываемых в рамки других учебных дисциплин, – продемонстрируем их в виде возможных заданий для учащихся.

Заключение. Как отмечалось ранее, дидактические элементы ИИ не отражены в образовательных стандартах второго поколения. В то же время вне зависимости от наличия учебных часов, выделенных на обязательное обучение информатике, возможно предусмотреть различные варианты обучения в области ИИ учащихся, начиная с 5 классов, например, в рамках курса по выбору благодаря вариативности общего образования.

Реализуя обучение в области ИИ в соответствии с предложенными содержательными модулями и выделенными дидактическими элементами в основной школе важно понимать, что в результате учащиеся должны усвоить основные идеи и концепции из области ИИ, а также развить практические умения для решения задач во всех областях своей жизни с использованием средств и систем ИИ.

Полезными инструментами для достижения вышеупомянутого могут стать внутрипредметные связи основ ИИ как предметной области информатики, а также межпредметные связи предлагаемого содержания с другими дисциплинами в рамках основной школы. Применение таких связей обеспечит реализацию принципов обучения в контексте системно-деятельностного подхода, а также позволит поддержать познавательный интерес учащихся к изучению основ ИИ, а в рамках практической и совместной с учителем деятельности открыть лично-значимые для себя знания и сформировать обобщенные способы деятельности.

Список литературы

- [1] *Murphy R.F.* Artificial intelligence applications to support K-12 teachers and teaching: a review of promising applications, challenges, and risks. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2019. 20 p. <https://doi.org/10.7249/PE315>
- [2] *Liu P., Si X.* Predictions for the potential development of artificial intelligence in Chinese education // ICIEI 2018, June 30 – July 2, 2018, London, United Kingdom. London, 2018.
- [3] *Sperling A., Lickerman D.* Integrating AI and machine learning in software engineering course for high school students // Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE), July 3–5, 2012, Haifa, Israel. Haifa, 2012. Pp. 244–249.
- [4] *Босова Л.Л., Босова А.Ю.* Информатика: учебник для 6 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 213 с.
- [5] *Семенов А.Л., Рудченко Т.А.* Информатика. 5 класс. М.: Просвещение, 2019. 144 с.
- [6] *Левченко И.В.* Основные подходы к обучению элементам искусственного интеллекта в школьном курсе информатики // Информатика и образование. 2019. № 6. С. 7–15.
- [7] *Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Левченко И.В., Заславская О.Ю.* Проект примерной программы по информатике для основной школы // Информатика и образование. 2011. № 9. С. 2–11.
- [8] *Босова Л.Л., Босова А.Ю.* Информатика: 7–9 классы: примерная рабочая программа. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. 30 с.
- [9] *Левченко И.В.* Содержание обучения элементам искусственного интеллекта в школьном курсе информатики // Информатика в школе. 2020. № 4 (157). С. 3–10.

- [10] Левченко И.В., Абушкин Д.Б., Карташова Л.И. Модуль «Машинное обучение систем искусственного интеллекта» в общеобразовательном курсе информатики // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2020. № 4. С. 27–38.
- [11] Левченко И.В., Павлова А.Е., Садыкова А.Р. Модуль «Введение в искусственный интеллект» в общеобразовательном курсе информатики // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2020. № 3. С. 40–51.

References

- [1] Murphy RF. *Artificial intelligence applications to support K-12 teachers and teaching: a review of promising applications, challenges, and risks*. Santa Monica, CA: RAND Corporation; 2019. <https://doi.org/10.7249/PE315>
- [2] Liu P., Si X. Predictions for the potential development of artificial intelligence in Chinese education. *ICIEI 2018, June 30 – July 2, 2018, London, United Kingdom*. London; 2018.
- [3] Sperling A, Lickerman D. Integrating AI and machine learning in software engineering course for high school students. *Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE), July 3–5, 2012, Haifa, Israel*. Haifa, 2012. p. 244–249.
- [4] Bosova LL, Bosova AYU. *Informatics: a textbook for grade 6*. Moscow: BINOM. Laboratoriya znanii Publ.; 2013. (In Russ.)
- [5] Semenov AL, Rudchenko TA. *Informatics. Grade 5*. Moscow: Prosvyashchenie Publ.; 2019. (In Russ.)
- [6] Levchenko IV. The main approaches to teaching the elements of artificial intelligence in the school informatics course. *Informatics at School*. 2019;(6):7–15. (In Russ.)
- [7] Grigorev SG, Grinshkun VV, Levchenko IV, Zaslavskaya OYu. Draft model informatics program for basic school. *Informatics and Education*. 2011;(9):2–11. (In Russ.)
- [8] Bosova LL, Bosova AYU. *Informatics. Grades 7–9. Sample work program*. Moscow: BINOM. Laboratoriya znanii Publ.; 2016. (In Russ.)
- [9] Levchenko IV. The content of teaching the elements of artificial intelligence in the school informatics course. *Informatics and Education*. 2020;(4(157)):3–10. (In Russ.)
- [10] Levchenko IV, Abushkin DB, Kartashova LI. Module “Machine learning of artificial intelligence systems” in the general education course of informatics. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*. 2020;(4):27–38. (In Russ.)
- [11] Levchenko IV, Pavlova AE, Sadykova AR. Module “Introduction to Artificial Intelligence” in the general education course of informatics. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*. 2020;(3):40–51. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Левченко Ирина Витальевна, доктор педагогических наук, профессор, профессор департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет. ORCID: 0000-0002-1388-4269. E-mail: levchenkoiv@mgpu.ru

Меренкова Полина Алексеевна, ассистент департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет. E-mail: kukhtinapa@mgpu.ru

Bio notes:

Irina V. Levchenko, Doctor of Pedagogical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Informatics, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University. ORCID: 0000-0002-1388-4269. E-mail: levchenkoiv@mgpu.ru

Polina A. Merenkova, assistant of the Department of Informatics, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University. E-mail: kukhtinapa@mgpu.ru