

УДК
372.851

**ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ
В ШКОЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ
ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Хижняк Анастасия Викторовна
учитель информатики
Ana-ger@mail.ru
г. Москва

ГБОУ г. Москвы «Школа № 1532»

Аннотация. В работе рассмотрены актуальные на сегодняшний день методики преподавания математики в старших классах средней общеобразовательной школы, в том числе методика обучения математике с применением информационно-телекоммуникационных технологий. Описан российский опыт разработки и внедрения обучающих систем, основанных на технологиях искусственного интеллекта (глубокое машинное обучение). Описана структура и принципы работы указанного программного обеспечения. Приведены некоторые особенности внедрения и эксплуатации интеллектуального программного обеспечения в образовательную систему средней общеобразовательной школы. Описан практический опыт применения технологии глубокого машинного обучения в математическом образовании старших классов средней общеобразовательной школы. Рассмотрены основные эффекты, возникающие при внедрении методики обучения математике с применением указанной технологии. Указаны факторы, сдерживающие процессы интеграции технологии глубокого машинного обучения в педагогическую систему школы.

Ключевые слова: методика обучения математике, искусственный интеллект, экспертные системы, информационно-телекоммуникационные технологии, нейронные сети, глубокое машинное обучение.

Введение

Постоянная модернизация технического и логического обеспечения информационного общества XXI века заставляет задуматься о повышении качества подготовки современного человека, специалиста к решению проблем реального мира. Учитывая, что первичная профильная подготовка проводится уже на базе старших классов учебных заведений среднего общего образования, а особое место в систематизации знаний и умений традиционно отводится математическим дисциплинам, несложно удостовериться в актуальности темы изучения методики преподавания математики в средней общеобразовательной школе, а также разработке предложений повышения эффективности ее применения [10].

Практика преподавания математики в России

Российская система образования считается одной из сильнейших в плане общенаучной подготовкой воспитанников средних и высших учебных заведений. Фундаментом для построения крепких, связанных знаний из различных отраслей и областей деятельности выступает математика и технические дисциплины, адаптированные и подготовленные для усвоения каждым учащимся. Применение различных методик, облегчающих восприятие и усвоение сведений, неизменно ведет к повышению качества и усилению позиций российского технического образования в мире. Добиться такого результата невозможно без грамотного и активного участия

педагога, учителя, наставника в процессе формирования математических навыков и умений обучающихся.

Русская математическая школа славится именами А.Н. Остроградского, Ф.В. Филипповича, Ю.М. Колягина, Г.Л. Луканкина, Л.Н. Ланда, Ю.К. Кулютина, В.И. Андреева, А.В. Хуторского и др. Однако, стоит отметить, что несмотря на надежность и высокую эффективность предложенных ими методик преподавания, в настоящее время продолжает формироваться и пополняться новыми идеями молодых специалистов копилка российских методических достижений. К числу таких методик можно отнести методику обучения на основе проектной деятельности, компетентностные методы обучения, современные эвристические методы обучения математики применяемые и описанные Е.А. Кошелевой, модификации теории решения изобретательских задач применительно к методике преподавания математики, предлагаемые М.М. Зиновкиной и многие другие [9, 12].

Высокий уровень компьютеризации жизненных процессов современного человека подразумевает активное применение компьютеров и информационно-коммуникационных технологий, в том числе и в сфере математического образования. Многие исследователи стали говорить о применении компьютера не только как вспомогательного средства отображения и распространения информации, но и как об инструменте предварительного синтезирования учебных сведений. Для реализации обозначенного свойства часто прибегают к одному из передовых направлений развития компьютерной техники – искусственному интеллекту.

Под искусственным интеллектом, согласно ГОСТ 15971-90 [1], принято понимать способность вычислительной машины моделировать процесс мышления за счет выполнения функций, которые обычно связывают с человеческим интеллектом. Наибольшее практическое применение идеи и принципы искусственного интеллекта нашли в области разработки и применения экспертных систем, нейронных сетей или систем глубокого машинного обучения, генетических алгоритмов и пр. В настоящее время активно проводится интеграция технологии глубокого машинного обучения в различные сферы жизни общества, в том числе в образование. Неудивительно, что подобные технологии оказывают серьезное влияние на методы преподавания математики на различных уровнях российской школы.

На настоящий момент имеется существенный положительный мировой опыт применения технологий искусственного интеллекта в образовании [5]. Многие российские исследователи занимаются изучением способов применения и разработки «умных» программ и программных комплексов для образования. Широкое распространение получили труды Н.Л. Юговой, И.В. Гречиной, Е.В. Мягковой М.А. Смирновой и др. в области применения экспертных систем в образовании. Не меньшую популярность имеют идеи применения технологий глубокого машинного обучения, обозначенные в исследованиях С.П. Грушевского, Н.Ю. Добровольской, Е.И. Горюшкина и др. [6, 7, 8]

Структура интеллектуальных программных комплексов

Проектирование электронной обучающей системы, чаще всего проходит через следующие этапы [4]:

1) Определение круга пользователей и их функций – в случае «умного» обучающего продукта здесь возможно выделить собственно обучающегося, усваивающего знания, обучающего, контролирующего процесс обучения и вносящего коррективы по мере необходимости, администратора, отвечающего за техническую исправность программного продукта, и др.

2) Постановка целей и задач конкретного курса в соответствии с требованиями

ФГОС СОО, рабочих программ и прочей нормативно-методической документации.

3) Отбор и структурирование учебного материала с учетом целевых показателей, в том числе подбор и определение изучаемых тем.

4) Определения последовательности изучения учебного материала, формирование индивидуального вектора обучения (на этом этапе удобно применять кибернетические технологии интеллектуального анализа данных, например, основанные на теории нечетких алгоритмов, наиболее известным применением которых являются механизмы глубокого машинного обучения).

5) Определение общей структуры электронного курса.

После своей реализации по указанному алгоритму, обучающие программы, построенные с применением технологий глубокого машинного обучения, чаще всего будут иметь схожую структуру, состоящую из нескольких элементов (рис. 1). Наиболее крупным и значимым из них является и функциональный модуль. Немаловажны также справочный модуль и модуль редактирования контекста или содержания.

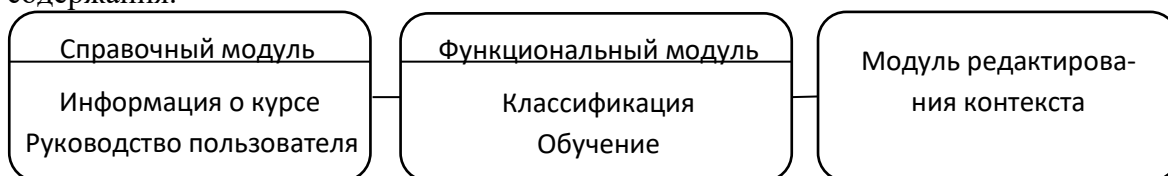


Рис. 1

Одним из самых интересных и содержательных элементов является функциональный модуль, позволяющий проводить классификацию обучающихся, а также проводить их обучение и тестирование. Рассмотрим логику выполнения им функции более подробно (рис. 2):

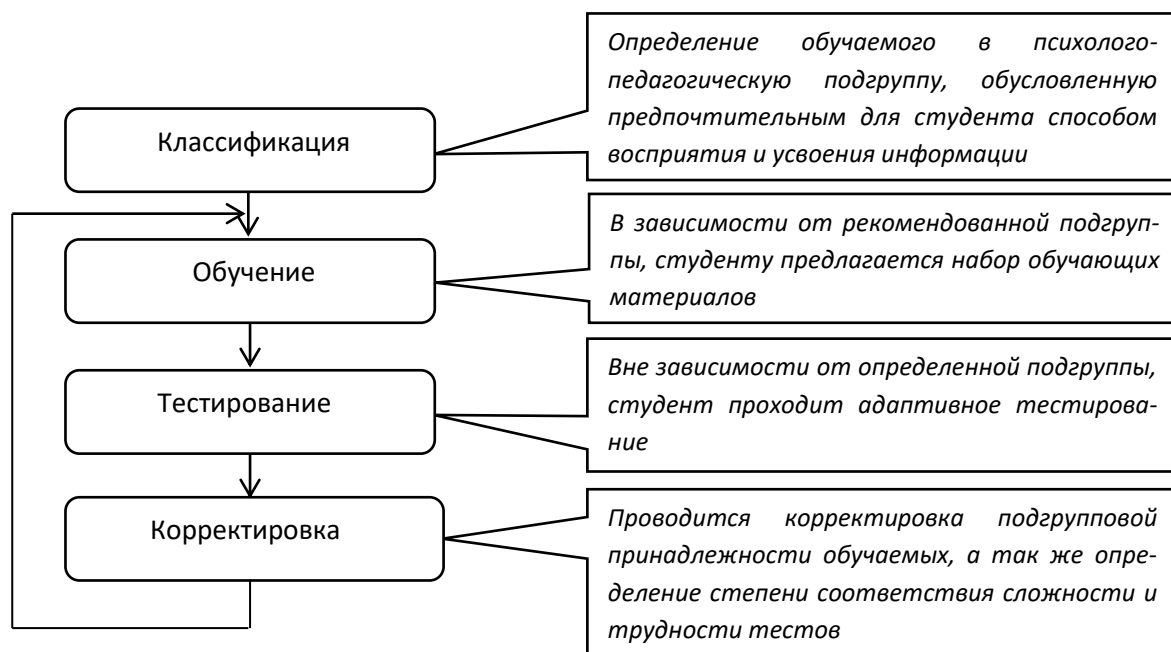


Рис. 2

Особенности преподавания математики с привлечением методов глубоко машинного обучения

Преподавание математических дисциплин в контексте освоения учебных программ старшей ступени средней школы требует от педагога глубоких, прочных

знаний собственно математики, общей теории и методики преподавания, истории дисциплины, философии и психологии. Кроме того, педагог должен обладать значительным практическим опытом применения предлагаемых им теоретических положений. Существующие формы организация занятий с учащимися, будь то лекционные или практические занятия, проектная деятельность или научная консультация, требуют от наставника высочайшей степени сосредоточения, выдержки и предварительной подготовки. Современный учитель обязан принимать во внимание индивидуальные особенности и потребности каждого обучающегося в группе, в том числе особенности физиологического и психологического развития. На фоне укрупнения учебных классов, объединения и экономической оптимизации учебного процесса, явно прослеживается общее увеличение рабочей нагрузки на педагогического работника. Как уже отмечалось выше, преодолеть подобное усложнение деятельности вручную тяжело и не вызывает сомнений необходимость привлечения средств электронно-вычислительной техники. Однако, когда разговор заходит о применении более сложных логических структур, часто возникает ситуация их игнорирования или полного отрицания, в связи с чем появляется необходимость озвучить некоторые особенности преподавания математики с применением технологии глубокого машинного обучения.

Необходимо понимать, что вовлечение методов глубокого машинного обучения в преподавание математики в средней общеобразовательной школе не сможет заменить преподавателя-человека и призвано, в том числе, облегчить его нелегкий труд. Методы глубокого машинного обучения повышают гибкость компьютера как инструмента передачи человеческого знания, умения и навыка, никак не посягая на роль творца этого знания. Эта особенность требует отдельного озвучивания, поскольку современное смешение мировых образовательных традиций и мнений привело к ложному формированию идеи о машинном «сверхинтеллекте», способном полностью вытеснить и заменить человека в привычной деятельности [3].

Гибкость является отличительной чертой методов глубокого машинного обучения. Она позволяет преподавателю эффективно выстраивать индивидуальные траектории обучения учащихся с минимальными ресурсными, временными затратами. Глубокое машинное обучение позволяет подстегнуть стремление обучающихся к самостоятельному овладению дисциплиной, что открывает перед педагогом широкие возможности в духе лужичанской математической школы, направленной на развитие способностей к самостоятельному решению возникающих творческих задач.

Помимо особенностей прямо вытекающих из принципов технологии глубокого машинного обучения, методики обучения математике с применением интеллектуальных компьютерных образовательных программ, основанных на технологиях глубокого машинного обучения, обладают рядом «общепрограммных» особенностей, а именно возможностью свободного планирования учебных курсов и выбора времени их изучения, что становится особенно актуальным в условиях инклюзивного обучения, одновременного обучения нескольких групп учащихся, дистанционных форм образования.

Опыт применения методов глубокого машинного обучения в практике преподавания математики в старших классах средней общеобразовательной школы

Учитывая изложенные выше положения по проектированию и применению инновационных обучающих программных средств, был проведен педагогический эксперимент, основным проверяемым положением которого стало утверждение об эффективности применения интеллектуальной компьютерной обучающей системы по

математике на основе технологии глубокого машинного обучения в качестве средства технической поддержки обучения.

В ходе проведения эксперимента были сформулированы принципы проектирования интеллектуальной системы, описана структура указанного программного продукта, проведено его построение и апробация в старших классах средней общеобразовательной школы на примере раздела «Элементы теории вероятностей».

Оценка эффективности педагогического средства проведена в виде диагностики и оценки таких как ключевых параметров как: предметные знания, стремление к изучению дисциплины, уровни познавательной и творческой активности, способность к самоактуализации.

Диагностирование уровня овладения предметными компетенциями в области математики было проведено с помощью классического тестирования навыков. Диагностика мотивации учения и эмоционального отношения к учению в отношении учащихся старших классов средней общеобразовательной школы проводилась согласно методике Ч.Д. Спилбергера в модификации А.Д. Андреевой. Уровень развития когнитивных процессов учащихся оценивался с помощью комбинации нескольких диагностических средств: диагностики по методике изучения состояния кратковременной памяти А.Р. Лурия «Оперативная память», методике определения уровня развития логического мышления У. Липпмана «Логические закономерности», оценке внимания по методике Г. Мюнстерберга. Также была применена методика Н.Ф. Вишняковой «Креативность», поскольку она позволяет провести не только оценку способности к самоактуализации учащихся, но также охарактеризовать продуктивно-созидательную направленность личности и провести экспресс-анализ способности к профессиональному творчеству. [10]

В ходе проведения формирующего эксперимента были проведены диагностики контрольной и экспериментальной групп учащихся. Итоговые значения диагностируемых показателей представлены в таблице 1:

Таблица 1

Диагностируемая компонента	Уровни развития процессов, %						Средний уровневый показатель	
	Низкий		Средний		Высокий			
	конт.гр.	эксп.гр.	конт.гр.	эксп.гр.	конт.гр.	эксп.гр.	конт.гр.	эксп.гр.
Предметные знания	48,26	24,14	37,93	41,38	13,79	34,48	1,66	2,1
Мотивация	37,93	10,34	41,38	62,07	20,69	27,59	1,83	2,17
Кратковременная память	31,03	10,34	48,28	41,38	20,69	48,28	1,90	2,52
Логическое мышление	34,48	6,90	44,83	55,17	20,69	37,93	1,86	2,55
Внимание (избирательность, концентрация)	41,38	17,24	44,83	44,83	13,79	37,93	1,73	2,45
Креативность (самоактуализация)	27,59	24,14	37,93	34,48	34,48	41,38	2,07	2,17
Интегральный уровневый показатель							1,84	2,33

Для удобства сравнительного анализа все диагностические данные были распределены по уровням: низкий, средний и высокий. На основе процентного

НОВШЕСТВА ФГОС И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

распределения испытуемых по уровням вычислялся средний уровневый показатель каждого качества в трехуровневой шкале. Для расчета среднего уровня показателя применялась формула $\frac{a+2b+3c}{100}$, где a, b, c – процентное соотношение числа испытуемых с низким, средним и высоким уровнем разбираемого свойства соответственно. Дополнительно рассчитан интегральный показатель.

На основании данных таблицы построена гистограмма с группировкой для отображения итоговых диагностических результатов контрольной и экспериментальной групп (рис. 3):



Рис. 3

Статистическая проверка с применением t -критерия Стьюдента установила значимые различия в уровне развития предметных знаний у контрольной и экспериментальной групп. Основная проверяемая гипотеза, состоящая в том, что статистических различий между показателями средних двух выборок нет, была отвергнута ($t_{\text{эмп}} = 2,29 \geq t_{\text{крит}} = 2,003$).

Статистическая проверка с применением χ^2 -критерия Пирсона установила различия в уровне развития когнитивных и мотивационных процессов в контрольной и экспериментальной группах (для абсолютных частот признаков).

Основная проверяемая гипотеза, состоящая в том, что различий в уровне развития по отдельным компонентам между контрольной и экспериментальными группами нет, была отклонена ($\chi^2_{\text{эмп}} = 6,05 \geq \chi^2_{\text{кр}}(0,05;2) = 5,99$ по компоненту «Мотивация»; $\chi^2_{\text{эмп}} = 6,35 \geq \chi^2_{\text{кр}}(0,05;2) = 5,99$ по компоненту «Память»; $\chi^2_{\text{эмп}} = 7,11 \geq \chi^2_{\text{кр}}(0,05;2) = 5,99$ по компоненту «Мышление»; $\chi^2_{\text{эмп}} = 6,14 \geq \chi^2_{\text{кр}}(0,05;2) = 5,99$ по компоненту «Внимание») Основная проверяемая гипотеза, сформулированная аналогичным образом, была принята для компоненты «Креативность» ($\chi^2_{\text{эмп}} = 0,30 \leq \chi^2_{\text{кр}}(0,05;2) = 5,99$).

Исследование показало положительную динамику и статистическую достоверность обозначенных направлений.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает предположение о том, что интеллектуальная компьютерная обучающая система по математике может выступать в качестве эффективного средства технологического обеспечения процесса обучения, в том числе за счет формирования индивидуальных траекторий и качественного повышения уровня информатизации образования.

Эффекты, достигаемые с помощью внедрения инновационных программных средств

Приведенный обзор практик применения различных методик обучения математике, а также опытное исследование возможностей интеграции инновационных компьютерных средств обучения в математическое образование средней общеобразовательной школы позволяет сделать вывод об особом значении обучения с применением информационно-телекоммуникационных технологий на современном этапе развития науки и общества [2]. Так, применение «умных» нейросетевых программ в обучении позволяет:

- снизить общий уровень нагрузки педагогического работника;
- интенсифицировать образование и поднять его на принципиально новый уровень;
- провести психолого-педагогическую экспертизу обучающихся;
- рационализировать использование учебного времени в группах с высокой наполняемостью и численностью учащихся;
- увеличить уровень познавательной и творческой активности обучаемых за счет индивидуализации обучения и повышения уровня их самоорганизации;
- автоматизировать анализ различных педагогических данных как по группе обучающихся, так и по каждому из них персонально;
- проводить текущий, рубежный и итоговый контроль;
- применить передовые технологии отображения визуальной и акустической информации;
- повысить эффективность применяемых методов дистанционного обучения.

Принимая во внимание тенденции развития информационно-коммуникационных технологий, можно заключить, что применение технологии машинного обучения имеет большое будущее: от банального выхода в Internet-пространство до укрупнения и объединения с прочими инновационными технологическими решениями. Такой симбиоз программно-аппаратных решений позволит подготовить специалистов, обладающих следующими чертами:

- высокий уровень академических способностей и результатов;
- спокойный, продуманный, обоснованный поиск решений, способов решения той или иной задачи в условиях полной или частичной неопределенности, изменчивости, противоречивости контекста;
- энтузиазм, открытость, стремление к саморазвитию, самосовершенствованию, личностному и карьерному росту;
- умение широко мыслить, проводить многофакторный анализ данных;
- выраженная готовность к творчеству, экспериментам и импровизации, неприятие низкоэффективных шаблонных решений;
- уверенность, подкрепленная способностью осознавать собственные ошибки, безболезненно перестраивать стратегию поведения.;
- тактичность, толерантность, аккуратность в общении с другими людьми.

Сдерживающие факторы интеллектуализации компьютерного обучения

Несмотря на широкие возможности и перспективы применения технологии

глубокого машинного обучения, вопрос их внедрения в процессы обучения остаётся открытым [5]. В российской математической школе существуют некоторые особенности внедрения и эксплуатации программного обеспечения в педагогические процессы, а также методику обучения математике, заключенные, в основном, в торможении или отрицании необходимости подобной модернизации как таковой. В качестве факторов, препятствующих широкому продвижению глубокого машинного обучения в различные отрасли науки и техники, в том числе в образование, можно сформулировать:

–сравнительно малое распространение сведений о методах глубоко машинного обучения в российском информационном пространстве;

–сложность, непривычность математической обработки вычислительных процессов;

–низкая заинтересованность со стороны разработчиков массового программного обеспечения;

–моральная закрепощенность и консерватизм общества;

–страх замещения человека электронно-вычислительной машиной, программой.

Заключение

В заключении хотелось бы отметить, что существование методик обучения математике с применением технологии искусственного интеллекта вообще вовсе не означает, что эти методики будут применяться и успешно внедряться в деятельность российских средних общеобразовательных школ. Помимо необходимости непосредственной реализации сложных программных и алгоритмических комплексов, необходимо также личное мотивирование обучающихся и обучающихся к их использованию, а также понимание и осознание процедур и принципов их применения в курсе изучения конкретных дисциплин средней общеобразовательной школы. Только выполнение всех этих требований позволит перейти интеллектуальным компьютерным методикам обучения из теоретического состояния в состояние практически применяемых образовательных технологий, и укрепить традиционно сильные позиции российского математического образования в общемировой системе.

Список литературы

1. ГОСТ 15971-90 (1991) Системы обработки информации. Термины и определения – Введ. 1992–01–01. – Москва : Издательство стандартов. – 14 с.;
2. Белоглазов Д.А. (2008) Особенности нейросетевых решений, достоинства и недостатки, перспективы применения // Известия Южного Федерального Университета. Технические науки. – с. 105-110;
3. Бортник Л.И., Кайгородов Е.В., Раенко Е.А. (2013) О некоторых проблемах преподавания математики в высшей школе //Вестник ТГПУ. – № 4 (132);
4. Герасимчук А.В. (2018) Нейросетевые интеллектуальные обучающие системы в процессе освоения в процессе освоения математических дисциплин высшей школы // CONTINUUM. Математика. Информатика. Образование. – № 2 (10) – с. 127-136;
5. Герасимчук А.В. (2018) Нейросетевые технологии в образовательном процессе: миф или реальность // Школа молодых ученых по проблемам естественных наук.– с. 14-19;
6. Горюшкин Е.И. (2009) Использование нейросетевых технологий в адаптивном тестировании по информатике в вузе: дис. к.п.н.- Курск, – 174 с.;

7. Грушевский С.П. (2001) Проектирование учебно-информационных комплексов по математике: дис. д.п.н., Краснодар., – 385 с.;
8. Добровольская Н. Ю. (2009) Компьютерные нейросетевые технологии как средство индивидуализированного обучения студентов физико-математических специальностей: дис. к. п. н. – Краснодар. – 260 с.;
9. Есенбекова А.Э., Джумахметова Л.К., Дусталиева С.М. (2017) Современный подход к преподаванию математики в вузе // Аспекты и тенденции педагогической науки: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2017 г.). — С. 189-192;
10. Истратова О. Н. (2006) Психодиагностика. Коллекция лучших тестов / О.Н. Истратова, Т. В. Эксакусто. – Ростов-на-Дону: Феникс. – 375 с.;
11. Теория и методика обучения математике: общая методика (2010): учеб. пособие / Е. А. Суховиенко, З. П. Самигуллина, С. А. Севостьянова, Е. Н. Эрнтраут. – Челябинск: Изд-во «Образование». – 65 с.;
12. Чванова М.С., Киселева И.А., Молчанов А.А. (2013) Проблемы использования экспертных систем в образовании // Вестник ТГУ. – № 3 (119).

FEATURES OF TEACHING MATHEMATICS IN HIGHER SCHOOL WITH THE USE OF TECHNOLOGIES FOR DEEP MACHINE LEARNING

A.V. Khizhnyak
student
Ana-ger@mail.ru
Yelets

Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education «Bunin
Yelets State University»

Abstract. The article deals with modern methods of teaching mathematics at the higher educational, including methods of teaching mathematics using information and telecommunication technologies. The article describes the domestic experience in the development and implementation of training systems based on artificial intelligence technologies, including deep machine learning technologies. The main effects arising in the implementation of methods of teaching mathematics using this technology are described. The structure and operating principles of the specified software are described. Some features of the implementation and functioning of neural network software in the University, as well as methods of teaching mathematics using neural network software, as well as factors that prevent the integration of deep machine learning technology in the pedagogical system of the higher educational.

The paper deals with the current methods of teaching mathematics in secondary school, including methods of teaching mathematics with the use of information and telecommunication technologies. The Russian experience in the development and implementation of training systems based on artificial intelligence technologies (the deep machine learning) is described. The structure and operating principles of the specified software are described, some features of the implementation and operation of intelligent software in the educational system of secondary school. Described practical experiences with the application of technologies for deep machine learning in mathematical

education in the secondary school. Describes the main effects arising from the implementation of methodology of teaching mathematics with the use of this technology. The factors hindering the process of integration of deep machine learning technology in the pedagogical system of the school.

Keywords: methods of teaching mathematics, artificial intelligence, expert systems, information and telecommunication technologies, neural networks, deep machine learning.

References

1. State Standard 15971-90 – 1991. Information processing Systems. Terms and definitions. Moscow, Standards Publishing house. 14 pp. (In Russia);
2. Beloglazov D. A. (2008) Features of neural network solutions, advantages and disadvantages, prospects of application // proceedings of the southern Federal University. Technical science. – p. 105-110;
3. Bortnik L. I., Kaigorodov E. V., Raenko E. A. (2013) On some problems of teaching mathematics in higher school //Vestnik TSPU, № 4 (132);
4. Gerasimchuk A.V. (2018) neural Network intelligent learning systems in the process of development in the process of mastering mathematical disciplines of higher school. CONTINUUM. Mathematics. Informatics. Education. – № 2 (10) – p. 127-136;
5. Gerasimchuk A.V. (2018) Neural Network technologies in the educational process: myth or reality // School of young scientists on problems of natural Sciences.– p. 14-19;
6. Goriushkin E. I. (2009) Application of neural network technology in adaptive testing Eart-Institute for Informatics in high school: dis. PhD - Kursk, - 174 pp.;
7. Grushevsky S. P. (2001) Design of educational and information complexes in mathematics: dis. doctor of pedagogical Sciences, Krasnodar., – 385 pp.;
8. Dobrovolskaya N. Yu. (2009) Computer neural network technologies as a means of individualized training of students of physical and mathematical specialties: dis. Ph. D. – Krasnodar. 260 pp.;
9. Esenbekova A. E., Dzhumahmatov L. K., S. M. Dostalieva (2017)a Modern approach to the teaching of mathematics in higher education // Aspects and trends of pedagogical science: materials III Intern. science. Conf. (St. Petersburg, December 2017). — p. 189-192;
10. Istratova O. N., Jeksakusto T.V. (2006) Psychological testing. Collection of best tests. – Rostov-on-don: Phoenix. – 375 pp.;
11. Theory and methods of teaching mathematics: General methodology (2010): studies. manual / E. A. Suhovienko, Z. P. Samigullina, S. A. Sevostyanova, E. N. Ehrentraut. – Chelyabinsk: publishing House "Education". – 65 pp;
12. Chvanova M. S., Kiseleva I. A., Molchanov A. A. (2013) Problems of using expert systems in education // Vestnik TSU, № 3 (119).