

УДК 37

DOI: 10.34670/AR.2021.35.79.038

**К вопросу определения функциональных подходов
использования машинного обучения в развитии обучающих
систем в зеркале индивидуального обучения музыке**

Трипузов Михаил Геннадьевич

Кандидат культурологии, старший преподаватель,
старший преподаватель кафедры музыкального образования,
Педагогический институт, Иркутский государственный университет,
664000, Российская федерация, Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6;
e-mail: mtripuzov@yandex.ru

Позднякова Татьяна Ивановна

Профессор, завкафедрой музыкального образования,
Педагогический институт, Иркутский государственный университет,
664000, Российская федерация, Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6;
e-mail: muzobr01@mail.ru

Стародубцева Инна Владимировна

Преподаватель кафедры музыкального образования,
Педагогический институт, Иркутский государственный университет,
664000, Российская федерация, Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6;
e-mail: muzobr01@mail.ru

Кирьянов Иван Евгеньевич

Старший лаборант кафедры музыкального образования,
Педагогический институт, Иркутский государственный университет,
664000, Российская федерация, Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6;
e-mail: muzobr01@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена некоторым аспектам функциональной характеристики автоматической интеллектуальной системы обучения в зеркале индивидуального обучения музыке. Анализируются условия использования машинного обучения и различных элементов искусственного интеллекта применительно к индивидуальному обучению. Затрагиваются альтернативные подходы к пониманию педагогических процессов с учетом их реализации в виртуальном пространстве, а также поднимаются проблемы автоматизации и создания саморегулирующихся обучающих систем. Вместе с тем, в статье отмечается, что, несмотря на активное развитие машинного обучения и систем искусственного интеллекта, педагогический потенциал данных инноваций в настоящее время используется недостаточно. Представленные в статье проблемные сферы позволяют

прогнозировать вектор теоретического и практического развития интеллектуальных педагогических систем, как в контексте профессионального музыкального образования, так и в близких предметных областях. В порядке обзора, без какой-либо претензии на универсальность, актуализируются различные вопросы, затрагивающие понимание педагогических принципов и технологий музыкального обучения с позиции выявления объектов и признаков машинного обучения. Отмечается необходимость дальнейшего развития заявленной темы, обусловленная перспективами совершенствования обучающих технологий с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения в профессиональном образовании.

Для цитирования в научных изданиях

Трипузов М.Г., Позднякова Т.И., Стародубцева И.В., Кирьянов И.Е. К вопросу определения функциональных подходов использования машинного обучения в развитии обучающих систем в зеркале индивидуального обучения музыке // Педагогический журнал. 2021. Т. 11. № 1А. С. 307-316. DOI: 10.34670/AR.2021.35.79.038

Ключевые слова

Педагогика, музыкальное обучение, машинное обучение, объекты машинного обучения, признаки машинного обучения, искусственный интеллект, автоматизация обучения, дистанционное обучение, индивидуализация, профессиональное обучение.

Введение

В настоящее время в силу вынужденного перемещения занятий в виртуальное пространство, активно поднимаются вопросы организации учебного процесса с использованием последних достижений цифровой коммуникации. На наш взгляд, будущее рано или поздно поставит образование в такие условия, при которых неизбежно некоторая его часть будет контролироваться цифровыми системами с элементами искусственного интеллекта. Следовательно, в перспективе подобные программы будут с большей долей вероятности не только анализировать, но и самостоятельно осуществлять обучение, подбирая индивидуальное содержание учебного материала, определяя интенсивность и формы представления информационного контента, а также выявляя степень его усвоения с учетом психологических особенностей и педагогических задач.

В настоящей публикации мы постараемся прикоснуться к этой новой реальности, представив обобщенную характеристику специфических признаков машинного обучения, на основе которых и должны появиться первые алгоритмы организации. Мы отдаем себе отчет, в том, что представляемый ракурс находится в достаточно шаткой сфере машинного обучения, синергетики и образовательной инноватики, но необходимость актуализации подобной темы в научно-практическом дискурсе очевидна.

Машинное обучение в музыкальном образовании: проблемы и перспективы

В сложившихся реалиях конвергентного развития современной образовательной среды в области дистанционного обучения и, в связи с этим, стремительного развития кризиса научно-педагогической парадигмы, весьма перспективным направлением становится создание

цифровых интеллектуальных систем автоматизированного обучения [Халилов, 2014, www]. Особенно выделяется из унифицированного контента сферы профессионального образования частная проблемная зона, связанная с переходом в виртуальную среду музыкально-исполнительского обучения, ведь развитие индивидуальных природных умений и навыков, подчас выходящих за тесные рамки массовой профессиональной подготовки, является невероятно сложным процессом [Гаврилюк, Трипузов, 2019, 118].

Машинное обучение, как один из элементов искусственного интеллекта, является наиболее подходящим для применения в контексте создания обучающих систем, в силу своей природы, характерной чертой которой является не прямое решение задач, а обязательное обучение в процессе анализа компонентов сходных задач. Таким образом, подобная система в перспективе будет самостоятельно подбирать индивидуализированные алгоритмы обучения, корректируемые с учетом всего спектра вводных параметров, что вероятно можеткратно повысить эффективность усвоения учебной информации

В силу значительного объема информации и неразработанности данной области исследования мы не можем определить целью настоящей публикации представление законченного концепта всех объектов, признаков и алгоритмов машинного обучения. Более того, сознательно опускаем подробное описание многих механизмов, но в свою очередь постараемся наметить принципиальные направления в построении такой модели, которая будет приближена к сложившимся традициям музыкальной подготовки. Хочется особо отметить, что в рамках публикации представлен альтернативный взгляд на заявленную проблему, который в силу своей универсальности также может быть применен в создании похожих разработок, в том числе с использованием компонентов машинного обучения и в других областях профессионального образования.

В целом достижения в создании интерактивных систем в области профессионального образования на сегодняшний день можно охарактеризовать как весьма выхолащенные, по сравнению с достаточно развитыми коммерческими проектами с элементами искусственного интеллекта, такими как: Google Now, Amazon Alexa, Яндекс Алиса, Robin, Xiao Ai и др. [Полехин, 2019, www] Такое положение дел в данной сфере связано с внезапностью сложившихся эпидемиологических условий, когда образовательная среда стремительно становится виртуальной, но фундамент для такого перехода пока ещё весьма шаткий, ведь подобные инновации долгие годы не имели соответствующего финансирования, а коммерческая привлекательность до настоящего момента была весьма сомнительной.

Необходимо также отметить, что несмотря на наличие значительного количества специалистов в области машинного обучения и искусственного интеллекта, нам не удалось обнаружить ни одного эксперта в сфере создания цифровых интеллектуальных систем автоматизированного обучения. Обозначая практическую привлекательность упомянутого направления, хочется особо подчеркнуть, что в последнее время появилось достаточно много методических и практических материалов, а также в целом современной литературы по проблемам машинного обучения и искусственного интеллекта, что в свою очередь свидетельствует о бурном развитии данной отрасли.

Из тех источников, которые мы особо отметим, это учебник, изданный в 2015 году профессором Кембриджского университета Петером Флахом «Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных» [Флах, 2015, www]; книгу Сергея Соболенко «Искусственный интеллект: начала MSM. Сингулярность неизбежна» опубликованную в 2019 году [Соболенко, 2019, www], видеокурс профессора Российского

технологического университета (МИРЭА) Р.В. Шамина «Машинное обучение и искусственный интеллект в математике и приложениях» созданный в 2017 году [Шамин, 2017, www], а также множество учебных пособий, посвященных особенностям работы с библиотеками данных и программированию на различных платформах, таких как Scikit-learn, Tensorflow, Python и др.

В представленной выше литературе машинное обучение определяется как «класс специфичных методов искусственного интеллекта, типичной чертой которых является не прямое решение программных задач, а обучение в контексте применения решений множества сходных алгоритмов. В работе таких технологий используются многочисленные средства математической статистики, теории вероятностей, методы оптимизации, математического анализа, численные методы, теории графов, различные стратегии в работе с цифровыми данными» и др. [Миронов, 2018, 5, www]

Приступая к выявлению конкретных элементов музыкального образования, которые определены в машинном обучении как «объекты» и «признаки», на наш взгляд, прежде всего следует обратиться к их общей систематизации и характеристике.

В профессиональной литературе по машинному обучению «объекты» определены как смысловые функциональные комплексы, ориентированные на реализацию конкретной практической цели [Миронов, 2018, 8, www]. В тоже время «признаки», это персональные измеримые свойства или конкретные характеристики наблюдаемого явления. Подбор дифференцированных и, что немаловажно максимально индивидуализированных признаков, является необходимым действием для создания эффективных элементов автоматизации обучения [Миронов, 2018, 6, www].

Таким образом, не выходя за границы сферы цифровой коммуникации, а также отмечая возможность применения различных подходов к пониманию принципов музыкального обучения, мы полагаем, что в целом содержание индивидуального музыкального образования с учетом его автоматизации, можно описать используя следующие наиболее общие структурные объекты:

- физиологический;
- эстетический;
- психологический;
- профессиональный;
- творческий;
- организационный;
- возрастной и гендерный;
- коммуникативный;
- рефлексивный. [Чванова, Касаткина, Казин, Красношлыкова, 2018, 22, www]

В свою очередь, каждый вышеперечисленный объект можно дифференцировать на признаки-сущности, признаки-справочники, признаки-значения, признаки-показатели и др., а также дополнительно выделить некоторые существенные смысловые компоненты:

- сложившиеся образовательные условия (корректируемые в процессе обучения музыке);
- сформировавшиеся обстоятельства (некорректируемые в процессе обучения музыке);
- несформированные компетенции (планируемые, возможные результаты обучения);
- трансцендентный потенциал (решение задач, выходящих за рамки предполагаемого результата и прогнозируемых возможностей обучающегося) и др.

Анализируя представленные выше элементы применительно к интеллектуальной цифровой

модели обучения музыке, необходимо предварительно отметить их значительную склонность к функциональной диффузии, в связи с чем, в рамках дальнейших исследований нам представляется более оправданным сосредоточить внимание на дифференциации различных обучающих свойств выделенных признаков, а также общей характеристике алгоритмов их автоматизации. Все это предполагает значительный объем экспериментальной работы для определения точных параметров и создания необходимых алгоритмов их применения.

Обучение музыке на профессиональном уровне является сложнейшим психолого-педагогическим феноменом и во многом находится в области индивидуально-абстрактного, особенно на заключительных этапах музыкальной подготовки [Муединов, 2020, www]. Характерно, что такое обучение связано с природой музыкального искусства, но одновременно с этим, в педагогике существует и сфера конкретных знаний, умений и навыков, которые в большей мере поддаются функциональной дифференциации, а также планированию целевых и промежуточных результатов [Ивонина, 2019, www].

Обозначенные выше объекты для искусственного интеллекта будут являться не только своеобразными индикаторами, но и выступать в качестве основных ориентиров достижения уровня обученности, а также представлять параметры необходимой эффективности занятий, относительно исходных возможностей учащегося [Солодова, Казин, Петухов, 2019, www]. Функционально, для реализации всего комплекса таких объектов в рамках машинного обучения необходимо осуществление множества конкретных процессов и алгоритмов, что усложняет их взаимодействие в рамках учебного занятия и нуждается в сложном расчете целостной системы параметров для выхода на необходимые целевые ориентиры музыкального обучения [Грачев, Вахтанова, Калябин, Усоев, Чуйкина, 2014, www].

Следовательно, для корректной реализации каждого объекта необходим комплекс действий, соответствующий его природе и функциональному содержанию, но с учетом имеющихся возможностей фиксации и анализа эстетических и психолого-педагогических признаков [Стрихар, 2014, www].

Проблема организации информационного обмена

Еще одним необходимым концептуальным элементом создания такой системы, является функциональная модель движения информации и алгоритмы создания и интеграции частных (по объектам) обучающих программ [Яковлева, 2014, www]. В контексте нашего видения, мы предполагаем наличие множества параметров, которые необходимо объединить в функциональные кластеры, где каждый элемент, должен быть подчинен созданию какого-либо элемента учебного продукта. Мы без претензии на законченность, в рамках гипотетического осмысления проблемы позволили себе выделить следующие процессно-организационные области обучающей системы:

1. Кластер «Администрирование и анализ» охватывает множество параметрических и функциональных задач, таких как:

- планирование параметров музыкального обучения;
- создание заданий на основе необходимых признаков объектов для конструирования обучающего музыкального контента (подготовка заданий для кластера «Библиотека»);
- подготовка запросов для кластера «Демонстрация и коммуникация» относительно сбора и предоставления результатов внешней и внутренней (машинной) рефлексии эффективности обучающих процессов;

- подсистема оперативного контроля и мониторинга обучения;
- подстройка и калибровка баз данных, признаков объектов, а также всего контента библиотеки.

2. Кластер «Библиотека» т.н. репозиторий метаданных содержит весь объем обучающего материала, а также образцы и варианты его оформления и презентации, что предполагает:

- хранение различных элементов и вариантов обучающего контента (метаданных) организованных по типу индексных файлов;
- выполнение и обеспечение заданий кластера «Администрирование и анализ» (модуль управления слоями в шине данных);
- техническая подготовка информации для занятий в соответствии с заданными параметрами.

3. Кластер «Демонстрация и коммуникация», осуществляет множество функций, основу которых составляет демонстрация обучающего контента и сбор параметрической информации, что обусловлено его функциональной целесообразностью:

- осуществление презентации обучающей информации с использованием всего спектра технических средств демонстрации и фиксации;
- сбор и отправка параметрической информации по запросу кластера «администрирование и анализ».

В свете вышесказанного хочется подчеркнуть, что наши предположения, относительно функционирования данной модели обучения гипотетичны, т.к. основаны, в силу отсутствия педагогического ракурса в машинном обучении, на близких по характеру разработках в области создания «объектно-процессных моделей данных для сервис-ориентированной архитектуры интегрированных информационных систем» [Щекочихин, 2018, www] и других похожих концепциях, что в свою очередь акцентирует не разработанность данной проблемной зоны.

Таким образом, мы в целом обозначили перспективное поле для дальнейших исследований, а также предполагаем, что необходимость цифровизации обучения будет нести в себе новые сферы для научной полемики как в машинном обучении, так и в поле педагогической дискуссии.

Выводы

Подводя итоги наших рассуждений, хочется дополнительно отметить, что в силу современного состояния развития машинного обучения приведенные выводы не могут претендовать на законченность и в большей степени ориентированы на обзор перспектив и постановку вопросов в области заявленной проблемы. Следовательно, без всякой претензии на декларативность мы вполне можем обозначить некоторые итоги:

Во-первых, необходимость развития данной темы продиктована перспективами формирования новых систем обучения, предполагающих революционную смену парадигм, как в технологиях искусственного интеллекта и машинного обучения в целом, так и профессионального образования в частности.

Во-вторых, машинное обучение предполагает специфичный взгляд на многие традиционные вопросы педагогики и, тем самым, открывает широкое поле для научной дискуссии.

В-третьих, фокусировка проблемной области в силу функциональной диффузии её предмета не ориентирована исключительно на индивидуальное музыкально-исполнительское профессиональное обучение как таковое и предполагает поиск сходных решений во всем

спектре образовательных направлений.

В-четвертых, прикладное значение подобной системы обучения является актуальным для всех областей, где работа преподавателя, в силу специфики, может быть в значительной степени ограничена отсутствием регулярной коммуникации с обучающимся, например, освоение космоса, обучение военному делу и др.

В-пятых, по мере развития подобных технологий возможна оцифровка систем и подходов в преподавании выдающихся педагогов и ученых, с сохранением оригинальных авторских принципов и методик творческой, научной и образовательной работы.

В-шестых, в условиях современных и перспективных вызовов технологичность и многовекторность образования является важнейшим признаком развитости государства и в этой связи формирование новых обучающих систем с использованием искусственного интеллекта заслуживает особого внимания.

Библиография

1. Гаврилюк М.А., Трипузов М.Г. К вопросу инновационных перспектив развития образовательной культуры // Культура и цивилизация. 2019 Том 9 № 1А. С. 115-122.
2. Грачева Е.П., Вахтанова Г.М., Калябин В.А., Усоев В.М., Чуйкина М.А. Практикум к курсу «Возрастная анатомия, физиология и гигиена». URL: https://rusneb.ru/catalog/002293_000049_RU+VLADIMIR|||BIBL|||0002819080/ (дата обращения: 24.12.2020).
3. Ивонина Л.Ф. Исполнительская интерпретация в условиях действительного времени: смысловое поле «живого» исполнения // Universum: филология и искусствоведение: электрон. научн. журн. 2019. № 1 (58). URL: <https://7universum.com/ru/philology/archive/item/6775> (дата обращения: 21.12.2020).
4. Миронов А.М. Машинное обучение часть 1. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_009863302/ (дата обращения 16.08.2020).
5. Муединов Д.М. Физиологические основы звукообразования при игре на медно-духовых инструментах. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologicheskie-osnovy-zvukoobrazovaniya-pri-igre-na-medno-duhovyh-instrumentah> (дата обращения 14.12.2020).
6. Полехин А. Искусственный интеллект в образовании: примеряем на Россию. URL: <https://vc.ru/future/71445-iskusstvennyy-intellekt-v-obrazovanii-primeryaem-na-rossiyu> (дата обращения 21.06.2020).
7. Соболенко С. Искусственный интеллект: начала MSM. Сингулярность неизбежна. URL: <https://ru.pdfdrive.com-e189939016.html> (дата обращения 12.08.2020).
8. Солодова Г.Г., Казин Э.М., Петухов С.И. Физическое развитие личности в воспитательно-образовательном процессе школы: учебное пособие по курсу «Общая и возрастная педагогика». URL: <https://poisk-gu.ru/s28934t2.html> (дата обращения: 20.12.2020).
9. Стрихар, О. И. Формирование музыкально-эстетического вкуса и кругозора учащихся на основе применения принципа интеграции на уроках музыки. URL: <https://moluch.ru/archive/70/12086/> (дата обращения: 21.12.2020).
10. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. URL: <https://ru.pdfdrive.com> (дата обращения 27.07.2020).
11. Халилов А.И. Системные и методологические аспекты адаптивных образовательных информационных систем. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnye-i-metodologicheskie-aspekty-adaptivnyh-obrazovatelnyh-informatsionnyh-sistem/viewer> (дата обращения 12.05.2020).
12. Чванова Л.В., Касаткина Н.Э., Казин Э.М., Красношлыкова О.Г. Психолого-педагогические подходы к проблеме социальной адаптации обучающихся в образовательной инфраструктуре региона. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologo-pedagogicheskie-podhody-k-probleme-sotsialnoy-adaptatsii-obuchayuschih-sya-v-obrazovatelnoy-infrastrukture-regiona> (дата обращения 17.08.2020).
13. Шамин Р.В. Машинное обучение и искусственный интеллект в математике и приложениях. URL: <http://www.mathnet.ru/conf1243> (дата обращения 12.08.2020).
14. Щекочихин О.В. Объектно-процессная модель данных для сервис-ориентированной архитектуры интегрированных информационных систем. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obektno-protsessnaya-model-dannyh-dlya-servis-orientirovannoy-arhitektury-integrirovannyh-informatsionnyh-sistem/viewer> (дата обращения: 20.02.2021).
15. Яковлева М.С. Нейроинтерфейсы: понятие, направления и проблемы развития. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrointerfeysy-ponyatie-napravleniya-i-problemy-razvitiya/viewer> (дата обращения: 27.12.2020).

**On the issue of defining functional approaches to the use
of machine learning in the development of training
systems in the reflection of individual music learning**

Mikhail G. Tripuzov

PhD in Cultural Studies,
Senior lecturer of the Department of Music Education,
Pedagogical Institute, Irkutsk State University,
664000, 6, Nizhnyaya Naberezhnaya str., Irkutsk, Russian Federation;
e-mail: mtripuzov@yandex.ru

Tat'yana I. Pozdnyakova

Professor, Head of the Department of Music Education,
Pedagogical Institute, Irkutsk State University,
664000, 6, Nizhnyaya Naberezhnaya str., Irkutsk, Russian Federation;
e-mail: muzobr01@mail.ru

Inna V. Starodubtseva

Teacher of the Department of Music Education,
Pedagogical Institute, Irkutsk State University,
664000, 6, Nizhnyaya Naberezhnaya str., Irkutsk, Russian Federation;
e-mail: muzobr01@mail.ru

Ivan E. Kir'yanov

Senior Laboratory Assistant of the Department of Music Education,
Pedagogical Institute, Irkutsk State University,
664000, 6, Nizhnyaya Naberezhnaya str., Irkutsk, Russian Federation;
e-mail: muzobr01@mail.ru

Abstract

The problem of creating learning systems based on artificial intelligence is significant and promising for the development of education. The purpose of the publication is to expand the problem area of scientific discourse on the use of elements of artificial intelligence and machine learning in individual music training. Through the use of general scientific methods of empirical and theoretical analysis, as well as the modeling method, the need for the development of machine learning in education is justified, the problem areas of automation of individual music training are revealed, and approaches to determining the parameters of the organization of training systems are revealed. An attempt is made to outline ways to adapt the achievements of machine learning to the tasks of individual music training. Actual machine learning objects are defined. The structure of machine learning in the context of the organization of music training is presented. The prospects for the use of automated learning systems in education are outlined.

The stated perspective is the most difficult, both due to the interaction with art, and in the conditions of the predominantly individual nature of professional training in musical performance. The key idea is the actualization of the further development of the stated topic, due to the significant prospects for the use of training technologies using artificial intelligence in professional education.

For citation

Tripuzov M.G., Pozdnyakova T.I., Starodubtseva I.V., Kiryanov I.E. (2021) K voprosu opredeleniya funktsional'nykh podkhodov ispol'zovaniya mashinnogo obucheniya v razvitiy obuchayushchikh sistem v zerkale individual'nogo obucheniya muzyke [On the issue of defining functional approaches to the use of machine learning in the development of training systems in the reflection of individual music learning] *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 11 (1A), pp. 307-316. DOI: 10.34670/AR.2021.35.79.038

Keywords

Pedagogy, music learning, machine learning, machine learning objects, machine learning features, artificial intelligence, learning automation, distance learning, individualization, professional training.

References

1. Gavrilyuk M.A., Tripuzov M.G. (2019) K voprosu innovatsionnykh perspektiv razvitiya obrazovatel'noy kultury [On the issue of innovative prospects for the development of educational culture] // *Kultura i civilizatsiya* [Culture and civilization]. T 9 № 1A. p.p. 115-122.
2. Gracheva E.P., Vahtanova G.M., Kalyabin V.A., Usoev V.M., Chujkina M.A. (2014) Praktikum k kursu «Vozrastnaya anatomiya, fiziologiya i gigiena» [Workshop for the course «Age-related anatomy, physiology and hygiene»]. URL: https://rusneb.ru/catalog/002293_000049_RU+VLADIMIR|||BIBL|||0002819080/ [Accessed 20/12/24].
3. Ivonina L.F. (2019) Ispolnitelskaya interpretatsiya v usloviyakh dejstvitel'nogo vremeni: smyslovoe pole «zhivogo» ispolneniya [Performance interpretation in the conditions of real time: the semantic field of "live" performance] // *Universum: filologiya i iskusstvovedenie: elektron. nauchn. zhurn.* [Universum: Philology and Art History]. № 1 (58). URL: <https://7universum.com/ru/philology/archive/item/6775> [Accessed 20/12/21].
4. Mironov A.M. (2018) Mashinnoe obuchenie chast' 1. [Machine Learning part 1.] URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_009863302/ [Accessed 20/08/16].
5. Muedinov D.M. (2020) Fiziologicheskie osnovy zvukoobrazovaniya pri igre na medno-duhovyykh instrumentakh [Physiological basis of sound formation when playing brass instruments]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologicheskie-osnovy-zvukoobrazovaniya-pri-igre-na-medno-duhovyykh-instrumentakh> [Accessed 20/12/14].
6. Polekhin A. (2019) Iskusstvennyy intellekt v obrazovanii: primeryaem na Rossiyu [Artificial Intelligence in Education: trying on Russia]. URL: <https://vc.ru/future/71445-iskusstvennyy-intellekt-v-obrazovanii-primeryaem-na-rossiyu> [Accessed 20/06/21].
7. Sobolenko S. (2019) Iskusstvennyy intellekt: nachala MSM. Singulyarnost' neizbezhna [Artificial Intelligence: the beginnings of MSM. The singularity is inevitable.]. URL: <https://ru.pdfdrive.com-e189939016.html> [Accessed 20/08/12].
8. Solodova G.G., Kazin E.M., Petuhov S.I. (2019) Fizicheskoe razvitie lichnosti v vospitatel'no-obrazovatel'nom processe shkoly: uchebnoe posobie po kursu «Obshchaya i vozrastnaya pedagogika [Physical development of the individual in the educational process of the school: a textbook on the course "General and age pedagogy»]. URL: <https://poisk-ru.ru/s28934t2.html> [Accessed 20/12/20].
9. Strihar, O. I. (2014) Formirovanie muzykal'no-esteticheskogo vkusa i krugozora uchashchihsya na osnove primeneniya principa integratsii na urokah muzyki [Formation of musical and aesthetic taste and outlook of students based on the application of the principle of integration in music lessons]. URL: <https://moluch.ru/archive/70/12086/> [Accessed 20/12/21].
10. Flah P. (2015) Mashinnoe obuchenie. Nauka i iskusstvo postroeniya algoritmov, kotorye izvlekayut znaniya iz dannykh [Machine learning. The Science and Art of Building Algorithms that Extract knowledge from Data]. URL: <https://ru.pdfdrive.com> [Accessed 20/07/27].
11. Halilov A.I. (2014) Sistemnye i metodologicheskie aspekty adaptivnykh obrazovatel'nykh informatsionnykh sistem

-
- [System and methodological aspects of adaptive educational information systems]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnye-i-metodologicheskie-aspekty-adaptivnyh-obrazovatelnyh-informatsionnyh-sistem/viewer> [Accessed 20/05/12].
12. Chvanova L.V., Kasatkina N.E., Kazin E.M., Krasnoshlykova O.G. (2018) Psichologo-pedagogicheskie podhody k probleme social'noj adaptacii obuchayushchihsya v obrazovatel'noj infrastrukture regiona [Psychological and pedagogical approaches to the problem of social adaptation of students in the educational infrastructure of the region]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psichologo-pedagogicheskie-podhody-k-probleme-sotsialnoy-adaptatsii-obuchayushchihsya-v-obrazovatelnoy-infrastrukture-regiona> [Accessed 20/08/17].
 13. Shamin R.V. (2018) Mashinnoe obuchenie i iskusstvennyj intellekt v matematike i prilozheniyah [Machine learning and artificial intelligence in mathematics and applications]. URL: <http://www.mathnet.ru/conf1243> [Accessed 20/08/12].
 14. Shchekochihin O.V. (2018) Ob"ektno-processnaya model' dannyh dlya servis-orientirovannoj arhitektury integrirovannyh informacionnyh system [Object-process data model for service-oriented architecture of integrated information systems]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obektno-protsessnaya-model-dannyh-dlya-servis-orientirovannoy-arhitektury-integrirovannyh-informatsionnyh-sistem/viewer> [Accessed 21/02/20].
 15. Yakovleva M.S. (2014) Nejrointerfejsy: ponyatie, napravleniya i problemy razvitiya [Neurointerfaces: the concept, directions and problems of development]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrointerfejsy-ponyatie-napravleniya-i-problemy-razvitiya/viewer> [Accessed 20/12/27].