

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по организации и проведению в школах Российской Федерации тематических уроков "Искусственный интеллект и машинное обучение" в рамках Всероссийской образовательной акции

"Урок цифры"

Москва

2019

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Аннотация
- 2. Пояснительная записка
 - 2.1. Актуальность акции: искусственный интеллект как ведущая отрасль ИТиндустрии
 - 2.2. Акция как ключевое мероприятие в рамках реализации направления «Кадры и образование» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»
 - 2.3. Цели и задачи тематического урока "Искусственный интеллект: машинное обучение" в рамках акции "Урок Цифры". Ожидаемые практические результаты
 - 2.4. Методические материалы в помощь учителю: назначение и состав; практическая значимость
- 3. Организация и проведение тематического урока "Искусственный интеллект: машинное обучение"
 - 3.1. Как использовать ресурсы акции (урок в компьютерном классе)
 - 3.1.1. Видеолекция: организуем интерактивное обсуждение
 - 3.1.2. Как организовать практическую работу с онлайн-тренажерами
 - 3.2. Общие рекомендации по построению структуры и содержанию урока без использования компьютеров
 - 3.2.1. Анализ предлагаемого сценария урока в 1-4 классах
 - 3.2.2. Анализ предлагаемого сценария урока в 5-8 классах
 - 3.2.3. Анализ предлагаемых сценариев уроков в 9-11 классах
 - 3.3. Как организовать рефлексию
- 4. Список рекомендуемых источников
- Приложение 1. Расшифровка и карта уровней тренажёра для 1-8 классов
- Приложение 2. Расшифровка и карта уровней тренажёра для 9-11 классов
- Приложение 3. Технологическая карта для проведения урока с обучающимися в 1-4 классах
- Приложение 4. Шаблон презентации для сопровождения урока с обучающимися в 1-4 классах
- Приложение 5. Технологическая карта для проведения урока с обучающимися в 5-8 классах
- Приложение 6. Шаблон презентации учителя для сопровождения урока с обучающимися в 5-8 классах
- Приложение 7. Технологические карты для проведения урока с обучающимися в 9-11 классах ("Машинное обучение: деревья решений"; "Машинное обучение: нейронные сети")
- Приложение 8. Шаблоны презентации учителя для сопровождения урока с обучающимися в 9-11 классах

1. АННОТАЦИЯ

Данные методические рекомендации предназначены ДЛЯ организаторов школьных образовательных мероприятий (тематических уроков), проводимых рамках второго этапа Всероссийской В образовательной акции "Урок Цифры", имеющей просветительскую направленность, способствующей развитию цифровых навыков, раннему профессиональному самоопределению И популяризации среди школьников основных направлений развития ИТ-индустрии.

Целевая аудитория: руководители образовательных организаций общего и дополнительного образования, учителя информатики, классные руководители, педагоги дополнительного образования, тренеры образовательных проектов, а также студенты-волонтёры педагогических специальностей.

Пакет материалов включает рекомендации по проведению тематических уроков "Искусственный интеллект: машинное обучение" для школьников 1-11 классов.

Рекомендации были разработаны по заказу благотворительного фонда Сбербанка "Вклад в будущее" рабочей группой методистов при участии педагогов-практиков, менеджеров образовательных проектов и гейм-дизайнеров в соответствии с "Методическими рекомендациями по разработке тематических уроков и мероприятий" ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ.

В основу данной разработки положен успешный практический опыт организации и проведения тематических уроков в школах Российской Федерации в ходе акций "Час кода" (2014-2017 гг.), "Урока Цифры" (2018 г.), а также мероприятий просветительского проекта "Академия искусственного интеллекта" (2018 г.). Описанные в документе методики,

педагогические техники и приемы, инструменты, сервисы и ресурсы были успешно апробированы фокус-группой педагогов в рамках инициативы "Код-Класс" социального проекта "Твой курс: ИТ для молодежи".

Все разработанные методические материалы находятся в открытом доступе на сайте акции "Урок цифры" и могут быть успешно использованы педагогами дополнительного образования для проведения занятий и школьными учителями для проведения профориентационных классных часов и организации внеурочной и проектной деятельности обучающихся по ИТ-направлению.

2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

2.1. Актуальность акции: искусственный интеллект как ведущая отрасль ИТ-индустрии

Начало XXI в. ознаменовалось прорывным развитием цифровых технологий. Современный мир уже невозможно представить себе без информационных технологий, которые изменили и облегчили различные сферы, открыли новые рыночные возможности. ИТ-индустрия существенно преобразует условия труда и жизни человека. И немалая заслуга в этом одного из самых перспективных направлений развития ИТ-индустрии - искусственного интеллекта.

Определение искусственного интеллекта существует в различных вариациях и с различными дополнениями: свойство интеллектуальных систем выполнять сложные задачи; наука и технология создания интеллектуальных машин, интеллектуальных компьютерных программ. Указанные определения отражают понятие искусственного интеллекта, котором, одной стороны, наука ЭТО человекоподобных машин, а с другой – свойство вычислительной техники. И уже очевидно, что понятие «искусственный интеллект» вышло за границы первоначального определения. В силу этого в время искусственный интеллект представляет настоящее объемное научное понятие, вбирающее в себя ряд современных технологий и расширяющее возможности компьютерных наук.

Примечание [9]:

• По оценкам международной исследовательской компании IDC, расходы на когнитивные сервисы и искусственный интеллект (ИИ) в мире в 2020 году достигнут \$50 млрд. По оценкам UBS, к 2030 году она вырастет до \$100 млрд.

• В числе ведущих разработчиков технологии и поставщиков программного обеспечения и решений ИИ гиганты IT-индустрии – Google, IBM, Microsoft, General Vision, Intel, NVIDIA и другие.

Актуальность создания систем искусственного интеллекта в настоящее время связана со сложностью проблем, которые приходится решать современному обществу. Ряд систем искусственного интеллекта, внедренных в различных областях промышленности, сфер бизнеса, финансов, образования, спорта, развлечений и т.п. демонстрируют высокую эффективность, быструю окупаемость и очевидные преимущества по сравнению с предшествующими им методами решения прикладных задач.

Примечание [7]:

- По оценкам экспертов, почти половина рабочих мест может быть заменена компьютерами и роботами. Впрочем, о полной автоматизации можно говорить лишь в отношении менее 5% специальностей, а в остальных случаях возможна лишь частичная замена человека.
- Сильнее всего искусственный интеллект угрожает людям, занятым физическим трудом, а также сбором и обработкой данных. Эти рабочие места охватывают производство, гостиничное и ресторанное обслуживание, розничную торговлю и т.п.

Сегодня направление искусственного интеллекта превращается в одну из самых передовых отраслей инновационной экономики. Она полна интересными и трудноразрешимыми проблемами, решение которых приведет к очередному взрывному росту технологий, открытию новых рынков, росту благосостояния общества, но камнем преткновения является кадровый вопрос: в мире не существует достаточного количества квалифицированных специалистов для их решения.

Примечание [7]:

- По оценкам независимой канадской ИИ-лаборатории Element AI, в мире насчитывается всего лишь около 22 тысяч программистов с ученой степенью, способных разрабатывать системы искусственного интеллекта.
- Сотрудники ведущих технологических компаний и люди, получавшие предложения о работе от крупнейших ИТ-компаний, сообщили изданию NYT, что размер вознаграждения у ведущих ИИ-специалистов измеряется несколькими миллионами.
- Ведущие мировые ИТ-компании

Очевидно, что в сложившихся условиях развития ИТ-индустрии будущий потенциал любого государства будет определяться тем профессиональным выбором, который сделают сегодняшние школьники, насколько они будут мотивированы к выбору ИТпрофессий, насколько они будут понимать их востребованность, осознавать стратегическую важность И личностного ДЛЯ самоопределения, и для укрепления могущества Родины.

И, конечно, школа не должна оставаться в стороне от решения проблем, актуальных для нашей страны в частности и человечества в целом. От того, какой будет наша система образования сегодня, зависит, какой будет завтра Россия!

2.2. Акция как ключевое мероприятие в рамках реализации направления «Кадры и образование» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»

Проведение тематических уроков "Искусственный интеллект и машинное обучение" являются одним из этапов всероссийской образовательной акции "Урок Цифры" [20], которая проводится с целью популяризации среди школьников основных направлений ИТ-индустрии, их раннего профессионального самоопределения в соответствии с тенденциями развития и запросами информационного

общества, развития цифровых знаний и навыков у подрастающего поколения.

Акция является одним из мероприятий в рамках реализации направления «Кадры и образование» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», ключевыми направлениями которой являются:

- совершенствование системы образования, которая должна обеспечивать цифровую экономику компетентными кадрами;
- трансформация рынка труда, который должен опираться на требования цифровой экономики;
- создание системы мотивации по освоению необходимых компетенций и участию кадров в развитии цифровой экономики России.

Организаторами второго этапа акции выступают Министерство просвещения РФ, Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, АНО «Цифровая экономика», и ведущие российские технологические компании, урок подготовлен с при поддержке экспертов Сбербанка и Благотворительного фонда Сбербанка «Вклад в будущее».

Уникальность мероприятия в том, что организаторы предлагают систему адаптированных к возрастным особенностям школьников мероприятий просветительской направленности, связанных общей идеей и, в то же время, раскрывающих специфические особенности различных направлений развития ИТ-индустрии, актуальных на современном этапе развития общества:

- программирование;
- искусственный интеллект и машинное обучение;
- нейросети;

- управление проектами;
- безопасность в Интернете.

2.3. Цели и задачи тематического урока "Искусственный интеллект: машинное обучение" в рамках акции "Урок Цифры". Ожидаемые практические результаты

Основной **целью тематических уроков** является создание условий для осознания школьниками важности построения дальнейшей индивидуальной образовательной траектории и ранней профориентации через знакомство с перспективными направлениями развития ИТ-индустрии (на примере искусственного интеллекта и машинного обучения).

Задачи урока: познакомить ШКОЛЬНИКОВ основными проблемами, которые c решаются помощью современных интеллектуальных систем; расширить их представление о технологиях машинного обучения и перспективах развития этого направления ИТиндустрии; познакомить с основными видами задач, решаемых с помощью систем машинного обучения в разных областях и сферах деятельности человека.

В ходе интерактивных бесед и в процессе дидактических игр учитель должен обратить внимание школьников на те свойства интеллекта, которым сегодня обучают машины:

- способность к **прогнозированию**: предсказать результат по входным данным; представить недостающие, или даже несуществующие детали, образы;
- способность к **анализу**: находить закономерности, видеть логику событий, правильно оценивать ситуацию и т.п.;
- способность обучаться и запоминать: усваивать новые знания и информацию, приобретать навыки и использовать их

для принятия решения или какого-либо действия, опираясь на предыдущий опыт (успехи, ошибки, результатами, вызванные предыдущими решениями, действиями).

Уникальность тематики текущего этапа определяется уникальностью самого понятия искусственный интеллект, его ассоциативной связь с биологическим феноменом человека - умением мыслить, стремлением человека познать этот феномен и воспроизвести основные его особенности в искусственных системах.

Примечание:

• В английском языке словосочетание *artificial intelligence* не имеет антропоморфной окраски, которую оно приобрело в традиционном русском переводе: слово *intelligence* в используемом контексте скорее означает «умение рассуждать разумно», а вовсе не «интеллект» (для которого есть английский аналог *intellect*).

Погружаясь в предметное поле проблемы, школьники изучают и анализируют основные составляющие одного из самых перспективных на сегодняшний направлений искусственного интеллекта - машинного обучения:

- данные;
- признаки;
- алгоритмы.

Квинтэссенцией урока является анализ реальных практических примеров, связанных с машинным обучением и решением задач распознавания образов, адаптации, прогнозирования, кластеризации; их применения в различных сферах и областях жизни и деятельности человека.

Предлагаемые сценарии тематических уроков построены по принципу дидактической спирали: знакомство с понятиями на пропедевтическом уровне на ступени с 1 по 4 класс, затем на

следующей ступени (с 5 по 8 класс) изучение тех же вопросов, но уже на качественно новой основе, более подробное, с включением некоторых новых понятий, относящихся к данной теме.

На старшей ступени в зависимости от мотивации и готовности обучающихся учитель может дать уже общие представления о принципах работы нейронных сетей.

Ожидаемые практические результаты. Одним ИЗ востребованных и стратегически важным для государства и общества результатом является инициирование профессионального интереса школьников к ИТ-индустрии, которая будет определять тенденции человечества В ближайшее время развития И, следовательно, интеллектуальный потенциал государства.

Важно, чтобы уже сейчас, еще в школе, каждый обучающийся, вне зависимости от своих склонностей, интересов и содержания и имеющихся возможностей преподавания курса информатики, осознал необходимость изучения информационных технологий для своего будущего - жизни в XXI веке.

Личностное и профессиональное самоопределение (мотивация к получению профессий в наукоемких областях через интерес к достижениям в области искусственного интеллекта) - один важнейших планируемых образовательных результатов тематических уроков. Поэтому, знакомя школьников с современным уровнем технологий развития технологий искусственного интеллекта, машинного обучения, которые призваны способствовать развитию экономики, улучшить качество жизни и работы людей, ускорить и изменить процессы и способы решения различных задач, следует обратить внимание обучающихся на то, что процессы интеграции искусственного интеллекта в различные сферы и области деятельности человека потребуют от специалистов любых профессий в будущем (в том обществе, в котором им жить!) дополнительных навыков и компетенций, многие из которых связаны с умением программировать (разрабатывать алгоритмы, писать программы для различных устройств и систем, логически и системно мыслить и т.п.), ставить задачи системам искусственного интеллекта и обучать их.

Кроме того, выбор педагогических техник и методических приемов организации тематических занятий априори ориентирован на формирование у обучающихся навыков регулятивных универсальных учебных действий через вовлечение их в деятельность по постановке целей, выбору способа ее достижений, ситуационной рефлексии в ходе занятия и ретроспективной после его завершении. Освоение начальных форм познавательной и личной рефлексии - одна из основных задач, сформулированных в Федеральном государственном образовательном стандарте общего образования.

Отличительной особенностью организации тематических занятий является ориентация на кооперированную деятельность школьников, на развитие его коммуникативных универсальных учебных действий:

- умение организовывать продуктивное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками;
- работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учёта интересов;
- формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение.

Обучающиеся учатся работать самостоятельно и в команде, вступать в диалог и вести его, выполнять разные роли и обязанности. Приобретаемый ими социальный опыт и навыки оказываются практически значимыми.

2.4. Методические материалы в помощь учителю: назначение и состав; практическая значимость

Актуальность представленных методических рекомендаций видится в двух аспектах:

- во-первых, в привлечении внимания педагогических работников к проблеме профессионального выбора школьников; осознанию необходимости проведения активной профориентационной деятельности среди школьников разных возрастов в сфере ИТ-индустрии с учетом приоритетных направлений ее развития и потребностей государства, личной и профессиональной ответственности за результативность этой деятельности;
- во-вторых, в экономии времени педагогов и обеспечение их качественными методическими материалами для проведения мероприятий просветительской профориентационной И направленности, использующих интерактивные образовательные технологии, различные педагогические техники и приемы, специально разработанное программное обеспечение, ресурсы сети Интернет и т.п.

Цели составления данных методических рекомендаций определяются идеей организаторов акции оказать методическую помощь педагогам-практикам на этапе подготовки, планирования и проведения тематического урока по теме "Искусственный интеллект: машинное обучение", выдерживая при этом единую содержательную масштабах страны (при вариативности сценариев линию в уроков), обеспечить тематических их массовость результативность.

Практическая значимость материалов. Предлагаемые в данном документе методические материалы и ресурсы составлены для всех

уровней общего образования (начального, основного, среднего) с учётом возрастной специфики обучающихся, их интересов и в соответствии с требованиями ФГОС соответствующего уровня.

Методические материалы включают описание адаптированных к возрастным особенностям школьников техник и приемов введения основных теоретических понятий из области искусственного интеллекта и технологий машинного обучения, описание и анализ эффективности практических примеров и современных достижений в этой сфере человеческого знания; интерактивные задания, дидактические игры, инструменты рефлексии и т.п для проведения тематических уроков.

Они позволяют педагогу, прежде всего, расширить свои собственные представления о тенденциях развития и уникальных наработках в области искусственного интеллекта, актуализировать некоторые теоретические аспекты этой области знания и провести планируемые тематические уроки на высоком методическом и эмоционально-мотивационном уровне, привлечь внимание школьников к этой наукоёмкой отрасли, которая имеет исключительно важное значение в различных областях и сферах деятельности человека.

Рекомендуемые в них формы работы и методические приемы направлены на формирование целого спектра образовательных результатов: предметных (в области искусственного интеллекта и машинного обучения), личностных (связанных с самоопределением и смыслообразованием), метапредметных (регулятивных, коммуникативных универсальных учебных И познавательных действий), которые обеспечиваются выбранными способами организации деятельности для каждого сценария урока.

Участие в разработке материалов специалистов в области Искусственного интеллекта и машинного обучения, опытных методистов, педагогов-практиков, менеджеров образовательных

проектов и профессиональных гейм-дизайнеров обеспечивает их качество и нацеленность на результат.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО УРОКА "ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ"

Учитывая разные (в каждой школе/классе) организационные возможности для проведения тематического урока, учителю предоставляется на выбор несколько вариантов планирования.

3.1. Как использовать ресурсы акции (урок в компьютерном классе)

Первым рекомендуемым и наиболее распространенным вариантом построения структуры занятия является урок, включающий три основных этапа:

Этап 1. обучающихся Мотивация учебной деятельности, введение в тему урока и усвоение новых знаний посредством просмотра видеолекции (ролика), на сайте акции, сопровождаемого интерактивной беседой в формате ситуативной рефлексии, которые обеспечивают включённость непосредственную школьников обсуждаемую проблематику, осмысление её ключевых элементов, анализ примеров. Этот вид рефлексии включает в себя и способность субъекта соотносить с предметной ситуацией собственные действия, что важно как для понимания сути развития систем искусственного интеллекта и технологий машинного обучения, так и для личностного и профессионального самоопределения школьников является одной из ключевых задач тематического урока).

- Этап 2. Получение и отработка практических навыков в процессе работы с тренажером, ориентированном на погружение в суть понятий машинного обучения и искусственного интеллекта через решение конкретных задач.
- Этап 3. Подведение итогов и рефлексия

Далее приводится специфика организации этих этапов урока.

3.1.1. Видеолекция: организуем интерактивное обсуждение.

Опыт организации акций "Час кода" и "Урок цифры" показывает, что учителя (волонтеры), в большинстве случаев, планируя тематический урок включают просмотр ролика (или его части) в структуру урока.

При этом, следует обратить внимание на ряд аспектов:

- организационный (Как организовать просмотр?);
- мотивационный (Какова ключевая идея ролика?);
- содержательный (Какие вопросы освещаются в ролике?);
- методический (Как организовать обсуждение?).

Что касается **организации** просмотра видеолекции, то очевидно, что должно быть установлено соответствующее звуковое и проекционное оборудование. Ролик, рекомендованный для просмотра, может быть заранее скачан на сайте акции. Это повысит степень комфортности во время урока (снимет зависимость от наличия доступа к сети Интернет).

Просматривая ДО начала тематического урока ролик и проводя хронометраж урока, учитель принимает решение, будет ли показан весь ролик или какой-то фрагмент (или фрагменты). Как правило, в начальной школе, второй вариант является наиболее предпочтительным.

По мнению большинства участников тематических акций, видеолекция - один из этапов урока, направленный на **повышение**

мотивации школьников к погружению в соответствующее предметное поле или область деятельности человека.

Этому способствует выбор жанра видеолекции в формате сторителлинга (storytelling — англ., рассказывание историй, повествование); диалогическая форма подачи материала (обращение к школьникам по ходу лекции); доступность изложения материала; наличие ярких (мотивирующих!) примеров, раскрывающих возможности человека; видеоряд и т.п.

Что касается **содержательного** аспекта, то учителю следует обратить внимание на ряд ключевых понятий искусственного интеллекта, которые обсуждаются в процессе видеолекции.

Во-первых, упоминание игры StarCraft может вызвать диалог о сложности создания игр в жанре стратегий, в которых моделируются целые миры с условиями обитания, "героями", их возможностями и т.п. При этом игроку для достижения цели необходимо применять стратегическое мышление, поскольку каждый раз перед ним стоит ситуация выбора и принятия решения. Просчитать заранее выигрышный вариант просто невозможно. Для таких игр характерна уникальная вариативность реализации алгоритма выигрышной стратегии! Поэтому обучить бота такой игре достаточно сложно.

Во-вторых, можно обсудить со школьниками понятия "слабый" и "сильный" искусственный интеллект. Реализацию "слабого" искусственного интеллекта можно показать на примере мобильных приложений (распознавание музыки, создание комиксов, распознавание речи, перерисовка фотографий в различных стилях и др.). Что касается "сильного" искусственного интеллекта, то, обсуждая этот аспект, можно представить его как задачу будущего, которую предстоит решить тем, кто сегодня сидит за школьной партой.

Такие методические "находки", конечно, имеют и мотивационную составляющую.

В-третьих, говоря об исторических аспектах проблемы, следует отметить, что этот технологический прорыв совершался на протяжении жизни человека, которому сейчас порядка 70 лет (примерный возраст бабушки и дедушки школьника). И это феномен в истории науки (в 1950 году Алан Тьюринг первым описал проблему искусственного интеллекта, а сегодня мы имеем уникальные технологические решения), в истории человечества!

В-четвертых, следует обратить внимание на различие экспертных систем и систем машинного обучения, которые пришли им на смену:



Чтобы экспертная система стала интеллектуальной необходимо:

- во-первых, "вооружить ее знаниями" (создать базу знаний);
- **во-вторых,** научить её "думать": связывать полученную из окружающего мира информацию со знаниями, уже хранящимися в памяти интеллектуальной системы, делать определённые выводы, принимать решения (за это отвечает специальный блок механизм вывода).

Экспертная система работает по заложенным в неё правилам вывода (в ролике очень хорошо показано на диагностике органов зрения). За счёт применения технологий машинного обучения сделан уникальный прорыв в этой области: "вместо огромного труда по ручному построению правил,

предложены алгоритмы, которые формируют правила автоматически, если им для этого предоставить данные, поскольку все необходимое для искусственного интеллекта знание уже может содержаться в данных". Этот аспект можно обсудить со школьниками, сделав паузу в процессе просмотра видеолекции.

В-пятых, возможно потребуется дополнительно пояснить термин "глубокое обучение". Этот термин напрямую касается использования нейронных сетей, но, даже не упоминая нейронные сети, этот термин можно объяснить стремлением построить интеллектуальные системы, способные обучаться самостоятельно за счет все возрастающего объёма поступающих в неё данных.

Что касается **методического** компонента, то желательно, чтобы лекция носила интерактивный характер. Без внимания не должна остаться фраза: "Стоит только залезть к себе в смартфон, и вы будете окружены приложениями с нейронными сетями, воспринимая их работу уже как чтото само собой разумеющееся". Предложите школьникам назвать приложения, которые решают задачи, которые еще недавно считались (и были!) прерогативой человека.

Возможно, вам захочется продолжить обсуждение, тогда можно предложить ученикам основной школы написать эссе "День школьника в XXV веке", сделав акцент на использовании систем "сильного" искусственного интеллекта. Старшие школьники, например, могут выпустить альманах (тематический сборник), посвященный разработкам в области искусственного интеллекта, получив опыт работы с научнопопулярными текстами; среди учеников начальной школы можно провести конкурс рисунков.

Пусть тематический урок "Искусственный интеллект: машинное обучение" послужит "точкой входа" к различным мероприятиям, связанным с профориентационным выбором школьников, с одной

стороны, ориентированным на работу в ИТ-индустрии и, следовательно, на серьёзное отношение к таким предметам, как информатика, математика, физика, биология, с другой, на возможность и мотивационную готовность в будущем работать с системами машинного обучения в различных областях и сферах профессиональной деятельности человека.

3.1.2. Как организовать практическую работу с онлайн тренажёрами

Для организации этапа практической работы на сайте акции учителю предлагаются два уникальных онлайн-тренажёра, разработанных специально для участия в акции "Урок цифры":

- Тренажёр для 1-8 х классов "Зоопарк"
- Тренажёр для 9-11 классов "______"

Для работы с данными ресурсами на уроке учителю необходимо заблаговременно проверить компьютерный класс на его соответствие требованиям, которые указаны в приложениях 1 и 2, а также обеспечить обучающихся рабочим местом, предполагающим наличие компьютеров для индивидуальной/парной работы, доступ к сети интернет и к сайту акции "Урок цифры".

Примечание:

Если организационные возможности не позволяют учителю провести урок с использованием тренажёра в компьютерном классе, то ему предлагаются альтернативные (бескомпьютерные) сценарии проведения урока, описанные в разделе 3.2. и приложениях 3-8 к данному документу.

Работа с данными тренажёрами не требует от школьников знаний в области машинного обучения (продвинутой математики,

статистики или навыков программирования). Однако, она позволит обучающимся каждой ступени общего образования в игровой и интерактивной форме:

- применить на практике понятия, с которыми школьники познакомились в первой части урока (видеолекции, интерактивной беседы);
- усвоить новые понятия, принципы и пройти основные этапы машинного обучения;
- попробовать себя в роли специалиста по искусственному интеллекту и решить одну из практических задач современного машинного обучения (на примере распознавание образов и др.), создав собственную модель (обучения) и применив её в игровых условиях, используя предлагаемые наборы данных.

Примечание

В тренажёре разбирается один из типов алгоритмов "обучения машины с учителем", когда школьник выступает в роли учителя, т.е. самостоятельно, размечает все данные на категории (кошек и собак; кошачьих и собачьих и т. п.), либо корректирует уже размеченные признаки, параметры предлагаемых данных (хвосты, уши, даты и т.п.), а машина учится на этих заданных им примерах).

В тренажёре для 1-8 классов перед школьниками стоит цель наладить работу зоопарка будущего, где уход за животными осуществляют роботы-смотрители. По сюжету клетки с животными поменяли местами, появились новые звери, и роботы стали допускать ошибки: например, собакам достается корм для кошек, а игрушки для кошек попадают в секцию для волков. Это происходит из-за того, что роботы не понимают кто где находится, а просто работают по стандартной компьютерной программе. Перемены в зоопарке

происходят часто, а постоянно переписывать и отлаживать новые программы для роботов очень долго и дорого.

Перед школьниками, выполняющими роль специалистов по искусственному интеллекту, руководством зоопарка ставится задача: обучить роботов распознавать животных, чтобы машины самостоятельно могли принимать правильные решения и не допускать ошибок при уходе за волками, собаками, кошками и тиграми.

В ходе работы с тренажёром обучающимся предстоит самостоятельно пройти 4 уровня, чтобы создать собственную модель обучения робота, выбрать алгоритм принятия решений и протестировать их работу в виртуальном зоопарке.

Учителю важно понимать и обратить внимание школьников на тот факт, что каждый игровой уровень приближен к реальным этапам работы специалистов по машинному обучению. При этом, учитывая возрастную специфику обучающихся 1-4 классов, учителю можно рекомендовать сделать это до начала работы с тренажёром, отобразив эти этапы на слайде или доске и показав их логику. Обучающихся 5-8 классов учитель может попросить самостоятельно сформулировать основные этапы и составляющие машинного обучения (набор данных, признаки, обученная модель, алгоритм) уже после работы с тренажёром, т.е. на этапе рефлексии в конце урока.

• 1 уровень тренажёра — этап подготовки и разметка набора данных (изображений), необходимых для обучения робота. В интерфейсе тренажёра школьникам необходимо будет классифицировать общий набор изображений вручную: отмечать мышкой кто изображен на картинках (кошка, собака и т.п.), а также отметить лишние по их мнению изображения животных.

Примечание:

Набор данных или, как его еще называют специалисты, "датасет" - одна из самых важных составляющих машинного обучения. Чем

лучше, разнообразнее и объемнее получится набор наших данных (выборка изображений, на которой мы будет обучать нашего робота), чем меньше в нем будет "мусора" (лишних изображений), тем лучше будет конечный результат - робот будет меньше ошибаться и станет точнее распознавать животных с помощью своей камеры.

• 2 уровень тренажёра — этап обучения модели на имеющихся данных (изображений, размеченных на предыдущем этапе) и настройка обученной модели. В тренажёре суть обучения модели и ее визуализация состоят в соотнесении предлагаемых ею признаков с конкретным животным: школьнику необходимо отметить, для кого характерны те или иные признаки, например, "полосатая шкура", "любит малину" и т.п. Эти признаки робот сможет анализировать, выделять на изображении и, следуя этой логике обучения, по ним он будет отличать животных друг от друга. Однако, стоит обратить внимание школьников на то, что не все признаки полезны. Например, хвост есть у всех животных в нашем зоопарке, и по нему отличать кошек от собак нашему роботу не удастся.

Примечание:

То, что мы получим в итоге, называется "*обученной моделью*», которую предстоит протестировать на следующих уровнях. Обученная модель может, глядя на изображение, сказать кошка это или собака и т.д.

Надо понимать, что робот - это машина, которая не знает что такое котик или собачка, но может находить в их изображениях общие признаки, анализировать и сравнивать по ним изображение, которое он получает со своей камеры и дать ответ-прогноз, который можно выразить следующим образом: это изображение на 98% выглядит как изображение типа "котик".

• 3 уровень тренажёра — выбор алгоритма для решения задачи. По результатам второго уровня получится несколько простых моделей, каждая из которых по-

отдельности умеет принимать только одно простое решение точно так, как мы её научили (например, отличать кошек от собак или тигров от кошек). Специфика данного этапа заключается в том, что обучающимся предлагается по сути творческое задание: составить из обученных простых моделей собственный алгоритм, который поможет роботу отличать всех животных зоопарка и принимать верные решения по уходу за животными. Для этого школьникам необходимо изучить на экране получившиеся модели (что они умеют распознавать) и дополнить ниже уже готовую схему (алгоритм), в которой отсутствует одна или несколько моделей.

• 4 (итоговый) уровень тренажёра — проверка работы алгоритма на новых данных (отправляем робота в виртуальный зоопарк и наблюдаем за тем, правильно ли он будет распознавать животных и предпринимать те или иные действия). При запуске робот будет передвигаться по зоопарку, кормить животных и выдавать им еду и/или игрушки. Он проедет по 10 вольерам и выдаст животным то, что считает нужным, согласно алгоритму, выбранному на предыдущем этапе. Если алгоритм выбран неверно, то робот выдаст животному что-то не то. Животное после кормления может находиться в одном из трех состояний: счастливое, обычное и грустное — это и есть результат работы обучающегося.

Результат прохождения тренажёра и работы алгоритма достаточно прозрачно визуализируется и отображается на экране посредством трёх параметров:

• отображения настроения животных (грустный, обычный, счастливый);

- заполнения цветом динамически изменяющейся шкалы аналогично той, которую школьники могут видеть при зарядке телефона либо при загрузке и копировании файла на компьютере;
- присуждения рейтинга от 1 до 3 звёзд.

Важно отметить, что прохождение всех четырех уровней не обязательно будет являться окончанием игры и работы обучающегося с тренажёром.

- Если результат получился не идеальным (когда рейтинг ниже 3 звезд!), то учитель должен попросить обучающегося вернуться к предыдущим этапам, внести изменения. При этом важно сохранять позитивное отношение. Побудительным мотивом к продолжению работы могут стать следующее обращение учителя:
 - Специалисты по искусственному интеллекту и машинному обучению постоянно сталкиваются в своей работе с тем, что их модель или выбранный алгоритм работают не совсем так, как нужно. В этом случае они стремятся улучиить набор данных, меняют параметры, экспериментируют и пробуют решить задачу разными способами. А как ты можешь улучшить свою модель или алгоритм, чтобы робот распознал всех животных и они остались довольны?
- Если обучающийся справился с задачей сразу и получил три звезды, учителю рекомендуется все-таки попросить школьника поэкспериментировать с настройками на предыдущих этапах, чтобы он смог посмотреть и сравнить как меняется поведение робота при тех или иных алгоритмах. Таким образом можно будет добиться некоторой синхронности в завершении практической работы. И именно на опыт этих ребят учитель может опереться в процессе подведения итогов.

После завершения работы с тренажером следует этап итоговой рефлексии (ретроспективной и/или проспективной) в формате интерактивной беседы.

Школьникам 9-11 классов, работая с тренажёром, предстоит познакомиться с технологиями "машинного обучения с учителем" на примере нейронных сетей. Для знакомства с интерфейсом, понятиями и принципами, необходимыми для работы с тренажёром, на сайте акции будет предложен дополнительный обучающий ролик.

Тренажер представляет собой графический симулятор построения, тестирования и настройки модели машинного обучения **без необходимости программирования**. При этом важно отметить, что работая в браузере, обучающиеся получат возможность работать с реальной моделью нейронной сети и смогут наблюдать за результатами её работы, используя предлагаемые им наборы данных.

Работая с тренажером, ученик видит основные этапы работы с самой моделью машинного обучения:

- настройка гиперпараметров сети (например, количества слоёв, количества нейронов в слое и др.) и то, как они влияют на итоговый результат модели;
- процесс обучения: как улучшается модель по ходу обучения;
- тестирование модели: какой результат показывает модель на тестовых данных после обучения;
- выбор модели: какая модель в итоге окажется лучшей на предоставленных им данных

Описание механики и устройства работы с тренажёром.

Условия работы: ученику дается набор данных.

Постановка задачи: необходимо построить лучшую модель, предсказывающую скрытую (тестовую) часть данных, продемонстрировав качество работы сети. Как только учеником будет

достигнут достаточный результат, он может перейти на следующий уровень и подобрать параметры для решения задачи на следующем наборе данных.

Механика работы с тренажёром:

- для решения задачи ученик должен выбрать оптимальные настройки обучения нейронной сети на предоставленных ему данных;
- ученику даются подсказки и упражнения вида "попробовать сделать то или иное действие", объясняющие получаемый результат;
- как только ученику удаётся построить наилучшую модель (достигающую заложенного в системе уровня качества), он может перейти на следующий уровень-задачу;

Компоненты веб-интерфейса для построения нейронной сети. Работая с моделью нейронной сети школьник получает возможность управления данными и настройкой сети.

Работа с данными предполагает:

- выбор данных (уровня сложности задачи): ученики решают задачу классификации на заранее подготовленных простых двумерных данных;
- вывод двумерной графической модели, показывающей данные на плоскости;
- возможность показать отдельно тренировочную и тестовую части данных.

Выбор настроек нейронной сети включает:

- выбор архитектуры нейронной сети: количество слоев и число нейронов в слое определяется самим пользователем;
- выбор типа нейронов в используемой модели сети и выбор функции активации;
- выбор параметров обучения (в частности, величины шага).

Обучение нейронной сети ведется:

- посредством кнопки запуска обучения, остановки, обучения заново, а также возможности вручную проводить итерации;
- анализа графика ошибки нейронной сети на тренировочной и тестовой данных;
- анализа результата работы нейронной сети поверх исходных данных (разным цветом показаны разделение данных на классы).

Что касается **непосредственно решения задач**, то в обучающем видеоролике, предложенном организаторами, для демонстрации основных концепций обучения модели рекомендуется следующая **последовательность**:

- Демонстрационная задача и данные (предполагается работа с простыми данными, в ходе которой осваивается интерфейс сети, исследуется возможность решения задачи сетью из одного нейрона, анализируются кривые обучения, демонстрируется возможность изменения скорости обучения);
- **Простая задача** (набор данных усложняется; при решении этой задачи школьники добавляют нейроны, выбирают функцию активации и т.п.);
- Задача среднего уровня сложности (школьники добавляют слои и меняют число нейронов в слое);
- Задача повышенного уровня сложности (данные должны быть двумерными; здесь главное сложное поведение модели; в нейронной сети должно быть более двух слоев).

Заметим, что может быть предложена альтернативная последовательность задач и данных:

- Демонстрационная (простая) задача (игрушечные данные из видеоролика; возможность сразу добавлять нейроны, изменять функции активации и, возможно, даже слои);
- Задача среднего уровня сложности (демонстрируются особенности процесса обучения, задачу нельзя решить с

помощью нейронной сети, имеющей один слой; ограничение числа нейронов в слое - 8).

• Сложная задача (возможность продемонстрировать, что не всегда можно достичь идеального результата!).

Описание образовательного результата. В результате работы с тренажёром, ученики ознакомятся с основными составляющими обучения модели:

- настройка гиперпараметров модели;
- настройка параметров обучения;
- запуск обучения модели;
- анализ результатов обучения.

Основные выводы, которые школьники должны сделать в результате проведенного тренинга:

- выбор модели существенно влияет на итоговый результат;
- обучение модели это процесс, успех и длительность которого зависят от различных факторов;
- самое главное в обучении модели ее результат на тестовых данных.

Общие рекомендации по организации работы обучающихся с тренажёрами.

На выполнение заданий тренажёра и проведение данного этапа урока целесообразно отвести 20-25 минут.

Говоря об организации практической работы на основе тренажёров, следует отметить, что эффективность данного этапа определяется тщательностью его подготовки учителем. Чтобы все прошло успешно, на этапе подготовки учителю рекомендуется:

• Заранее пройти все уровни выбранного для работы с классом тренажёра, чтобы избежать ситуации, когда он не сможет помочь обучающимся или ответить на их вопросы.

- До начала урока важно открыть тренажёр и проверить его работу на компьютерах в классе. Для экономии времени на уроке откройте страницу с тренажёром на компьютерах обучающихся заблаговременно, либо сохраните её в закладках.
- Заручиться поддержкой системного администратора, чтобы обратиться к нему при возникновении проблем с компьютерами и интернетом в ходе урока.
- Договориться и проводить урок с ассистентом (-ами). В этом случае учитель или волонтёр объясняет, показывает и задаёт основной темп урока, а ассистент(-ы) помогают учителю решать организационные вопросы, помогают конкретным обучающимся при возникновении сложностей. Если вы работаете с помощником (-ами), учителю или волонтёру необходимо до начала урока тщательно спланировать действия и распределить с ними обязанности и зоны ответственности.

Вначале работы с тренажёром в классе учителю рекомендуется:

- познакомить класс с тем как попасть и войти на страницу тренажёра, его интерфейсом и логикой работы на общем экране: продемонстрировать где расположены необходимые элементы интерфейса для выполнения задачи, где посмотреть подсказки и условия задачи;
- договориться с классом и установить следующие правила работы:
 - все работают индивидуально (либо в парах) и не мешают остальным;
 - при возникновении сложностей с прохождением уровня следовать следующему алгоритму:
 - еще раз внимательно прочитать условия задачи, посмотреть подсказку и попробовать решить самостоятельно;

если задача не решается, попросить помощи кого-либо
 из одноклассников, и только потом учителя.

При работе с тренажёром целесообразно использовать индивидуальную работу школьников за ПК для отработки основных навыков и проведения самоконтроля. В этом случае результативность обеспечивается прозрачностью описываемых действий, контролем, подсказками, поддержкой со стороны тренажёра и учителя на каждом шаге. Это создаёт ситуацию успеха, вызывает азарт и побуждает обучающихся к творчеству в процессе самостоятельной работы.

Если ученики занимаются в паре за компьютером, поясните им следующие принципы и правила работы:

- Когда вы работаете в паре над задачей за одним компьютером,
 помните, что вы одна команда! Вместе вы можете
 решать задачи лучше и быстрее.
- Работа в парах за одним компьютером очень похожа на вождение автомобиля: один человек выполняет роль "водителя", а другой "штурмана". Обе роли очень важны! Водитель сидит за компьютером и полностью контролирует управление мышью и клавиатурой, взаимодействует с интерфейсом тренажёра. Задача штурмана быть рядом и следить за действиями "водителя", направлять его, следить за возможными ошибками.
- Общение ключ к успешной совместной работе. Все возникшие вопросы решаются обсуждением. Уважайте и ни в коем случае не оскорбляйте друг друга. Штурман не может выхватывать мышь или клавиатуру из рук водителя, если хочет сделать по-другому. Вместо этого он должен сказать "водителю", что по его мнению нужно сделать иначе,

предложить свой альтернативный вариант. "Водитель" должен пояснять и комментировать все свои действия в ходе работы.

- Штурман думает о решении задачи, водитель фокусируется на конкретных деталях и действиях за компьютером.
- Меняйтесь ролями при переходе на каждый следующий уровень тренажёра. Тот, кто был водителем, становится штурманом и наоборот.

В ходе работы с тренажёром учителю рекомендуется:

- Помнить, что его роль (наставника) заключается прежде всего в том, чтобы поддерживать и направлять самостоятельную деятельность обучающихся при выполнении заданий тренажёра.
- Двигайтесь вперед и возвращайтесь: иногда обучающимся будет полезно вернуться к сложному для них уровню.
- Не спешить и дать возможность обучающимся экспериментировать. Несмотря на то, что первые несколько уровней дают точные инструкции, что нужно делать, чтобы уровень был пройден, ученики также должны иметь возможность опробовать свои собственные идеи решения задач.

В классе, где навыки и темп работы обучающихся различается, привлечь более успешных для помощи отстающим. При этом необходимо пояснить обучающимся, что помощник не должен делать задание за отстающего, а его роль заключается в объяснении действий и постановке вопросов, помогающих найти решение.

Если кто-то из школьников закончит задания тренажёра на уроке раньше других, ему можно предложить экспериментировать, менять

параметры на предыдущих уровнях или ознакомиться с другими тренажёрами на сайте акции.

Если кто-то из учеников не успевает закончить работу вовремя, рекомендуется похвалить его уже за то, что уже сделано, и предложить закончить оставшиеся задачи дома. В этом случае на следующем уроке нужно поинтересоваться результатами и выбранным алгоритмом решения задач.

Если по какой-либо причине нет возможности пройти тренажёр или открыть сайт акции на компьютерах учеников, учителю рекомендуется реализовать работу с тренажёром, по крайней мере, в демонстрационном режиме, со своего устройства. В этом случае задачи тренажёра могут решаться коллективно в ходе фронтальной работы: обучающиеся по очереди предлагают свои версии решения задачи, обосновывая свой выбор, (или ученик-ассистент) должен a учитель следовать компьютера предложенному классом алгоритму учителя \mathbf{c} демонстрировать результат на общем экране.

Если по той или иной причине в классе вообще не удается выйти на сайт акции или запустить онлайн тренажёр, необходимо быть готовым использовать альтернативные варианты (дидактические игры) для проведения этой части занятия, описанные в Приложениях 3-8 к данному документу.

Кроме того, специфика проведения занятия состоит в том, что все предлагаемые ресурсы акции находятся в открытом доступе. Это создаёт возможность для обучающихся инициировать самостоятельную деятельность после уроков (дома). Школьники могут вернуться к какому-то конкретному заданию, которое вызвало у них затруднения на уроке. При этом важно, чтобы это знакомство не носило формальный характер, а сопровождалось отработкой ключевых навыков. Учитель может предложить обучающимся в качестве домашнего задания зайти на сайт акции с онлайн тренажёром и пройти (или повторить) учебный

материал в удобном для них темпе, чтобы обобщить и закрепить все полученные знания на уроке.

В конце занятия необходимо уделить внимание тому, как зайти на сайт акции. Попросите учеников записать, или раздайте листовки-памятки с адресом https://урокцифры.рф, чтобы они смогли пройти его дома. Также можно выслать адрес сайта родителям и обучаемым по электронной почте, поместить ссылку на сайте школы или в блоге класса, а также в д/з электронного дневника.

3.2. Общие рекомендации по построению структуры и содержанию урока без использования компьютеров

3.2.1. Анализ сценариев урока в 1-4 классах. Чтобы обеспечить результативность проведения тематического урока "Искусственный интеллект: машинное обучение" в отсутствии сети Интернет, организаторами акции предлагаются альтернативные сценарии урока (технологическая карта и презентация к уроку находится Приложении 3 и 4 соответственно).

Альтернативный сценарий урока для обучающихся 1-4 классов выстроен по дидактической спирали: на первом этапе понятие рассматривается через призму личного опыта школьников, анализируя который обучающиеся погружаются в предметное поле, связанное с развитием технологий искусственного интеллекта. В ходе дидактической игры "Кто нас ждет в зоопарке?" (правила игры описаны в технологической карте) учитель должен обратить внимание школьников на те свойства интеллекта, которым сегодня обучают машины:

• способность к прогнозированию: представить недостающие, или даже несуществующие детали, образы;

- способность к анализу: видеть закономерности, логику событий, правильно оценить ситуацию и т.п.;
- способность обучаться и запоминать: усваивать новые знания и информацию, приобретать навыки и использовать их для принятия решения или какого-либо действия, опираясь на предыдущий опыт (успехи, ошибки, результатами, вызванные предыдущими решениями, действиями).

На **втором этапе** урока проводится дидактическая игра "Помоги роботу!". В технологической карте предусмотрена вариативность проведения игры в зависимости от возрастных и психофизических особенностей школьников.

В описываемых правилах рассматривается тот вариант, когда дети разбиваются на команды, и каждая команда генерирует задание для другой: выбирает животных, определяет их характеристические признаки и вносит эти данные в таблицу. Из этой таблицы учитель и формирует комплект карточек, работая с которыми и анализируя признаки, другая команда пытается определить названия животных.

Фактически, школьники решают задачу классификации - один из наиболее распространенных видов задач, решаемых с помощью нейронных сетей. Нейронные сети очень часто используются для разделения событий, объектов и других данных на определённые классы по их признакам.

Естественно, что в ходе командной работы могут возникнуть спонтанные версии (например, кто-то нашел две карточки, которые позволили однозначно идентифицировать животного), которые привели к правильному ответу. Обсуждая алгоритм игры, учитель может проиллюстрировать механизм оптимального вывода, когда карточке делятся на группы по выделенным признакам, а потом, выбирая карточку из одной группы, предлагается найти соответствующие ей

карточки в других группах, выдвигая новые или опровергая выдвинутые ранее гипотезы.

Заметим, что учитель может воспользоваться заготовленной заранее таблицей (слайд 39 приложения 2) и подготовить комплект карточек ДО начала урока. В этом случае учитель может предложить детям САМИМ определить признаки (где живет, чем питается и т.п.), по которым следует распределить данные на группы. Однако, упрощая этап "вхождения в игру", мы усложняем задачу в ходе второго этапа.

В этом случае, фактически, дети на пропедевтическом уровне знакомятся со вторым типом задач, поручаемым сегодня нейронным сетям, - задачей на кластеризацию.

Задачи кластеризации очень похожи на задачи классификации, но в отличие от них не имеют заранее определённых категорий, на которые нужно разделить все данные. Нейронная сеть сама создаёт категории (кластеры), основываясь на общих признаках данных. Это позволяет представить массив данных в более наглядном виде, найти похожие данные в тех случаях, когда их сходство не очевидно.

И в этом случае школьники выполняют задачу нейронных сетей: предложенные данные надо разделить на группы, предварительно определив типологические признаки.

По результатам дидактической игры "Помоги роботу!" (правила игры описаны в технологической карте приложения 2) школьники выявляют и анализируют основные составляющие машинного обучения:

- данные;
- признаки;
- алгоритмы.

Логическим завершением урока является анализ реальных практических примеров, связанных с машинным обучением и решением задач на

- классификацию распределение однородных объектов, явлений, понятий и т.п. по классам, группам и т. п. по какому-либо общему признаку;
- предсказание возможность прогнозировать развитие событий;
- распознавание отнесение объекта, сигнала, явления, ситуации к определенному классу с помощью выделения существенных признаков.

Таким образом, в распоряжении педагога фактически имеется уникальный методический ресурс, включающий следующие компоненты (структурные элементы):

- мотивационный ролик (видеолекция);
- игровой тренажер;
- интерактивная беседа с элементами игры "Кто нас ждёт в зоопарке?";
- командная игра "Помоги роботу!".

Исходя из реальных условий, из этих компонентов, как элементов пазла, педагог может сконструировать свой вариант структуры урока.

Например:

	Этап 1	Этап 2
Вариант 1	Мотивационный ролик	Игровой тренажер
Вариант 2	Интерактивная беседа с элементами игры "Кто нас ждет в зоопарке?"	Командная игра "Помоги роботу!"
Вариант 3	Мотивационный ролик	Командная игра "Помоги роботу!"

Вариант 4	Интерактивная беседа с элементами игры "Кто нас ждет	Игровой тренажер
	в зоопарке?"	

Только учитель, зная своих учеников, уровень их готовности к восприятию материала и мотивации, может выбрать рациональную структуру урока, наполнить его содержанием, применить педагогические техники и приемы, обеспечивающие планируемый результат.

3.2.1. Анализ сценариев урока в 5-8 классах.

Принципиального отличия в проведении "традиционного" варианта урока (мотивационный ролик + игровой тренажёр) на данной ступени нет. Основное отличие, конечно, определяется возрастными особенностями и уровнем погружения в проблематику. В ходе обсуждения ролика можно "усилить" этап ситуативной рефлексии (с учетом возрастных особенностей школьников), соотнося факты и сведения с личным опытом обучающихся.

Несколько меняется набор "методических пазлов", использованных в **альтернативном** сценарии. В конечном итоге, учителю предлагается следующий набор компонент для конструирования сценария тематического урока:

- мотивационный ролик (видеолекция);
- игровой тренажёр;
- интерактивная беседа: введение основных понятий искусственного интеллекта с элементами игры;
- командная игра "Накорми животных!".
 Возможные варианты построения урока:

Этап 1	Этап 2
--------	--------

Вариант 1	Мотивационный ролик (видеолекция)	Игровой тренажёр	
Вариант 2	Интерактивная беседа: введение основных понятий ИИ с элементами игры	Командная игра "Накорми животных!"	
Вариант 3	Мотивационный ролик (видеолекция)	Командная игра "Накорми животных!"	
Вариант 4	Командная игра "Накорми животных!"	Игровой тренажёр	

Одним из метапредметных результатов обучающихся образовательных результатов обучающихся основной школы является умение определять понятие, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное, по аналогии) и делать выводы.

Следуя логике введения понятия, на первом витке понятие рассматривается через призму личного опыта школьников. Анализируя значения слов "искусственный" и "интеллект", обучающиеся погружаются в предметное поле, связанное с развитием технологий искусственного интеллекта.

Интерактивная беседа начинается с анализа примеров "интеллектуальных" заданий, в результате решения которых учитель обращает внимание школьников на те свойства интеллекта, которым сегодня обучают машины:

- способность к прогнозированию: представить недостающие, или даже несуществующие детали, образы;
- способность к анализу: видеть закономерности, логику событий, правильно оценить ситуацию и т.п.;
- способность обучаться и запоминать: усваивать новые знания и информацию, приобретать навыки и использовать их для принятия решения или какого-либо действия, опираясь на предыдущий опыт

(успехи, ошибки, результаты, вызванные предыдущими решениями, действиями).

На втором этапе урока в ходе дидактической игры "Накорми животных!" школьники моделируют ситуацию, связанную с обучением интеллектуальной системы, анализируют основные составляющие машинного обучения (данные, признаки, алгоритмы). На пропедевтическом уровне вводится понятие машинного обучения "с учителем" и "без учителя".

Сюжет интерактивной беседы и дидактической игры, как на ступени начальной школы, так и в основной школе, привязан к посещению зоопарка. Это объясняется стремлением выдержать единую сюжетную линию с тренажёром акции, в котором на итоговом уровне после загрузки алгоритма в робот, он едет по зоопарку и выдаёт животным еду и/или игрушки. По итогу измеряется уровень "счастья животных" — это и есть результат работы. Если требуется, можно вернуться на предыдущие шаги и улучшить результат.

В игре "Накорми животного!" смоделирована аналогичная ситуация. В качестве "еды" выступают карточки с её изображениями (учитель показывает их классу), а демонстрация "уровня счастья" зависит от артистических способностей школьников, играющих роли животных.

Возможно, что первый шаг игры пройдет на эмоциональном уровне, вызванном реакцией "животных", их звуками и жестами. Учителю следует обратить внимание на важность решаемой задачи и ориентировать школьников на заполнение протокола наблюдения.

Логическим завершением урока является анализ реальных практических примеров, связанных с машинным обучением и решением задач в практической деятельности.

3.2.3. Анализ сценариев урока в 9-11 классах. Данные рекомендации ориентированы для педагогов, планирующих урок для школьников 9-11 классов. Основная цель уроков - познакомить школьников с основными моделями машинного обучения (линейная, дерево решений, нейронные сети)..

Учителю предлагается 2 альтернативных сценария урока, описанных в технологической карте урока в приложении №7.

А. Машинное обучение: деревья решений

Основная дидактическая задача первого сценария урока дать общие представления о принципах построения деревьев решений.

Сценарий урока построен по модульному принципу.

Модуль 1. Интерактивная беседа с использованием мультимедийной презентации. Введение понятия "машинного обучения".

На этом этапе:

- раскрывается суть машинного обучения: приближать и восстанавливать функциональную зависимость F(X)=Y на основе собранных данных: аргументов на входе X и соответствующих им результатах на выходе - Y;
- разбираются особенности **задач обучения с учителем**, где в роли учителя выступают ответы, т.е. множество значений Y;
- акцентируется внимание на том, что построение модели машинного обучения это не цель, а средство: выделяются два этапа построения модели (первый обучение, второй ее применение);
- приводится классификация моделей (линейная, деревья решений, нейронные сети);
- на самых общих примерах показывается принцип работы линейных моделей и деревьев решений.

Модуль 2. Дерево решений как модель машинного обучения. На этом этапе обучающиеся на конкретных примерах закрепляют понятия: узел, листья, глубина дерева; на конкретных моделях получают первый опыт построения деревьев решений.

Модуль 3. Построение и испытание модели машинного обучение в форме дерева решений. Школьникам предлагается конкретное задание - построить модель в виде дерева решений, которая будет предсказывать пойдет сегодня дождь или нет, анализируя только два типа данных: атмосферное давление и относительную влажность воздуха. Им предлагаются реальные данные об атмосферном давлении и относительной влажности за два месяца, а также о том, шел в тот день дождь или нет в одном из городов, представленные на графической модели. Задача школьников построить деревья решений с глубиной 1, 2 и 4.

На заключительном этапе они анализирует точность всех построенных моделей на реальных полученных данных и делают важный вывод, что самая сложная модель не обязательно показала нам самый лучший результат. На практике всегда приходится искать какойто компромисс между сложностью и точностью.

В заключении следует еще раз акцентировать внимание на том факте, что деревья нашли свою нишу в областях с высокой ответственностью: диагностике, медицине, финансах и т.п.

Можно предложить школьникам сформулировать условия задачи, например, с двумя аргументами (X1 и X2). Для этого можно использовать рассмотренную ранее графическую модель.

Б. Машинное обучение: нейронные сети

Основная дидактическая задача **альтернативного сценария урока без использования тренажёра** - познакомить обучающихся с

технологиями искусственного интеллекта на примере нейронных сетей. Такой подход, даже традиционный сценарий урока (обучающий ролик + тренажер), потребует от учителя серьёзной содержательной подготовки. Для этого организаторами подготовлен перечень ресурсов, включающий ряд научно-популярных статей и видеороликов, с которыми рекомендуется ознакомиться ДО проведения тематического урока.

Основной акцент следует сделать на следующих вопросах:

- альтернативные определению подходы К понятия (еще раз следует искусственный интеллект обратить английском внимание на TOT факт, что В языке словосочетание artificial intelligence не имеет окраски, которую оно приобрело антропоморфной традиционном русском переводе: слово intelligence используемом контексте скорее означает рассуждать разумно», а вовсе не «интеллект» (для которого есть английский аналог intellect);
- соотношение понятий искусственный интеллект и машинное обучение (машинное обучение это раздел искусственного интеллекта; важный, но не единственный);
- цель машинного обучения (в самом общем случае, это предсказать результат по входным данным);
- основные задачи, решаемые с помощью технологий машинного обучения (распознавание, кластеризация, адаптация, прогнозирование и др.);
- назначение нейронных сетей (нейросети один из видов машинного обучения; популярный, но есть и другие, которые активно используются);
- принцип работы нейронных сетей и др.

Примечание:

- Нейронные сети это ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ, работающие по принципу сетей нервных клеток животного организма, с огромным числом параллельных действующих процессов.
- История нейронных сетей начинается с 1943 года, когда идея построения искусственных нейронных сетей была высказана американскими учёными МакКаллоком и Питтсом. В 2007 году нейронные сети пережили второе рождение. Британский информатик Джеффри Хинтон впервые разработал алгоритм глубокого обучения многослойных нейронных сетей, который сейчас, например, используется для работы беспилотных автомобилей.
- Узлы (нейроны) располагаются по уровням. Сначала информация поступает на нейроны входного слоя. Нейроны входного слоя принимают этот сигнал и передают его дальше нейронам скрытого слоя.
- В скрытом (внутреннем) слое происходит основная обработка данных, после чего информация отправляется в последний слой выходной.
- Число скрытых слоёв и нейронов зависит от решаемой задачи, объёма данных и вычислительных ресурсов.
- Демонстрацию работы нейронной сети (изменение количества нейронов в слое, количество слоёв, передаточные функции и т.п.) можно наблюдать на примере учебной нейросети, а также на примере тренажёра для 9-11 классов [2].

Альтернативный сценарий урока без использования тренажёра построен по модульному принципу.

Модуль 1. Интерактивная беседа. Введение понятия "машинного обучения". Цель этого этапа урока: анализ возможностей систем искусственного интеллекта и, в частности, машинного обучения; тенденций их развития на современном этапе развития ИТ-индустрии с учетом личного опыта обучающихся.

Модуль 2. Знакомство с видами задач, решаемых системами машинного обучения. Цель этого этапа: расширить представления обучающихся о сферах применения технологий машинного обучения на примере нейронных сетей.

В процессе интерактивной беседы анализируются наиболее распространенные виды задач, решаемые с помощью машинного обучения:

• Распознавание образов. На примере этой задачи рекомендуется введение технологий машинного обучения "с учителем" и "без учителя. Анализ примеров можно вести с опорой на жизненный опыт, в частности можно обсудить идею использования системы reCAPTCHA, разработанной в университете Карнеги-Меллон для защиты веб-сайтов от интернет-ботов и одновременной помощи в оцифровке текстов книг.

Примечание [3]:

- На начало 2011 года reCAPTCHA осуществляла оцифровку архивов газеты «The New York Times» и книг, доступных в Google Book Search.
- Весной 2012 года Google запустил эксперимент по распознаванию изображений из Google Maps и Google Street View с помощью сервиса ReCAPTCHA. По состоянию на июль 2013 года, в сервисе ReCAPTCHA продолжают предлагаться для распознавания фрагменты снимков из Google Street View; как правило, это фрагменты, на которых изображены номера зданий. Таким образом, первоначальный девиз ReCAPTCHA Stop Spam, Read Books сегодня имеет мало общего с тем, для каких целей на самом деле используется эта система.
- В самом начале 2015 года ReCAPTCHA была обновлена. Теперь пользователю предлагают просто поставить галочку в чекбоксе, после нажатия на чекбокс пользователю могут предложить выбрать все картинки, которые попадают под заранее установленные условия например, выбрать все торты.
- Задачи адаптации. Этот тип задач имеет высокую степень актуальности в робототехнике и автомобилестроении. Можно привести пример разработки беспилотных

автомобилей — самоуправляемых машин, роль водителей в которых будет брать на себя искусственный интеллект. Беспилотные автомобили должны снизить, уровень инцидентов на дорогах (шанс человеческой ошибки будет снижен ДО нуля), a во-вторых, избавят необходимости ДОЛГО сидеть рулем, например, за дальнобойшиков.

Примечание [6]:

- Яндекс.Такси провело испытания беспилотного автомобиля. Сначала на закрытой территории недалеко от их главного офиса в Москве. Испытания показали, что прототипы успешно справляются с задачами. Теперь их хотят опробовать на дорогах общего пользования.
- Беспилотные автомобили в России разрабатывает не только Яндекс, создана целая ассоциация по развитию автономного, подключенного и электрического транспорта «Автонет». В ней уже пять участников, включая «КАМАЗ», который тоже создал и испытывает собственные прототипы грузовиков-беспилотников, а также институт НАМИ, создавший беспилотный электробус ШАТЛ.
- Прогнозирование. Уникальность этого типа задач в их масштабировании на различные сферы жизни и деятельности человека. В качестве примера приводится использование технологий машинного обучения в энергетике и банковской сфере.
- **Кластеризация.** Рассматривая задачи кластеризации основной акцент следует сделать на их отличии от задач на классификацию: они не имеют заранее определённых категорий, на которые нужно разделить все данные;

категории (кластеры) определяются системой, основываясь на общих признаках данных). Приведённый в технологической карте пример применения технологий машинного обучения специалистами Санкт-Петербургского государственного университета для решения проблем электронного документооборота - уникальная возможность демонстрации достижений отечественной ИТ-индустрии.

Логическим выводом после интерактивной беседы может стать умозаключение о проникновении технологий машинного обучения в разные области профессиональной деятельности человека, о возможности решения с их помощью различных повседневных (включая быт, досуг, образование и т.п.) задач, т.е. об их личностной значимости для каждого человека, живущего в наше удивительное время.

Модуль 3. Знакомство с понятием "нейронные сети", общими принципами их работы.

Интерактивная беседа, освещающая спектр вопросов, связанных с тем, ГДЕ применяются технологии машинного обучения, может выступить преамбулой для поиска ответа на другой вопрос: "А КАК это работает?". Именно поэтому в технологическую карту включен блок "Нейронные сети как инструмент машинного обучения", задача которого показать, что нейронные сети - это не что иное, как ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ, работающие по принципу сетей нервных клеток животного организма, cогромным числом параллельных действующих процессов.

Если учитель затрудняется провести объяснение, то этот фрагмент урока можно заменить организацией ретроспективной рефлексией в формате дискуссии "Искусственный интеллект: ЗА и ПРОТИВ" (описание приемов организации рефлексии приводятся в п.3.3 данных

методических рекомендаций), поскольку тему искусственного интеллекта можно рассматривать и как основополагающий, открытый вопрос, провоцирующий школьников задуматься об как о технологиях его реализации, так и о морально-этических проблемах и т.п. создания технологий завтрашнего дня; о роли человека в этом процессе и о своей роли в создании будущего в частности.

Например, говоря о беспилотных автомобилях, можно обсудить ситуацию на дороге, если авария совершена по вине автопилота. Вот кто будет виноват? Владелец машины, ее производитель, разработчик программы - кто? Все это еще предстоит прописать в законах... И таких примеров, на сегодняшний день, много.

На следующем этапе обучающимся предлагается групповое проектировочное задание по feature-инжинирингу: определение ключевых свойств групп пользователей социальной сети для представления контекстной рекламы и составление социального портрета "типичных представителей" этой группы.

Примечание [10]:

- Feature Engineering (фича, от англ. feature свойство, характеристика, признак это одна из техник, которые позволяют заметно увеличить качество разрабатываемых алгоритмов.
- Практически любая задача начинается с создания (Engineering) и отбора (Selection) признаков. Методы отбора признаков изучены достаточно хорошо и уже существует большое количество алгоритмов для этого (подробнее о них поговорим в следующий раз). А вот задача создания признаков является своего рода искусством и полностью ложится на плечи специалиста по работе с данными. Стоит отметить, что именно эта задача зачастую является самой сложной на практике и именно благодаря удачному отбору данных и определению признаков получаются очень качественные и хорошо работающие алгоритмы.

Очевидно, для этого необходимо выявить закономерности, взаимосвязи в данных и предсказать результат по этим входным данным.

В ходе коллективного обсуждения необходимо акцентировать внимание на том, что чем разнообразнее входные данные, тем точнее можно предсказать результат - описать портрет пользователя социальной сети (найти и предложить рекламу потенциальному покупателю).

Например:

Проблема: необходимо предложить рекламу палаток, спальных мешков и др. туристического снаряжения.

Задача: необходимо сформировать набор данных и соответствующих им признаков для целевой группы, заинтересованной в покупке этих товаров. Это могут быть публикации пользователей (выберите ключевые слова, характеризующие определенную группу), какие посты они метят лайками, какие фотографии публикуют, какую музыку слушают, смотрят фильмы и т.п. Воспользовавшись сгенерированным набором признаков, система должна сама определять потенциального покупателя и предъявить ему соответствующую рекламу.

Модельный ответ:

Признак 1. Какую музыку слушают эти потенциальные покупатели?

Возможно, потенциальных покупателей нужно искать среди поклонников бардовской песни (Б.Окуджавы, А.Галича, В.Высоцкого, А.Городницкого, Ю.Визбора, О.Митяева, А. Дольского и др).

Признак 2. Какие фотографии публикуют они в своих альбомах или под которыми ставят лайки?

Очевидно, что на фотографиях должны присутствовать фотографии туристического лагеря, костра, сплава, людей с рюкзаками, пейзажей природы и т.п.

Признак 3. Какие слова встречаются в их постах? Какие геометки могут появиться под их фотографиями?

Возможно, это будут слова: поход, маршрут, лагерь, восхождение, сплав...

Здесь можно перечислить еще и названия популярных туристических маршрутов: "Жигулевская кругосветка", "Байдарская стена", Шумак (горячие источники) и др.

Обсуждение: на этом этапе каждая команда представляет свой товар и описывает "фичи" (свойства/признаки), той целевой группы, для которой он предназначен. Важно, чтобы другие команды провели "независимую экспертизу", высказали свою точку зрения и оценили качество признаков и, соответственно, степень точности по выбору целевой аудитории для данной группы товаров.

Основной критерий для перекрестной оценки: воспользовавшись сгенерированным набором признаков, система должна найти пользователя и предъявить ему соответствующую рекламу.

Таким образом, для проектирования тематического урока "Искусственный интеллект: машинное обучение" в 9-11 классах учителю предлагается следующий набор компонентов:

- мотивационный ролик (видеолекция);
- игровой тренажер;
- интерактивная беседа "Введение понятия машинного обучения.
 Знакомство с видами задач, решаемых системами машинного обучения";
- теоретический блок "Как работают нейронные сети?";
- дискуссия в формате ретроспективной рефлексии "Искусственный интеллект: ЗА и ПРОТИВ";
- групповое проектное задание по feature-инжинирингу.

Естественно, что количество вариантов сценария урока возрастает по сравнению с начальной и основной школой.

Возможные варианты построения урока "Машинное обучение: нейронные сети" (в зависимости от продолжительности урока это может быть 2 или 3 этапа):

Этап 1	Этап 2	Этап 3
--------	--------	--------

Вариант 1	Мотивационный ролик (видеолекция)	Учебный тренажёр	
Вариант 2	Теоретический блок "Как работает машинное обучение с нейронной сетью?"	Учебный тренажёр	
Вариант 3	Интерактивная беседа. Введение понятия машинного обучения. Знакомство с видами задач, решаемых системами машинного обучения	Групповое проектировочное задание по feature-инжинирингу	
Вариант 3	Интерактивная беседа. Введение понятия машинного обучения. Знакомство с видами задач, решаемых системами машинного обучения	Теоретический блок "Как работает машинное обучение с нейронной сетью?"	Групповое проектировочное задание по feature-инжинирингу
Вариант 5	Интерактивная беседа. Введение понятия машинного обучения. Знакомство с видами задач, решаемых системами машинного обучения	Теоретический блок "Как работает машинное обучение с нейронной сетью?"	Игровой тренажёр
Вариант 6	Интерактивная беседа. Введение понятия машинного обучения. Знакомство с видами задач, решаемых системами машинного обучения	Ретроспективная рефлексия "Искусственный интеллект: ЗА и ПРОТИВ"	Групповое проектировочное задание по feature-инжинирингу

Такой образовательный контент позволяет учителю выбрать оптимальную структуру и адаптировать содержание урока под конкретные запросы обучающихся и уровень их готовности к восприятию материала (например, содержание для 9 классов может отличаться от содержания, предлагаемого в 11 классах).

3.3. Организация рефлексии

Важным этапом любого тематического урока "Искусственный интеллект: машинное обучение" является рефлексия. При планировании урока важно соотносить вид рефлексии с этапом урока, по завершению которого она проводится.

Каждый тематический блок урока целесообразно завершать интерактивным обсуждением, включающим ситуативную рефлексию. Ситуативная рефлексия способствует непосредственному включению обучающихся в ситуацию, осмыслению её элементов, ориентирована на анализ происходящего. Школьник должен учиться соотносить с предметной ситуацией собственные действия. Говоря о свойствах искусственного интеллекта или задачах, решаемых с помощью технологий машинного обучения, эта форма рефлексии видится актуальной для понимания обсуждаемых достаточно вопросов: школьник должен уметь приводить примеры с учетом своего жизненного опыта и человечества в целом; высказывать суждения, связанные с осмыслением своей повседневной деятельности как в настоящем, так, возможно, и в будущем.

В конце урока имеет смысл проведение ретроспективной рефлексии, которая служит для анализа уже выполненной в течение всего урока деятельности.

В качестве основных методик проведения ретроспективной рефлексии можно рекомендовать различные техники и приёмы:

• **SWOT-анализ**. Характеризуя системы искусственного интеллекта, выделяем и ранжируем по степени важности их сильные (Strengths) и слабые (Weaknesses) стороны; характеризуем уровень развития общества, возможности (Opportunities) и угрозы (Threats), связанные с их

- развитием. Квинтэссенция SWOT-анализа: надо выделить, какими сильными сторонами искусственного интеллекта можно противостоять угрозам, и как за счет возможностей среды компенсировать слабые стороны [17].
- **Кьюбинг**. Эта техника помогает исследовать разные стороны темы, тем самым заставляя глубже её осмыслить и найти нужный фокус. Название этой техники объясняется тем, что для того, чтобы описать куб, нужно посмотреть на каждую его сторону, то есть шесть раз сменить точку зрения. Кьюбинг ставит перед вами задачу исследовать разные точки зрения на предмет или идею [13]. Учитывая многогранность темы "Искусственный интеллект", можно рекомендовать эту технику для итоговой рефлексии, рассмотрев исторические, теоретические, технологические морально-этические, практические и профессиональные (кадровые) аспекты этой темы.
- 6 шляп (метод параллельного мышления Эдварда де Боно). Использование ЭТОГО метода требует дополнительного временного ресурса, но в содержательном плане этот прием может быть очень эффективным. В соответствии с идеей метода [14], работая в группах и "примеряя" различные шляпы, школьники проводят многофакторный анализ проблем, технологий и систем искусственного интеллекта:
 - белая шляпа: концентрация на фактах, связанных с развитием систем искусственного интеллекта (динамика развития отрасли, практическое применение: сферы и решаемые задачи; подготовка и потребности в кадрах и т.п.);

- красная шляпа: выражение эмоций, личного отношения к рассматриваемым вопросам;
- желтая шляпа: достоинства и преимущества,
 перспективы развития возможности систем искусственного интеллекта;
- черная шляпа: недостатки, риски внедрения систем искусственного интеллекта;
- зеленая шляпа: генерирование идей, связанных с решением различных задач интеллектуальными системами;
- синяя шляпа: шляпа ведущего, который формулирует цели обсуждения, определяет его порядок, подводит итоги.
- Таблица ЗИУ. Этот метод [18] является одним из самых простых и действенных приёмов для актуализации знаний в начале урока и рефлексии в конце урока, для повышения мотивации учеников, формирования умений оценивать собственные образовательные достижения. В начале урока обучающиеся заполняют первый столбец таблицы «Знаю». Второй столбец таблицы «Интересуюсь» («Хочу узнать») это определение того, что школьники хотят узнать, пробуждение интереса к новой информации. Последняя часть таблицы «Узнал» заполняется по завершению урока.

Альтернативным вариантом подведения итога тематического урока "Искусственный интеллект: машинное обучение" является **проспективная рефлексия**, которая может включать размышления о предстоящей деятельности, планирование, выбор способов её осуществления, а также прогнозирование возможных её результатов. Сама по себе тема этого урока предполагает несколько содержательных

линий проведения проспективной рефлексии, ориентированных на **будущее систем искусственного интеллекта** (перспективы развития искусственного интеллекта как отрасли ИТ-индустрии, практическое внедрение интеллектуальных информационных систем, изменения в обществе, которые будут связаны с внедрением этих систем и т.п.);

Цель проспективной рефлексии видится в формировании личностных результатов обучающихся, связанных с самоопределением и смыслообразованием школьников, их профориентацией через развитие мотивации к самореализации в ИТ-индустрии. Проведение тематического урока должно способствовать осознанному выбору и построению дальнейшей индивидуальной траектории образования, прежде всего, старшеклассниками, с учетом современных тенденций развития цифровой экономики информационного общества.

Выбрав способ организации рефлексии, учитель должен скорректировать план урока, выделив соответствующее количество времени на её проведение.

Именно рефлексия заключительном на этапе позволяет школьникам высказать и проанализировать различные точки зрения на проблемы развития систем искусственного интеллекта и технологий машинного обучения. Важность этого этапа подтверждают слова современного французского писателя и философа Бернара Вербера: "Порой ошибаются ЛЮДИ В анализе событий, потому что ограничиваются единственной точкой зрения, которая кажется очевидной". Это должно стать стимулом к активному включению школьников в деятельность на этом этапе урока.

5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1. Blaise Agüera y Arcas. How computers are learning to be creative? [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=uSUOdu_5MPc&index=2&list=FLeakN3yOItVASrAnu779jzQ (дата обращения: 23.01.2019)
- 2. Neural Network. [Электронный ресурс] Режим доступа: www.playground.tensorflow.org (дата обращения: 23.01.2019)
- 3. reCAPTCHA. Статья Wikipedia. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ReCAPTCHA (дата обращения: 23.01.2019)
- 4. Академия искусственного интеллекта для школьников. Урок 2. Часть 2. Обучение cучителем (Академия искусственного интеллекта). [Электронный pecypc] Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=6a0gw7JDucY (дата обращения: 23.01.2019)
- 5. Академия искусственного интеллекта для школьников. Урок 2. Часть 3. Модели машинного обучения (Академия искусственного интеллекта). [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=brK3zM2P-JM (дата обращения: 23.01.2019)
- 6. Беспилотные автомобили Яндекса. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.kp.ru/putevoditel/avto-i-moto/bespilotnye-avtomobili-v-rossii/ (дата обращения: 23.01.2019)
- 7. Влияние искусственного интеллекта на рынок труда. [Электронный ресурс] Режим доступа: www.tadviser.ru/index.php/Статья:Влияние искусственного интеллек та на рынок труда (дата обращения: 23.01.2019)
- 8. Искусственный интеллект для детей. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=R1EH5GvydEE (дата обращения: 23.01.2019)
- 9. Искусственный интеллект: где предел возможного? [Электронный ресурс] Режим доступа: https://tass.ru/pmef-2017/articles/4271535 (дата обращения: 23.01.2019)

- 10.Искусство Feature Engineering в машинном обучении. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://habr.com/ru/company/mlclass/blog/248129/ (дата обращения: 23.01.2019)
- 11. Как обучить нейронную сеть? [Электронный ресурс] Режим доступа: https://postnauka.ru/animate/77633 (дата обращения: 23.01.2019)
- 12. Культура анализа данных в эру машинного обучения. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://postnauka.ru/faq/80038 (дата обращения: 23.01.2019)
- 13. Кьюбинг: посмотрите на проблему с разных сторон. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://kolesnik.ru/2008/cubing/ (дата обращения: 23.01.2019)
- 14. Метод «Шесть шляп мышления» Эдварда де Боно. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0003/ (дата обращения: 23.01.2019)
- 15. Применение нейронных сетей в интеллектуальных системах. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://lazysmart.ru/iskusstvenny-j-intellekst/primenenie-nejronny-h-setej-v-intelle/ (дата обращения: 23.01.2019)
- 16. Режепа В. Простыми словами о сложном: что такое нейронные сети? [Электронный ресурс] Режим доступа: https://gagadget.com/another/27575-prostyimi-slovami-o-slozhnom-chto-takoe-nejronnyie-seti/ (дата обращения: 23.01.2019)
- 17. Ситуационный анализ. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.grandars.ru/student/marketing/swot-analiz.html (дата обращения: 23.01.2019)
- 18.ТРКМЧП. Таблица «ЗИУ» и методический приём «Инсерт». [Электронный ресурс] Режим доступа: http://edcommunity.ru/communication/blogs/detail.php?blog=uliya-blog-s1&id=1253 (дата обращения: 23.01.2019)
- 19. Тайнан Д. Что такое машинное обучение? [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.osp.ru/cio/2017/07/13052950/ (дата обращения: 23.01.2019)
- 20. Урок цифры. Сайт Всероссийской акции. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://урокцифры.рф (дата обращения: 23.01.2019)

- 21.ЧАС КОДА 2017, официальный видеоурок. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?time_continue=316&v=e7dXBGLiPMc (дата обращения: 23.01.2019)
- 22. Что может искусственный интеллект? [Электронный ресурс] Режим доступа: https://postnauka.ru/animate/83445 (дата обращения: 23.01.2019)

Дополнительные возможности, соревнования (хакатоны) по искусственному интеллекту:

- 23. Хакатон Академии Искусственного интеллекта для школьников при поддержке Сбербанка [Электронный ресурс] http://contest.ai-academy.ru/description (дата обращения: 23.01.2019)
- 24. Соревнование по программированию искусственного интеллекта Russian AI Cup [Электронный ресурс] http://russianaicup.ru (дата обращения: 23.01.2019)
- 25. Соревнования по искусственному интеллекту AI Cups [Электронный ресурс] https://aicups.ru (дата обращения: 23.01.2019)