



Искусственный интеллект и цифровые технологии в будущем образовании.

Annotation: *Искусственный интеллект (ИИ) — это раздел компьютерных наук, который занимается теорией и практикой создания «умных» систем, устройства, имитирующие человеческие рассуждения и поведение. Внедрение методов искусственного интеллекта в образование принесло значительные преимущества для преподавания и обучения, для оценки и обучения учащихся и учителей, а также для ряда других образовательных процессы. В настоящей статье основное внимание уделяется роли, которую ИИ и цифровые технологии играют в образовании в грядущая эра Четвертой промышленной революции, которая, как ожидается, при нормальных условиях приведет человечество к эпоха почти бесплатной энергии, товаров и услуг. В статье обсуждаются преимущества и ограничения внедрения методы искусственного интеллекта в образовании. А именно исследуется роль компьютеров и целесообразность преподавания принципов, мягких вычислений в образовании. Преимущества и недостатки электронного обучения по отношению к рассматриваются традиционные теории обучения и методы обучения, с особым акцентом на коннективизм, новый подход к обучению, теория в цифровую эпоху. Также изучается возможная роль социальных роботов и новая роль учителя в будущем образовании, и статья завершается окончательными выводами.*

Keywords: *искусственный интеллект (ИИ), четвертая промышленная революция (4IR), вычислительное мышление (CT), вероятности, байесовское мышление (BR), мягкие вычисления (SC), нечеткая логика (FL), искусственные нейронные сети (AAN), генетические алгоритмы. (GA), электронное обучение, интеллектуальная система обучения (SLS), коннективизм, социальные роботы.*

Information about the authors

Мирагзамов Сарвар Нигматиллаевич
«Бизнесни ривожлантириш банки» АТБ Ведуций специалист

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) — это раздел компьютерных наук, который занимается теорией и практикой создания «умных» устройств, имитирующих человеческие рассуждения и поведение (Митчел, 2019, Кастранис, 2019).

Цель ИИ — сделать компьютеры способными выполнять автономные улучшения с помощью имеющихся данных, не нуждаясь в командах программы, созданной людьми.



Попытки понять, могут ли машины «думать», начались еще до предложения А. Тьюрингом абстрактной «обучающейся машины» в 1936 году (Hodges, 2012), но термин ИИ возник благодаря Дж. Маккарти, который организовал первую конференцию по предмету в Дартмутском колледже, США, в 1956 г. (Мур, 2006).

Как графически показано на рисунке-1 (Воскоглу и Салем, 2020), ИИ — это междисциплинарная наука, синтезирующая идеи и методы из различных областей исследований и технологий.

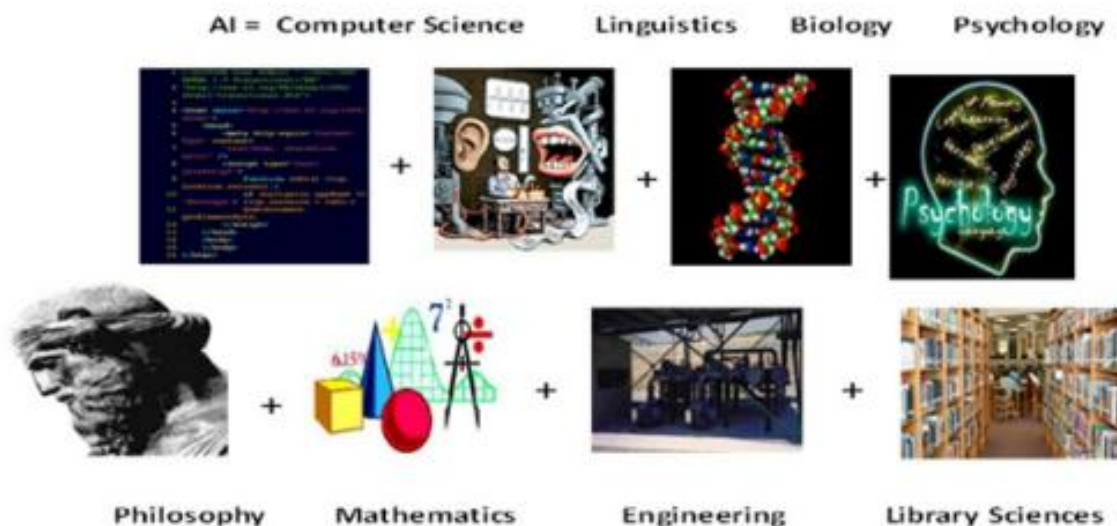


Рисунок 1. «Спектр» ИИ: графическая иллюстрация.

Внедрение методов искусственного интеллекта в образование принесло значительные преимущества в преподавание и обучение, оценку и обучение учащихся и преподавателей, а также в ряд других образовательных процессов. В настоящей статье основное внимание уделяется роли, которую ИИ будет играть в образовании в предстоящую эпоху Четвертой промышленной революции (4IR), которая в основном характеризуется развитым Интернетом вещей (IoT) – предоставлением энергии, товаров и услуг на в нужное время и в любом месте - и киберфизические системы (например, роботы, автономные транспортные средства и системы управления, дистанционная медицина и т. д.), которые сделают нашу жизнь проще. Ожидается, что при нормальных условиях 4ИР приведет человечество к эре почти бесплатной энергии, товаров и услуг (Шваб, 2016).

Остальная часть статьи организована следующим образом: в разделе 2 исследуется роль компьютеров, а в разделе 3 исследуется целесообразность преподавания принципов мягких вычислений (SC) в образовании. Новая роль учителя в будущем образовании и другие перспективы дальнейших исследований по этому вопросу обсуждаются в разделе 4, и статья завершается заключительными выводами.

Компьютеры в образовании



Сегодня широко признано, что компьютеры являются ценным инструментом образования, предоставляющим через интернет огромное количество информации учащимся и преподавателям. Анимация фигур и изображений, достигнутая с помощью соответствующего программного обеспечения, развивает воображение учащихся и улучшает их навыки решения проблем.

Было разработано несколько дидактических методов, в которых компьютеры играют доминирующую роль. В 1990-е годы Эд Дубинский и его коллеги разработали в США подход APOS-ACE для преподавания и изучения математики (Arnon et al., 2014). Центральная идея теории APOS (Действие – Процесс – Объект – Схема) заключается в том, что преподавание математики должно быть сосредоточено на том, чтобы помочь учащимся использовать уже существующие ментальные структуры и создавать более сильные для решения все более и более сложных математических задач. Эта идея находится под сильным влиянием теории обучения Пиаже и принципов социального конструктивизма. Интериоризация действия в процесс и категоризация процесса в объект — это ментальные механизмы, задействованные в теории APOS. ACE (Деятельность в классе, Компьютеры — Упражнения) — это практическая часть (процедура обучения) модели Дубинского. Философия цикла ACE, который обычно повторяется несколько раз, заключается в том, что учащиеся могут быть ориентированы на переход от ментальной структуры (например, действия) к следующей, более сложной (например, процессу), участвуя в правильно разработанных экспертами компьютерных действиях. (использование подходящего программного обеспечения, кода и т. д.). На заключительном этапе преподаватель дает студентам задачи и упражнения в качестве домашнего задания для закрепления новых знаний. Читатель может найти, среди многих других, примеры применения методики обучения APOS-ACE для обучения иррациональным числам и полярным координатам в более ранних работах автора (Voskoglou, 2013, Borji & Voskoglou, 2016).

Прецедентное рассуждение (CBR) — это процесс решения проблем с помощью решений ранее решенных аналогичных задач (рассуждение по аналогии), называемых прецедентами. В качестве простого примера: врач, основываясь на лечении предыдущего больного пациента с теми же симптомами, назначает нынешнему пациенту правильное лечение. Использование компьютеров позволяет создавать и поддерживать большие «библиотеки» прошлых случаев и извлекать из них наиболее подходящие для решения той или иной проблемы. Использование методов CBR сегодня стало очень популярным в диагностических, коммерческих и промышленных приложениях, но они также широко используются в образовательных целях (Воскоглу, 2008).

Перевернутое обучение — это еще один дидактический подход с использованием компьютера, разработанный за последние 20 лет (Lee et al., 2017, Lage et al., 2000, Bergmann & Sams, 2012). Согласно ему, новая информация усваивается вне класса с помощью специального программного обеспечения, видеопрезентаций и других цифровых средств, тогда как традиционное домашнее задание реализуется в классе под руководством преподавателя. Другими словами, с помощью этого метода традиционная процедура обучения переворачивается, целью достижения лучших дидактических результатов.



Быстрое развитие новых технологий создало ряд новых сложных проблем, которые невозможно решить только с помощью критического мышления, но они также требуют другого способа мышления, называемого вычислительным мышлением (КТ). Этот термин был придуман С. Папертом (1996), но широко известен компьютерному сообществу он стал благодаря Дж. Вингу (2006). КТ, которую можно грубо определить как способность человека решать проблемы так, как это делают компьютеры, представляет собой синтез других способов мышления, включая абстрактное, логическое, конструктивное, алгоритмическое и моделирующее мышление (Лю и Ван, 2010). Модель, изображенная на рисунке 2, была представлена Воскоглу и Бакли (2012) для описания того, как КТ сочетается с критическим мышлением и существующими знаниями для решения сложных проблем. Фактически в этой 3D-модели проблема рассматривается как препятствие и для прохождения препятствия (решения проблемы) применяется равнодействующая трех предыдущих составляющих (знания, критическое мышление, КТ).

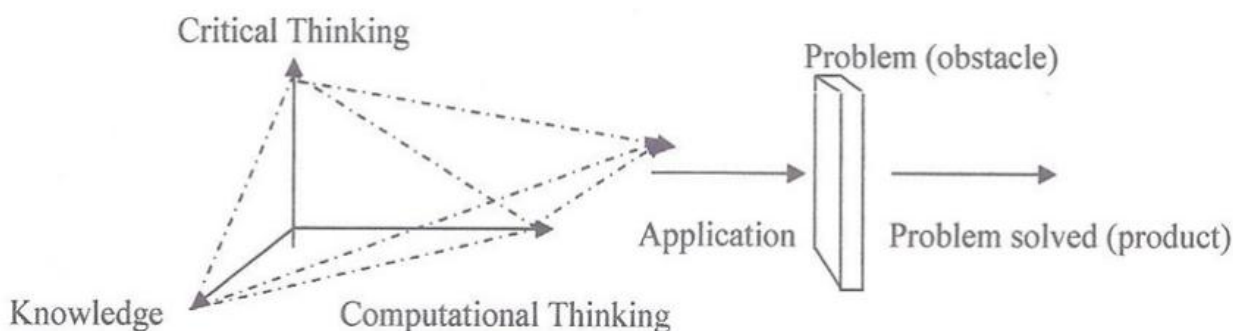


Рисунок 2. Модель решения проблем Воскоглу и Бакли.

Хотя логика компьютерного программирования полезна практически для всех наук, исследования предлагают обучать студентов КТ как можно раньше, прежде чем изучать программирование (Казимоглу и др., 2011).

Однако компьютеры следует рассматривать не как средство, способное делать все, а просто как инструменты, которые могут существенно помочь в процессе преподавания и обучения. Обычно это иллюстрируется лозунгом «мусор на входе, мусор на выходе», который характеризует работу компьютеров. Поэтому студенческая практика в арифметических и алгебраических вычислениях и в повторном открытии доказательств должна продолжаться вечно. В противном случае люди со временем потеряют способность обращаться с числами и символами, а также критически мыслить, становясь, таким образом, «рабами» созданных ими «умных» машин (Воскоглу и Бакли, 2012)! Стоит отметить, что существуют также сообщения против использования компьютеров и микрокалькуляторов в классах, утверждающие, что даже самые умные ученики отвлекаются от присутствия цифровых устройств (Payne Carter et al., 2016).

Применение мягких вычислений в образовании

Термин «мягкие вычисления» (SC), который является отраслью информатики, введенной в 1980-х годах, принадлежит Лофти Заде (1994). SC имитирует работу человеческого разума,



позволяющую рассуждать и учиться в среде неопределенности и неточности. Это синтез нескольких тем, в основном включая нечеткую логику (FL), вероятностные рассуждения, искусственные нейронные сети (AAN) и генетические алгоритмы (GA).

Бивалентная логика (БЛ) Аристотеля (384-322 гг. до н.э.), основанная на «принципе исключенного третьего» (все либо истинно, либо ложно), на протяжении более 23 веков была основой развития науки и человеческой цивилизации. Несмотря на то, что противоположные взгляды на существование третьей области между истиной и ложью появились еще в начале человеческой истории, интегрированные положения многозначной логики были выдвинуты только в начале 1900-х годов, в основном Лукасевичем (Lejewski, 1967) и Тарским (Энциклопедия Британника (2018)).

Задек, основываясь на концепции нечеткого множества (FS) (Zadeh, 1965), ввел в 1970-х годах бесконечнозначную FL (Zadeh, 1973), где значения истинности представлены числами в единичном интервале $[0, 1]$. FL удовлетворяет «принципу валентности» Лукасевича, согласно которому предложения могут иметь промежуточные значения истинности (частичные истины) между истинными и ложными. FL расширяет и дополняет традиционный BL, исследуя, что происходит в «области» между истиной и ложью. Кроме того, FL и его обобщения (например, см. Voskoglou, 2019a) эффективно обрабатывают все виды существующей в реальном мире неопределенности.

Нечеткая система — это совокупность ФС, связанных и связанных между собой. Нечеткие системы не только способны использовать собственные знания для представления и объяснения явлений реального мира, но и могут увеличивать их с помощью заданных данных, т. е. они имитируют способ обучения человека, соответствующий «программному обеспечению» человеческий мозг.

В 1990-е годы Э. Джейнс утверждал, что теорию вероятностей можно рассматривать как расширение BL, сводящееся к ней, когда что-то абсолютно достоверно или абсолютно невозможно (Jaynes, 2011). Однако теория вероятностей, развитие которой основывалось на принципах BL, оказалась пригодной для рассмотрения только случаев неопределенности, обусловленной случайностью (Коско, 1990), например азартные игры. В результате вероятностная логика Джейнса подчиняется FL.

Байесовское рассуждение (БР) сегодня появляется как связующее звено между BL и FL (Джентили, 2021, раздел 5). Напомним, что правило Байеса, являющееся прямым следствием известной формулы вычисления традиционных вероятностей, выражается в виде

$$P(A/B) = \frac{P(B/A)P(A)}{P(B)}$$

Формула (1) вычисляет условную вероятность $P(A/B)$ через априорную вероятность $P(A)$, фиксированную перед экспериментом, условную вероятность $P(B/A)$ обратного процесса и апостериорную вероятность $P(B)$. Две последние вероятности рассчитываются с помощью данных эксперимента.



БР прослеживается во многих ситуациях повседневной жизни и науки (Воскоглоу и Атанассопулос, 2020). Недавние исследования показали, что большинство механизмов функционирования человеческого мозга являются байесовскими (Bertsch McGrayne, 2012). Это делает БР очень мощным инструментом для ИИ. Обратите внимание: уже высказывались опасения, что байесовские машины искусственного интеллекта в будущем могут стать слишком умными, оставив людям лишь второстепенную роль (Брокман, 2015)! Сэр Х. Джеффри (1973) таким образом, характеристика БР как «теоремы Пифагора теории вероятностей» оказывается абсолютно оправданной.

ИНС, имитирующие «аппаратное обеспечение» человеческого мозга, представляют собой группы искусственных нейронов или узлов, соединенных вместе аналогично биологическим сетям (Паплински, 2005, Ибрагим, 2016). Связи биологических нейронов моделируются в ИНС как веса между узлами. Каждый искусственный нейрон выполняет определенную небольшую операцию, а общая работа ИНС представляет собой взвешенную сумму всех этих операций.

ААН реализованы в компьютерных программах для выполнения большого количества необходимых вычислений в процессе обучения (нейронные вычисления, Buckley & Hayashi, 1994). Упрощенная форма структуры ААН показана на рисунке 3, взятом из Википедии.

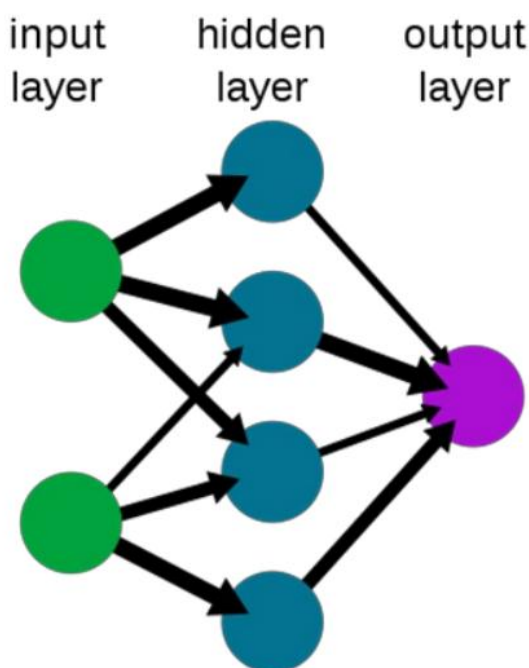


Рисунок 3. Упрощенная иллюстрация структуры ААН.

Чтобы иметь возможность заставить каждый набор входных данных производить желаемые выходные данные, ИНС должны быть снабжены шаблонами обучения (процессом обучения) для изменения их весовой функции в соответствии с некоторыми уже навязанными им правилами обучения. ААН очень эффективны для решения проблем, для решения которых не существует алгоритмов или конкретных правил.

Отношения между ИНС, FL и вероятностными рассуждениями внутри более широкого класса SC графически представлены на рисунке 4 (Паплински, 2005). Пересечения на рисунке 4 представляют вероятностные подходы к ИНС и системам FL, байесовскому рассуждению и



нейро-нечетким системам, которые представляют собой гибридные системы, использующие алгоритм обучения на основе ИНС для определения своих нечетких параметров. Характерными примерами являются адаптивные системы нейро-нечеткого вывода (ANFIS), обеспечивающие ускоренное обучение и возможности адаптивной интерпретации для моделирования сложных закономерностей (Jang, 1997).

Основная идея ГА состоит в том, чтобы имитировать естественную эволюцию для поиска лучшего решения реальных задач оптимизации (Ибрагим, 2016, Банжаф и др., 1998). Например, ГА может просмотреть несколько конструкций, чтобы найти лучшую комбинацию, которая приведет к лучшей или более дешевой конструкции сложной машины. Пригодность ГА зависит от количества доступной

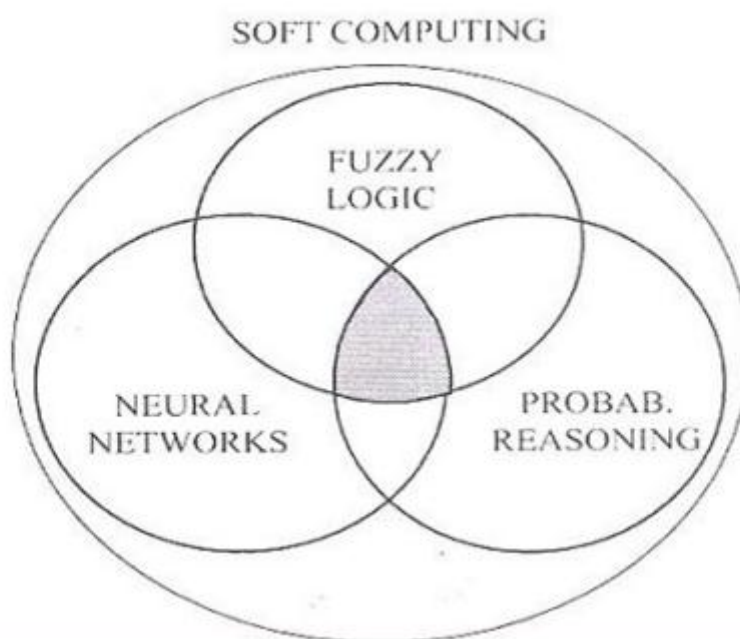


Рисунок 4. Отношения между FL, ИНС и вероятностными рассуждениями

информации о соответствующей проблеме; для задач с большим объемом доступной информации часто существуют более специализированные подходы к их решению.

Хотя СЭ появился только в 1980-х годах, его методы в настоящее время широко используются во многих бытовых, коммерческих и промышленных приложениях, что делает его основным объектом исследований в области техники автоматического управления. В нынешнюю эпоху 4IR, когда обработка с помощью компьютерных устройств увеличивается, а их стоимость снижается, использование методов SC становится слишком важным, имеющим потенциал дальнейшего расширения. Это подчеркивает необходимость преподавания СК, по крайней мере, студентам старших курсов.

Теория вероятностей вместе со статистикой уже сегодня заняла доминирующее положение среди предметов, преподаваемых даже в школьном образовании. Однако эти две темы, связанные друг с другом, также имеют существенные различия. Фактически, вероятность



изучает эволюцию будущих событий, тогда как статистика, исходя из частот, делает выводы о прошлых событиях.

FS и FL недавно были введены в учебные программы нескольких факультетов университетов, особенно в программах последипломого образования. То же самое, но в меньшей степени, происходит и с ИНС и ГА. В более ранней работе Воскоглу (2019b) применил метод обучения 5E (см. раздел 4 настоящей статьи) для разработки упрощенного метода преподавания основ FS и FL студентам-инженерам. Он также представил несколько методов, основанных на принципах «FL», для оценки успеваемости учащихся и учителей при выполнении учебных задач; например, см. (Воскоглу, 2019с, 2022) и т. д.

Ожидается, что преподавание теории и методов СК в ближайшем будущем будет расширяться в связи с ее большой важностью и разнообразием ее приложений практически во всех отраслях человеческой деятельности.

Обсуждение и выводы

Совокупный эффект трех промышленных революций, происходивших с конца XVIII века до недавнего времени, заменил рабочую силу и силу животных как средств производства машинами, облегчил массовое производство товаров, улучшил социальные услуги и привел к наше общество к цифровой эпохе (Воскоглу, 2020). В 4IR, который сейчас находится в начале своего появления, передовые интернет-технологии, возобновляемые источники энергии, 3D-печать и развитие киберфизических систем объединяются, чтобы вести человечество, при условии, что никакие человеческие ошибки и неправильное поведение не помешают, в новую эпоху прогресса и благополучия. Однако ожидается, что это изменит образ нашей жизни, наши привычки и поведение (Шваб, 2016). В частности, ожидается, что впечатляющие изменения произойдут в сфере образования, где «умные» устройства и методы искусственного интеллекта с помощью компьютеров и передового Интернета вещей будут играть доминирующую роль. Недавние достижения ИИ в образовании уже заставили ряд учёных и специалистов в области информатики поверить в то, что «умные» машины ИИ заменят учителей в образовании будущего «так же, как автомобили заменили лошадей» несколько десятилетий назад.

Список литературы:

1. Voskoglou, M.Gr., Athanassopoulos E. (2020), The Importance of Bayesian Reasoning in Every Day Life and Science, *International Journal of Education, Development, Society and Technology*, 8(2), 24–33
2. Voskoglou, M.Gr. (2020), New Challenges for Education in the Forthcoming Era of the Fourth Industrial Revolution, in S. Buckley (Ed.), *Promoting Inclusive Growth in the Fourth Industrial Revolution*, Chapter 4, 98-117, IGI Global, Hersey, PA., USA.
3. Voskoglou, M.Gr. (2022), Application of Soft Sets to Assessment Processes, *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 10, 1-3.
4. Wallace, B.; Ross, A.; Davies, J.B.; Anderson, T. (2007), *The Mind, the Body and the World: Psychology after Cognitivism*; Imprint Academic: Upton Pyne, UK.
5. Wenger, E. (1998), *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*, Cambridge, Cambridge University Press, UK.



6. Wing, J.M. (2006) Computational thinking. *Commun. ACM (Assoc. Comput. Mach.)*, 49, 33–35.
7. Yang, X. (2019), Accelerated move to AI in China, *ECNU Rev. Educ.*, 2, 347–352.
8. Zadeh, L.A. (1994), Fuzzy logic, neural networks and soft computing, *Communications of the ACM*, 37(3), 77-84.
9. Zadeh, L.A. (1965), Fuzzy Sets, *Inf. Control*, 8, 338–353.
10. Zadeh, L.A. (1973), Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, 3, 28–44.
11. Artificial Intelligence and Digital Technologies in the Future/Michael Voskoglou