



ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ

В.В. Казаченок

Белорусский государственный университет, Беларусь

Аннотация. Анализируются возможности нейропедагогики в современных условиях развития ИКТ и определяются организационно-педагогические условия повышения эффективности системы обучения на основе нейронных сетей: выделение и задание основных характеристик модели обучающегося, четкая формализация и построение онтологии предметной области. На основе важнейших положений нейропедагогики сформулированы рекомендации для повышения эффективности обучения, включающие: 1) внимание, 2) активное взаимодействие, 3) возврат по ошибке и 4) консолидацию (переход от медленного, сознательного, требующего усилий мыслительного процесса, к быстрой, бессознательной, автоматической мыслительной работе).

Рассматриваются важнейшие инновационные тенденции развития современного образования, порожденные распространением ИКТ, к которым, в первую очередь, относятся: 1) исследования и пропаганда информационно-коммуникационных технологий с инновационной педагогикой, 2) продвижение компетенций и навыков в области ИКТ для педагогов и учреждений образования. Выявляются новые типы общения, обусловленные развитием информационно-коммуникационных технологий, и определяются цифровые навыки, необходимые сегодня обучающемуся.

Ключевые слова. Нейропедагогика, нейронные сети, инновации в образовании, эффективность обучения.

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS TO INCREASE LEARNING EFFICIENCY

V. V. Kazachonak

Belarusian State University, Belarus

Abstract. The possibilities of neuropedagogy in the modern conditions of ICT development are analyzed and the organizational and pedagogical conditions for increasing the effectiveness of the learning system based on neural networks are determined: the selection and assignment of the main characteristics of the student model, a clear formalization and construction of the ontology of the subject area. Based on the most important provisions of neuropedagogy, recommendations have been formulated to increase the effectiveness of training, including: 1) attention, 2) active interaction, 3) return by mistake and 4) consolidation (transition from a slow, conscious, effort-intensive thought process to a fast, unconscious, automatic mental work).

The most important innovative trends in the development of modern education, generated by the spread of ICT, are considered, which primarily include: 1) research and promotion of information and communication technologies with innovative pedagogy, 2) promotion of competencies and skills in the field of ICT for teachers and educational institutions. New types of communication are identified, due to the development of information and communication technologies, and the digital skills that a student needs today are determined.

Keywords. Neuropedagogy, neural networks, educational innovations, learning efficiency.

Введение

В последнее время все больше средств массовой информации акцентируют внимание на окончании эры традиционной классной комнаты: скоро парты и классные доски будут не нужны, наступает время «перевернутых» классов, цифровых рабочих мест, социального обучения и т.п. Однако результаты исследований указывают на то, что лучшие образовательные технологии не заменяют традиционную классную комнату, а усиливают ее. Благодаря последним инновациям в сфере образования, преподаватели и обучающиеся получают более широкий доступ к качественным ресурсам и эффективным методам обучения.

Ключевым навыком в XXI веке становится открытость к изменениям. Мир становится все более разнообразным и изменчивым. Человек ежедневно попадает в

ситуации неопределенности, сложности и разнообразия. То, на основании чего мы принимаем те или иные решения и насколько они будут успешны и эффективны, во многом зависит от нашей открытости к изменениям.

Речь идет об умении принимать новое, быстро корректировать планы и менять тактику, не теряться и действовать эффективно при появлении новой информации или изменении контекста. Выучить и воспроизвести заданный набор информации при ее доступности и постоянном росте становится анахронизмом. Важнее научить учиться, исследовать, осознанно искать, выделять и осмысливать разнообразную информацию.

По мнению ряда ученых объективную оценку степени влияния различных факторов на успешность обучения можно получить путем применения современных методов математического моделирования [1–5]. И аппарат нейронных сетей является универсальным средством, позволяющим использовать его при построении широкого класса моделей. При этом важно понимать принципы обучения живых нейросетей, поскольку обучающиеся нейросети – это все вокруг нас, в том числе и мы сами.

Сегодня утверждается новое направление научных исследований образования: «образовательная нейронаука» (educational neuroscience) или «нейрообразование», в котором выделяют нейрообучение, нейропедагогику, нейродидактику [1]. Здесь речь идет об изучении нейробиологических механизмов обучения: если современные знания о мозге в гораздо большей степени отвечают на вопрос «как лечить», то задача когнитивной нейрологии – изучать мозг для того, чтобы понять «как учить» [2].

Под искусственной нейронной сетью понимают математическую модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма.

Нейропедагогика – это прикладная междисциплинарная научная область, направленная на построение образовательного процесса с учетом данных о развитии мозга, об эффективных методах обучения и преподавания, о мозговой организации в процессах овладения учебным материалом, с учетом особенностей мозгового развития обучаемых и преподавателей.

Основные задачи нейропедагогики: разработать и внедрить в образовательную практику психодиагностические и психокоррекционные технологии, обеспечивающие повышение эффективности профессиональной деятельности педагогов и психологов. Сегодня учеными предлагается рассматривать центральную нервную систему человека, и его мозг, в частности, как набор разнообразных нейросетей, по-разному обученных и отличающихся исходной структурой.

Так при нейропедагогическом подходе воспитание, образование и обучение учащегося есть лишь различные наборы данных. Обучение учащегося совпадает практически с определением обучения нейросети. Отдельно сформулировать это можно следующим образом:

- обучение естественной нейросети есть ввод известных наборов данных с практически однозначно соответствующими и известными значениями функций состояния нейросети;
- воспитание есть обучение нейросетей на всей поступающей извне информации;
- образование есть обучение учащегося конкретными наборами данных, направленное на получение им знаний, умений и навыков.

Также особенностью человеческого мозга является рост числа нейронов до 7 лет и последующее снижение числа нейронов к старости, достигающее половины от исходной величины, что отрицательно сказывается на возможности обучения [1].

Сегодня у педагогов нет специальной подготовки в области механизмов, лежащих в основе обучения. Но если мы не понимаем, как работает мозг, то не сможем понять многих аспектов обучения и поведения обучающихся. Любопытно сравнить преподавателей, например, с врачами, которым необходимо пройти длительный курс обучения, посвященный работе человеческого организма, прежде чем они смогут поставить пациенту диагноз.

«В чем, на взгляд нейросообщества, основная причина “отставания”, “неуспеха” и даже “недоразвитости” абсолютно нормальных и здоровых учеников? Ответ вас несколько шокирует: современная система образования не дружелюбна мозгу» [3].

Таким образом, для того чтобы сделать учебный процесс максимально эффективным, преподаватели должны понимать, как устроен головной мозг, как он запоминает, обрабатывает, записывает, хранит и вспоминает информацию.

Нейронные сети в образовании

По мнению ряда ученых факторы, влияющие на усвоение обучающимся учебного материала, можно систематизировать так: мотивация (к учебе, к науке, к саморазвитию, к карьере), интеллектуальные способности (уровень IQ, специальные способности, социальный интеллект), психологические особенности (тип характера, уровень креативности, умение работы в команде), физические факторы (условия проживания, состояние здоровья и т.д.).

Анализ этих факторов позволяет изучить личность обучаемого с разных сторон, выявить наиболее важные *ментальные особенности* (X), влияющие на успешность обучения. Методики по оценке каждого из вышеперечисленных факторов

систематизированы и в совокупности образуют систему, которая определяет ментальный портрет обучающегося.

С другой стороны, наряду с *уровнем подготовки обучающегося (Y)* разработаны методики оценивания *сложности предлагаемого для изучения материала (Z)* на основе онтологии предметной области. Например, один из подходов к измерению сложности обучающего модуля заключается в вычислении прямой концептуальной сложности модуля как суммы трех величин: входной сложности, выходной сложности, внутренней сложности.

В данных условиях задачу оперативного выявления направлений корректирующих воздействий для осуществления адаптивного управления обучением на основе индивидуальных результатов обучающихся, позволяет решить аппарат нейронных сетей, способный в режиме реального времени максимизировать ожидаемое *Y* на основе анализа имеющихся *X, Y, Z* [4, 5].

Таким образом, основными организационно-педагогическими условиями эффективности системы обучения на основе нейронных сетей являются: выделение и задание основных характеристик модели обучающегося и чёткая формализация и построение онтологии предметной области.

Многофакторная модель качества учебного занятия разработана в [6, 7]. Успех преподавателя, в первую очередь, зависит от изменения отношения учащихся к учебе, пробуждения интереса к приобретению компетенции (знаний и навыков).

В [8] говорится: «Каждый ученик получает право и возможность самостоятельно определять, на каком уровне он усвоит учебный материал». Это не совсем то же самое, что пишет Ушинский К.Д. об ученике и воспитании: «Дельное же воспитание должно брать средний путь: должно обогащать человека знаниями и в то же время приучать его пользоваться этими богатствами; а так как оно имеет дело с человеком растущим и развивающимся, умственные потребности которого всё расширяются и будут расширяться, то должно не только удовлетворять потребностям настоящей минуты, но и делать запас на будущее время» [8]. Обратите внимание на слова «оно имеет дело с человеком растущим и развивающимся, умственные потребности которого всё расширяются и будут расширяться».

Таким образом, предлагаемая парадигма обучения, в которой ученик полностью сам определяет для себя уровень требований и учебный материал, идет вразрез с классической системой образования.

В то же время идеи К.Д. Ушинского успешно применяются на следующем уровне обучения: при обучении студентов в высших учебных заведениях, например в рамках

кредитной технологии обучения (см. рисунок), состоящей из множества согласованных факторов [9].



Рисунок – Факторы кредитной технологии обучения

Рекомендации нейронауки для повышения эффективности обучения сформулированы и обоснованы Станиславом Деаном в виде четырех столпов [10, 11]:

Столп 1. Внимание: подчеркивается особая важность внимания в любом процессе обучения.

Столп 2. Активное взаимодействие: «эффективное обучение означает отказ от пассивности: интерес, изучение с любопытством, активное выдвижение гипотез и испытание их на практике» [11]. Здесь, в некотором смысле, ставится под сомнение утверждение, что мы можем учиться с легкостью, – как бы играючи.

«Без усилий внимания, без глубоких размышлений, следы урока затираются в мозге ... Лучшее — это педагогика, которая делает учащегося активным, но при этом тщательно ориентируемым на учителя — структурированное обучение с ясной и строгой прогрессией, которая начинается с основ, проверяет их мастерство и строит на них пирамиду смыслов» [11].

Столп 3. Возврат по ошибке: мы учимся на наших ошибках. Ошибка – это триггер внимания. Это источник любопытства, вызывающего когнитивные процессы дознания и анализа. Но ошибки — это также мощнейший инструментальный процесса обучения. Чтобы учиться на наших ошибках, необходимо, чтобы обратная связь была конструктивной.

Столп 4. Консолидация: это переход от медленного, сознательного, требующего усилий мыслительного процесса, к быстрой, бессознательной, автоматической мыслительной работе. Главное, заставить ученика перейти от осознаваемой к бессознательной работе. Тот, кто действует, не думая о своем действии, освобождает свою рабочую память, которая по определению ограничена и играет роль узкого места для повышения возможностей обучения.

Сформулированные рекомендации основаны на важнейших положениях нейропедагогики [12]:

- Мозг – «параллельный процессор», т. е. человеческий мозг может выполнять несколько функций одновременно. При этом недогрузка мозга, так же как и его перегрузка, может оказать отрицательное воздействие на его развитие.
- Учение и познание – естественные механизмы развития мозга.
- Эмоции – необходимый фактор продуктивной деятельности мозга.
- Развитие мозга стимулируется в условиях свободы творчества и блокируется в обстановке давления, принуждения и угрозы.

Отметим, что сегодня принципы нейропедагогики наиболее широко применяются в финской системе образования.

Тенденции развития образования

Сегодня меняется миссия образовательных учреждений: они больше не монополисты в обеспечении доступа к качественной информации и знаниям. И это является, в первую очередь, результатом совершенствования возможностей информационно-коммуникационных технологий.

В связи с этим ЮНЕСКО ориентирует свою деятельность на следующие стратегические приоритеты [13]:

- исследования и пропаганда информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) с инновационной педагогикой;
- продвижение компетенций и навыков в области ИКТ для педагогов и учреждений образования.

В настоящее время применение методов машинного обучения с использованием моделей нейронных сетей позволяет решать многие задачи. Например, исследователи в области образования способны автоматизировать измерение вовлеченности студентов в процесс обучения. Сегодня в России и Китае разработаны системы для оперативного выявления изменений качества занятий [14]. Ученые натренировали модель машинного обучения для автоматического измерения уровня вовлеченности с помощью

видеокамер в учебных помещениях. И теперь известно, где проходят самые интересные занятия.

Уникальность системы в том, что вся информация собирается на дэшборды, и можно посмотреть динамику средней вовлеченности в учебном заведении, сравнить между собой различные группы. Если вдруг цвет на интерактивной панели сменился с зеленого на красный, мы можем посмотреть глубже и увидеть, что, по-видимому, какая-то проблема произошла в одной из групп. Таким образом, система позволяет оперативно выявить изменения в качестве учебных занятий.

Для определения значимых параметров при использовании моделей нейронных сетей важно учитывать тенденции развития образования.

Сегодня инновации в области ИКТ в большой степени связаны с мобильными технологиями, искусственным интеллектом, виртуальной и дополненной реальностью. Также все отчетливее вырисовываются тенденции развития образования, включающие 1) интернет вещей, 2) «большие данные», 3) программирование:

1). Интернет вещей представляет собой сеть вычислительных устройств, встроенных в предметы ежедневного обихода (которые не являются компьютерами и смартфонами), что позволяет им обмениваться данными. Это оказывает огромное влияние на множество аспектов повседневной жизни. В сфере образования «Интернет вещей» изменяет сами процессы обучения и преподавания. Возможности для применения «Интернета вещей» в сфере образования в будущем практически безграничны, и это будет иметь значительные последствия.

2). По мере интенсификации онлайн-взаимодействия между людьми и устройствами, общество производит все больше цифровых данных. Термин «большие данные» отражает тот факт, что количественный сдвиг этой величины на самом деле представляет собой качественный сдвиг, который требует изменения мышления и появления новых типов кадровой и технической инфраструктуры.

3). Что касается программирования, то важно отметить, что все компьютерные программы, по сути, представляют собой алгоритмы, которые определяют способ решения той или иной задачи. В основе информатики лежит вычислительное мышление, обучение которому в учреждениях общего среднего образования значительно расширяется в последнее время. Обучение программированию ориентировано на формирование у учащихся навыков, необходимых для разработки компьютерных приложений. Это схоже с тем, как сначала дети учатся писать, чтобы уметь формулировать и выражать свои мысли и иметь возможность ими делиться –

точно так же затем они учатся написанию программного кода, чтобы выразить свои мысли и делиться ими уже по-новому, в новой среде.

Дети сегодня являются цифровыми аборигенами, и очень важно это осознать и принимать, поскольку существенно изменились типы общения. Если раньше преобладали формы личного или текстового общения (голосовые сообщения, электронная почта, живое общение), то в настоящее время появились еще три типа общения, которые не могут быть проигнорированы:

- 1) общение человека с человеком через компьютерный интерфейс;
- 2) общение человека с компьютером (например, поисковые интерфейсы);
- 3) общение между двумя компьютерами для достижения определенного результата (например, умный дом, приложения для смартфонов – карты, графики, советы, датчики активности).

Поскольку для обучающегося общение – это основной способ получения знаний и навыков, то мы являемся свидетелями происходящей трансформации – изменения существующего инструмента обучения. Поэтому педагогам нужно научиться работать в новых условиях. Обучающимся сегодня нужен определенный набор цифровых навыков: цифровая грамотность, знание языка программирования, работа в команде, проектная деятельность, анализ информации и синтез решений с последующим применением на практике.

Важно отметить, что эффективное формирование этих цифровых навыков не может существовать без учителя и без оснащения педагога современными ИКТ.

Заключение

Для обеспечения автоматизации профессиональной деятельности педагогов в современных условиях развития ИКТ нами определены организационно-педагогические условия повышения эффективности системы обучения на основе нейронных сетей, к которым отнесены: выделение и задание основных характеристик модели обучающегося, четкая формализация и построение онтологии предметной области. На основе важнейших положений нейропедагогики сформулированы рекомендации для повышения эффективности обучения, включающие внимание, активное взаимодействие, возврат по ошибке и консолидацию.

Рассмотрены основные тенденции развития современного образования, влияющие на определение значимых параметров используемых моделей нейронных сетей, к которым, в первую очередь, отнесены: 1) исследования и пропаганда информационно-коммуникационных технологий с инновационной педагогикой, 2) продвижение компетенций и навыков в области ИКТ для педагогов и учреждений образования.

Выявлены новые типы общения, обусловленные развитием информационно-коммуникационных технологий, и определен набор современных цифровых навыков, необходимых обучающемуся.

Список библиографических ссылок (на языке оригинала)

1. Захаров Г.В. Нейросетевая педагогика как новый подход к теоретической педагогике. Научный форум: *Педагогика и психология*: сб. ст. по материалам XVIII международной научно-практической конференции; Москва: Издательство «МЦНО», 2018;5(18):17–22.
2. Бажанов В.А., Шкурко Ю.С. Современная нейронаука и образование: новые аргументы в пользу старых приемов. *Педагогика*. 2018;8:29–38.
3. Тарасов А. Нейрооткрытия меняют педагогику. [Электронный ресурс]. *Здоровье детей*. 2008;3. URL: <http://zdd.1september.ru/article.php?ID=200800312>
4. Федяев О.И. Прогнозирование остаточных знаний студентов по отдельным дисциплинам с помощью нейронных сетей. *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2016;7:122–136.
5. Казаченок В.В. Применение нейронных сетей в обучении. *Информатика и образование*. 2020;2:41–47.
6. Вальдхер Ф., Вальтер К. Дидактика и практика. *Идеи и методы для преподавания в ВУЗах*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2009. 101 p.
7. Казаченок В.В., Мандрик П.А. Система дистанционного дополнительного обучения школьников при факультете прикладной математики и информатики БГУ. *Высшая школа*. 2015;6:23–26.
8. Расинский П. Сравнительный анализ целей образования в нашей стране в 1950-е годы XX века и в настоящее время. [Электронный ресурс]. URL: <https://rossaprimavera.ru/article/b76e0be9>
9. Тургинбаева А.Н., Абдримова А.А. Инновации в сфере образования. Научный форум: *Инновационная наука*: сб. ст. по материалам IV международной научно-практической конференции. Москва: Издательство «МЦНО», 2017;3(4):48–54.
10. Карелов С. Как повысить эффективность обучения. [Электронный ресурс]. URL: https://medium.com/@sergey_57776/как-повысить-эффективность-обучения-b193e8dc7048
11. Dehene S. *Apprendre! Les talents du cerveau, le défi des machines*. Paris: Odile Jacob, 2018. 384 p.

12. Нейрофизиология. Нейропсихология. Нейропедагогика. [Электронный ресурс]. URL: http://msk.treko.ru/show_article_1738

13. Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО. Париж: ИИТО ЮНЕСКО, 2018. 70 с.

14. Зачем нейросеть следит за студентами. Инвест-Форсайт. [Электронный ресурс]. *Деловой журнал*. Москва: 2018. URL: <https://www.if24.ru/zachem-nejroset-sledit-za-studentami/>

References (на английском языке)

1. Zakharov G.V. Neyrosetevaya pedagogika kak novyy podkhod k teoreticheskoy pedagogike [Neural network pedagogy as a new approach to theoretical pedagogy]. Nauchnyy forum: *Pedagogika i psikhologiya*: sb. st. po materialam XVIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Moscow: Izd. «MTSNO», 2018;5(18):17–22. (In Russian)

2. Bazhanov V.A., Shkurko YU.S. Sovremennaya neyronauka i obrazovaniye: novyye argumenty v pol'zu starykh priyemov [Modern Neuroscience and Education: New Arguments for Old Techniques]. *Pedagogika*. 2018;8:29–38. (In Russian)

3. Tarasov A. Nejrootkrytiya menyayut pedagogiku [Neuro discoveries change pedagogy]. [Electronic resource]. *Zdorov'e detej – Child Health*, 2008;3. Available at: <http://zdd.1september.ru/article.php?ID=200800312> (In Russian)

4. Fedyaev O. I. Prognozirovaniye ostatochnykh znaniy studentov po otdel'nym distsiplinam s pomoshh'yu nejronnykh setej [Prediction of residual knowledge of students in certain disciplines by neural networks]. *Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki – Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*, 2016;7:122–136. DOI: 10.18522/2311-3103-2016-7-122136 (In Russian)

5. Kazachenok V.V. Primeneniye neyronnykh setey v obuchenii [The use of neural networks in training]. *Informatika i obrazovaniye*. 2020;2:41–47. (In Russian)

6. Valdher F., Valter K. Didaktika i praktika. Idei i metody dlya prepodavaniya v VUZakh [*Didactics and practice. Ideas and methods for teaching at universities*]. Stuttgart, Schäffer-Poeschel Verlag, 2009. 101 p. (In Russian)

7. Kazachenok V.V., Mandrik P.A. Sistema distantsionnogo dopolnitel'nogo obucheniya shkol'nikov pri fakul'tete prikladnoy matematiki i informatiki BGU [The system of distance learning for students at the Faculty of Applied Mathematics and Informatics of BSU]. *Vysheyshaya shkola*. 2015;6:23–26. (In Russian)

8. Rasinsky P. Sravnitel'nyj analiz tselej obrazovaniya v nashej strane v 1950-e gody XX veka i v nyneshnee vremya [A comparative analysis of the goals of education in our

country in the 1950s of the 20th century and at the present time]. [Electronic resource]. Available at: <https://rossaprimavera.ru/article/b76e06e9> (In Russian)

9. Turginbaeva A.N., Abdrimova A.A. Innovacii v sfere obrazovaniya [Innovations in education]. Nauchnyj forum: *Innovatsionnaya nauka*. Sbornik statej po materialam IV mezhduna-rodnoj zaочноj nauchno-praktičeskoj konferentsii [Science forum: Innovation Science. Proc. 4th Int. correspondence scientific-practical conference]. Moscow, MTSNO, 2017;48–54. (In Russian)

10. Karelov S. Kak povysit' ehffektivnost' obucheniya [How to increase the effectiveness of training]. [Electronic resource]. Available at: https://medium.com/@sergey_57776/как-повысить-эffективность-обучения-b193e8dc7048 (In Russian)

11. Dehene S. Apprendre! Les talents du cerveau, le défi des machines [*Learn! Talents of the brain, the challenge of machines*]. Paris: Odile Jacob, 2018. 384 p. (In French)

12. Nejrofiziologiya. Nejropsikhologiya. Nejropedagogika. [Neurophysiology. Neuropsychology. Neuropedagogy]. [Electronic resource]. Available at: http://msk.treko.ru/show_article_1738 (In Russian)

13. Struktura IKT-kompetentnosti uchitelej. Rekomendatsii YUNESKO [*UNESCO ICT com-petency framework for teachers*]. Moscow, UNESCO Institute for Information Technologies in Education, 2018. 70 p. Available at: <https://iite.unesco.org/wp-content/uploads/2019/05/ICT-CFT-Version-3-Russian-1.pdf> (In Russian)

14. Zachem nejroset' sledit za studentami [Why does a neural network monitor students]. [Electronic resource]. *Invest-Forsajt* – Invest Foresight, 2018. Available at: <https://www.if24.ru/zachem-nejroset-sledit-za-studentami/> (In Russian)