

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В МЕДИЦИНЕ

Шинелёв И.Н. Тарасов И.Е.

*МИРЭА - Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: bujhm1308@yandex.ru, tarasov\_i@mirea.ru*

---

**В данной статье описывается внутреннее строение искусственных нейронных сетей, их связь с нейронными сетями в мозгу живых организмов, описание областей для их использования, а так же возможности, предоставляемые с помощью них в сфере медицины, а в частности в изучении, лечении и обнаружении рака. Так же рассмотрены процессы тормозящие развитие данной технологии и потенциально возможные, а так же уже реализованные методы помогающие усовершенствованию точности и скорости работы нейронных сетей, что уже сейчас приводит к возможности применения данной технологии в работе.**

---

Ключевые слова: нейронная сеть, скрытый слой, медицина, обработка данных, FPGA.

## USE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN MEDICINE

Shinelev I.N. Tarasov I.E.

*MIREA - Russian Technological University 119454, Moscow, 78 Vernadskogo Avenue, Russia, e-mail: bujhm1308@yandex.ru, ilya\_e\_tarasov@mail.ru*

---

**This article describes the internal structure of artificial neural networks, their connection with neural networks in the brain of living organisms, a description of the areas for their use, as well as the opportunities provided by them in the field of medicine, and in particular in the study, treatment and detection of cancer. The processes that inhibit the development of this technology and potentially possible, as well as already implemented methods that help to improve the accuracy and speed of neural networks, are also considered, which already now leads to the possibility of using this technology in work.**

---

Key words: neural network, hidden layer, medicine, data processing, FPGA.

### Введение

Исследования по работе головного мозга проводятся ещё с начала 19 века, но только в 1948 году была создана первая в мире нейронная сеть с использованием вакуумных ламп, на тот момент это было идеальное средство для реализации эквивалента нейронной сети. С того момента нейронные сети активно развивались, увеличивалось количество отраслей в которых их использовали, а так же усложнялась сама архитектура новых сетей, всё это привело к возможности использования искусственных нейронных сетей в тех отраслях где ценой ошибки станет человеческая жизнь, например в медицине [1].

Каждый день врачи получают огромный объём данных в виде рентгеновских снимков, результатов кардиограмм и множество других снимков и заключений, которые необходимо правильно проанализировать и обработать для постановки диагноза. Всё это занимает довольно большое количество времени и сил, что может привести как к ошибкам постановки диагноза в силу ошибки, так и к увеличению времени постановки диагноза, следствием которого может быть смерть человека. Благодаря развитию искусственных нейронных сетей, есть возможность уменьшить время ожидания диагноза, а также уменьшить врачебных ошибок.

### Устройство искусственных нейронных сетей

Сама по себе искусственная нейронная сеть это математическая модель, по своей структуре и работе приближенная к сетям нейронов головного мозга. В большинстве случаев они представлены в виде самообучающейся программы, что даёт возможность предположить их возможное использование для воплощения искусственного интеллекта.

Структура искусственных нейронных сетей очень проста и действительно похожа на работу нейронных сетей в головном мозге живых организмов. На вход искусственной нейронной сети поставляется поток входных

данных, их получением и обработкой занимаются нейроны внешних слоёв, в живом организме данные нейроны можно сравнить с рецепторными нейронами рефлекторной дуги, которые получают информацию о состоянии организма и его окружении. В нейронах внешних слоёв данный поток информации преобразуется в числовой вид, для возможности обработки компьютером, а после передаётся в скрытый слой для обработки. После процесса обработки информация выводится с помощью внешнего слоя. Если проводить аналогию с живым организмом, то выходной слой можно сравнить с двигательным нейроном, только при этом искусственная нейронная сеть не даёт команду мышцам, а даёт итоговую информацию, но в некоторых случаях, данной информацией может быть и команда к действию в тех ситуациях, когда искусственная нейронная сеть управляет таким механизмом как беспилотный автомобиль или дрон.

Вся обработка информации в скрытом слое заключается в использовании системы весов, а именно, использовании произведения определённых коэффициентов при передаче информации от одного слоя другому. Сила веса или по-другому важность информации, определяется величиной данного коэффициента, чем он больше, тем более важная информация передаётся между нейронами. Итоговая информация, которую выдаст нейронная сеть, будет зависеть от множества факторов: от того через какие нейроны будет проходить информация, как выглядит внутренняя архитектура сети, а также от количества скрытых слоёв. При этом после получения информации, нет возможности сказать каким путём прошли начальные данные, и как они обрабатывались, что характеризует скрытый слой как чёрный ящик. Так же существуют простые искусственные нейронные сети, не содержащие скрытых слоёв.

На рисунке 1 представлена простейшая структура искусственной нейронной сети, которая содержит в себе один скрытый слой.

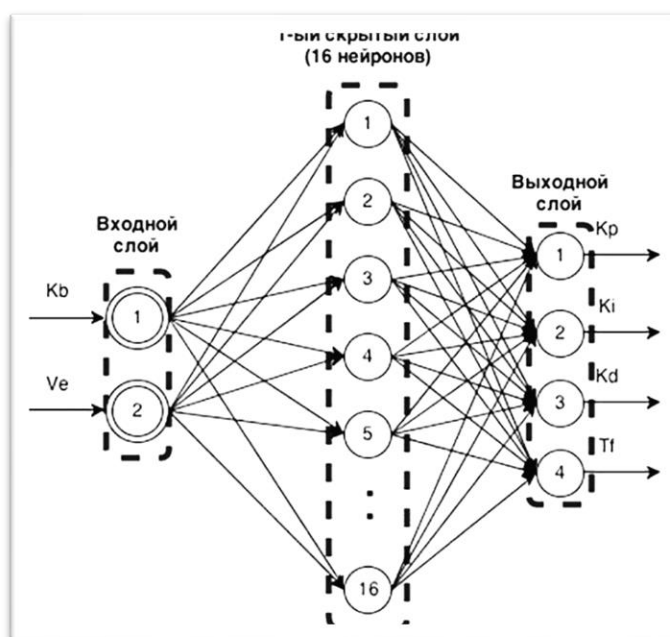


Рисунок 1. Структура искусственной нейронной сети.

### Применение искусственных нейронных сетей в медицине

Благодаря своей структуре, искусственные нейронные сети могут применяться в широком диапазоне задач, но можно выделить определённые направления, в которых они наиболее эффективны, это задачи определения объекта, а также предсказания для малоизученных данных или обобщения данных с обнаружением скрытых закономерностей. Например, их используют для предсказаний о структуре белка [2].

Часто в медицине искусственные нейронные сети можно использовать для определения типа объекта, например, искусственная нейронная сеть может определять есть ли на снимке опухоль, однако на данный момент такое возможно только с информацией представленной в графическом виде, так как остальные медицинские данные плохо поддаются для перевода в необходимый для нейронных сетей поток информации, тем не менее, это уже огромный массив данных. По данным Национального института онкологии, каждый день в Соединенных

Штатах диагностируется около 5000 новых случаев рака, а большинство опухолей обнаруживаются на изображениях [3]. Для успешного лечения рака очень большое значение имеет ранняя диагностика и мониторинг состояния.

На рисунке 2 видно, как искусственная нейронная сеть обрабатывает снимок среза лёгкого, а после выдаёт результат в виде точного названия вида рака [4].

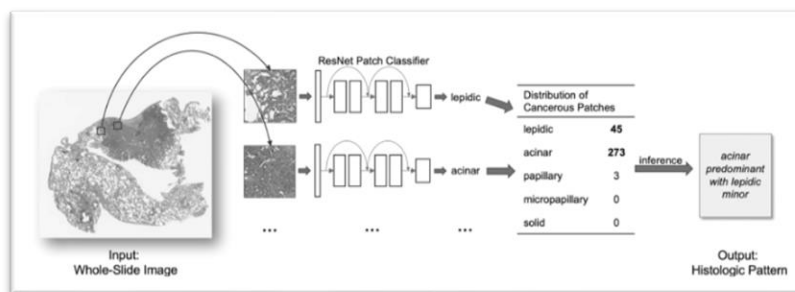


Рисунок 2. Определение искусственной нейронной сетью раковых участков в срезе лёгкого.

### Эффективность нейронных сетей в сфере медицины

Безусловно, на данный момент диагноз, поставленный специалистами, гораздо приоритетнее диагноза, поставленного с помощью искусственной нейронной сети, но как дополнительный инструмент, облегчающий работу специалистам, они эффективны. Это можно увидеть на примере работы нейронной сети со снимками с почечно-клеточным раком и почечной кисты. Учёными были настроены все веса и связи внутри искусственной нейронной сети, а обучали её на данных, полученных с помощью ультразвукового исследования 100 пациентов с подтверждённым диагнозом наличия рака. После, искусственной нейронной сети дали обработать 52 новых случаев из данных, взятых с помощью ультразвукового исследования в которых было 17 злокачественных опухолей, 30 кист и 5 других новообразований. В данном эксперименте, искусственная нейронная сеть смогла определить 47 случаев безошибочно не смотря на недостаточную подборку данных для обучения. Данная проблема является одной из актуальнейших в процессе распространения, создания и улучшения искусственных нейронных сетей, так как для распространения их повсеместного использования необходимо не только увеличивать скорость обработки данных, но и повышать точность и эффективность конечного результата, что невозможно добиться без многочисленной базы данных, которая бы содержала в себе всю необходимую, а главное достоверную информацию для обучения искусственной нейронной сети. Всё это приводит к тому, что на данный момент современное развитие искусственных нейронных сетей позволяет их использовать в таких вопросах как рак, только вторым мнением, как дополнительный маркер. [5]

На сегодняшний день множество специалистов из разных областей науки, прикладывают много усилий для создания баз данных для обучения искусственных нейронных сетей. Одним из серьёзных достижений можно считать создание искусственной нейронной сети обученной на 4000 гистологических снимках, которая может определять тип рака лёгких с 97% точностью, при этом по скорости своей работы, опережая постановку диагноза от докторов в данной области.

На рисунке 3 можно увидеть, что результаты работы искусственной нейронной сети практически полностью совпадают с выводами специалистов. Точками показана работа искусственной нейронной сети, а сплошные области были выделены специалистами.

### Другие виды диагностики с помощью искусственных нейронных сетей

Технологию искусственных нейросетей можно использовать не только для диагностики рака, но и так же в других исследованиях, например, для выявления болезней сердца, позвоночника и прочих органов.

Одной из болезней сердца является аритмия – опасное заболевание, при котором сбивается привычный сердечный ритм, а также частота сокращений. Стандартным методом выявления данной болезни является прохождение электрокардиограммы с последующей расшифровкой полученных данных доктором. При этом возникает возможность того, что даже после прохождения данной процедуры, болезнь может быть не обнаружена. Чтобы зафиксировать данное заболевание, в большинстве случаев, больному необходимо сутками носить на себе специальный прибор Холтер, который будет в режиме реального времени считывать необходимые показания. Даже в этом случае данная болезнь может быть не выявлена, что подвергает здоровье пациентов

опасности. Сейчас учёными из Стэнфорда создана нейросеть способная в некоторых случаях диагностировать данное заболевание быстрее и точнее врачей. Данная искусственная нейронная сеть обучалась на 8 часовых записях ЭКГ.

Так же была создана искусственная нейронная сеть для определения заболеваний позвоночника. Для обучения данной искусственной нейронной сети использовалось 250 наборов записей о больных. В результате, точность выходных данных этой сети была равна 83%, что является выдающимся результатом для такого небольшого набора исходных данных. [6]

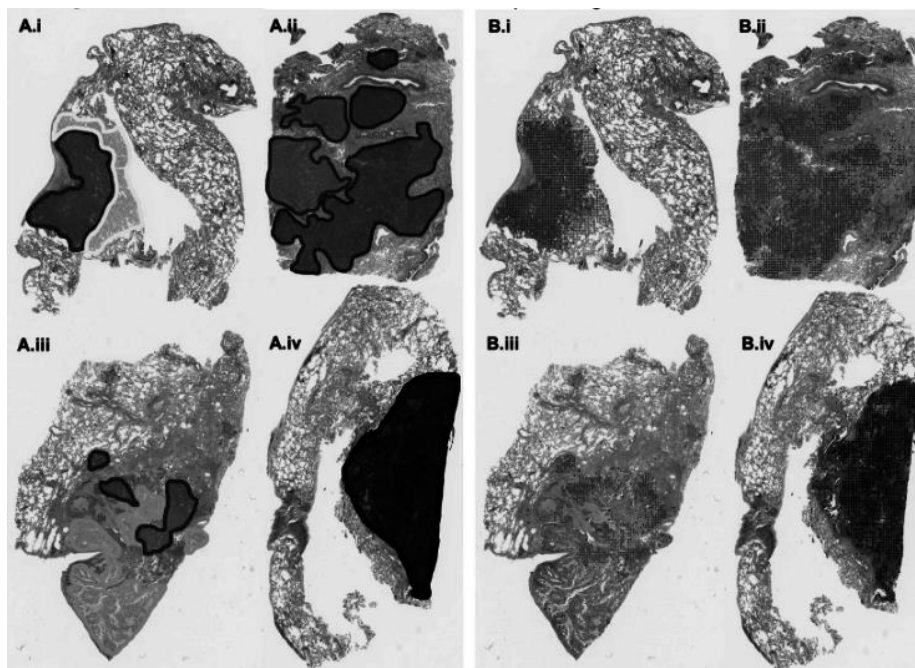


Рисунок 3. Определение искусственной нейронной сетью(слева) и учёными(справа) гистологических срезов

### **Использование платформы CUDA и архитектуры FPGA для развития нейронных сетей**

Основным фактором, тормозящим процесс развития искусственных нейронных сетей в медицине, является нехватка мощности современных устройств для обучения сложных искусственных нейронных сетей, требуемых для правильной постановки диагноза.

Одним из решений данной проблемы, является возможность использования платформы параллельных вычислений CUDA, разработанной компанией NVIDIA в 2007 году. Данное решение позволяет использовать графические процессоры (GPU) для обработки данных, что существенно повышает скорость обработки информации. По сравнению со стандартными способами обработки информации, использование CUDA ускоряет время вычислений минимум на 30%, что является существенным увеличением скорости при обработке больших массивов данных, которыми нужно оперировать в сфере медицины.

Также в настоящее время рассматривается использование ускорителей на основе ПЛИС (программируемых логических интегральных схем) с архитектурой FPGA [7]. Преимуществом FPGA является возможность неограниченного реконфигурирования в процессе эксплуатации, что дает возможность реализовывать искусственные нейронные сети с нестандартной архитектурой, выполняя в том числе прореживание (pruning) для исключения нейронов и связей, которые в конкретной реализации имеют пренебрежимо малые веса. Кроме того, возможность изменения разрядности коэффициентов позволяет пропорционально уменьшать аппаратные затраты на реализацию отдельных нейронов, что невозможно для таких платформ, как CPU или GPU.[8]

### **Заключение**

Не смотря на все возможности, которые искусственные нейронные сети могут дать при повсеместном использовании, их развитие на данный момент, не позволяет допустить данную технологию во все сферы жизни, в связи с нехваткой методов для обеспечения быстрой обработки данных, так же наличия баз данных для обучения искусственных нейронных сетей необходимых для повышения процента точности выдаваемого ими

результата. Использование программируемых логических интегральных схем в будущем поможет ускорить обработку данных во много раз, что позволит применять искусственные нейронные сети в медицине не только как второстепенный маркер для проверки результатов основного диагноза врачей и уменьшения времени на постановку диагноза, но и как полноценное программное обеспечение для конечной постановки диагноза, что приведёт к расширению сферы их использования в области медицины.

---

#### Список литературы

---

1. Нейросеть - Википедия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейронная\\_сеть](https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейронная_сеть). (дата обращения: 04.04.21).
2. Lim Heo, Hahnbeom Park, Chaok Seok. (2013). GalaxyRefine: protein structure refinement driven by side-chain repacking. *Nucleic Acids Research*. 41, W384-W388.
3. Обзор статистики рака [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975\\_2016/#contents](https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975_2016/#contents) (дата обращения: 04.04.21).
4. Jason W. Wei, Laura J. Tafe, Yevgeniy A. Linnik, Louis J. Vaickus, Naofumi Tomita, Saeed Hassanpour. (2019). Pathologist-level classification of histologic patterns on resected lung adenocarcinoma slides with deep neural networks. *Sci Rep*. 9.
5. Philip S. Maclin, Jack Dempsey, Jay Brooks, John Rand. (1991). Using neural networks to diagnose cancer. *J Med Syst*. 15, 11-19;
6. Пенников А.А., Козина А.В., Белов Ю.С. (2019). Искусственные нейронные сети в диагностике многокритериальных заболеваний. Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Наукоемкие технологии в прибор- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе». С. 149–151.
7. Использование FPGA в создании нейронных сетей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://digitrode.ru/computing-devices/fpga/1045-ispolzovanie-plis-fpga-v-sozdanii-neyronnyh-setey.html> (дата обращения: 04.04.21).
8. Lin, X., Yin, S., Tu, F. and Wei, S. LCP: a layer clusters paralleling mapping method for accelerating inception and residual networks on FPGA. *DAC'2016*

---

#### References

---

1. Neural network - Wikipedia. — Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Neural\\_network](https://ru.wikipedia.org/wiki/Neural_network) (accessed 4 April 2021).
2. Lim Heo, Hahnbeom Park, Chaok Seok. (2013). GalaxyRefine: protein structure refinement driven by side-chain repacking. *Nucleic Acids Research*. 41, W384-W388.
3. SEER Cancer Statistics Review — Available at: [https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975\\_2016/#contents](https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975_2016/#contents) (accessed 4 April 2021).
4. Jason W. Wei, Laura J. Tafe, Yevgeniy A. Linnik, Louis J. Vaickus, Naofumi Tomita, Saeed Hassanpour. (2019). Pathologist-level classification of histologic patterns on resected lung adenocarcinoma slides with deep neural networks. *Sci Rep*. 9.
5. Philip S. Maclin, Jack Dempsey, Jay Brooks, John Rand. (1991). Using neural networks to diagnose cancer. *J Med Syst*. 15, 11-19.
6. Pennikov A.A., Kozina A.B., Belov Y.S. (2019). Artificial neural networks in the diagnosis of multicriteria diseases. Materials of the All-Russian scientific and technical conference "Science-intensive technologies in instrument and mechanical engineering and the development of innovative activities in the university». W. 149–151.
7. Using FPGA in neural networks — Available at: <http://digitrode.ru/computing-devices/fpga/1045-ispolzovanie-plis-fpga-v-sozdanii-neyronnyh-setey.html> (accessed 4 April 2021).
8. Lin, X., Yin, S., Tu, F. and Wei, S. LCP: a layer clusters paralleling mapping method for accelerating inception and residual networks on FPGA. *DAC'2016*.