

## Применение классических нейронных сетей для распознавания злокачественных новообразований на цифровых изображениях кожи

*К. М. Параскевопуло, А. Н. Наркевич*

*ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России*

**Аннотация:** Целью данного исследования явился анализ возможности применения классических нейронных сетей для распознавания злокачественных новообразований на цифровых изображениях кожи. Для проведения исследования использовалась база данных, состоящая из 6594 цифровых изображений кожи. На первом этапе исследования производилась классификация цифровых изображений кожи на злокачественные и доброкачественные новообразования с использованием инструмента IBM SPSS Statistics с автоматическим выбором архитектуры математической модели искусственной нейронной сети. На втором этапе использовался вариант архитектуры искусственной нейронной сети с одним скрытым слоем. На третьем этапе использовался вариант архитектуры искусственной нейронной сети с двумя скрытыми слоями. В ходе исследования была проведена классификация цифровых изображений кожи для определения наличия на изображениях злокачественных новообразований. Наибольшее значение показателя точности (0,752 [0,736; 0,768]) получено при классификации с помощью архитектуры искусственной нейронной сети, включающей в себя два скрытых слоя, при этом значение показателя специфичности составило 0,813 [0,802; 0,824], а показателя чувствительности – 0,665 [0,637; 0,691]. Таким образом, искусственные нейронные сети могут быть применены в качестве метода диагностики злокачественных новообразований кожи на цифровых изображениях.

**Ключевые слова:** искусственные нейронные сети, цифровые изображения кожи, машинное обучение, классификация изображений, злокачественные новообразования кожи.

**Введение.** Новообразования кожи в настоящее время занимают существенное место в структуре заболеваемости Российской Федерации злокачественными новообразованиями (13,1%, с меланомой – 15,0%) [1], по всему миру за последнее десятилетие наблюдается увеличение заболеваемости, а также смертности от данной группы заболеваний [2]. По прогнозам ученых Международного агентства по исследованию рака к 2030 году количество случаев заболевания злокачественными новообразованиями может увеличиться на 75%, а в странах с развитой промышленностью на 93% по сравнению с 2009 годом [3].

Искусственные нейронные сети уже внедряются во все сферы деятельности жизни человека [4, 5], при этом медицина не стала исключением [6]. Система, включающая в себя обученную математическую модель искусственной нейронной сети и телемедицинские технологии, может способствовать увеличению охвата населения диагностикой и повысить выявляемость злокачественных новообразований кожи на ранних этапах развития заболевания.

**Цель исследования:** анализ возможности применения классических нейронных сетей для распознавания злокачественных новообразований на цифровых изображениях кожи.

**Материалы и методы исследования.** Для проведения исследования использовалась база данных *The International Skin Image Collaboration (ISIC)*. Выборочная база данных содержала 6594 цифровых изображений кожи с гистологически подтвержденным наличием или отсутствием злокачественных новообразований.

При построении искусственных нейронных сетей в IBM SPSS Statistics возможен выбор функции активации для скрытого слоя (гиперболический тангенс [7], сигмоида [8]) и выходного (тождественная [9], softmax [10], гиперболический тангенс, сигмоида) слоя.

---

На первом этапе исследования производилась классификация цифровых изображений кожи на злокачественные и доброкачественные новообразования с автоматическим выбором архитектуры математической модели искусственной нейронной сети. На втором этапе использовался вариант архитектуры искусственной нейронной сети с одним скрытым слоем. На третьем этапе использовался вариант архитектуры искусственной нейронной сети с двумя скрытыми слоями. На каждом из этапов работы проводился анализ результатов по значениям показателей чувствительности, специфичности и точности с расчетом 95% доверительных интервалов.

**Результаты и их обсуждение.** При настройках обучения: не больше 800 шагов без уменьшения погрешности, 1000 периодов, минимальное относительное изменение погрешности обучения – 0,000001, минимальное относительное изменение относительной погрешности обучения – 0,001, было получено самое высокое значение показателя точности – 0,730 [0,712; 0,747]. С применением данных параметров была построена математическая модель искусственной нейронной сети с архитектурой, включающей один скрытый слой. Результаты классификации искусственной нейронной сетью с одним фиксированным скрытым слоем представлены в таблице 1. Классификация с данной архитектурой искусственной нейронной сети позволила получить значение показателя точности – 0,734 [0,718; 0,749], при условии применения сигмоиды в качестве функции активации скрытого слоя и гиперболического тангенса для выходного слоя.

Таблица № 1

Результаты классификации с помощью математической модели  
искусственной нейронной сети с одним скрытым слоем

Функция активации скрытого слоя	Функция активации выходного слоя	Специфичность	Чувствительность	Точность
Гиперболический тангенс	Тождественная	0,791 [0,779; 0,802]	0,620 [0,591; 0,649]	0,727 [0,710; 0,743]
Гиперболический тангенс	Softmax	0,709 [0,698; 0,720]	0,686 [0,660; 0,712]	0,722 [0,706; 0,738]
Гиперболический тангенс	Гиперболический тангенс	0,793 [0,781; 0,804]	0,687 [0,661; 0,713]	0,705 [0,688; 0,721]
Гиперболический тангенс	Сигмоида	0,771 [0,758; 0,783]	0,620 [0,592; 0,648]	0,705 [0,688; 0,722]
Сигмоида	Тождественная	0,798 [0,786; 0,809]	0,678 [0,651; 0,704]	0,711 [0,694; 0,727]
Сигмоида	Softmax	0,787 [0,775; 0,799]	0,620 [0,592; 0,648]	0,720 [0,703; 0,736]
Сигмоида	Гиперболический тангенс	0,817 [0,806; 0,828]	0,691 [0,664; 0,716]	0,734 [0,718; 0,749]
Сигмоида	Сигмоида	0,784 [0,771; 0,796]	0,644 [0,616; 0,671]	0,716 [0,698; 0,732]

Применение архитектуры искусственной нейронной сети, включающей в себя два скрытых слоя, позволило получить значение показателя точности 0,752 [0,736; 0,768]. Наибольшее значение показателя точности получено при использовании сигмоиды в качестве функции активации для скрытых слоев, а для выходного слоя – гиперболического тангенса.

Анализ результатов трех вариантов построения математической модели искусственной нейронной сети, позволил установить, что наибольшее значение показателя точности получены при использовании архитектуры, включающей в себя два скрытых слоя нейронов с сигмоидой в качестве функции активации скрытых слоев и гиперболического тангенса для выходного слоя.

**Выводы.** В ходе исследования была проведена классификация цифровых изображений кожи для определения наличия на изображениях злокачественных новообразований. Наибольшее значение показателя точности (0,752 [0,736; 0,768]) получено при классификации с помощью архитектуры искусственной нейронной сети, включающей в себя два



скрытых слоя. В качестве функции активации скрытых слоев при этом была использована сигмоида, а для выходного – гиперболический тангенс.

Таким образом, искусственные нейронные сети могут быть применены в качестве метода диагностики злокачественных новообразований кожи на цифровых изображениях.

### Литература

1. Каприн А. Д., Старинский В. В., Шахзадова А. О. Состояние онкологической помощи населению России в 2019 году. // МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. 2020. 239 с.
2. Еремина Е. Н., Караханян А. Р., Вахрунин Д. А., Титов К. С., Зуков Р. А. Молекулярно-генетические маркеры пигментной меланомы кожи (обзор литературы) // Сибирское медицинское обозрение. 2020. №3. С. 38–46.
3. Неретин Е. Ю., Минаев Ю. Л., Акулов В. А. Мультиагентная технология в ранней диагностике меланомы кожи // Здравоохранение Российской Федерации. 2018. №6. С. 331–335.
4. Евсин В. А., Широбокова С. Н., Продан Е. А. Использование технологии распределенных реестров при проектировании информационной системы “Аренда недвижимости” с применением искусственных нейронных сетей // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4655](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4655)
5. Староверов Б. А., Семенов И. В. Схемы взаимодействия поставщиков и получателей прогнозов электропотребления на основе использования нейросетевой информационной системы // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4784](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4784)
6. Гусев А. В. Перспективы нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании решений для здравоохранения // Врачи и информационные технологии. 2017. №3. С. 92–105.

7. Abdelouahab K., Pelcat M., Berry F. Why TanH is a Hardware Friendly Activation Function for CNNs // Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Distributed Smart Cameras. 2017. pp. 199–201.
8. Mourgias-Alexandris G., Tsakyridis A., Passalis N., Tefas A., Vyrsoinos K., Pleros N. An all-optical neuron with sigmoid activation function // Optics Express. 2019. Vol. 27, №7. pp. 9620–9630.
9. Sharma S., Sharma S., Athaiya A. Activation functions in neural networks // International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology. 2020. Vol. 4, №12. pp. 310–316.
10. Peng, H., Li, J., Song, Y., & Liu, Y. Incrementally Learning the Hierarchical Softmax Function for Neural Language Models // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2017. Vol. 31, №1. pp. 3267–3273.

### References

1. Kaprin A. D., Starinskij V. V., Shahzadova A. O. Sostoyanie onkologicheskoy pomoshchi naseleniyu Rossii v 2019 godu. [The state of cancer care for the population of Russia in 2019]. MNIOI im. P.A. Gercena filial FGBU «NMIC radiologii» Minzdrava Rossii. 2015. 239 p.
  2. Eremina E. N., Karakhanian A. R., Vakhrunin D. A., Titov K. S., Zukov R. A. Sibirskoe medicinskoe obozrenie. 2020, №3. Pp.38–46.
  3. Neretin E. YU., Minaev YU. L., Akulov V. A Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii. 2018, № 6. Pp.331–335.
  4. Evsin V. A., Shirobokova S. N., Prodan E. A. Inzenernyj vestnik Dona, 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4655](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4655)
  5. Staroverov B. A., Semenov I. V. Inzenernyj vestnik Dona, 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4784](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4784)
  6. Gusev A. V. Vrach i informacionnye tekhnologii. 2017. №3. pp. 92–105.
-



7. Abdelouahab K., Pelcat M., Berry F. Why TanH is a Hardware Friendly Activation Function for CNNs. Proceedings of the 11th International Conference on Distributed Smart Cameras. 2017. pp. 199–201.
8. Mourgias-Alexandris G., Tsakyridis A., Passalis N., Tefas A., Vyrsoinos K., Pleros N. An all-optical neuron with sigmoid activation function. Optics Express. Vol. 27, №7. pp. 9620–9630.
9. Sharma S., Sharma S., Athaiya A. Activation functions in neural networks. International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology. 2020. Vol. 4, №12. pp. 310–316.
10. Peng, H., Li, J., Song, Y., & Liu, Y. Incrementally Learning the Hierarchical Softmax Function for Neural Language Models. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2017. Vol. 31, №1. pp. 3267–3273.