

УДК 004.032.26

## КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ ПРЕЦИЗИОННОЙ МОДЕЛЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

*Деренчук В.И., Болтак С.В., Рябинкин Г.М., магистранты*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Смолякова О.Г. – канд. техн. наук*

**Аннотация.** Классические нейронные сети современности имеют ряд недостатков. Они сказываются на точности результатов их работы. В настоящей работе будет охарактеризована модель и описаны принципы работы нейронной сети, базирующейся на структуре биологических нейронов головного мозга человека, которая нивелирует классических нейронных сетей и успешно подходит для решения задач классификации, распознавания образов и других.

**Ключевые слова.** Нейронная сеть, прецизионная модель нейронной сети, искусственный интеллект, машинное обучение, классификация данных, распознавание изображений, синапс, рецептор.

При помощи передовых технологий машинного обучения в современности решается огромное количество задач, в том числе экономических, социально значимых, касающихся информационной безопасности [1, 2] и иных. Именно нейронные сети считаются универсальными моделями в машинном обучении, поскольку позволяют решать данный широкий спектр задач. Несомненными их достоинствами являются: отказоустойчивость (при выходе из строя части нейронов остальные нейроны остаются работоспособными, и несмотря на снижение точности работы, ответы поврежденной ИНС остаются логичными и правильными), эффективная фильтрация шумов (после обучения ИНС способны обрабатывать только нужную им информацию, игнорируя посторонние шумы), адаптация (возможность адаптации к изменениям во входных данных позволяет работать в правильном режиме все время, при этом непрерывное самообучение – самое важное свойство ИНС), скорость работы (каждый нейрон, по сути, является микропроцессором, а так как в ИНС их тысячи, решение происходит намного быстрее, чем при использовании обычных алгоритмов решения).

Вместе с тем, на практике использование классических моделей нейронных сетей вызывает множество трудностей. Так, на этапе проектирования нейронной сети возникают вопросы, ответить на которые зачастую можно только эмпирическим путём, а использование готовых решений не всегда подходит по тем или иным причинам. Одной из доминирующих проблем применения моделей ИНС является заранее неизвестная архитектура проектируемой нейронной сети и ее степень сложности, которых будет достаточно для достоверности получаемого результата. Так, выбор количества слоёв, нейронов на них, настройка параметров обучения становятся нетривиальными задачами [3]. Более того, при их обучении требуется большой объем данных с большим количеством параметров, процесс изменения которых зачастую необозрим, а работа с такими данными в целом занимает большое количество времени. Совокупность указанных недостатков обычных ИНС (многослойный перцептрон, сверточные нейронные сети и иные) усложняет реализацию нейронных сетей, к тому же, зачастую невозможно их дополнительное обучение [4, 5].

Архитектура модели прецизионной нейронной сети существенно отличается от классических моделей. Главными особенностями предлагаемой модели являются:

1. процесс высвобождения нейромедиатора синапсами и его влияния на рецепторы;
2. свойства движения рецепторов;
3. условия генерации выходного импульса нейрона (спайк),
4. критерий несоответствия хранимой информации поступающей в нейрон после обучения.

Приведем графическое описание процессов обучения, а также распознавания сигналов согласно предлагаемой модели. На рисунке 1 изображен процесс обучения нейрона, состоящего из 3 синапсов (С1 и С2) и 1 рецептора (Р), для удобства на примере сигнала из 3 импульсов (нейрон прецизионной модели ИНС может содержать множество таких структурных единиц). На представленной схеме С1, С2 и С3 высвобождают нейромедиатор, а Р – рецептор, который на него реагирует. Когда в первом цикле Ц1 на вход нейрона поступает импульс, синапсы С1, С2 и С3 высвобождают некоторое количество нейромедиатора. Указанный процесс вызывает сдвиг рецептора Р из исходного положения П0 в положение П1. При приходе второго импульса на нейрон рецептор также смещается в некоторое финальное положение П2, после чего фиксируется в нем, при этом координаты сохраняются в связи с окончанием обучения. В последующем данные координаты будут использоваться для расчета критерия дивергенции и распознавания иных

поступающих на нейрон по окончании процесса обучения сигналов. В этой связи целесообразно назвать его образцовым.

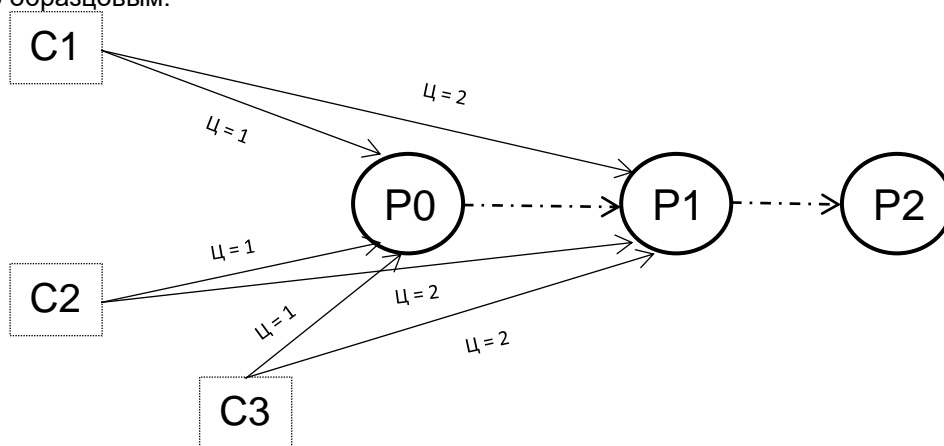


Рисунок 1 – Процесс обучения нейрона

На рисунке 2 изображен процесс распознавания одинакового отличного от обучающего сигнала из 3 импульсов.

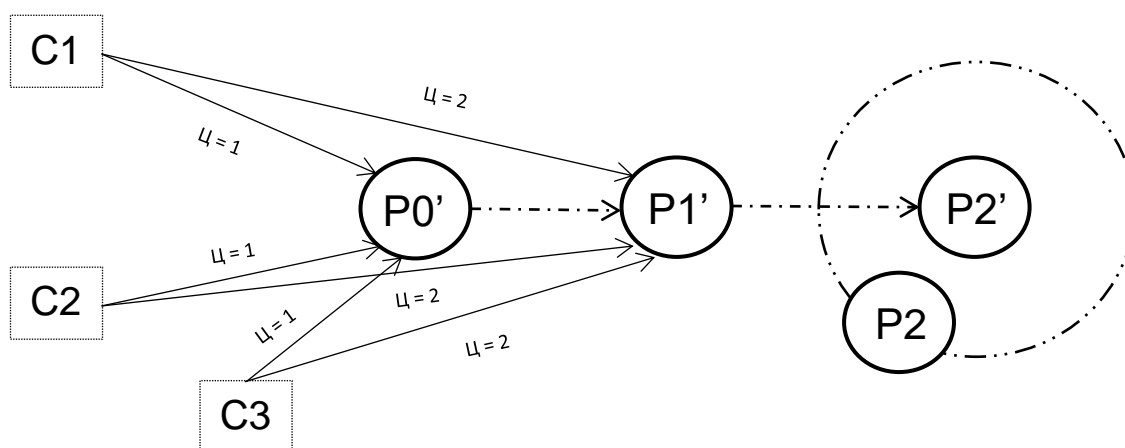


Рисунок 2 – Процесс распознавания сигнала

В данном случае при распознавании сигнала применяются виртуальные копии рецепторов – фантомные рецепторы (их координаты используются исключительно для сравнения сигналов в конечный момент времени, при этом не сохраняются). Среднее расстояние от образцовых рецепторов до фантомных следует принять за критерий расхождения.  $P0'$  – рецептор в начальный момент времени, его координаты совпадают с координатами  $P0$ . На первом и последующих циклах происходят те же процессы, что и при обучении нейрона – к синапсам поступает импульс, они выделяют нейромедиатор и рецептор смещается. Так как сигнал отличается от используемого для обучения нейрона, изменилась траектория движения рецептора, а в итоговый момент времени (импульс на втором цикле) фантомный рецептор занимает положение  $P2'$ , которое отличается от положения  $P2$  (образцовый рецептор). Для определения величины таких различий целесообразно рассчитать значение критерия расхождения. Так, если установить некоторое пороговое значение – допустимую степень отклонения, то можно решить, относится ли распознанный сигнал к тому же классу, которому был обучен нейрон. При объединении нейронов в сеть, один изолированный нейрон или их группа могут отвечать за один класс сигналов. Тогда классификация будет осуществляться путем подачи распознаваемого сигнала на обученные нейроны или группы нейронов и вычисления для них критерия расхождения. Классу распознанного сигнала

соответствует класс, для нейрона (группы нейронов) которого критерий расхождения имеет наименьшее значение.

Прецизионная модель нейронной сети может быть реализована в виде библиотеки языка программирования (на рисунке 3 изображена схема, которая ляжет в основу работы такой библиотеки), которая позволит создавать, обучать и применять ИНС при разрешении практических задач и ускорить параллельные вычисления, что форсирует процессы при использовании многоядерных систем.

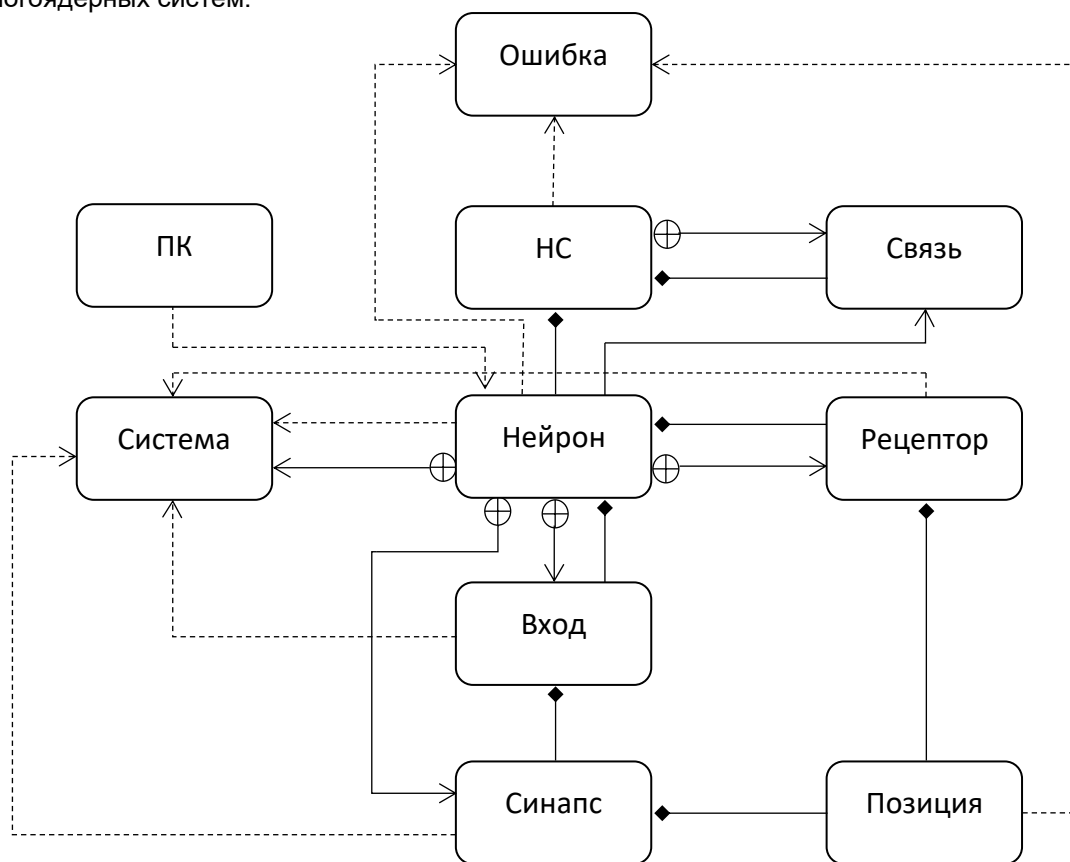


Рисунок 3 – Схема работы библиотеки прецизионной ИНС

Резюмируя, следует сказать, что прецизионная модель искусственной нейронной сети может успешно использоваться для решения задач классификации данных в связи с тем, что она имеет ряд преимуществ в сравнении с классическими ИНС. Во-первых, ей необходимо меньшее количество данных для обучения, вплоть до одной выборки на класс, чтобы сеть могла распознать их. Во-вторых, эта модель имеет меньшее количество изменяемых параметров и их изменения видны. Также она может быть дополнительно обучена и имеет архитектурную возможность распараллеливать вычисления применительно к нейронам и рецепторам. Описанная выше модель ИНС способна заменить сверточные нейронные сети, так как с ее помощью будет возможность распознавать образы, что дает новые возможности для реализации практических задач, к примеру, диагностика аномалий в организме человека [6] или динамический анализ данных в системе реального времени [7]. Так, решение указанных задач с использованием оптимизированных под них классических нейронных сетей дает точность на уровне 80-90%, что недостаточно, например, для клинического применения в медицине, при этом нет возможности дополнительно обучать модель в процессе использования и повышать точность распознавания. Повысить точность результатов в таких случаях сможет применение прецизионной ИНС.

**Список использованных источников:**

1. Kumar, S. Are machine learning based intrusion detection system always secure? An insight into tampered learning / Kumar S., Hemanta K., Biju I. – *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 2018. – С. 35-38.
2. Wu Songyang, Wu Effective detection of android malware based on the usage of data flow APIs and machine learning / Wu Songyang Wu., Pan W., Kumar S., Hemanta K., Biju I., Zhang Yong X. – *Information and Software Technology*, 2016. – С. 75.
3. Shifei, D. Extreme learning machine and its applications / Shifei D., Xinzheng X., Ru N. – *Neural Computing and Applications*, 2014. – С. 25.

4. Indolia, S. *Conceptual Understanding of Convolutional Neural Network – A Deep Learning Approach* / Indolia S., Goswami A.K., Mishra S.P., Asopa P. – *Procedia Computer Science*, 2018. – С. 679-688.

5. Хайкин, С. *Нейронные сети: полный курс* / С.Хайкин – 2-е издание, 2019. – С. 1104.

6. Лукас, А. *Диагностика патологии ЭЭГ на основе машинного обучения* / Лукас А.В. Гемейн, Робин Т. Ширрмейстер, Патрик Храбонц, Дэниел Уилсон, Йошка Бедкер, Андреас Шульце-Бонхаге, Франк Хаттер, Тонио Болл. – *NeuroImage*, 2020.

7. Останин, М. *Распознавание объектов на изображениях высокого разрешения с помощью нейронной сети* / Молодёжь. Техника. Космос: Материалы XI Всероссийской молодежной научно-технической конференции, БГТУ «Военмех», 2019. – С. 485.

UDC 004.032.26

## DATA CLASSIFICATION WITH A PRECISION NEURAL NETWORK MODEL

*Derenchuk V.I., Boltak S.V., Rabinkin H.M.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Smolyakova O.G. – PhD in Technical Sciences*

**Abstract.** Classical neural networks of our time have a number of disadvantages. They affect the accuracy of the results of their work. In this paper, we will characterize a model and describe the principles of operation of a neural network based on the structure of biological neurons of the human brain, which levels out classical neural networks and is successfully suitable for solving problems of classification, pattern recognition, and others.

**Keywords.** Neural network, precision neural network model, artificial intelligence, machine learning, data classification, image recognition, synapse, receptor.