



**XVIII ВСЕРОССИЙСКАЯ  
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ  
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ»**

**17 марта 2020 года**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**Москва 2020**

**УДК 681  
ББК 32.8  
В85**

**В85 XVIII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: ФГБОУ ВО МГППУ, 2020. – 432 с.**

**ISBN 978-5-94051-214-1**

*Печатается по решению организационного и программного комитетов XVIII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение»*

**Издание материалов конференции  
осуществлено под редакцией**

д.ф.-м.н., профессора А.В. Чечкина, д.т.н., профессора Л.С. Куравского, к.т.н., профессора С.Л. Артеменкова, к.ф.-м.н., доцента Г.А. Юрьева, д.т.н., профессора А.В. Горбатова, д.т.н., профессора С.Д. Кулика.

**УДК 681  
ББК 32.8**

**ISBN 978-5-94051-214-1**

**© ФГБОУ ВО МГППУ, 2020.**

## **Реализация нейронной сети хопфилда на языке PYTHON 3**

**Гапанюк Юрий Евгеньевич  
Белоусов Евгений Александрович**

**Попов Илья Андреевич**  
*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Архитектура нейронной сети Хопфилда была предложена в 1982 году американским ученым Джеймсом Хопфилдом [1]. В современном понимании, сеть Хопфилда сложно назвать нейронной сетью. По сути, нейронная сеть Хопфилда – это набор матричных преобразований, позволяющий отнести любой образ к одному из эталонных.

Для применения сети Хопфилда данные необходимо преобразовать в бинарный вектор. Вместо принятых в программировании 1 (True) и 0 (False) в нейронных сетях Хопфилда используются 1 и -1. Из-за аналогии со спинами электронов, эти значения иногда называют «спинами».

Нейронные сети Хопфилда отличаются от остальных нейронных сетей простотой реализации и обучения. В отличие от перцептронов, обучение сети Хопфилда проходит за один цикл.

Основное применение сети Хопфилда нашли в распознавании зашумленных изображений. Это связано с тем, что при обучении сеть Хопфилда запоминает набор устойчивых образов, а при распознавании пытается сопоставить распознаваемый объект с одним из образов, в предположении что объект является зашумленной версией одного из образов.

Но область применения сетей Хопфилда намного шире. Ведь устойчивый образ можно трактовать как аттрактор в произвольном пространстве состояний. В работе В.Л. Введенского и А.А. Ежова [2] показано, как можно просмотреть состояние сети Хопфилда, варьируя порог пороговой функции. Основываясь на методике, предложенной в работе [2], можно проводить исследования сложных пространств состояний, содержащих аттракторы.

Необходимо отметить, что для успешной работы нейронной сети Хопфилда эталонные образы должны значительно различаться, так как в противном случае образуется новый сильный аттрактор, состоящий из элементов похожих эталонных образов. Подобные образы, похожие на несколько эталонных сразу, но не совпадающие в точности ни с одним из них, называются химерами.

Предложенная реализация сети Хопфилда на языке Python 3 позволяет производить эксперименты с изображениями на основе методики, рассмотренной в работе [2].

В рамках концепции гибридных интеллектуальных информационных систем (ГИИС), сеть Хопфилда может рассматриваться как

фрагмент модуля подсознания (МП) ГИИС [3]. Основной задачей МП является обеспечение взаимодействия ГИИС со «средой», или «выживание» ГИИС в среде. Поскольку среда может быть представлена в виде набора непрерывных сигналов, то в качестве методов обработки данных «подсознания» хорошо подходят методы, основанные на нейронных сетях. Одной из важных задач для МП является задача распознавания в «среде» зашумленных образов. Эта задача может быть успешно решена с помощью сетей Хопфилда.

*Литература:*

1. Hopfield J.J. Learning algorithms and probability distributions in feed-forward and feed-back networks. PNAS December 1, 1987 84 (23), pp. 8429–8433. <https://doi.org/10.1073/pnas.84.23.8429>
2. Введенский В.Л., Ежов А.А. Ритмы мозга и самовоспроизведение информации. Природа. 1990. № 4. С. 33–44.
3. Черненький В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем. Прикладная информатика. 2017. № 3 (69). Том 12. С. 57–79.

### **Методика сравнительного анализа вариантов однородного моделирования структуры гетерогенной робототехнической системы управления**

*Павловский Игорь Станиславович*

*Институт проблем управления  
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

Перспективы развития интеллектуальных роботов предполагают создание многообразных по структуре и функциям робототехнических систем управления. Особо следует выделить класс систем управления, в которых гетерогенные связи между элементами зависят от свойств этих элементов, которые в свою очередь также могут быть гетерогенными.

Принципиальная особенность гетерогенной робототехнической системы управления (ГРТСУ) рассматриваемого класса гетерогенности заключается в возможности полного перестроения структуры таких систем управления. Вариантов подобных перестроений может быть достаточно большое количество. Заранее оценить системность (целостность) возможных вариантов систем управления достаточно сложно даже для небольшого количества элементов. Для больших систем сделать это практически невозможно. Это означает, что оценка целостности построенной системы управления должна проводиться «внутри» системы управления в режиме реального времени.

Необходимо отметить, что целостность проявляется в системе в возникновении у нее новых интегративных свойств, которые отсутствуют у ее элементов. При этом целостность системы обеспечивается существо-