

3. Ершова Т.А. Статистический анализ показателей качества светлого пива // Молодежь и XXI век – 2022: материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 17–18 февраля 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. С. 172-174.

4. Третьяк Л.Н. Системный подход к обеспечению качества пива с заданными потребительскими свойствами // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2015. № 1. С. 610-613.

5. Волков М.В., Бороздина А.В. Технология производства и оценка качества светлых сортов пива // Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза. Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2015. С. 244-249.

### ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ЗАДАЧЕ НАХОЖДЕНИЯ ПАТТЕРНОВ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ СИГНАЛОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

Дудинов И.О.

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,  
e-mail: ilya.sandman@yandex.ru*

В последнее время популярность искусственного интеллекта растет как во всем мире, так и в России. Нейросетевые алгоритмы обработки данных и их визуализации используются в робототехнике, экономике и других областях. В России искусственный интеллект применяется в таких задачах, как обработка данных

на естественных языках, доказательство теорем в математике, адаптивное программирование, распознавание образов [1, с. 12]. В этой статье рассматриваются особенности и проблемы применения системы мониторинга электроприборов, разработанного на основе искусственного интеллекта.

Системы мониторинга в режиме реального времени позволяют дистанционно оценивать состояние электрооборудования в помещении без прямого доступа к ним.

В статье рассматривается проблема анализа данных потребления тока или мощности в помещении в реальном времени. При этом заранее известно количество электроприборов, которое находится в этом помещении. Под паттернами или шаблонами понимаются последовательности мгновенных значений потребления электрической мощности или тока во времени для устройств [2].

Согласно [4, с. 5] методы анализа шаблонов состоят из трех этапов:

1. Этап разработки системы показателей;
2. Этап статического анализа паттернов;
3. Этап динамического анализа паттернов.

На рисунке 1 представлены эти этапы в виде схемы [4, с. 5].

На рисунке 2 представлена визуализация данных потребления электроэнергии в помещении за интервал времени (с 3:00 до 15:00).



Рис. 1. Схема применения методов анализа паттернов

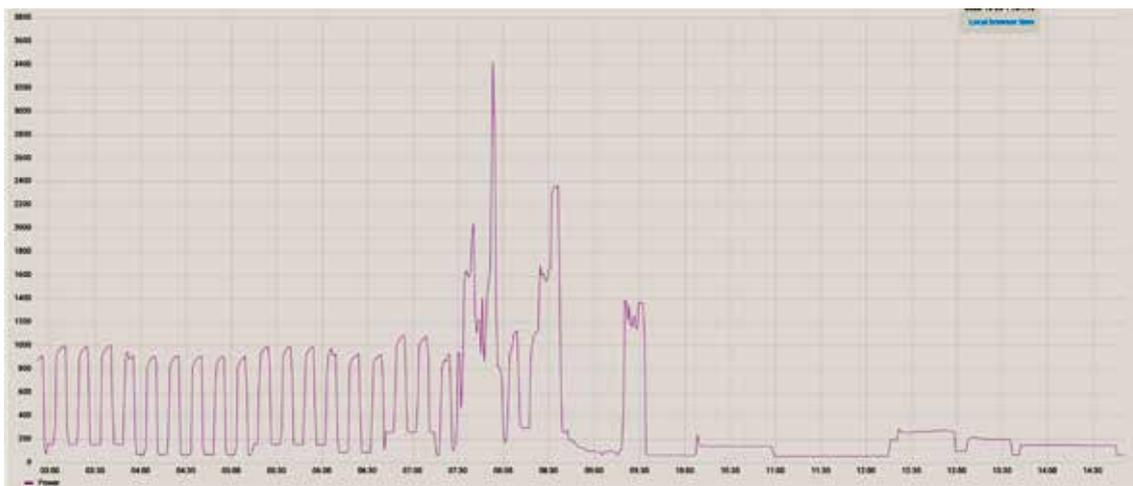


Рис. 2. Визуализация данных потребляемой мощности электрооборудованием в помещении

На рисунке 2 можно визуально наблюдать моменты включения и выключения электроприборов.

Ставится цель научить нейронную сеть находить эти моменты переключения в последовательностях сигналов. Однако использовать для подобной задачи многослойную нейронную сеть (персептрон) не является хорошим решением из-за ряда причин [3].

1. Размерность скрытого слоя нейронной сети будет больше, чем размерность входного слоя;

2. При увеличении числа электроприборов в помещении будет увеличиваться и количество запоминаемых нейросетью шаблонов. Это усложнит ее структуру, и, следовательно, увеличит погрешность из-за эффекта «насыщения» нейронов.

Поэтому для решения подобной задачи необходимо использовать рекуррентную нейронную сеть Хопфилда. За счет наличия ассоциативной памяти эта нейронная сеть способна находить образы в непрерывных последовательностях сигналов. А именно, выявлять на выходе нейросети полный паттерн при предъявлении на входы его части [3].

На рисунке 3 представлена структура сети Хопфилда [5].

Нейронная сеть подобной структуры является вариантом упрощенной модели мозга человека из-за наличия механизма ассоциативной памяти, которая достигается за счет наличия обратных связей. Таким образом, сеть Хопфилда способна выявить нужный паттерн при подаче на ее входы частичной информации о потреблении тока в помещении [3].

Сеть Хопфилда обладает следующими преимуществами [5]:

1. Высокая скорость обучения;
2. Относительно несложная реализация;
3. Хорошая масштабируемость.

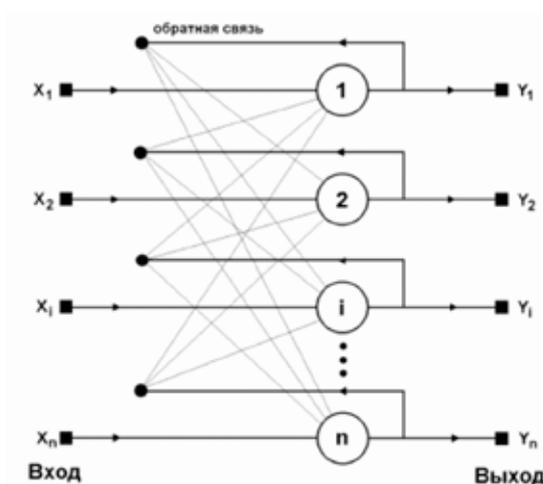


Рис. 3. Структура сети Хопфилда

Однако эта нейронная сеть обладает малым объемом памяти [3, с. 64].

Для наличия надежной ассоциативной памяти сети и ее устойчивости при изменении подключений предлагается для обучения использовать правило Хебба [5]:

$$W_{ij} = \begin{cases} \sum_{q=1}^Q s_i^{(q)} \cdot s_j^{(q)}, & \text{если } i \neq j \\ 0, & \text{если } i = j \end{cases} \quad (1)$$

где  $i, j$  – элементы из выборки обучения;

$W$  – матрица весов;

$s^{(q)}$  – набор исходных паттернов;

$Q$  – количество паттернов.

Ниже приведен пример реализации поиска паттернов на участке временного ряда. На рисунке 4 представлены найденные шаблоны, которые выделены черными маркерами.

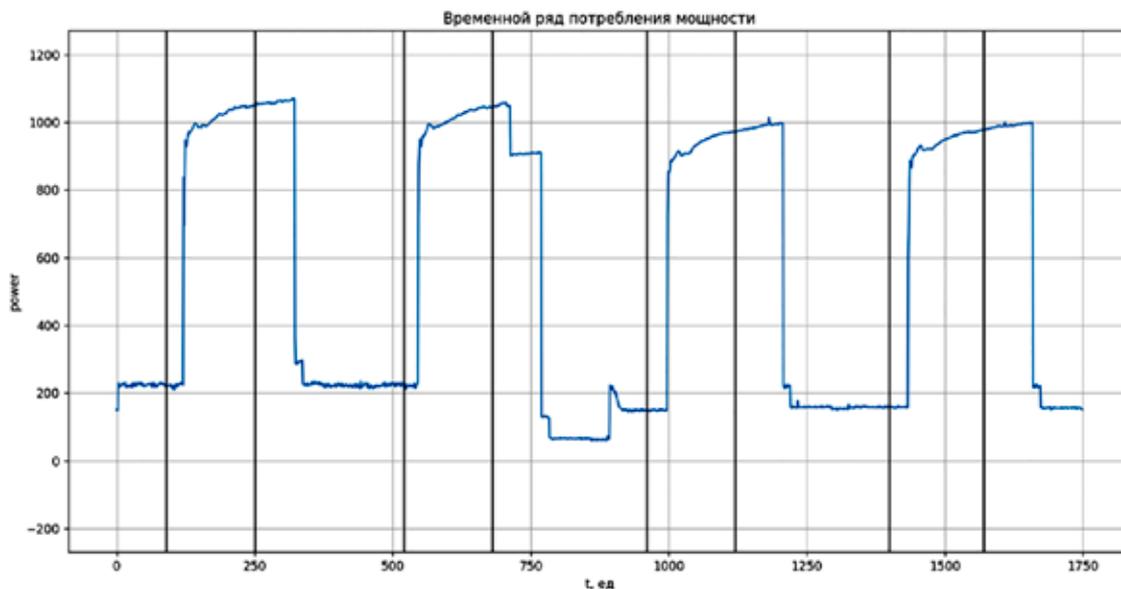


Рис. 4. Поиск на временном участке паттернов потребления мощности в помещении за период времени

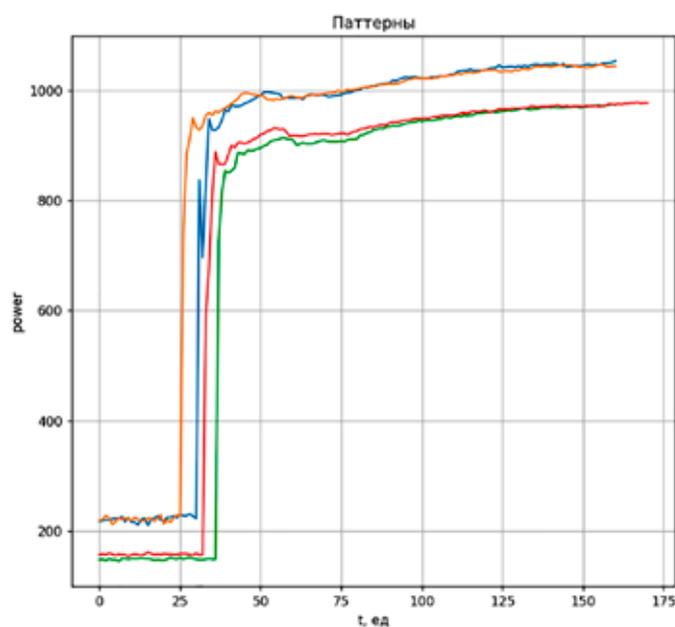


Рис. 5. Найденные на временном участке паттерны потребления мощности

В статье рассмотрена возможность реализации системы мониторинга электроприборов в помещении на основе нейронной сети Хопфилда. Рассмотрены все преимущества и недостатки этого способа реализации системы. В качестве примера была приведена реализация поиска паттернов на участке временного ряда потребления мощности.

#### Список литературы

1. Боровская Е.В., Давыдова Н.А. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие. 4-е издание. М: Лаборатория знаний, 2020. 130 с.

2. Алескеров Ф.Т., Белоусова В.Ю., Егорова Л.Г., Миркин Б.Г. Анализ паттернов в статике и динамике. Часть 1: Обзор литературы и уточнение понятия // Бизнес-информатика. 2013 г. № 3(25). URL: [https://bijournal.hse.ru/2013--3\(25\).html](https://bijournal.hse.ru/2013--3(25).html) (дата обращения: 17.12.2022).

3. Рыжков А.А. Программная реализация сети Хопфилда для распознавания и классификации электрических сигналов // Молодой ученый. 2012. № 5(40). URL: <https://moluch.ru/archive/40/> (дата обращения: 18.12.2022).

4. Алескеров Ф.Т., Гохберг Л.М., Егорова Л.Г., Мячин А.Л., Сагиева Г.С. Анализ данных науки, образования и инновационной деятельности с использованием методов анализа паттернов; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа математики». М.: Изд. Дом Высшей школы математики, 2012. 72 с.

5. Хайкин С. Нейронные сети, полный курс. 2-е изд., испр. М.: Вильямс, 2008. 1103 с.