

Рис. 2. Результаты вычислительного эксперимента

**Заключение.** Несмотря на достаточно устойчивый тренд роста курса доллара США за анализируемый период, от проведения валютно-обменных операций с обратной конверсией целесообразно воздержаться.

### Литература

1. Выгодчикова И.Ю. О приближении двузначной функции алгебраическим полиномом // Известия ВУЗов. Математика. 2016. №4. С. 8-13.
2. Выгодчикова И.Ю. Оценка допустимых погрешностей при анализе многозначных динамических рядов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции (Самара, 14-16 марта 2017 г.). Самара: Самарский научный центр РАН. 2017. С. 866-868.
3. Курсы валют банка Сбербанк России (доллар США). URL: <https://bankiros.ru/bank/sberbank/currency/date/01-02-2018> (..date/12-02-2018) (дата обращения: 19.02.2018 г.).

Э.Э. Галимуллина

## НЕЧЕТКОЛОГИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО НА ПРИМЕРЕ ПРОСТОЙ МОДЕЛИ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Классическая логика предполагает использование только двух значений, то есть значение может быть либо истинно, либо ложно. Она отлично подходит для вычислительных систем, в которых оперируют нулем и единицей. В реальности такие системы встречаются довольно редко, поскольку условие может



иметь промежуточное значение: быть частично истинным или частично ложным. Для таких случаев была разработана нечеткая логика, в которой значениям можно задавать различные значения истинности. Преимуществом нечеткой логики перед другими системами является то, что она основана на работе с лингвистическими переменными [1].

В данной работе рассматривается применение нечеткой логики на примере простой модели зарядного устройства для батарей.

В работе зарядного устройства существенную роль играют напряжение и ток заряда (например, от солнечных батарей), и нагрузка. Зарядный источник заряжает батарею, тогда как нагрузка ее разряжает. Зарядное устройство имеет два режима работы: режим подзарядки и режим быстрой зарядки. В режиме подзарядки в батарею поступает только очень небольшой ток, что приводит к неполной зарядке батареи. В режиме быстрой зарядки максимально возможный ток направляется в зарядное устройство.

Для правильного управления процессом следует определить, когда нужно переходить в режим быстрой зарядки, а когда – в режим подзарядки. При зарядке температура батареи повышается. Если батарея заряжена полностью, дополнительный ток, проходящий через нее, будет приводить к ее нагреву. Таким образом, если батарея нагревается, можно считать, что она полностью заряжена, а значит, следует перейти в режим подзарядки. Кроме того, можно измерить напряжение батареи, чтобы определить, достигло ли оно предела. При предельных значениях напряжения батарею можно считать заряженной, поэтому стоит переключиться в режим подзарядки. Если батарея не нагрелась и не достигла предела по напряжению, следует перейти в режим полной зарядки.

Нечеткологическое решение задачи начинается с того, что определяется соответствие между словесным выражением правил и понятиями реального мира. Для этого необходимо создать функции принадлежности.

Функционирование данного нечеткологического устройства рассмотрим с помощью графических средств пакета Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB.

При создании функций принадлежности нужно взять лингвистические правила нечеткой логики и определить их связь с понятиями реального мира в заданной области. Графики принадлежности для напряжения и температуры (отображающие функции принадлежности) показаны на рис. 1.

График функции принадлежности для напряжения определяет в области напряжения три функции принадлежности для термов: низкое, среднее и высокое. Аналогично задаются три функции принадлежности для области температуры: холодно, тепло и горячо.

Напряжение заряда выбираем в диапазоне от 12 до 16,8 В, так как в качестве заряжаемого устройства выбран четырехсекционный литий-ионный аккумулятор, диапазон напряжений одной ячейки - от 3 до 4,2 В. Температурный диапазон от 15° до 60 °С.

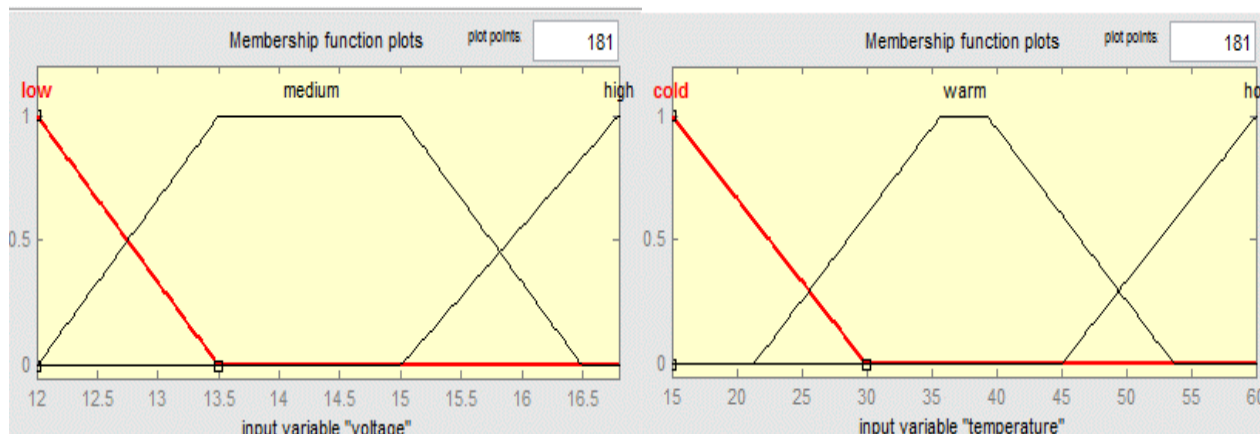


Рис. 1. Вид редактора функций принадлежности для входных переменных «напряжение» и «температура»

Как упоминалось выше, режим зарядки определяется величиной тока, проходящего через батарею. Поэтому в качестве выходной переменной будет ток. Диапазон тока установим в пределах от 0 до 5 А. Для области тока задаются две функции принадлежности для термов: подзарядка и быстрая зарядка. График принадлежности для тока изображен на рис. 2.

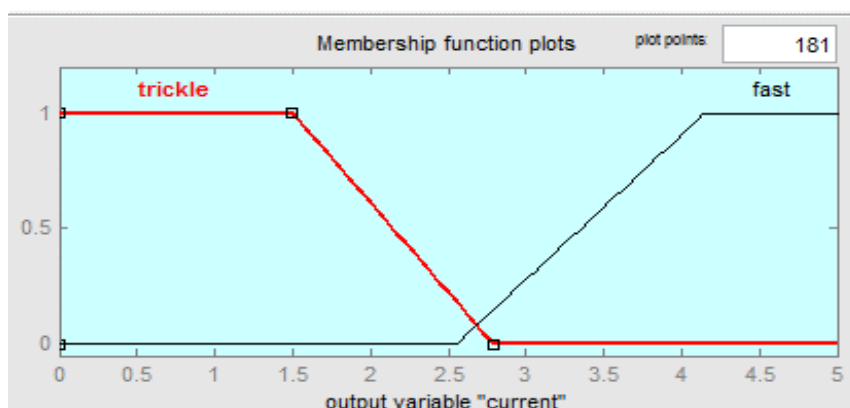


Рис. 2. Вид редактора функций принадлежности для выходной переменной «ТОК»

Теперь определим правила нечеткого вывода для разрабатываемой экспертной системы. Информация о режиме зарядки батареи может быть представлена в форме трех правил:

Правило 1: Если «напряжение высокое», то «ток имеет малое значение, режим подзарядки».

Правило 2: Если «температура высокая», то «ток имеет малое значение, режим подзарядки».

Правило 3: Если «напряжение невысокое» и «температура невысокая», то «ток имеет большое значение, режим быстрой зарядки».

После задания правил нечеткого вывода оказывается возможным получить результат нечеткого вывода (значение выходной переменной) для конкретных значений входных переменных.



Рассмотрим результат в трех случаях: в случае высокого напряжения, высокой температуры, а также в случае, когда напряжение и температура не достигли своих предельных значений.

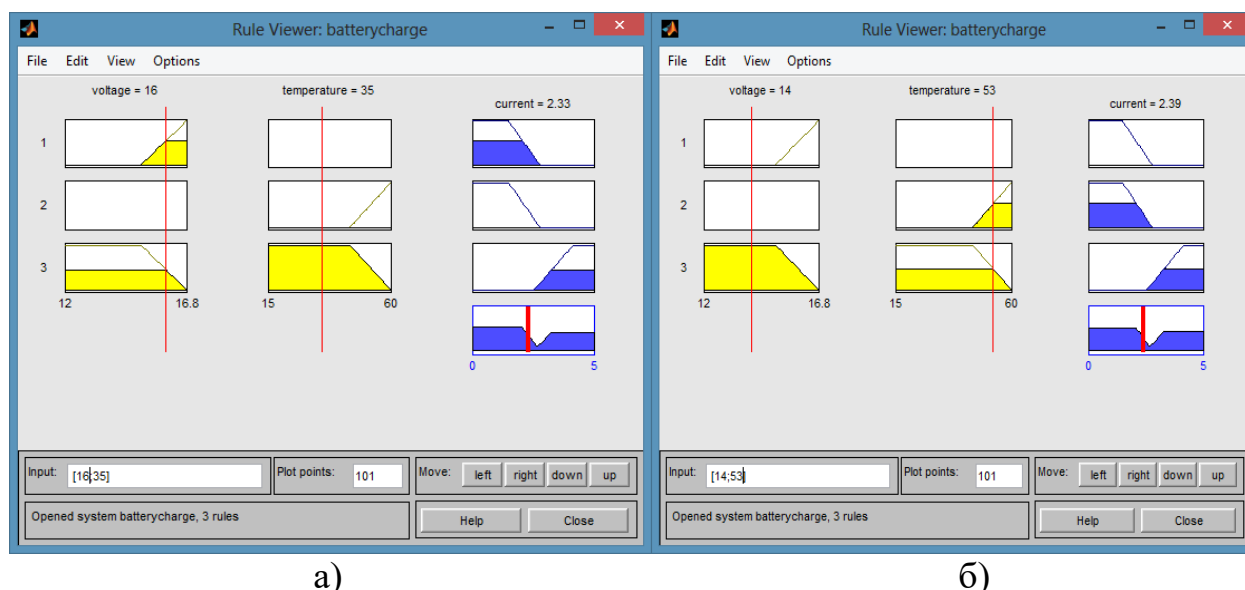


Рис. 3. Окно программы просмотра правил в случаях высокого напряжения и высокой температуры

На рис. 3, а видно, что напряжение составляет 16 В, а температура 35°C. Таким значениям входных переменных соответствует значение тока в 2,33 А. На нижнем прямоугольнике в правой части окна, изображающем нечеткое множество, соответствующее выходной переменной, можно увидеть, что данное значение тока соответствует режиму подзарядки.

На рис. 3, б напряжение составляет 14 В, а температура 53°C. Таким значениям входных переменных соответствует значение тока в 2,39 А. Данное значение тока также соответствует режиму подзарядки.

На рис. 4 видно, что напряжение составляет 14 В, а температура 36°C. Таким значениям входных переменных соответствует значение тока в 4,12 А. Данное значение тока соответствует режиму быстрой зарядки.

Проверив результат работы в каждом из трех случаев, можно заключить, что система устанавливает значение выходной переменной исходя из заданных правил нечеткого вывода.

Для окончательного анализа разработанной нечеткой модели может оказаться полезной программа просмотра поверхности нечеткого вывода. Эта программа позволяет оценить влияние изменения входных переменных, в нашем случае – это напряжение и температура, на выходную переменную – ток. Поверхность нечеткого вывода для данной системы представлена на рис. 5.

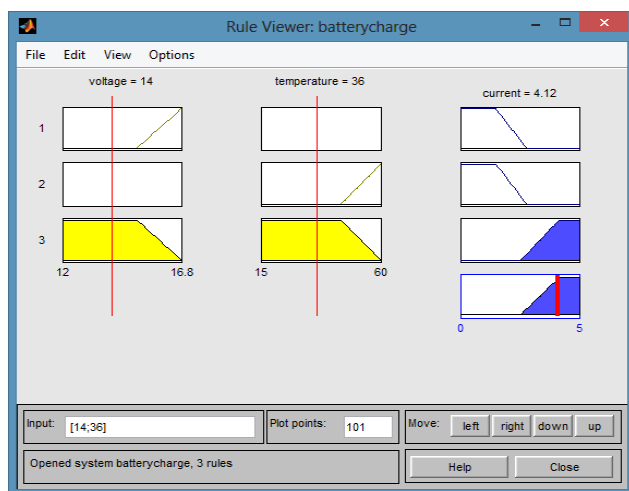


Рис. 4. Окно программы просмотра правил в ситуации, когда напряжение и температура не достигли предельных значений

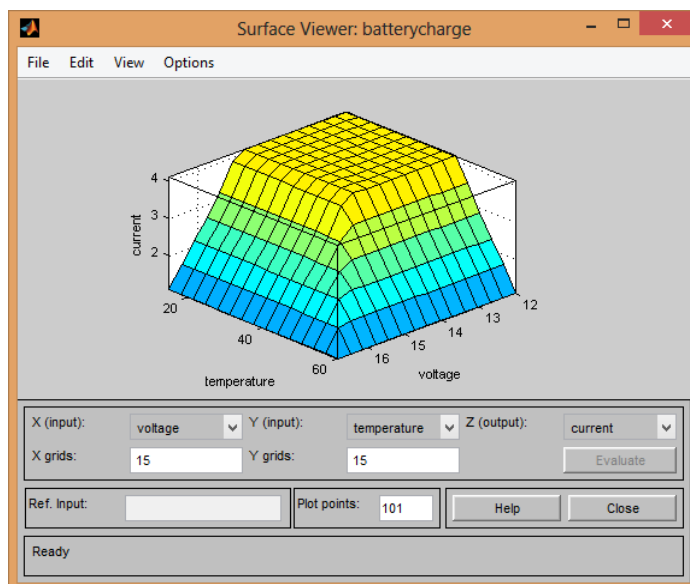


Рис. 5. Окно программы просмотра поверхности нечеткого вывода

Таким образом, используя функции принадлежности и правила нечеткой логики, можно создавать системы максимально приближенные к реальным. Работа с лингвистическими переменными позволяет значительно расширить возможности управления. С помощью нечеткой логики можно добиться упрощения сложных систем с большим количеством входов и выходов.

### Литература

1. Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / Пер. с англ. Осипов А. И. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 312 с.