

В рамках этой тенденции видится перспективным направлением создание специализированных инструментариев, которые облегчают генерацию систем с «мягкими» вычислениями, например, в предметных областях интеллектуального мониторинга различных процессов.

В одной из рассматриваемых систем [5] аппарат нечёткой логики используется во фреймовой модели в качестве процедур-демонов, что позволяет в данной конфигурации реализовать механизм генерации сценариев функционирования системы и их иерархическое позиционирование. За основу был выбран алгоритм Мамдани, как хорошо себя зарекомендовавший в области нечёткого управления. С его помощью вычисляется значение показателя приоритета для конечных субфреймов в дереве фреймовой модели, по которому определяется порядок вывода информации мониторинга, а также выбор последовательности выполнения связанных с этими субфреймами сценариев.

**Заключение.** В заключение отметим, что сегодня интерес к фреймовым моделям в предметной области построения программно-аппаратных комплексов не ослабевает. Отмеченные в докладе тенденции позволяют облегчить программную реализацию целого класса систем, при помощи аппарата фреймов-шаблонов адаптировать привычные для человека «образы» мышления к вычислительной среде.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Минский, М. Фреймы для представления знаний / М. Минский. - М: Энергия, 1979. – 51 с.
2. Семенов, В.В. Принципы формирования и фрагменты базы знаний теории управления. Общее математическое обеспечение систем автоматизированного проектирования /В.В. Семенов.–М.: МАИ, 1981. – 158 с.
3. Леоненков, А. Самоучитель UML. 2-е издание/А.Леоненков.–Спб:БХВ-Петербург, 2004. – 432 с.
4. Белов, Д.А. Проблемно-ориентированная автоматизированная система мониторинга движения железнодорожного состава / Д.А. Белов, П.В. Мисевич, В.П. Хранилов // Автоматизация в промышленности, 2009, №2. С.49-51.
5. Ермилов, А.Э. Применение фреймовой модели и нечёткой логики в основе построения инструментариев автоматизированных систем мониторинга / А.Э. Ермилов, П.В. Мисевич // Труды Нижегородского Государственного Технического Университета им. Р.Е.Алексеева, 2015, №1(108), Нижегород. гос. техн. ун-т.-Н.Новгород, С.71-76
6. Мисевич, П.В. Прогнозы развития центров ситуационного управления и научно-практические вопросы построения мобильной интеллектуальной среды управления организацией / П.В. Мисевич, Д.А. Белов // Управление персоналом. 2008. №22. С.46-50.

#### РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЯ ДЛЯ ПЛАВАЮЩЕЙ ТОЧКИ ДЛЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*И.В. Зоев*

*(г. Томск, Томский политехнический университет)*

*e-mail: ivz3@tpu.ru*

#### DEVELOPMENT OF CALCULATOR FOR FLOATING POINT TO NEURAL NETWORKS

*I.V. Zoev*

*(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

**Annotation:** This article covers the most frequently performed operations on floating-point numbers in artificial neural networks. Also was submitted a selection of the optimum value of the bit to 14-bit float-

ing-point numbers for implementation on FPGAs, based on the modern architecture of data types of integrated circuits. Presented the description of the algorithm of multiplication (multiplier) of the floating-point numbers. In addition, in this article were described features of the addition (adder) and subtraction (subtractor) operation implementations. Furthermore, was presented operations for such a variety of neural networks as a convolution network - mathematical comparison of floating point ("less than" and "greater than or equal"). In conclusion, presents the substantiation of why this article is excluded consideration dividing operations in computing of neural network.

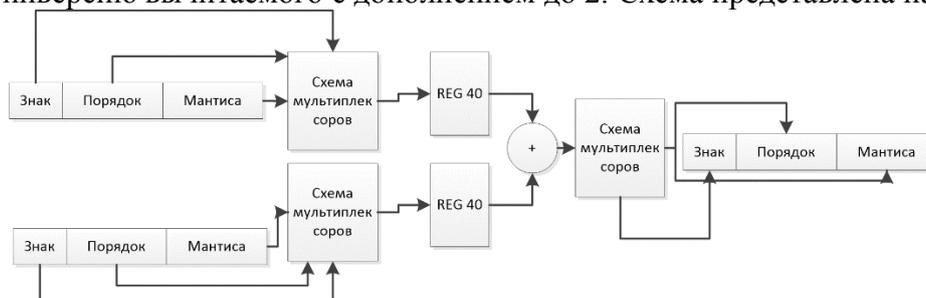
**Keywords:** float point multiplication, float point addition, float point subtraction, float point comparison, FPGA.

**Введение.** В современном мире ПЛИС начинают занимать все более устойчивые позиции в области вычислений. Если раньше компания Intel производила процессоры Xeon со встроенными ПЛИС на заказ, то в 2016 году собирается наладить серийный выпуск[2]. Одним из применением ПЛИС является перенос вычислений нейронных сетей. Для реализации для аппаратной реализации нейронной сети на ПЛИС необходимо использовать представления числа с плавающей точкой. За редким исключением данный тип чипов поддерживает операции с плавающей точкой.

**Реализация умножения.** Аппаратная реализация умножения над числами с плавающей точкой имеет простую реализацию. В современных ПЛИС встраивают матричные умножители в виде hard блоков или DSP блоков. Данные блоки обладают большей производительностью в сравнении с запрограммированными на плис умножителями. Однако данных блоков в ПЛИС достаточно мало. Поэтому для реализации умножителей для float point было решено использовать умножители размеров 9x9, т.к. у ПЛИС их наибольшее количество. Стандарт IEEE 754 описывает 16 битное представление числа, где 1 бит – знак, 5-бит порядок и 11 бит вместе с неявным битом – мантисса. Как писалось раньше для использования максимального числа необходимо сократить мантиссу до 9 бит с неявным битом. Таким образом, получается 14-битное представление числа с плавающей точкой.

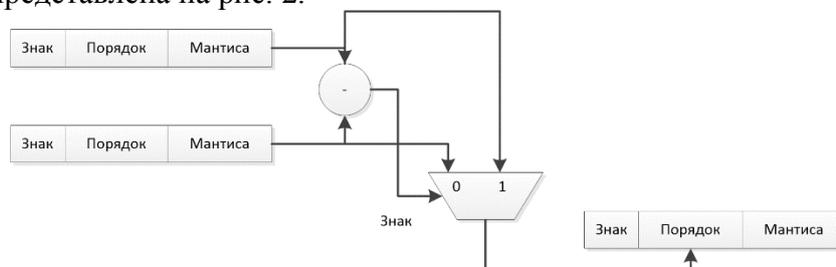
Согласно правилам работы с числами в формате плавающей точки, умножение происходит следующим образом. Знак результирующего числа получается в результате операции исключающего ИЛИ. В зависимости от результата умножения мантисс выбирается результирующий порядок как сумма двух мантисс или инкрементированное значение сумм[2]. Результат мантисс записывается с усечением полученного результата до разрядности 9 бит. Данное действие уменьшает точность операции с плавающей точкой, однако, при таком представлении точность сама по себе маленькая.

**Реализация сложения.** Аппаратная реализация сложения над числами с плавающей точкой является более сложной задачей, чем умножение. По правилам сложения чисел с плавающей точкой мы должны привести мантиссы к одному порядку. Однако аппаратная реализация имеет фиксированную логику поэтому проще привести два числа к формату фиксированной точки. Записываться результат приведения будет в 40 битные регистры. Затем над ними будет происходить операция сложения и проведение к формату плавающей точкой. Операцию вычитания можно производить так же в данном сумматоре. Для этого необходимо реализовать инверсию вычитаемого с дополнением до 2. Схема представлена на рис. 1.



**Рис. 1** Схема сложения или вычитания чисел с плавающей точкой

**Реализация сравнения.** Как уже было сказано в нейросетях в основном используются операции умножения и сложения. Однако существует сверточная нейронная сеть в которой есть пулинговый слой, который используется для усреднения или поиска максимального элемента. Усреднение можно привести к операциям сложения и умножения. Для реализации поиска максимального числа необходимо использовать описанный выше сумматор выполняющий вычитание. Таки образом если результат будет отрицательным то вычитаемое больше уменьшаемого. Если положительный (относительно бита знака), то больше либо равны. Схема представлена на рис. 2.



**Рис. 2** Схема сравнения чисел с плавающей точкой

**Заключение.** В данной работе представлены реализации арифметических операции необходимые для аппаратной реализаций нейронных сетей. Данные операции умножения, сложения, вычитания и математического отношения производят действия над двумя операндами с форматом плавающей точки в 14 бит. Что касается умножения в большинстве случаев знаменатель является константой и его можно заменить обратным числом для операции умножения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Mehmet Ali Cavuslu Cihan Karakuzu Suhap Sahin Mehmet Yakut // Neural Comput & Applic – 2011. – № 20. – С. 195 – 202
2. Intel представит первые процессоры Xeon со встроенными FPGA в первом квартале 2016 // 3D news. URL: <http://www.3dnews.ru/923925> (дата обращения 25.03.2016).

#### МЕТОД TCO ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИТ-ПРОЕКТОВ

*Е.Ю. Климова*

*(г. Магнитогорск, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский Государственный технический университет им. Г.И. Носова»)  
e-mail: elizaveta.tatarinova.96@mail.ru*

#### METHOD TCO WHEN EVALUATING THE PERFORMANCE OF IT PROJECTS

*E.Yu. Klimova .*

*(Magnitogorsk, Nosov Magnitogorsk State Technical University)  
e-mail: elizaveta.tatarinova.96@mail.ru*

**Annotation.** This article touches on issues such as evaluation of IT projects. The features of the application of a method to assess the effectiveness. The article lists the main directions of improving the management, the main indicators of improving production and business activities of the facility, the main aspects of the socio-economic efficiency of the project. Particular attention is paid to this method, as a method of total cost of ownership (TCO) in the evaluation of projects risks. The article provides a detailed description of this method. Also shown are the main advantages and disadvantages of the method TCO.