

Макаров М.В., Курышов А.В.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
наука-murom@yandex.ru

### Разработка компьютерной модели нейрона накопления в составе отказоустойчивой нейросетевой архитектуры системы обработки информации

Можно выделить две ситуации, в которой существует вероятность появления негативных изменений параметров элементов вычислительной системы с нейросетевой архитектурой. Первая ситуация представляет собой возникновение изменений в количественном значении весовых коэффициентов. Вторая ситуация предполагает негативное изменение выходных данных нейрона вызванного постепенным или полным отказом внутренних составляющих нейрона. Таким образом, сбор информации для контроля негативных изменений параметров синаптических связей и нейронов необходимо выполнять после каждого массива данных элементов. Таким массивом может быть совокупность входных в вычислительный слой синаптических связей или каждый отдельный слой нейронов. Предполагается, что функцию контроля будут выполнять нейроны накопления. Один нейрон соответствует одному контролируемому массиву. После завершения сбора информации накопительные нейроны передают соответствующую информацию в смежный нейрон реакции, который в свою очередь вырабатывает последовательные сигналы, содержащие корректирующую информацию для каждого контролируемого элемента. Таким способом достигается компенсация погрешностей возникающих в результате работы нейросетевого устройства.

Нейрон из группы накопления представляет собой сложный вычислительный элемент выполняющий функцию сбора информации о входных (взвешенная выходная информация предыдущих нейронов) и выходных параметрах нейронов сети. Строение данного нейрона представлено на рисунке 1.

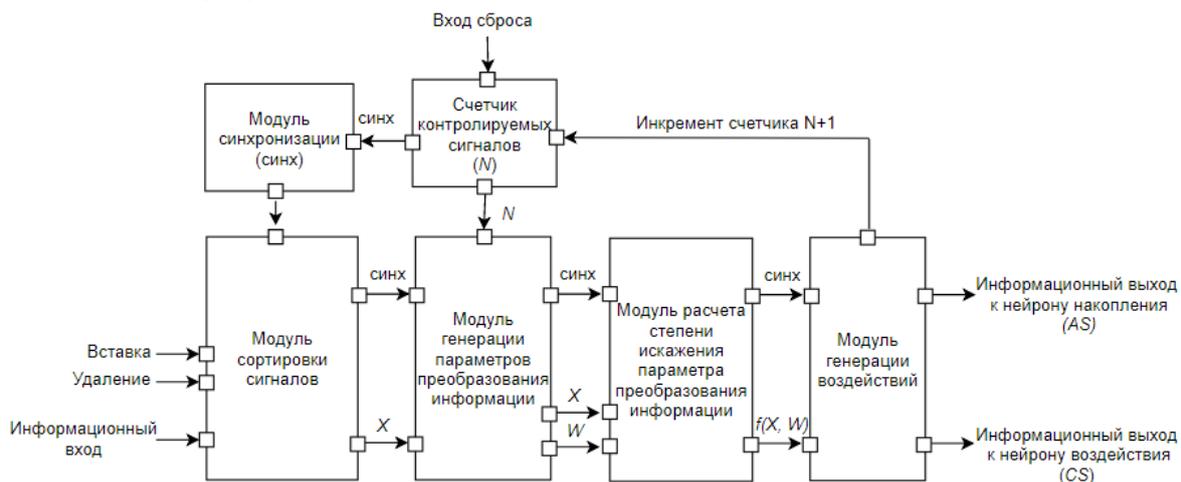


Рисунок 1 – Строение нейрона из группы накопления

Нейрон накопления состоит из пяти блоков, подчиняющихся внутренней синхронизации устройства.

Блок №1 – модуль сортировки сигналов. Если в качестве примера взять накопительный нейрон, который обрабатывает массив данных, передаваемых по синаптическим связям в следующий слой, то можно представить каждый вход нейрона накопления как произведение двух чисел  $y=w \cdot x$ , где  $x$  – информация, передаваемая по синапсу, а  $w = \text{const}$  – весовой коэффициент синапса. Тогда Блок №1 производит сортировку входных сигналов  $y$  упорядочивая их передачу далее в порядке возрастания  $w$ .

Блок №2 – модуль генерации параметров преобразования вычислительных элементов. Блок №2 выполняет операцию восстановления значений параметров преобразования в

вычислительных элементах с целью дальнейшего определения степени их искажения. Операция восстановления выполняется методом кубической регрессии. На этапе дообучения системы после инкорпорации корректирующей части, внутри данного модуля формируется уравнение, используя которое можно вычислить значение параметра преобразования исходя из порядка их поступления.

Блок №3 – модуль расчета степени искажения сигнала параметром преобразования. На основании информации полученной от предыдущего блока выстраивается зависимость, определяющая наличие и характеризующая степень искажения обрабатываемой информации.

Блок №4 – это два модуля синтеза воздействий. Первый модуль генерирует сигнал AS, компенсирующий искажение обрабатываемой информации. Второй модуль соединен со следующим нейроном накопления и генерирует сигнал CS, необходимый для проверки погрешности работы данного нейрона накопления.

Блок №5 – счетчик контролируемых сигналов. Необходимый элемент в процессе сортировки сигналов (Блок №1), восстановления значений параметров вычислительных элементов (Блок №2) и адресации при генерации сигнала компенсирующего искажение обрабатываемой информации (Блок №4).

Разработаны компьютерные модели нейрона накопления. Данные модели интегрированы в систему внутреннего контроля и коррекции негативных изменений параметров вычислительных элементов нейросетевых компонентов принятия решений в составе робототехнической системы. Симулируемые внутренние воздействия на данный нейросетевой компонент в форме негативного изменения параметров весовых коэффициентов синаптических связей и пороговых смещений нейронов от 0.1% до 50% от их первоначальных значений вызвали существенное снижение точности обработки информации. Изменение точности по показателю SSE варьировалось в интервале от 10% до 73%. Инкорпорация компьютерных моделей нейронов накопления позволило оптимизировать показатель точности функционирования исследуемой вычислительной системы. Снижение точности не превышало значение 0.6% от полученного на этапе обучения. Основываясь на результатах экспериментального исследования можно сделать вывод, что инкорпорация нейронов накопления позволяет создавать отказоустойчивую нейросетевую систему обработки информации и обеспечивает заданную точность её функционирования при вариации параметров элементов, вызванных производственными и эксплуатационными разбросами значений параметров элементов системы.