ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Арипов Назиржан Мукарамович
Ташкентский государственный транспортный университет
Профессор
E-mail: aripov1110@gmail.com
Отажонова Муборакхон Комилджановна
Ташкентский институт текстильный и легкой промышленности
докторант
E-mail: muborakxon1991@gmail.com

Аннотация: В статье предложены структурная схема для диагностики и прогнозирования технических состояний прядильных машин с электрическим приводом в качестве электромеханических систем (ЭМС), включающей блок сбора, кодирования, формирования группового сигнала контроля технического состояния электромеханических систем, его передачи в канал связи и блок приема группового сигнала контроля технических состояний электромеханических систем, первичной обработки, распаковки и нейросетевого анализа.

Ключевые слова: прядильная машина с электрическим приводом, электромеханическая система, контроль работоспособности, нейронная сеть

Annotatsiya. Maqolada elektromexanik tizim (EMT) lar sifatidagi elektr yurimali yigirish mashinalarning texnik holatini diagnostika va bashorat qilish, shu jumladan elektromexanik tizimning texnik holatini kuzatish uchun guruh signalini yig'ish, kodlash, ishlab chiqarish, uni aloqa kanaliga uzatish va elektromexanik tizimning texnik holatini nazorat qilish uchun guruh signalini qabul qilish bloki, dastlabki ishlov berish, ochish va neyron tarmog'ini tahlil qilish uchun tizimli diagramma taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: elektr yurimali yigirish mashinasi, elektromexanik tizim, ishlash qobiliyatini nazorat qilish, neyron tarmoq

Annotation: The article proposes a structural diagram for diagnostics and forecasting of technical conditions of spinning machines with electric drive as electromechanical systems (EMS), including a unit for collecting, encoding, generating a group signal for monitoring the technical condition of the electromechanical systems, transmitting it to a communication channel and a unit for receiving a group signal for monitoring the technical conditions of the electromechanical systems, primary processing, unpacking and neural network analysis.

ISSN 3030-3907

Key words: electric spinning machine, electromechanical system, performance monitoring, neural network

Введение

В настоящее время все большее значение приобретают обеспечение эксплуатационной надежности электромеханического оборудования, проверка и определение его состояния без осуществления демонтажа, прогнозирование технического состояния и обеспечение безопасности функционирования. Для этого необходимы средства, позволяющие оценить состояние оборудования на данный момент, проследить изменения состояния за последнее время и сделать прогноз на ближайшее будущее.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

Аппаратура диагностики и технического состояния (ТС) электромеханических систем (ЭМС) на нейросетевой базе предназначена для одновременного измерения, передачи, приема и обработки массивов информации с целью оценки ее работоспособности. Оценка работоспособности электромеханических систем на практике представляет собой нейросетевой контроль электромеханических систем и всех ее подсистем для получения информации о фактическом и прогнозном значениях параметров, характеризующих технического состояния электромеханических систем, и определение вида технического состояния нейросетевыми средствами и алгоритмами.

Для этой цели при эксплуатации электромеханических систем предлагаемая аппаратура диагностики технического состояния должна включать два основных блока [1,5]:

– блок сбора, кодирования, формирования группового сигнала контроля технического состояния и его передачи по проводным или беспроводным каналам связи (рис. 1);

– блок приема группового сигнала контроля технического состояния, его первичной обработки, распаковки и нейросетевого анализа.

С помощью датчиков D_i, $i=1, ..., N$, устанавливаемых в различных точках контролируемого объекта – электромеханических систем, производится преобразование физических величин λ_i, $i=1, ..., N$, подлежащих контролю в электромеханических систем, в электрические сигналы $S_i(t)$, $i=1, ..., N$ которые подаются на входы информационных каналов устройства формирования группового диагностического сигнала электромеханических систем – $S_\Sigma(t)$, откуда тот передается по каналу связи в диспетчерский центр для анализа.

ISSN 3030-3907

Так как входной образ для нейросетевых устройств диагностики – это групповой сигнал контроля технического состояния электромеханических систем, представляющий собой последовательность отчетов контролируемых параметров от всех измерительных каналов за один цикл измерения, блок сбора и передачи данных является многоканальным. Количество каналов блока определяется числом независимых информационных входов. Структура устройства формирователя группового сигнала контроля технического состояния электромеханических систем зависит от метода разделения каналов.

В аппаратуре диагностики технического состояния применена типовая архитектура нейросетевого блока. Его структура, режим функционирования, состав информационного и специального программная обеспечения (СПО) оптимально согласованы с назначением автоматизированной системы диагностики электромеханических систем, определяемым техническим заданием [2-5].

При проектировании структуры вычислительных средств аппаратуры диагностики определены следующие аспекты построения системы:

– конфигурация аппаратуры диагностики технического состояния электромеханических систем (ЭВМ, устройства, каналы передачи данных и связи между ними – система интерфейсов);

– режимы функционирования (способы взаимодействия потребителей – элементов системы управления электромеханических систем с аппаратурой диагностики и организация вычислительных процессов (ввод, хранение, обработка и вывод данных));

– лингвистическое, информационное и программное обеспечение и порядок взаимодействия программ;

– базовая структура и характеристики вычислителей (производительность, время ответа, надежность, стоимость и др.).

Общей элементной базой нейровычислительного блока аппаратуры диагностики электромеханических систем как высокопроизводительной системы реального времени можно считать заказные кристаллы, встраиваемые микроконтроллеры, процессоры общего назначения, программируемые логические интегральные схемы, транспьютеры, цифровые сигнальные процессоры, нейрочипы [6,7].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Любая из перечисленных технологий дает возможность организовать нейровычисления в реальном масштабе времени, однако наибольшее использование при реализации нейровычислителей нашли программируемые

ISSN 3030-3907

логические интегральные схемы, цифровые сигнальные процессоры и транспьютеры. Транспьютер подобные элементы являются важными для построения вычислительных систем с массовым параллелизмом, а их применение в виде решеток процессорных элементов делает возможным реализацию локально-неоднородных сетей, позволяющих осуществлять функции встроенной оценки технического состояния с предобработкой и локальной коммутацией результатов мониторинга технического состояния электромеханических систем. Построение нейровычислителей на базе программируемые логические интегральные схемы позволяет гибко реализовать различные нейросетевые парадигмы.

Нейрочипы предлагается использовать в системах встроенной диагностики ЭМС, нейрокомпьютерные и транспьютерные вычислительные системы (в том числе на базе сигнальных процессоров) – в случае, когда блоки первичной обработки, распаковки и нейросетевого анализа разнесены в две зоны и между ними организованы высокоскоростные каналы связи.

Нейросетевой вычислитель может формироваться из набора транспьютеров, которые функционируют параллельно и взаимодействуют через последовательные линии связи по принципу «каждый с каждым». При этом в структуре самого нейровычислителя, как правило, выделяют две основные части:

– управляющую часть компьютерной системы, реализованную на основе обычной высокопроизводительной вычислительной системы (на базе серверов) с CISC- или RISC-микропроцессорами;

– конфигурируемую нейросетевую среду, подключаемую к управляющей части компьютерной системы посредством внутренних (внешних) системных интерфейсов и выполняющую основные вычислительные операции при выводе суждений оценки работоспособности.

Примененная в аппаратуре диагностики архитектура транспьютера, которая, в свою очередь, конфигурируется в нейронную сеть (НС), представлена на рисунке 1.

ISSN 3030-3907

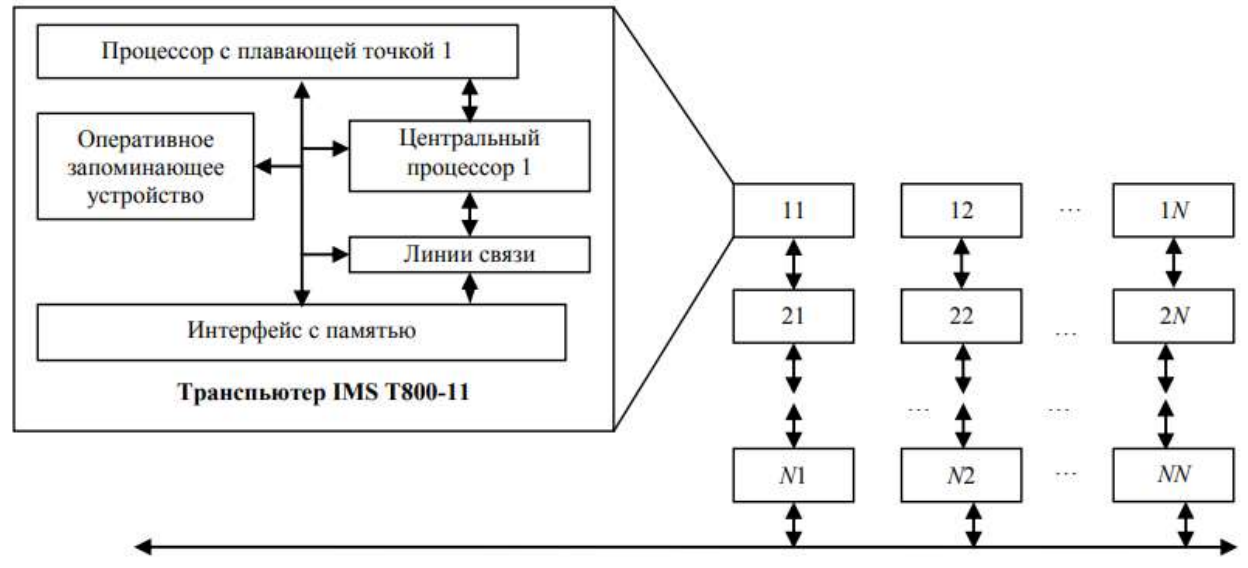


Рис. 1. Структурная схема транспьютера

Предлагаемое специального программная обеспечения с использованием нейронный сети предназначено для повышения эффективности и автоматизации управленческих решений специалистов, эксплуатирующих электромеханическое оборудование.

Данное специального программная обеспечения представляет собой исследовательский прототип, но при необходимости может быть доведено до промышленной реализации и использоваться на любом промышленном предприятии для диагностики технического состояния электромеханических систем, работающих в сложных условиях, в том числе и тогда, когда непосредственный доступ к оборудованию затруднен или невозможен.

Специального программная обеспечения нейросетевой системы оценки работоспособности электромеханических систем имеет два режима функционирования:

– режим синтеза параметров диагностических моделей (режим исследования или режим администратора специального программная обеспечения);

– режим использования диагностических моделей по сформированным диагностическим выборкам (режим работы или режим пользователя специального программная обеспечения).

Схема функционирования специального программная обеспечения представлена на рисунке 2.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы. Предлагаемый способ диагностирования электромеханических систем, включающий аппаратуру диагностики технического состояния, в основе которой лежит специального программная обеспечения, содержащее

ISSN 3030-3907

нейросетевой классификатор, позволяет устранить постепенные отказы оборудования, что значительно повышает его эксплуатационную надежность.

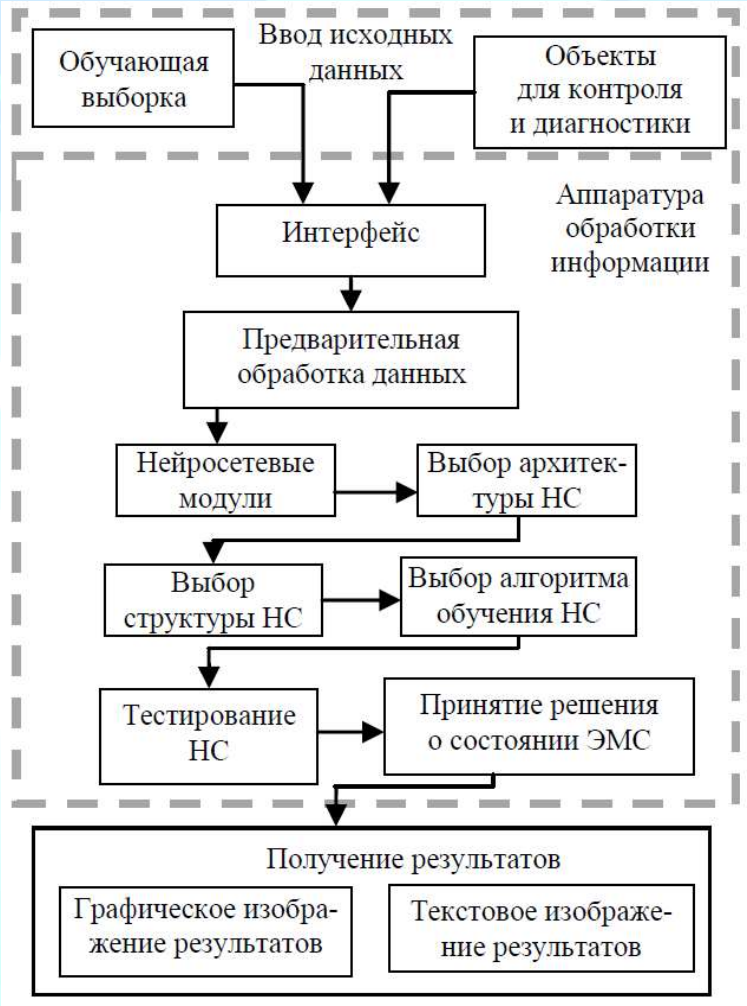


Рис. 2. Схема функционирования специального программная обеспечения

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ.

На примере исследования различных элементов электромеханических систем показано, что применительно к электромеханических систем наиболее быстрым методом обучения нейронный сети является метод Левенберга – Марквардта [6,7], обеспечивающий заданную погрешность обучения при минимальном количестве циклов обучения. Зависимость достоверности распознавания технического состояния электромеханических систем рассматриваемого типа от шага обучения нейронный сети имеет оптимальные значения при различных объемах обучающей выборки, оптимальный шаг обучения лежит в пределах от 0,0095 до 0,019.

Достоверность распознавания технического состояния электромеханических систем в зависимости от числа итераций и эпох обучения сначала растет до определенного предела, а затем сохраняется практически неизменной, причем с увеличением объема обучающей выборки

ISSN 3030-3907

достоверность возрастает. Экспериментальные исследования показали, что число итераций обучения, обеспечивающих приемлемую достоверность, не следует брать выше 2 000, чтобы не увеличивать бессмысленно время обучения.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

Предлагаемый способ диагностирования электромеханических систем, включающий аппаратуру диагностики технического состояния, в основе которой лежит специального программная обеспечения, содержащее нейросетевой классификатор, позволяет устранить постепенные отказы оборудования, что значительно повышает его эксплуатационную надежность.

На примере исследования различных элементов электромеханических систем показано, что применительно к электромеханических систем наиболее быстрым методом обучения НС является метод Левенберга–Марквардта, обеспечивающий заданную погрешность обучения при минимальном количестве циклов обучения. Зависимость достоверности распознавания технического состояния ЭМС рассматриваемого типа от шага обучения НС имеет оптимальные значения при различных объемах обучающей выборки, оптимальный шаг обучения лежит в пределах от 0,0095 до 0,019.

Достоверность распознавания технического состояния электромеханических систем в зависимости от числа итераций и эпох обучения сначала растет до определенного предела, а затем сохраняется практически неизменной, причем с увеличением объема обучающей выборки достоверность возрастает. Экспериментальные исследования показали, что число итераций обучения, обеспечивающих приемлемую достоверность, не следует брать выше 2 000, чтобы не увеличивать бессмысленно время обучения.

Достоверность диагностики технического состояния электромеханических систем от числа скрытых слоев нейронный сети при различном количестве нейронов в слое для режима контроля технического состояния позволяет определить количество слоев нейронный сети и число нейронов в слое, максимальное число нейронов в скрытых слоях следует принимать от 20 до 30.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Арипов Н.М., Отажонова М.К., Тожиев Б.М., Исследование методов диагностики неисправностей устройств в составе асинхронного электропривода прядильных машин // Молодой специалист // 2024/09, №3 (30), стр.3-8.

ISSN 3030-3907

2. N.Aripov, D Baratov, O Muxiddinov, X Jumanov. Block diagram of the automatic model of technical documentation. Journal of Physics: Conference Series EMMFT 2020, 1614(1), ISSN 17426588. doi 10.1088/1742-6596/1614/1/012032.
3. N.Aripov, D.Baratov O.Muhiddinov, X.Jumanov. Automated technology of control of technical documentation of automation and telemechanics. AIP Conference Proceedings 2612, 060023-9 (2023) The third international scientific conference construction mechanics, hydraulics and water resources engineering (CONMECHYDRO 2021 AS) Published Online: 15 March 2023. https://aip.scitation. org/doi/abs/10.1063/5.0135326?journalCode=apc.
4. Арипов Н.М., Отажонова М.К., Тожиев Б.М., Применение искусственных нейронных сетей для диагностики прядильных машин // Сборник международной научно-практической конференции, "Роль дуального образования в подготовке высококвалифицированных кадров для предприятий отрасли и инновационные подходы к развитию науки, образования и производственных кластеров," 28 ноября, часть 2 // Ташкент 2023, стр.193-195.
5. Б.В.Полюх, Д.М.Шпрехер, В.Н.Богатиков, Диагностика электромеханических систем на основе нейросетевых технологий // Программные продукты и системы // №3 (111), 2015. стр.5-11.
6. Иванов А.В. Нейросетевые методы диагностики промышленного оборудования. – М.: Техносфера, 2022.
7. Smith J. Machine Learning for Predictive Maintenance. – Springer, 2021.

ISSN 3030-3907