

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ

Современный этап эксплуатации и обслуживания судовых дизель-генераторов (ДГ), характеризуется необходимостью обеспечения растущих требований к их использованию в условиях существенного ограничения выделенных ресурсов. Для продления срока эксплуатации судовых ДГ необходимо оценивать и прогнозировать их фактическое техническое состояние, то есть состояние, характеризующее судовой ДГ в данный момент времени, при определенных условиях окружающей среды, по значениям режимных параметров, установленных технической документацией на судовой ДГ [1].

В ходе эксплуатации не исключены ситуации, связанные с внезапными, непрогнозируемыми традиционными методами отказами элементов и подсистем судовых ДГ. Данный факт можно объяснить несколькими причинами: *исследуемый судовой ДГ* в рассматриваемый момент времени эксплуатации находится на этапе «приработки»; *априорной информации о процессах* изменения технического состояния при введении судового ДГ в эксплуатацию (в ряде случаев и информации о внешних факторах прогнозного фона) недостаточно; *недостаточно описана логика функционирования* элементов и подсистем судовых ДГ в эксплуатационно-технической документации, а ответы на запросы относительно функционирования различных элементов и подсистем у завода-производителя приходят, как правило, постфактум, после окончания времени принятия решений.

С точки зрения продления срока эксплуатации наиболее интересующий период времени за пределами гарантийного срока обслуживания, характеризуется медленным увеличением вероятности отказа различных элементов и подсистем судового ДГ, усилением процессов старения. Прогнозируя техническое состояние судового ДГ в целом периоде эксплуатации, можно учесть реальные технические возможности данного ДГ и получить оценки вероятностей выполнения им целевых задач.

Все вышеперечисленные трудности, возникающие при эксплуатации судовых ДГ, в частности, прогнозирование технического состояния при эксплуатации и оптимизации процессов, связанных с их обслуживанием, заставляет искать новые методы решения этих задач на грани таких дисциплин как теория вероятности и математическая статистика, нейрофизиология и психология, комбинаторика и нелинейная динамика[2].

В качестве примера реализации нейросетевых алгоритмов прогнозирования режимных параметров судовых дизель-генераторов в работе использован ДГ типа Hyundai 6L28/32 газовоза водоизмещением 54000 тонн.

Для моделирования нейросетевых алгоритмов прогнозирования режимных параметров была создана двухслойная нейронная сеть. Наилучшие результаты по прогнозированию режимных параметров показала сеть со скользящим входным окном в 10-ть отсчетов и 15-тью нейронами в скрытом слое (рис. 1). Процедура создания нейронной сети, ее обучение и моделирование алгоритмов прогнозирования режимных параметров судовых ДГ выполнено в программной среде MATLAB 7 [3].

Обучение нейронной сети проводилось двумя алгоритмами: градиентного спуска (traindx) и Левенберга-Марквардта (trainglm). Компьютерное моделирование процедуры обучения нейронной сети показало, что обучение с использованием алгоритма Левенберга-Марквардта не уступает по ошибке обучению с использованием алгоритма градиентного спуска, но значительно превосходит его по быстродействию [2, 4].

Исходные режимные параметры были получены из судовой системы сигнализации и мониторинга (alarm and monitoring system) в течение более двух рабочих месяцев. Значения параметров были отсортированы и отобраны по мощности ДГ и представляют собой генеральную совокупность, размер которой 19 отчетов (рис. 2 - ломаная линия).

Алгоритм прогнозирования режимных параметров представляет собой иерархический метод, включающий в себя две процедуры [5]: **1 процедура:** аппроксимация известных значений режимных параметров до 64-х отсчетов, что соответствует количеству дней регистрации параметров (рис. 2 - плавная линия); **2 процедура:** непосредственно прогноз неизвестных во времени значений параметров (рис. 2 - ломаная линия от 64-го по 84-тый отчет).

Результаты прогноза на 20 значений для температур выпускных газов (ТВГ) цилиндров № 1, 2, 4 и давления топлива, для одного из судовых ДГ приведены на рис. 2.

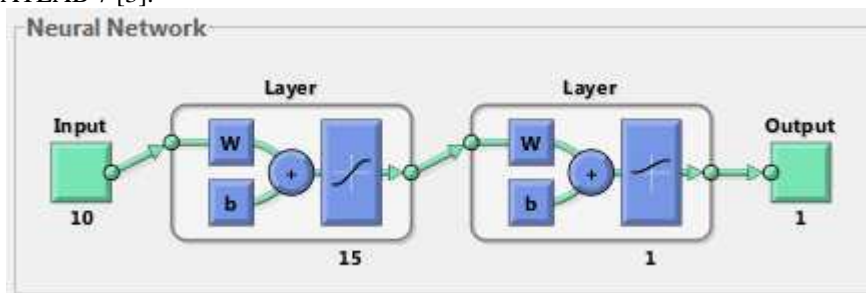
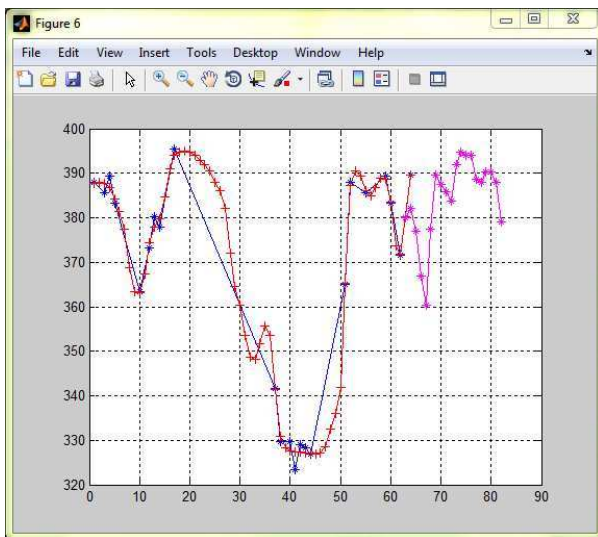
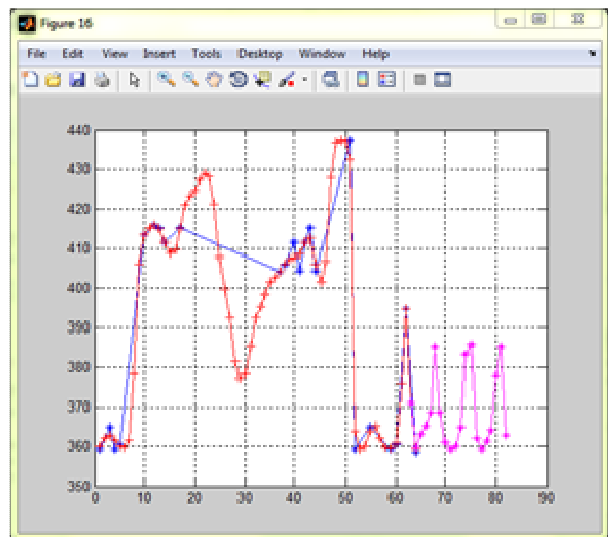


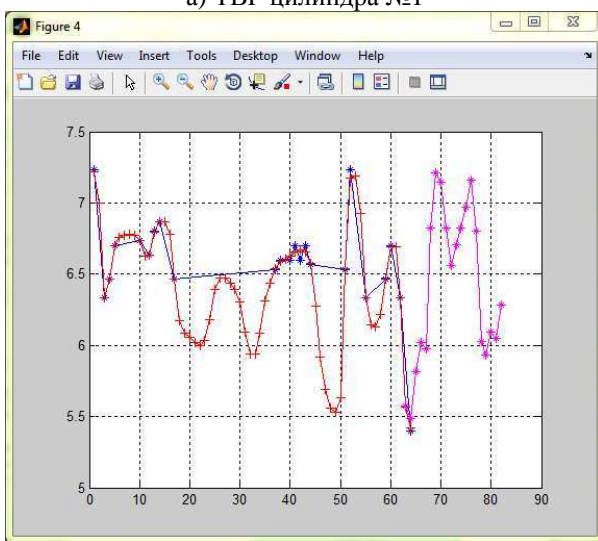
Рис. 1 – Архитектура двухслойной нейронной сети



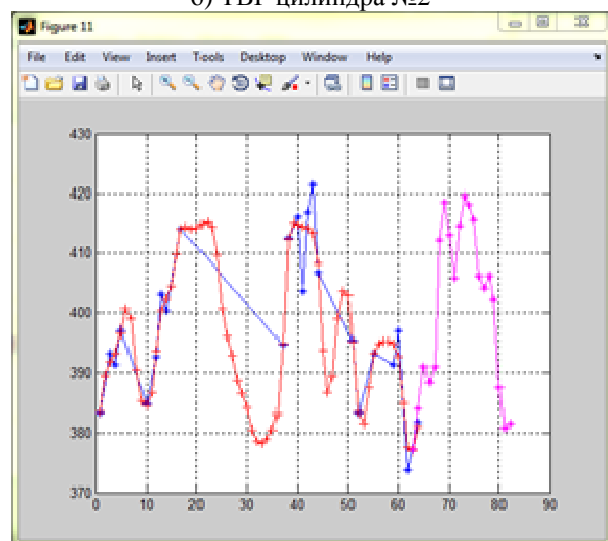
а) ТВГ цилиндра №1



б) ТВГ цилиндра №2



в) ТВГ цилиндра №4



г) давление топлива

Рис. 2 – Результаты прогноза для температур выпускных газов цилиндров и давления топлива

Как видно из рис.2 процедура аппроксимации проведена с хорошей точностью и практически полностью описывает характер изменения режимного параметра в заданных эксплуатационных пределах, а процедура прогнозирования предоставляет возможность оценивания разброса исследуемого режимного параметра в ближайшее время. Качество аппроксимации и прогнозирования режимных параметров напрямую зависит от правильности подобранной архитектуры сети, от корректности процедуры обучения сети и от предварительной процедуры обработки исходных данных. Только соблюдение вышеизложенного дает положительный результат и по качеству прогноза и по количеству возможных значений прогноза во времени.

Таким образом, прогнозирование технического состояния судовых ДГ с использованием нейронных сетей наряду с традиционными методами технической диагностики, предоставляет собой иерархический метод и его применение позволяет решить задачи, связанные с экономией времени вычислений и ресурсов, что безусловно дает повышение надежности, безотказности и безопасности работы судовых ДГ при эксплуатации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Денисов В.Г. Методы и средства технического диагностирования судовых энергетических установок: Монография. - Одесса: Феникс, 2008. - 304 с.
2. Назаров А.В., Лоскутов А.И. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем - СПб.: Наука и Техника, 2003. - 384 с.
3. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6 / Под общ. ред. В.Г. Потемкина. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 496 с.
4. Дранкова А.О., Миська А.Р., Михайков С.С. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования технического состояния судовых дизель-генераторов. Матеріали науково-методичної конференції Актуальні питання суднової електротехніки і радіотехніки, 14.12.2011 - 15.12.2011. - Одеса: ОНМА, 2011. - С. 20 - 22.
5. Дранкова А.О., Миська О.Р., Михайков С.С. Моделювання нейромережевих алгоритмів прогнозування режимних параметрів дизель-генераторів в судових системах моніторингу та управління. Матеріали науково-технічної конференції «Суднові енергетичні установки: експлуатація та ремонт» 21.03.2012 - 23.03.2012. Частина 2. - Одеса: ОНМА, 2012.- С.148- 150.