

Метод преобразования данных систем мониторинга технического состояния электроэнергетических производственных фондов

И.Э. Гаглоева

Финансовый университет при Правительстве РФ, Владикавказ

Аннотация: В настоящее время состояние электроэнергетической отрасли характеризуется увеличением нагрузок и высоким уровнем износа оборудования, что обуславливает повышенное внимание к обеспечению надежности функционирования электроэнергетических объектов. В современных энергосистемах важная роль отводится датчикам, которые отслеживают различные параметры состояния производственных активов. Совершенствование методов сбора, обработки и анализа данных о техническом состоянии основных средств является актуальной задачей в условиях перехода к электроэнергетической системе с активно-адаптивной сетью.

В статье проведен анализ особенностей мониторинга электроэнергетических производственных фондов. Рассмотрена структурная схема электроэнергетических объектов. Освещены методы выбора контролируемых параметров оборудования и определения их пороговых значений. Для обработки и преобразования, получаемых от систем мониторинга данных, предлагается использовать искусственную нейронных сетей, которая позволит обеспечить качественную обработку полученной информации и распознать сбои в работе датчиков.

Ключевые слова: электроэнергетический объект, активно-адаптивная сеть, мониторинг оборудования, система поддержки принятия решений, нейронная сеть, анализ данных.

В настоящее время состояние электроэнергетики России не соответствует растущей потребности развития экономики и социальной структуры страны [1, 2]. Данная сфера характеризуется высоким уровнем износа оборудования, что приводит к сбоям в энергоснабжении и значительным потерям электроэнергии.

Разработка и совершенствование методов управления производственными активами является актуальной задачей и перспективным направлением исследований [3, 4]. Эффективное планирование технического воздействия на производственные фонды на основе анализа текущего технического состояния, потенциальных рисков и затрат на техническое обслуживание позволяет: снизить затраты на ремонт до 15%, сократить время простоя до 20%, продлить срок службы на 30% .

Любой объект электроэнергетики представляет собой сложную систему, состоящая из различных типов оборудования, каждый из которых характеризуется совокупностью свойств и технических особенностей. Общая структура энергетических установок и контролируемых параметров представлена на рис. 1.

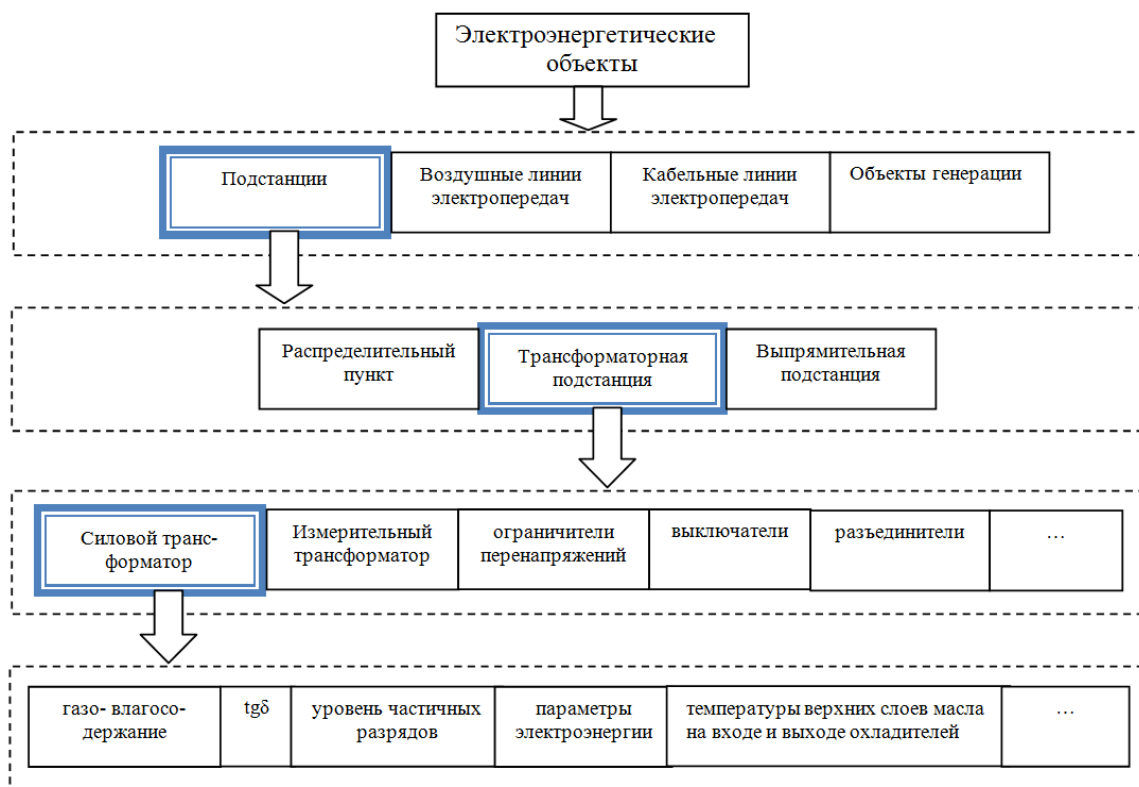


Рис. 1. – Структурная схема электроэнергетических объектов и контролируемых параметров

В целях оптимизации процесса управления производственными фондами необходимо, прежде всего, повысить эффективность использования данных о техническом состоянии оборудования.

Важным этапом при оценке состояния основных средств является определение совокупности параметров технического состояния, мониторинг которых будет проводиться. Правильный выбор контролируемых параметров каждой единицы оборудования позволит сократить время обнаружения

дефектов и отклонений в работе, что позволит принимать наиболее обоснованные решения по воспроизводству активов.

Набор параметров, подлежащих мониторингу, и шкала их измерений могут формироваться на основе требований нормативных и заводских документов. При определении параметров, подлежащих непрерывному мониторингу, необходимо опираться на методы Международной электротехнической комиссии и на руководящие документы [5].

При определении пороговых значений контролируемых параметров оборудования могут быть применены следующие методы: экспертный, статистический, математического моделирования и метод естественных испытаний. Каждый из этих способов определения пороговых значений параметров имеет определенные недостатки, поэтому рекомендуется на первоначальном этапе внедрения средств обработки и анализа данных использовать пороговые значения, приведенные в руководящих документах об объемах и нормах испытаний электрооборудования. При накопления данных в информационной системе на основе методов математической статистики и интеллектуального анализа данных можно будет настроить допустимые и максимально допустимые значения контролируемых параметров [6].

В современных энергосистемах важная роль отводится датчикам, которые отслеживают различные параметры состояния производственных активов. Для контроля состояния каждого параметра необходимо установить несколько датчиков, поскольку один датчик не всегда обеспечивает точную и надежную оценку наблюдаемого параметра, а также датчик может выйти из строя. Так, например, для мониторинга работы трансформатора отслеживаются всевозможные параметры: данные о напряжениях, токах, геомагнитных возмущениях, состоянии вентиляторов и насосов и других параметрах различных узлов; для контроля состояния коммутаторного

аппарата осуществляется мониторинг процессов вибрации, параметров работы привода и т. д.

Таким образом, для каждого основного средства определяется совокупность измеряемых параметров P_{ni} ($i = \overline{1, I}$), а для каждого параметра может производиться $D_k^{P_{ni}}$ ($k = \overline{1, K}$) измерений. Совокупность измеряемых параметров электроэнергетического оборудования на примере трансформатора приведена на рис. 2.

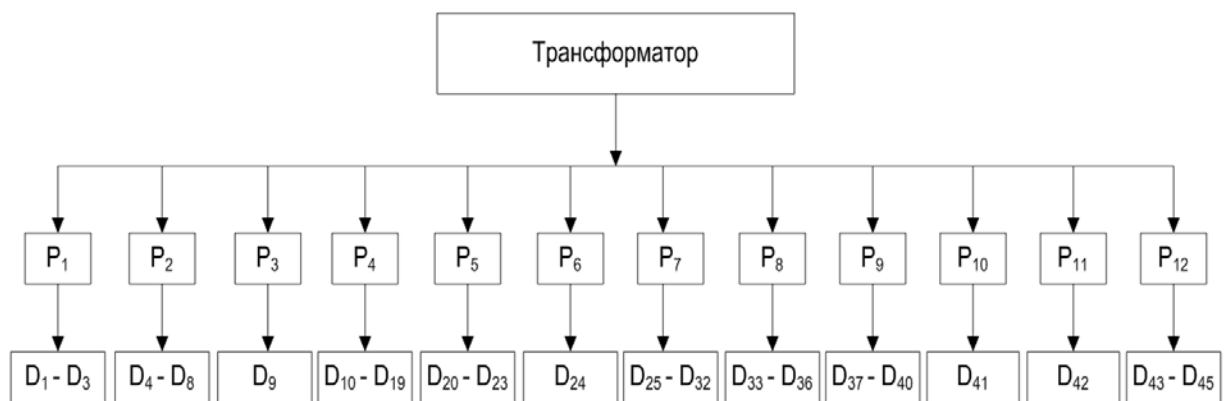


Рис. 2. – Структурная схема измеряемых параметров трансформатора

Сведения о контролируемых параметрах трансформатора и количестве датчиков приведены в таблице №1 [7].

Таблица №1

Сведения о количестве измеряемых параметров трансформатора

Параметр (P_{ni})	Количество датчиков ($D_k^{P_{ni}}$)
Напряжение	3
Ток	5
Положение отпаек РПН	1
Температура в разных точках	10
Газы, растворенные в масле	4

Влажность масла	1
Включение насосов и вентиляторов	8
Скорость потоков воздуха	4
Скорость потоков масла	4
Уровень масла в баке устройства РПН	1
Уровень масла в расширителе	1
Давление масла во вводах ВН	3

Данные датчиков состояния должны быть структурированы и преобразованы для свертывания количества произведенных измерений для дальнейшего сравнения с нормативными значениями. Так же на этапе сбора и обработки данных необходимо выявлять неисправности при работе датчиков. Для обработки и преобразования, получаемых от систем мониторинга сведений, предлагается использовать искусственную нейронных сетей, которая позволит обеспечить качественную обработку полученной информации, распознать сбои в работе датчиков.

Моделирование нейронной сети осуществлялась с помощью инструмента Neural Network Toolbox [8, 9]. В качестве основной архитектуры был выбран многослойный персептрон, обоснованность его использования подтверждается многократными экспериментальными исследованиями, выполненными в процессе решения задачи преобразования данных и свертывания множества произведенных измерений.

На рис. 3 показана схема преобразования произведенных измерений одного наблюдаемого параметра в итоговое значение, характеризующее его текущее состояние.

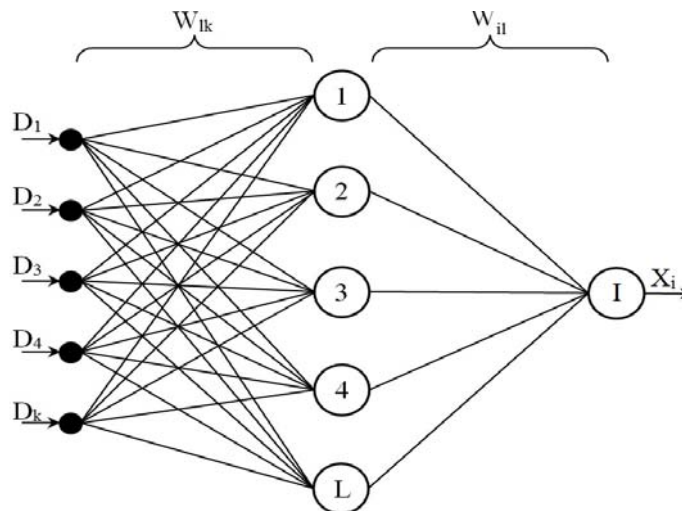


Рис. 3. – Структурная схема преобразования данных систем мониторинга технического состояния электроэнергетического оборудования

Для каждого параметра оборудования количество нейронов на входе соответствует количеству выполненных измерений, а на выходе имеется один нейрон, который отражает результат выполненных измерений состояния контролируемых параметров оборудования.

Математическая модель нейрона описывается выражением [10]:

$$x_i = f(s) = f\left(\sum_{l=0}^L w_{il} f\left(\sum_{k=0}^K w_{lk} d_k\right)\right), \quad (1)$$

где d_k – компонент входного вектора ($k = \overline{1, K}$); w_{lk} – весовые коэффициенты между входным и скрытым слоями ($l = \overline{1, L}$); w_{il} – весовые коэффициенты между скрытым и выходным слоями ($i = \overline{1, I}$); L – число нейронов в скрытом слое; $f(s)$ – функция активации; x_i – выходной сигнал.

Таким образом, на входе нейронной сети подается k -мерный вектор текущих измерений технического состояния наблюдаемого параметра оборудования D_k . Экспериментально выбирается оптимальное количество нейронов в скрытом слое L . Выражение (1) описывает результат классификации набора измерений управляемого параметра $X_i = X_i(D_k)$.

Функцией активации нейронной сети была выбрана сигмоидальная функция:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}. \quad (2)$$

Многослойный персептрон с функцией активации сигмовидной нейроны способен аппроксимировать любую функциональную зависимость.

Для расчета показателя состояния оборудования необходимо преобразовать абсолютные значения в относительные. Нормализация текущих измерений и их нормативных значений происходит с использованием нейронной сети (рис. 4). Для каждого измеренного параметра определяется максимальное пороговое значение, далее значения текущего измерения и нормативного делятся на него. Таким образом, значения всех контролируемых параметров будут варьироваться в диапазоне $[0; 1]$.

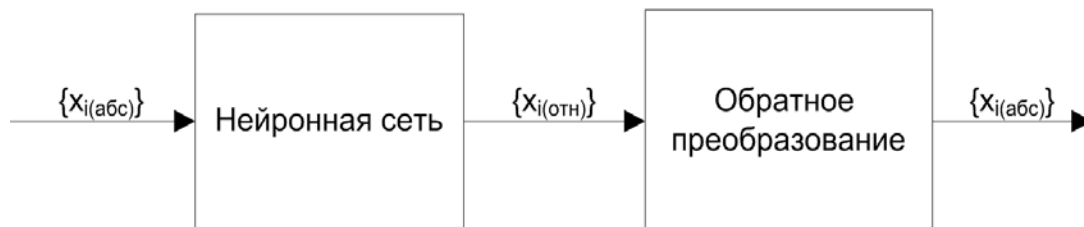


Рис. 4. – Схема преобразования данных систем мониторинга в относительные величины

Таким образом, при расчете показателя технического состояния производственного фонда значения измеренных и нормативных данных будут преобразованы в относительные значения. При запросе оператора на получение фактических значения контролируемых параметров будет происходить обратное преобразование, что позволит получать сложные и разнородные данные о состоянии объекта в понятной и доступной форме.

Литература

1. Гаглоева И.Э., Добаев А.З., Дедегкаева А.А. Разработка математической модели комплексной оценки состояния электроэнергетических объектов // Инженерный вестник Дона, 2013, №3 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1842/.

2. Гаглоева И.Э. К вопросу о разработке модели обработки информации о техническом состоянии оборудования для повышения эффективности процесса обновления производственных фондов электроэнергетических объектов // Trendy współczesnej nauki. Gdańsk: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2013. С.10-12.

3. Гаглоева И.Э. Разработка методики повышения эффективности процесса обновления и модернизации производственных фондов электроэнергетических объектов // Наукоедение, 2013, №5 (18) URL: naukovedenie.ru/PDF/32tvn513.pdf.

4. Гаглоева И.Э. Роль стандартов в области автоматизации электроэнергетических комплексов // Модернизация экономических систем: взгляд в будущее» (MESLF-2016). Прага, 2016. С.223-225.

5. Быстрицкий Г.Ф., Киреева Э. А. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий. М.: Машиностроение, 2012. 592 с.

6. Шаякбаров Н.Ф., Зорин Д.С. Анализ производительности систем управления базами данных при работе с большим объемом информации // Инженерный вестник Дона, 2015, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2974/.

7. Leibfried Th. Monitoring von Leistungstransformatoren. Etzt auch fuer kleine und mittlere Baugroessen. Elektrizitaetswirtschaft, 1999, №20. 42p.

8. Da Silva I.N., Spatti D.H., Flauzino R.A., Liboni L.H.B., dos Reis Alves S.F. Artificial Neural Networks. A Practical Course. Springer, 2017. 309p.



9. Rojas R. Neural Networks. A Systematic Introduction Springer, 1996. 512p.

10. Кудухов А.Н. Гаглоева И.Э. Анализ особенностей обучения нейронных сетей // I Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы современной науки». Ставрополь, 2014. С. 162-166.

References

1. Gagloeva I.E., Dobaev A.Z., Dedegkaeva A.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1842/.

2. Gagloeva I.E. Trendy współczesnej nauki. Gdańsk: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2013. pp.10-12.

3. Gagloeva I.E. Naukovedenie, 2013, №5 (18) URL: naukovedenie.ru/PDF/32tvn513.pdf.

4. Gagloyeva I.E. Modernizatsiya ekonomicheskikh sistem: vzglyad v budushcheye» (MESLF-2016). Praga, 2016. pp. 223-225.

5. Bystritskiy G.F., Kireyeva E. A. Spravochnaya kniga po energeticheskomu oborudovaniyu predpriyatiy i obshchestvennykh zdaniy [Reference book on energy equipment of enterprises and public buildings]. Moscow: Mashinostroyeniye, 2012. 592p.

6. SHayakbarov N.F., Zorin D.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2. ч.2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2974/.

7. Leibfried Th. Monitoring von Leistungstransformatoren. Etzt auch fuer kleine und mittlere Baugroessen. Elektrizitaetswirtschaft, 1999, №20. 42p.

8. Da Silva I.N., Spatti D.H., Flauzino R.A., Liboni L.H.B., dos Reis Alves S.F. Artificial Neural Networks. A Practical Course. Springer, 2017. 309p.

9. Rojas R. Neural Networks. A Systematic Introduction Springer, 1996. 512p.



10. Kudukhov A.N. Gagloeva I.E. I Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Problemy i perspektivy sovremennoy nauki». Stavropol', 2014. pp. 162-166.