

**С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

ПМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

№ 1 (2019)

Павлодар

МАЗМҰНЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

О постановке на учет, переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 17022-Ж

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики, электротехнологии,
автоматизации, автоматизированных и информационных систем,
электромеханики и теплоэнергетики

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Нефтисов А. В., доктор PhD

Ответственный секретарь

Шапкенов Б. К., к.тех.н., профессор

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Алиферов А. И.,	д.т.н., профессор (Россия)
Боровиков Ю. С.,	д.т.н., профессор (Россия)
Новожилов А. Н.,	д.т.н., профессор
Горюнов В. Н.,	д.т.н., профессор (Россия)
Говорун В. Ф.,	д.т.н., профессор
Бороденко В. А.,	д.т.н., профессор
Клецель М. Я.,	д.т.н., профессор
Никифоров А. С.,	д.т.н., профессор
Марковский В. П.,	к.т.н., доцент
Хацевский В. Ф.,	д.т.н., профессор
Шокубаева З. Ж.	технический редактор

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

© ПГУ имени С. Торайгырова

Азаматова Д. А., Никифоров А. С., Төлебаева Ж. А., Малгаждар С. Е. Байланысты-беттік су жылытқыштарды пайдалана отырып, су жылыту қазандықтары жұмысының тиімділігін арттыру	15
Азаматова Д. А., Никифоров А. С., Төлебаева Ж. А., Нұрғалиев Н. Е. Қайнау қабатындағы күйдіру технологиясың жетілдіру	23
Ақанова А. С., Оспанова Н. Н., Абильдинова Г. М., Есимова Д. Д. «Өткізу бюросы» автоматтандырылған жүйенің логикалық ұйымдастырылуы	29
Ахмедов К. М., Олейник А. И., Ткенов Ш. А. Жылжымалық құрылғылардың қосымшаны қосылу сағаттарының жылу тиімділігін зерттеу	35
Ахметов Б. С., Лахно В. А., Абуова А. К. Темір жол көлігіндегі төтенше жағдайларды талдауға арналған зияткерлік технологиялар	43
Ахметов Б. С., Лахно В. А., Еркелдесова Г. Т. Уақыттық шектеулер жағдайында жоғары жылдамдықты көлік қозғалысын автоматтандыру және диспетчерлеу	52
Ахметов Б. С., Лахно В. А., Оралбекова А. О. Жоғары жылдамдықты темір жол көлігі жүйелерінің жай-күйін бұзбайтын бақылау, диагностикалау және детектеу құралдары мен әдістері	61
Бейсенбі М. А., Мусабаева Ш. С., Сатпаева А. К., Кисикова Н. М., Садвакасова А. У. «Гиперболикалық омбилика» сыныбында құрылған көп өлшемді және бейсызықты жүйелерді зерттеу	72
Беркетов С. С., Азаматова Д. А., Төлебаева Ж. А., Айтмағамбетова Г. А., Антикеев Д. Г. Каталитикалық қондырғылар негізінде әр түрлі қатты отындарды жағуға арналған қазандықтардың қолдану ерекшеліктері	85
Беркетов С. С., Гафуров Р. Ш. Зерттеу нұсқаларын орнату қазандық қВ-ТК-100-150 өтеу үшін кететін қуатын қайта жаңарту кезеңіне	91
Горячев Я. В., Никифоров А. С. Шығарылған газдардың жылуды қалпына келтіру қағидасы бойынша жану құрылғыларын өзірлеу	99
Гуляков В. С., Вусихис А. С., Толымбекова Л. Б., Жунусов А. К. Су-мазутты эмульсия негізіндегі композициялық отынды қолдану тиімділігі	105
Достияров А. М., Умирзаков Р. А., Абдирова М. Т., Мерғалимова А. К. Жылу генераторы жұмысының астықты кептіру режиміне және жану өнімдерінің ұйыттылығына әсері	113

Дюсенов К. М., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К. Экономичные Технологии Высокочастотного Нагрева Воды	128
Елубай М. А., Кожахметова М. М. Перепрофилирование установки МТБЭ в ЭТБЭ	138
Жумагулова З. Б. Исследование эффективности использования рукавных фильтров в условиях работы теплоэнергетических предприятий	144
Ибраева С. С. Снижение тепловых потерь на трубопроводах тепловых сетей за счет применения современных изолирующих материалов	154
Исупова Н. А., Төкен Ә. Ж. Совершенствование электрооборудования на транспортных средствах	162
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П. Эффективные технологии обогрева с микропроцессорным управлением	168
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П. Автоматика систем водоснабжения Smart Home	177
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П., Волгин М. Е. Вопросы молниезащиты электропитающих сетей до 1000 В	186
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П. Защиты от импульсных перенапряжений для низковольтных сетей	195
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Алимгазин А. Ш., Кислов А. П., Марковский В. П., Шапкенов Б. К. Применение энергосберегающих технологий в освещении г. Аксу	203
Кислов А. П., Марковский В. П., Шапкенов Б. К., Алимгазин А. Ш., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б. Применение технологии «зеленое отопление» для энергообеспечения объекта детский эко-техноцентр г. Аксу	212
Копишеев Э. Е., Сулейменов И. Э., Байпакбаева С. Т., Игликов И. В., Нуртазин А. Датчики с управляемой чувствительностью для телемедицинских систем на основе полиэлектролитных гидрогелей	222
Кликушин Ю. Н., Кошеков А. К. Выбор параметров для представления структуры рукописных символов на основе идентификационных измерений	230
Кошеков К. Т., Калантаевская Н. И., Латыпов С. И. Нейросетевые технологии в энергетическом комплексе	237
Кошеков К. Т., Латыпов С. И., Калантаевская Н. И. Алгоритм диагностики электроэнергетического оборудования с интеллектуальной обработкой сигналов	244
Кошеков К. Т., Хайбуллин Р. Р., Гаврилова М. А. Использование режима timo при построения канала связи с удаленными объектами экологического мониторинга	255

Кошекова Б. В., Савостин А. А. О возможности построения сети передачи сейсмических данных на основе 4G технологии	268
Кучербаев М. С., Жуматаев Д. Ш. Проблемы использования запальных горелок при розжиге котлоагрегатов	275
Марковский В. П., Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б. Комплексная система измерения рисков в энергетических компаниях	282
Мендыбаев С. А., Байкенова Н. Б., Чуприна М. А., Садвокасова Г. М. Исследование переходных процессов источника тока с крутопадающей внешней характеристикой	289
Мустафин А. Х., Кабылкайыр Д. Н., Искакова Т. А., Грёбенкин В. В. Разработка методов защиты насосных агрегатов от вибрационных нагрузок	296
Несмеянова Р. М., Дюсенбаев Д. К. Способы регулирования давления на нефтеперекачивающих станциях	303
Нукенов К. К. Установка и моделирование солнечной системы в сочетании с тепловым насосом	309
Оразбеков Е. А., Смайлов Н. К., Жамангарин Д. С., Жетписбаева А. Т. Проведение сетей доступа на основе технологии GPON в городе Экибастуз	322
Пшембаев М. К. К вопросу выбора эффективного пропиточного состава для защиты дорожных бетонных покрытий от коррозионных разрушений	332
Рахимова Д. Ж., Никифоров А. С. Проблемы утилизации крупногабаритных резинотехнических изделий ...	347
Риттер Е. С., Савостин А. А., Риттер Д. В. Система распределения сверхвысокочастотной энергии на облучаемые объекты	355
Сабденов К. О., Касимова С. А. Аксиоматический подход в теории горения газов на основе понятий «Поверхность горения» и «Нормальная скорость пламени». Часть 1. Основное уравнение турбулентного пламени	361
Сабитова М. К., Кинжибекова А. К. Использование электрических котлов для теплоснабжения микрорайона «Достык» г.Павлодар	372
Саканов К. Т., Жумаш А., Горшкова Л. В., Курманов А. К. Оптимизация конструктивных решений жилых зданий строящихся в мкр. Сарыарка г. Павлодара	378
Саканов К. Т., Альтаев Ж. Х., Шинтимиров М. А., Курманов А. К. Влияние формы подошвы фундамента на деформируемость основания	385

К. Т. Кошекoв¹, С. И. Латыпов², Н. И. Калантаевская³

¹д.т.н., профессор, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Факультет инженерии и цифровых технологий, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан;

²PhD докторант, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан;

³PhD докторант, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан
e-mail: ¹kkoshekov@mail.ru; ²slatypov@mail.ru; ³natasha0487@mail.ru.

АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ

Для успешного развития производственного сектора, а так же повышения качества обеспечения электроэнергией потребителей, необходима слаженная работа всей энергетической системы. Причем как на этапе производства электроэнергии, так и при транспортировке и распределении. Очевидно, что не малую роль в выполнении поставленных задач играет надёжность всего задействованного оборудования.

Надёжность электроэнергетического оборудования, в большей степени, закладывается технологией производства. Тем не менее, вероятность выхода из строя зависит и от многих других факторов. Например: качество выполненных монтажных работ, условия эксплуатации и так далее.

Для предотвращения аварийных состояний требуется своевременное обнаружение развивающихся дефектов. Применение современных диагностических методов и оборудования позволяют в значительной степени снизить вероятность возникновения аварий.

Ключевые слова: диагностика, интеллектуальные приборы, обработка сигналов, прогнозирование развития дефектов, электроэнергетическое оборудование.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день для большинства оборудования, применяемого в электроэнергетических системах, существуют типовые методики проведения диагностических измерений и испытаний.

В некоторых случаях процесс диагностики сводится к подключения готовых приборов к определенным функциональным частям исследуемого оборудования. После сопряжения подопытных образцов и диагностических приборов производится индикация результатов. Для ряда измерительных инструментов предусмотрена возможность сохранения получаемых данных, а так же их передачи на центральные диспетчерские пульты, серверы, компьютеры и прочее. Отправка данных производится с целью проведения дальнейших манипуляций с измерительными сигналами.

В то же время, существуют и такие методики диагностики, которые подразумевают привлечение различных диагностических приборов или даже лабораторий. Так, например, при диагностике маслонаполненных трансформаторов выполняется целый ряд мероприятий:

1) химический анализ масла, при котором определяются показатели качества трансформаторного масла: электрическая прочность, кислотное число, содержание водорастворимых кислот, наличие механических примесей, цвет, наличие растворенного шлама;

2) электрический контроль масла, в результате которого определяется тангенс угла диэлектрических потерь и пробивное напряжение;

3) хроматографический анализ масла с определением содержания газов, антиокислительной присадки, влаги, азота и кислорода;

4) вибрационные измерения параметров вибраций трансформатора;

5) термографические измерения, оценка и анализ температуры разрядов;

6) акустическая регистрация звуковых импульсов для определения локализации, возникающих при электрических разрядах, с помощью датчиков, устанавливаемых на стенку бака.

Естественно, что при выполнении такого количества испытаний и привлечении разнотипного оборудования, говорить о скорости диагностирования не приходится. К тому же, увеличение числа операций, каждая из которой имеет свою погрешность, отрицательно влияет на вероятность правильного диагностирования.

Существуют современные диагностические системы, позволяющие практически мгновенно получить результаты. Причём в ряде случаев не приходится даже обесточивать испытуемое оборудование. Но развитие применения таких высокопроизводительных систем диагностики осложняется их высокой стоимостью и сложностью обслуживания. Как правило, для подключения к испытуемому оборудованию и получения результатов

необходимо наличие специально обученного высококвалифицированного специалиста-эксперта.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На кафедре «Энергетика и радиоэлектроника» Северо-Казахстанского государственного университета имени М. Козыбаева ведутся исследования интеллектуальных методов обработки измерительных сигналов с целью повышения точности и скорости диагностирования.

В работе [1] описана возможность модернизации виброанализаторов путем дополнительного подключения интеллектуального блока анализа временных характеристик измерительного сигнала. В его структуру входит база данных, включающая экспертные оценки, и база знаний, построенная на основе метода идентификационных измерений свойств регулярности/хаотичности характеристик вибросигналов по технологии шкал. В результате проведенных исследований установлена эффективная оценка состояния нефтедобывающих станков-качалок.

Был проведен ряд исследований [2] на электроэнергетических объектах, находящихся в ведении АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» (г. Петропавловск, Казахстан). Для исследования были выбраны акустические сигналы маслонаполненных трансформаторов. Очевидно, что форма сигнала определенного дефекта индивидуальна.

Целью исследования стало – исследовать возможность применения технологий искусственного интеллекта и цифровой обработки сигналов для совершенствования метода акустического контроля и диагностики силового оборудования, разработать новый алгоритм диагностирования.

Методика обработки диагностических сигналов базируется на применении технологий идентификационных измерений и сортировки по назначенным классам, а так же статистической обработки ряда выборок. Для реализации поставленных задач должна быть построена интеллектуальная система, функционирующая в двух режимах: обучение и измерение. Каждый режим, в свою очередь, реализуется пошаговым выполнением определённых манипуляций.

Алгоритм режима обучения можно представить в виде последовательного выполнения трёх шагов, как это показано на рисунке 1.

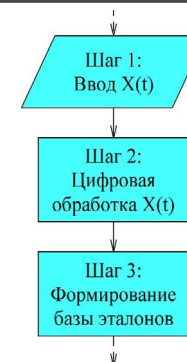


Рисунок 1 – Режим обучения

Первый шаг алгоритма подразумевает ввод эталонных сигналов, характеризующих то или иное дефектное состояние. В проводимом исследовании такой сигнал представляет собой акустический образ дефекта.

На рисунке 2 представлен пример образа звукового сигнала, характерный для дефекта выводов трансформатора.

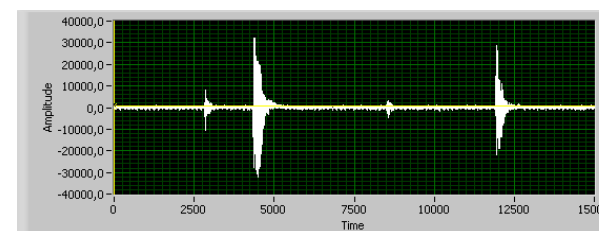


Рисунок 2 – Образ звукового сигнала дефекта

Как видно из рисунка 2, звуковые сигналы дефектов имеют сложную форму, содержат стационарные и нестационарные составляющие, что усложняет их описание математическими зависимостями.

Вторым шагом режима обучения производится цифровая обработка сигналов с определением ряда вида:

$$Id_i = f[A_i, F_i, S_i, D_i, R_i, \sigma_i, E_i, MAD_i, A_{rms_i}, V_i, M_i, H_i]. \quad (1)$$

Первые пять значений ряда являются идентификационными параметрами определяемые по временной шкале. Последующие значения – статистические параметры.

Идентификационный параметр A характеризует форму распределения сигнала $X'(t)$, который, в свою очередь, является функцией $X(t)$ ранжированной по возрастанию (Рисунок 3).

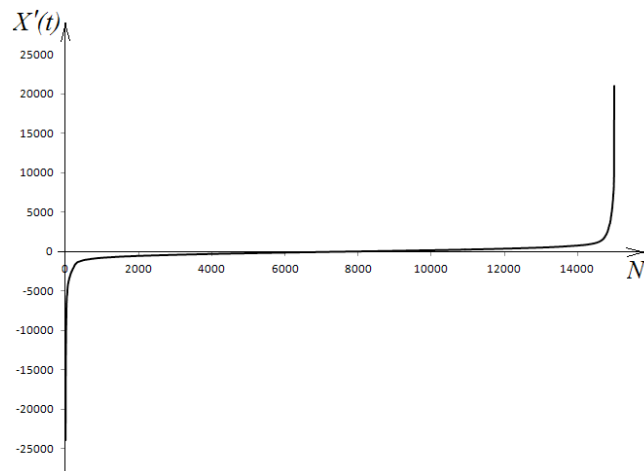


Рисунок 3 – Ранжирование значений исследуемого сигнала $X_i(t)$

$$A = 2 \cdot \frac{|\overline{\Delta X'(t)}|}{|\overline{X(t)}|} \cdot N, \quad (2)$$

где $\overline{X(t)}$ – среднее значение сигнала $X(t)$;

$\overline{\Delta X'(t)}$ – среднее значение приращения ранжированного сигнала;
 N – количество выборок исследуемого сигнала.

Идентификационный параметр F является характеристической частотой исследуемого сигнала:

$$F = \frac{|\overline{\Delta X(t)}|}{|\overline{\Delta X'(t)}|}, \quad (3)$$

где $\overline{\Delta X(t)}$ – среднее значение приращения исследуемого сигнала.

Для определения идентификационного параметра формы S сигнал $X'(t)$ равномерно дискретизируется по уровню. Производится разбиение графика функции по оси ординат на десять равных частей. При этом получаются

девять характеристических точек $C(1)$ - $C(9)$. Значения функции в этих точках определяют идентификационный S -параметр:

$$S = \frac{C(8) - C(2)}{C(9) - C(1)} 100, \quad (4)$$

Идентификационные параметры D и R определяются в процессе нахождения отклонений между мгновенными значениями исследуемого сигнала (M -Scale) с мгновенными значениями его ранжированными по возрастанию (D -Scale) и убыванию (R -Scale) репликами. Данная операция подробно описана в [3].

Далее находятся статистические параметры, характеризующие исследуемый сигнал. Среднеквадратичное отклонение функции σ вычисляется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N |X_i - \mu|^2}, \quad (5)$$

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i, \quad (6)$$

где μ – среднее арифметическое выборки.

Следующий статистический параметр E – энергия сигнала, вычисляется по формуле:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^w |F_i|^2}{|w|}, \quad (7)$$

где F_i – компоненты спектра дискретного вейвлет-преобразования,
 w – размер окна (число компонент спектра).

Среднее абсолютное отклонение MAD – величина, используемая для оценки прогнозных функций, вычисляется по формуле:

$$MAD = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |N_i - m(N)|, \quad (8)$$

где $m(N)$ – среднее арифметическое значение.

Среднее квадратическое (квадратичное) значение это число, равное квадратному корню из среднего арифметического квадратов данных чисел:

$$A_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |N_i|^2}. \quad (9)$$

Дисперсия это мера разброса значений случайной величины относительно её математического ожидания. Вычисляется по формуле:

$$V = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N |N_i - \mu|^2. \quad (10)$$

Мода M – значение во множестве наблюдений, которое встречается наиболее часто.

Энтропия по Шенону – информационная двоичная энтропия для независимых случайных событий с N возможными состояниями, распределённых с вероятностями p_i :

$$H(N) = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i. \quad (11)$$

Таким образом, по формулам (2) – (11), находятся все значения ряда, характеризующего исследуемый сигнал.

Третий шаг режима обучения связан с систематизацией полученных данных. При участии эксперта формируется база эталонов в виде реляционной базы данных, то есть лингвистической и числовой матрицы эталонов:

$$S^{\mathcal{E}}[a \times b] = \begin{bmatrix} \text{Класс}_{11}(Id_1^{\mathcal{E}1}) & \text{Класс}_{12}(Id_2^{\mathcal{E}1}) & \dots & \text{Класс}_{1b}(Id_b^{\mathcal{E}1}) \\ \text{Класс}_{21}(Id_1^{\mathcal{E}2}) & \text{Класс}_{22}(Id_2^{\mathcal{E}2}) & \dots & \text{Класс}_{2b}(Id_b^{\mathcal{E}2}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{Класс}_{a1}(Id_1^{\mathcal{E}a}) & \text{Класс}_{a2}(Id_2^{\mathcal{E}a}) & \dots & \text{Класс}_{ab}(Id_b^{\mathcal{E}a}) \end{bmatrix}, \quad (12)$$

где a – количество назначенных классов (состояний объекта диагностики);
 b – количество идентификационных параметров.

Для каждого класса определяются диапазоны принадлежности:

$$\text{Класс}_{ij}(Id_j^{\mathcal{E}i}) = (\min Id_j^{\mathcal{E}i}, \max Id_j^{\mathcal{E}i}), \quad (13)$$

где $\min Id_j^{\mathcal{E}i}$ – минимальное значение диапазона для определенного вида дефекта;

$\max Id_j^{\mathcal{E}i}$ – максимальное значение диапазона для определенного вида дефекта.

Алгоритм режима измерения, как и режима обучения, выполняется пошагово. Последовательность его выполнения складывается из пяти шагов, как это показано на рисунке 4.



Рисунок 4 – Режим измерения

Первые два шага алгоритма (рисунок 4) в режиме измерения не отличаются от режима обучения. Разница состоит в том, что теперь производится обработка уже не эталонного сигнала, а диагностируемого. Так же, как и в случае с режимом обучения, формируется массив характеристических параметров.

При выполнении третьего шага режима измерения определяется принадлежность сигнала к диапазону класса по диагностическим параметрам:

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } Id_{xi} \in \text{Класс}_{ij}(Id_j^{\mathcal{E}i}) \\ 0, & \text{если } Id_{xi} \notin \text{Класс}_{ij}(Id_j^{\mathcal{E}i}) \end{cases}. \quad (14)$$

Следующим шагом производится формирование таблицы принадлежности диагностических параметров. Такая таблица представляется в форме матрицы:

$$P[b \times a] = \begin{bmatrix} & \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \cdot & \varepsilon_b \\ Id_{x1} & d_{11} & d_{12} & \cdot & d_{1b} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ Id_{xa} & d_{a1} & d_{a2} & \cdot & d_{ab} \end{bmatrix}. \quad (15)$$

По результатам выполнения пятого шага алгоритм режима измерения формируется выходное суждение. Для этого анализируется выходной код, который получается при логическом перемножении значений d для каждого класса:

$$OutCode = \prod_{i=1}^a d_{ij}. \quad (16)$$

Предложенный метод позволяет провести модернизацию инструментов диагностики с дополнительным внедрением блоков с интеллектуальной цифровой обработкой измерительных сигналов. Возможность определения вида неисправности непосредственно у объекта диагностирования, в полевых условиях, позволит отказаться от других методов анализа.

Для повышения точности диагностики, а так же для расширения области применения, необходимо увеличить размерность массива Id_i . Так же положительно повлияет на расширение области применения использование беспроводных технологий [4].

ВЫВОДЫ

Авторами статьи были проведены исследования по апробации разработанной методики на примере диагностики силовых трансформаторов. С целью получения корректных результатов к работе были привлечены эксперты по диагностике АО «СЕВКАЗЭНЕРГО».

По результатам исследований была сформирована база эталонных сигналов с соответствующими назначенными классами принадлежности по параметрам. Из общего числа рассматриваемых параметров были выбраны наиболее информативные.

По ряду проведенных измерений и обработке множества измерительных сигналов точность диагноза составила порядка 85 %.

База данных эталонов индивидуальна для каждого объекта диагностики. Так как она наращивается, то можно внести неограниченное количество дефектов и использовать наиболее информативные параметры из возможных.

Корректность приводимой классификации определяется, главным образом, компетентностью эксперта, назначающего классы. Поэтому при использовании данного метода в общей погрешности классификации будет дополнительно присутствовать субъективная составляющая.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Koshekov, K. T., Klikushin, Yu. N., Kobenko, V. Yu., Sofina, N. N., Savostin, A. A., Kashevkin, A. A. Testing a Pump Unit by Identification Measurements of Vibration Signals // Russian Journal Nondestructive Testing. – Vol. 52. – No 5. – 2016. – P. 280–286.

2 Латыпов, С. И., Аушакимов, А. К., Дарий, Е. М., Зыкова, Н. В. Современные тенденции в диагностике маслонаполненных трансформаторов. Материалы МНПК «Козыбаевские чтения – 2018 : Евразийский потенциал и новые возможности развития в условиях глобальных вызовов». – Т. 2. – Петропавловск : СКГУ им. М. Козыбаева, 2018. – С. 288–291.

3 Кошекков, К. Т., Савостин, А. А., Кашевкин, А. А., Астапенко, Н. В., Кошеккова, Б. В. Модернизация виброанализаторов на основе идентификационных измерений. Дефектоскопия. Федеральное государственное унитарное предприятие «Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр «Наука» (Екатеринбург). – № 5. – 2018. – С. 26–32.

4 Кошекков, К. Т., Савостин, А. А., Кашевкин, А. А., Адильбеков, А. Е. Система диагностики и мониторинга нефтегазового оборудования на основе беспроводных технологий. Вестник ПГУ. Энергетическая серия. – Павлодар, 2017. – № 3 – С. 70–79.

Материал поступил в редакцию 06.02.19.

К. Т. Кошекков¹, С. И. Латыпов², Н. И. Калантаевская³

Зияткерлік сигналды өңдеу арқылы электрлік жабдықты диагностикалау алгоритмі

^{1,2,3}Инженерлік және сандық технологиялар факультеті,

М. Қозыбаев атындағы

Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,

Петропавл қ., 150000, Қазақстан Республикасы.

Материал 06.02.19 баспаға түсті.

K. T. Koshekov¹, S. I. Latypov², N. I. Kalantayevskaya³

Algorithm for diagnostics of electric power equipment with intelligent signal processing

^{1,2,3}Faculty of Engineering and Digital Technology,
M. Kozybayev North Kazakhstan State University,
Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 06.02.19.

Өңдеуші секторды табысты дамыту, сондай-ақ тұтынушыларға электрмен жабдықтау сапасын арттыру үшін бүкіл энергия жүйесінің үйлестірілген жұмысы қажет. Электр энергиясын өндіру кезеңінде де, тасымалдау мен тарату кезінде де. Әрине, барлық жабдықтардың сенімділігі берілген тапсырмалардың орындалуында маңызды рөл атқарады.

Электр энергетикалық жабдықтардың сенімділігін көбіне өндіріс технологиясы салады. Солай болса да, істен шығуының ықтималдығы басқа да көптеген факторларға байланысты. Мысалы: орнату жұмыстарының сапасы, пайдалану шарттары және т.с.с.

Апаттардың алдын алу үшін кемшіліктерді уақытылы анықтау қажет. Заманауи диагностикалық әдістер мен жабдықтарды қолдану апаттардың ықтималдығын айтарлықтай төмендетуі мүмкіндік береді.

For the successful development of the manufacturing sector, as well as improving the quality of electricity supply to consumers, the coordinated work of the entire energy system is necessary: both at the stage of electricity generation, and during the transportation and distribution. Obviously, the reliability of all the involved equipment plays an important role in the fulfillment of the assigned tasks.

The reliability of electric power equipment, to a greater extent, is laid by the production technology. However, the probability of failure also depends on many other factors. For example: the quality of the installation work, operating conditions, and so on.

To prevent accidents, timely detection of developing defects is required. The use of modern diagnostic methods and equipment can significantly reduce the likelihood of accidents.

ГРНТИ 49.29.14

K. T. Koshekov¹, P. P. Xaybuldin², M. A. Gaerilova³

¹доктор PhD, профессор, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Факультет инженерии и цифровых технологий, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150007, Республика Казахстан;

²д.т.н., ст. преподаватель, кафедра «Промышленный транспорт», Транспортно-дорожный факультет, Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, 100000, Республика Казахстан;

³магистр, ст. преподаватель, кафедра «Технологии систем связи», Факультет энергетики, автоматизации и телекоммуникаций, Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, 100000, Республика Казахстан

e-mail: ¹kkoshekov@mail.ru; ²medtex20050@mail.ru; ³ylita2005@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЖИМА МИМО ПРИ ПОСТРОЕНИЯ КАНАЛА СВЯЗИ С УДАЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

При активной работе промышленных предприятий Казахстана остро встает вопрос об оценке влияния производственного процесса на экологическое состояние окружающей атмосферы. В современном мире понятия связь и экологический мониторинг тесно связаны друг с другом. Не имея физической возможности постоянно находиться на удаленных промышленных объектах, на помощь приходят автоматические станции контроля атмосферы. В данной статье рассматриваются проблемы построения канала связи с удаленными объектами экологического мониторинга.

Ключевые слова: экологический мониторинг, беспроводные системы связи, передача данных, окружающая среда, технология МИМО.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях интенсивного освоения недр Казахстана, важным является оценка влияния этих мероприятий на окружающую среду и условия жизнедеятельности общества.

Экологический мониторинг (мониторинг окружающей среды) – комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе

Теруге 06.02.2019 ж. жіберілді. Басуға 26.02.2019 ж. қол қойылды.
Пішімі 70x100 $\frac{1}{16}$, Кітап-журнал қағазы.
Шартты баспа табағы 26,8. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова
Тапсырыс № 3374

Сдано в набор 06.02.2019 г. Подписано в печать 26.02.2019 г.
Формат 70x100 $\frac{1}{16}$, Бумага книжно-журнальная.
Услпеч.л. 26,8. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы
Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова
Заказ № 3374

«КЕРЕКУ» баспасынан басылып шығарылған
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«КЕРЕКУ» баспасы
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
e-mail: kereku@psu.kz
www.vestnik.psu.kz