

ISSN 2220-3699

**СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД  
И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

***ТРУДЫ ДЕВЯТОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ***

*ПОСВЯЩАЕТСЯ 90-ЛЕТИЮ  
СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА*

**НОВОКУЗНЕЦК  
25-26 НОЯБРЯ 2020 г.**

УДК 621.34.001.2 (0758)

А 18

**Автоматизированный электропривод и промышленная электроника:** Труды Девятой научно-практической конференции / Под общей редакцией В.Ю. Островляничика, В.А.Кубарева. — Новокузнецк: изд-во СибГИУ, 2020 г. — 216 с., ил.

ISSN 2220-3699

Сборник содержит труды IX Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию СибГИУ. В докладах представлены результаты научных исследований и практических приложений по проектированию, созданию математических моделей, теоретических основ энергосберегающего автоматизированного электропривода с традиционным и микропроцессорным управлением, решению проблем электроснабжения электрических установок и учета электрической энергии. Рассматриваются решения, ориентированные на применение в производстве и учебном процессе.

Сборник предназначен для научных работников, инженерно-технических работников предприятий, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

Под общей редакцией: д.т.н., проф. Островляничика В.Ю.  
к.т.н., доц. Кубарева В.А.

ISSN 2220-3699

© Сибирский государственный  
индустриальный университет, 2020

2. Официальный сайт Unified Architecture: – США – URL: <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/> (дата обращения: 11.09.2019);

3. Официальный сайт Kepware: – США – URL: <https://www.kepware.com/en-us/products/kepserverex/> (дата обращения: 11.09.2019).

УДК 621.31

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ

**А. В. Костык, В. А. Кузнецов, Е. С. Кузнецова**

*Сибирский государственный индустриальный университет, г.  
Новокузнецк*

В данной работе приводится анализ основных параметров генератора для разработки предиктивной диагностики. Предиктивная диагностика это новое направление в области диагностики работающего электрооборудования. Интеллектуальный анализ параметров позволяет сделать прогноз о состоянии электрооборудования.

Ключевые слова: предиктивная диагностика, анализ данных, статистика, нормальное распределение, частота генератора, температура активной стали, температура железа, температура меди, осевая и поперечная виброскорость, нейронные сети.

В настоящее время, в связи с активным развитием цифровой и полупроводниковой промышленности, происходит масштабная цифровизация промышленного оборудования. Датчики, установленные на определенных узлах агрегата, в режиме реального времени считывают значения данных параметров, после чего измеренное значение сохраняется в SCADA системе, предназначенной для диспетчерского управления и сбора данных, а также их архивирования. До определенного времени сохраненные данные были необходимы лишь для поиска причины возникновения неисправности оборудования. Но с развитием нейронных сетей и машинного обучения появляется возможность использовать эти данные для предупреждения возможных

неисправностей в конкретном узле агрегата, что даст возможность отойти от привычных методов диагностики и полагаться в большей степени на предупреждения, исходящие от системы, основанной на принципе машинного обучения. Такой метод диагностики получил название «Предиктивная диагностика», от англ. «predictive» - предсказывающий, пророческий.

Нельзя сказать, что предупреждение аварийных ситуаций без введения предиктивной диагностики невозможно, однако в связи с необходимостью постоянного визуального контроля технологических параметров системы, принятием решений и выдаче рекомендаций в реальном времени в условиях недостатка информации, учета большого количества разноплановых факторов и исходных данных, а также недостаточной квалификации персонала возникают аварийные ситуации [1].

Предиктивная диагностика основывается на принципе обнаружения всех потенциально опасных дефектов на ранней стадии развития, наблюдения за их развитием и на этой основе составляется долгосрочный прогноз состояния оборудования. Каждый экземпляр промышленного оборудования уникален, потому данная система должна настраиваться для каждого конкретного агрегата индивидуально. Данная система использует методы статистического и интеллектуального анализа данных. Анализируются текущие и исторические показания датчиков для составления предсказаний о будущих значениях каждого из параметров. Из исторических данных формируются типичные зависимости – паттерны, которые описывают поведение системы в определенных ситуациях. В настоящее время экспертные системы используются для решения различных типов задач в таких областях, как финансы, нефтяная и газовая промышленность, энергетика, транспорт, космос, телекоммуникации и связь, фармацевтическое производство, химия, образование, и др. Методы предиктивного анализа продолжительное время используются в биржевой и рыночной аналитике, для предсказания дальнейшего движения курсов, цен и т.п. Анализ данных производится по законам статистики. В большей степени используется закон нормального распределения в связи с тем, что нормальное распределение встречается в нашей жизни на каждом

шагу. Так, если построить гистограмму роста тысячи случайно выбранных людей, то в результате получится нормальное распределение, имеющее пик в точке, которая соответствует среднему росту в группе людей, но при этом будет наблюдаться некоторый разброс вокруг среднего. Большинство значений, близких к среднему, концентрируются в центре, а незначительная часть значений, сильно отклоняющихся от среднего, равномерно распределяется вправо и влево [2]. Помимо анализа данных, система предиктивной диагностики должна быть обучена распознавать предаварийные ситуации, используя нейросети и машинное обучение, основываясь на исторических данных.

Говоря о том, что такое нейронная сеть, стоит отметить, что это совокупность нейронов, соединенных друг с другом определенным образом. Нейрон представляет из себя элемент, который вычисляет выходной сигнал (по определенному правилу) из множества входных сигналов. Между собой нейроны соединены абсолютно по-разному, это определяется структурой конкретной сети [3].

Одним из важнейших применений нейронных сетей в системе предиктивной диагностики является решение задачи классификации. Оно представляет собой разделение объектов по определенным и заданным заранее признакам. Также имеется возможность выделить объекты, не подходящие по признакам ни к одной группе.

Для анализа работы синхронного генератора, были получены данные о его состоянии во время работы за временной промежуток, равный трем календарным месяцам. В данном случае мы измеряем такие параметры, как температура активной стали возбудителя в точках 1, 2, 3, 4, 5; температура меди фазы 1, 2, 3 в точках 1, 2, 3; температура железа, фаза 1, 2, 3 в точках 1, 2, 3; температуры заднего и переднего подшипников генератора; осевая, поперечная и вертикальная виброскорость переднего подшипника генератора; осевая, поперечная и вертикальная виброскорость заднего подшипника генератора; активная мощность генератора; реактивная мощность генератора; частота вращения ротора точка 1, 2; частота генератора.

В программной среде Statistica были получены результаты обработки этих данных в виде графиков. Отчетливо видно, что нормальному закону распределения соответствуют только такие параметры, как частота генератора (Рисунок 1), температура железа фаза II, паз №25 т.2 (Рисунок 2). А такие параметры, как температура активной стали возбудителя, т.2 (Рисунок 3), виброскорость переднего подшипника генератора, вертикальная (Рисунок 4), температура меди, фаза I, паз №2, т.2 (Рисунок 5), а также остальные параметры не подчиняются нормальному закону распределения.



Рисунок 1 – Гистограмма распределения значений параметра «частота генератора»

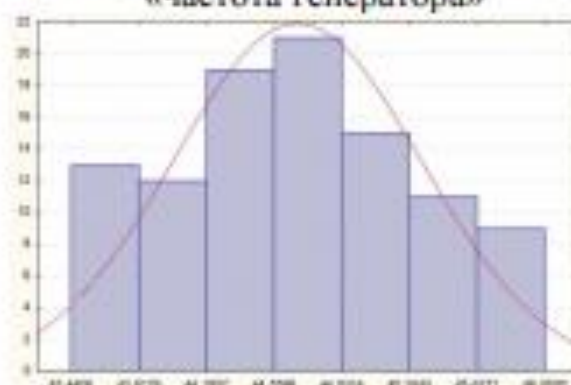


Рисунок 2 – Гистограмма значений параметра «температура железа фаза II паз №25, т.2»

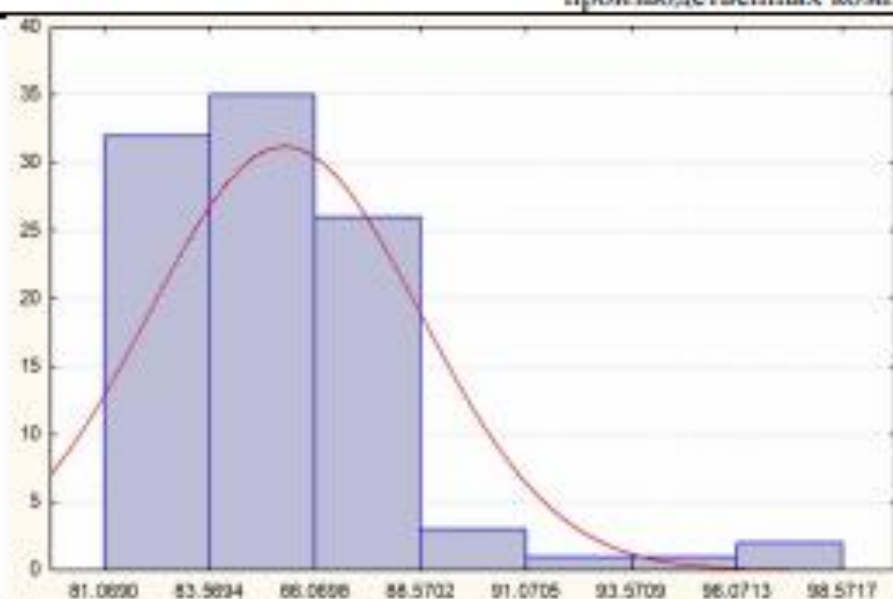


Рисунок 3 – Температура активной стали возбудителя, т.2

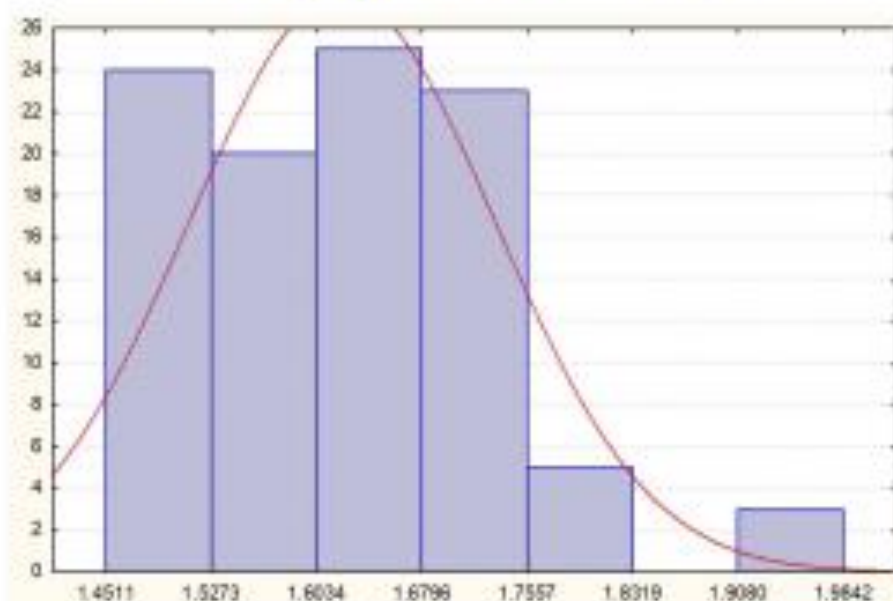


Рисунок 4 - Виброскорость переднего подшипника генератора, вертикальная

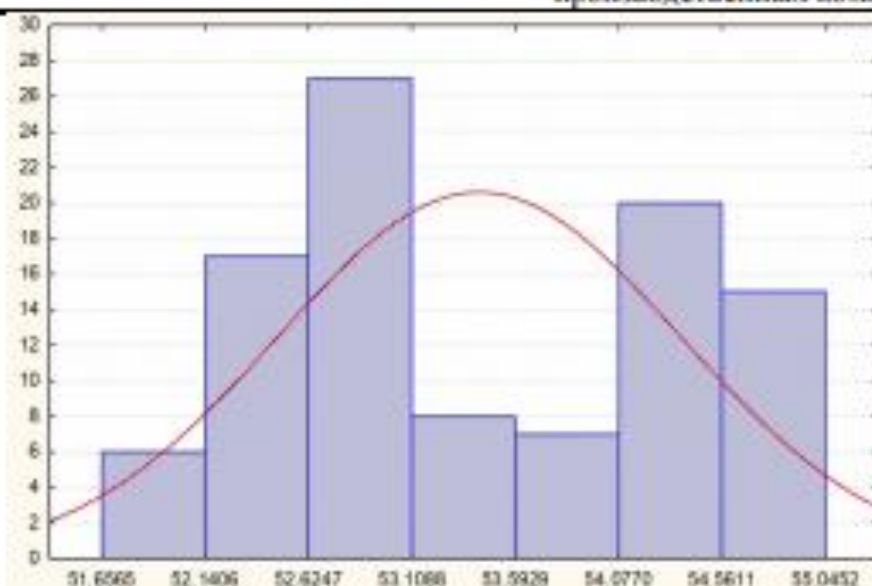


Рисунок 5 - Температура меди, фаза I, паз №2, т.2

Таким образом, из-за недостаточного объема параметров для статистики, тяжело сделать вывод о виде распределения параметров данного генератора. В дальнейшем для анализа потребуется больший объем данных, чтобы определить вид распределения параметров исследования и построить в дальнейшем нейронную модель агрегата.

#### Список литературы:

1. Абу-Абед Ф.Н., Допира Р.В., Попов П.Г., Кордюков Р.Ю. Построение нейросетевого классификатора для снижения риска аварий при эксплуатации сложных технических систем
2. Добренъков В.И., Кравченко А.И. Фундаментальная социология: В 15 т. Т. 2: Эмпирическая и прикладная социология. - М.: ИНФРА-М, 2004. - VI, 986 с.
3. Гафаров Ф.М. Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. - 121 с.

4. Использование методов предиктивной аналитики для обработки сигналов с датчиков частоты вращения роторных машин/ Ильичев В. Ю., Юрик Е. А./ Technical Sciences.

5. Обзор по теме исследования «Моделирования системы управления знаниями на основе нейросети» / С. Тарабринс. – Международный научный журнал

6. «Молодой ученый» №22 (208)/2018

7. Создание систем предиктивной аналитики для энергетических объектов/Андрюшин А. В., Щербатов И. А., Цуриков Г. Н., Титов Ф. М. – Московский энергетический институт.

8. Разработка архитектуры интеллектуальной системы функциональной диагностики турбогенератора/ Розум Т. И., Полищук В. И. – Томский политехнический университет/ Вестник Сибири. 2015. Спецвыпуск.

УДК 621.317.38

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И УЧЕТА РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

**С. А. Кузьмин, Е. С. Кузнецова, В. А. Кузнецов**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Рассмотрено устройство для измерения и учета расхода электроэнергии, а так же состояние систем учета электроэнергии на современных промышленных предприятиях. Проведен сравнительный анализ трех крупных производителей АСКУЭ.

Ключевые слова: электроэнергия, энергоэффективность, системы учета электроэнергии, расходы, промышленное предприятие.

Стоимость электроэнергии на современных промышленных предприятиях составляет 20 - 30% от себестоимости продукции, а для более энергозатратных предприятий - 40% и более. Поэтому, многие промышленные предприятия стремятся к максимальной энергоэффективности на своих производствах.