

Общие вопросы электроэнергетики

МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

© 2015 г. Костюков В.Н., Тарасов Е.В., Путинцев С.Л.

ООО Научно-производственный центр “Динамика”¹

e-mail: post@dynamics.ru

Приводятся результаты применения стационарной системы мониторинга технического состояния и автоматической диагностики КОМПАКС производства НПЦ “Динамика” для устранения внезапных отказов и аварий оборудования тепловых электрических станций. Представлено описание функций системы, ее возможности и преимущества применения. Подробно описаны примеры работы вспомогательного оборудования, в основном врашающихся агрегатов под управлением системы.

Ключевые слова: динамическое оборудование, мониторинг технического состояния, диагностическая сеть, тренд вибропараметров, виброперемещение.

Мониторинг технического состояния агрегатов – наблюдение за процессом изменения его работоспособности с целью предупреждения персонала о достижении предельного состояния. Мониторинг позволяет перевести большинство отказов из категории внезапных для персонала в категорию постепенных за счет раннего их обнаружения [1].

Отсутствие компьютерного мониторинга с автоматической диагностикой неисправностей на вспомогательном динамическом оборудовании негативно отражается на работе всей электростанции. При этом многие вспомогательные агрегаты эксплуатируются без резерва, и их внезапный отказ приводит к снижению объема и качества вырабатываемой электрической энергии, а в некоторых случаях и к полной остановке энергоблока.

Системы мониторинга технического состояния и автоматической диагностики КОМПАКС[®] (СДМ) обеспечивают круглосуточный мониторинг изменения технического состояния вспомогательного оборудования и поддержку принятия решений персоналом для обеспечения его надежной работы. Для этого на агрегаты, состоящие из приводного электродвигателя, трансмиссии и исполнительной машины, устанавливаются датчики вибрации, в питающие ячейки на подстанции устанавливают датчики тока.

Применение систем компьютерного мониторинга технического состояния и предупреждения аварий КОМПАКС[®] позволяет обеспечить безаварийную работу вспомогательного оборудования тепловой электрической станции путем автоматической диагностики обнаружения

¹ 1644040, Россия, г. Омск, ул. Нефтезаводская, д. 53. ООО НПЦ “Динамика”.

зарождающихся неисправностей и постоянного мониторинга развития неисправностей в реальном времени [2]. Все измеряемые параметры системами КОМПАКС® накапливаются в базах данных системы за различные временные интервалы от 12 ч до 9 лет (12 ч, 4 и 40 суток, 1 год и 9 лет) и передаются персоналу по их запросу для просмотра и анализа [3].

Для обеспечения единого информационного пространства посредством ОРС-протокола реализуется двухсторонний обмен данными между системой КОМПАКС® и АСУ ТП, а также благодаря развернутой на станции диагностической сети Compacts-Net® вся диагностическая информация с систем КОМПАКС® передается на рабочие места специалистов электростанции, ответственных за безаварийную эксплуатацию динамического оборудования и проведение своевременного и качественного ремонта, что позволяет им быть в курсе всех изменений технического состояния эксплуатируемого оборудования и принимать своевременные меры для обеспечения его безаварийной эксплуатации.

Встроенная автоматическая экспертная система в системах КОМПАКС® ведет распознавание неисправностей и скоростей их роста в соответствии с [4].

Система КОМПАКС® переводит отказы агрегатов из категории внезапных в категорию постепенных, своевременно предупреждая персонал посредством речевого оповещения и вывода на экран экспертных сообщений о проблемах в оборудовании. Благодаря этому системы обеспечивают вывод вспомогательного динамического оборудования в ремонт при полном использовании его ресурсов – достижение состояния “Требует принятия мер” (ТПМ) или “Недопустимо” (НДП) и сохранении ремонтопригодности. Автоматическая диагностика обеспечивает приемку оборудования из ремонта с объективной оценкой его состояния и гарантированным качеством ремонта с техническим состоянием “Допустимо”.

Ниже приведены примеры работы вспомогательного динамического оборудования Рефтинской ГРЭС под контролем систем КОМПАКС®. Общее число динамического оборудования составляет 684 агрегата, при этом системами контроля и блокировки в эксплуатации оснащены только 10 турбогенераторов, вырабатывающих электрическую энергию, а остальное, так называемое вспомогательное динамическое оборудование, не имеет каких либо средств контроля. Такая же ситуация с оснащением системами контроля 1–2% динамического оборудования на всех тепловых электрических станциях.

Пример 1. Системой КОМПАКС® был предупрежден аварийный выход из строя вентилятора горячего дутья ЗВГД-А (рис. 1).

В связи с выводом в ремонт агрегата ЗВГД-Б в работу включили вентилятор горячего дутья ЗВГД-А. Сразу при пуске техническое состояние вентилятора соответствовало состоянию НДП по двойному размаху виброперемещения (Spp) со стороны заднего подшипника вентилятора (ЗПВ) № 4 (участок 1). При этом автоматическая экспертная система провела анализ сигналов и выдала персоналу предупреждение “Проверь_крепление” и “Проверь_подшипник_(сепаратор)”.

По рекомендациям системы персонал провел обтяжку крепления и замену смазки, что привело к снижению двойного размаха виброперемещения до технического состояния ТПМ

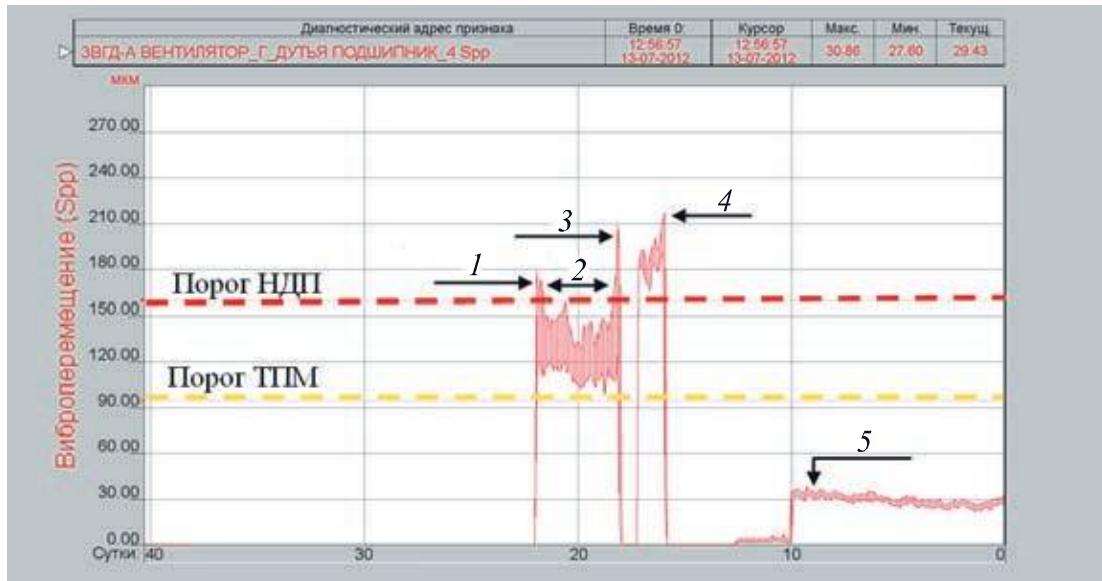


Рис. 1. 40-суточный тренд двойного размаха виброперемещения подшипника № 4 вентилятора горячего дутья ЗВГД-А

(участок 2). Чуть более 3 суток подшипник № 4 отработал с техническим состоянием ТПМ (участок 2).

Однако дефект сепаратора в подшипнике продолжал развиваться, и начался быстрый рост двойного размаха виброперемещения, техническое состояние агрегата перешло в состояние НДП. Система КОМПАКС® выдала персоналу речевое предупреждение о необходимости принятия незамедлительных мер на агрегате ЗВГД-А. Однако в связи с тем, что резервный агрегат ЗВГД-Б все еще находился в ремонте, было принято решение продолжить эксплуатацию агрегата ЗВГД-А под мониторингом системой КОМПАКС®, но при этом принять все меры для скорейшего завершения ремонтных работ на резервном агрегате.

Когда двойной размах виброперемещения достиг 190 мкм (участок 3), было принято решение на краткосрочную остановку агрегата ЗВГД-А. В период остановки персонал провел замену смазки, проверку состояния крепления и центровки (на разбор агрегата не было времени) и продолжил его эксплуатацию. Проведенные мероприятия немного снизили уровень виброперемещения, но техническое состояние агрегата оставалось в зоне НДП. Агрегат под мониторингом технического состояния с автоматической диагностикой системой КОМПАКС® проработал еще более суток до запуска в работу после ремонта агрегата ЗВГД-Б (участок 4).

После проведенного ремонта вентилятора горячего дутья ЗВГД-А уровень двойного размаха виброперемещения вала Spp снизился в 7 раз, и агрегат в дальнейшем работал с техническим состоянием “Допустимо” (участок 5).

Применение системы КОМПАКС® позволило персоналу своевременно получать информацию об изменении технического состояния диагностируемого оборудования и, опираясь на данные, выдаваемые системой, принимать оперативные решения по обеспечению безопасной эксплуатации динамического оборудования.

Пример 2. Дутьевой вентилятор 7ДВ-А работает с техническим состоянием НДП по двойному размаху виброперемещения со стороны подшипника заднего вентилятора (ПЗВ) № 4

(рис. 2). Система КОМПАКС[®] выдала персоналу предупреждения “Проверь_балансировку”, “Проверь_крепление”.

В спектре сигнала виброперемещения подшипника № 4 (рис. 3) хорошо видно преобладание оборотной составляющей, при общем уровне среднего квадратического значения

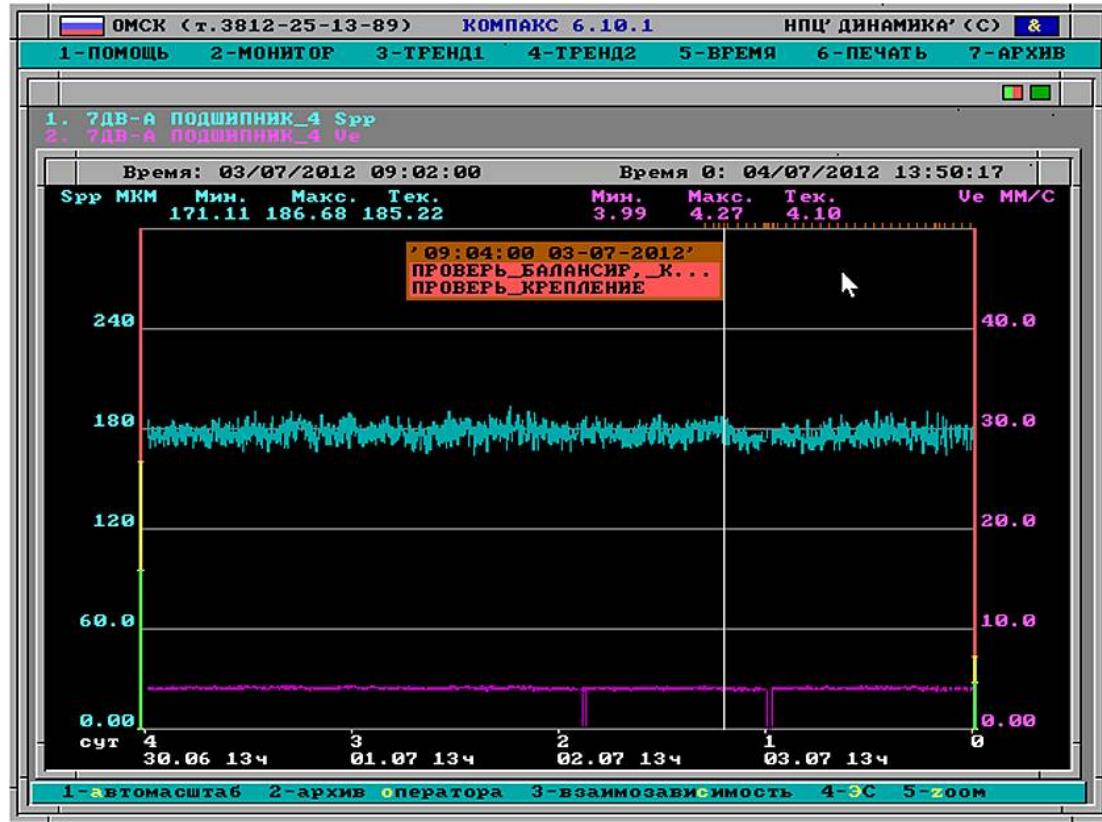


Рис. 2. 4-суточный тренд вибропараметров агрегата 7ДВ-А

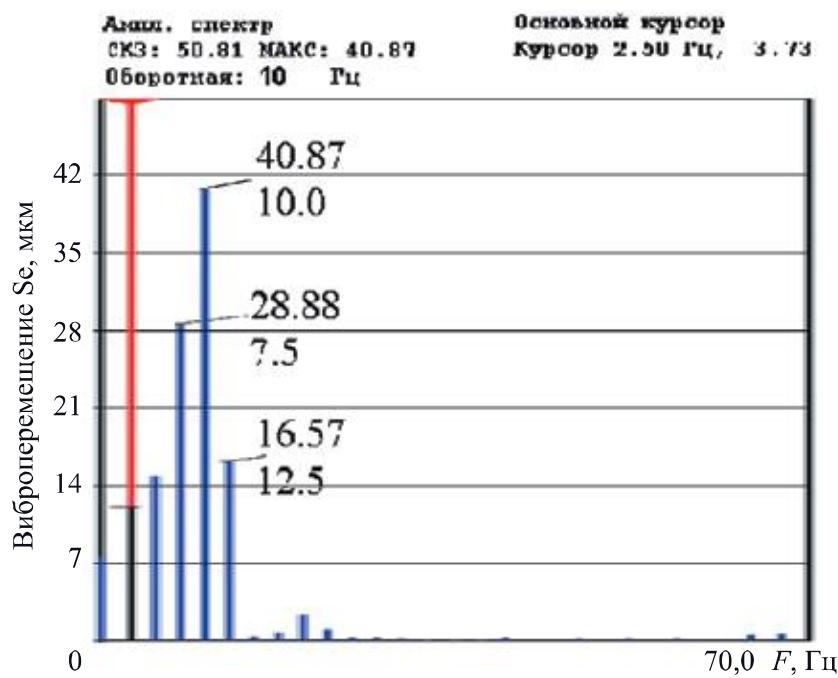


Рис. 3. Амплитудный спектр ЗПВ дутьевого вентилятора 7 ДВ-А

(СКЗ) виброперемещения 50.81 мкм на обратную составляющую приходится примерно 80% – 40.87 мкм.

Своевременно проведенные работы по балансировке агрегата 7ДВ-А перевели его техническое состояние в зону “Допустимо”, тем самым позволили повысить эксплуатационную готовность агрегата и снизить затраты на ремонт.

Пример 3. Дымосос 7Д-Б работал непродолжительное время в техническом состоянии “Допустимо”. СКЗ виброскорости подшипника переднего дымососа (ППДс) № 3 находилась в пределах 1.8–2.5 мм/с (рис. 4).

При дальнейшей эксплуатации дымососа наблюдался постепенный рост виброскорости в зону ТПМ, а впоследствии и НДП. Автоматическая экспертная система выдала персоналу предупреждение “Проверь_центровку”, “Проверь_подшипник_(внутреннюю_обойму)”. На спектре огибающей виброускорения (рис. 5) наблюдается явно выраженная частотная составляющая (162.58 Гц) – “Дефект внутренней обоймы”.

В связи с отсутствием требуемого числа запасных частей персонал принял решение продолжить эксплуатацию дымососа под мониторингом технического состояния, обеспечиваемым системой КОМПАКС®. При дальнейшей эксплуатации дымососа наблюдается медленный рост виброскорости практически до 12 мм/с.

После получения запасных частей на дымососе 7Д-Б проведены ремонтные работы.

В данном случае наличие круглосуточного постоянного мониторинга неисправностей, обеспечиваемого системой КОМПАКС®, позволило персоналу вести эксплуатацию дымососа 7Д-Б в состоянии НДП, ежеминутно получать обновленные диагностические данные и автоматические экспертные сообщения. При обнаружении системой КОМПАКС® быстрого роста вибропа-

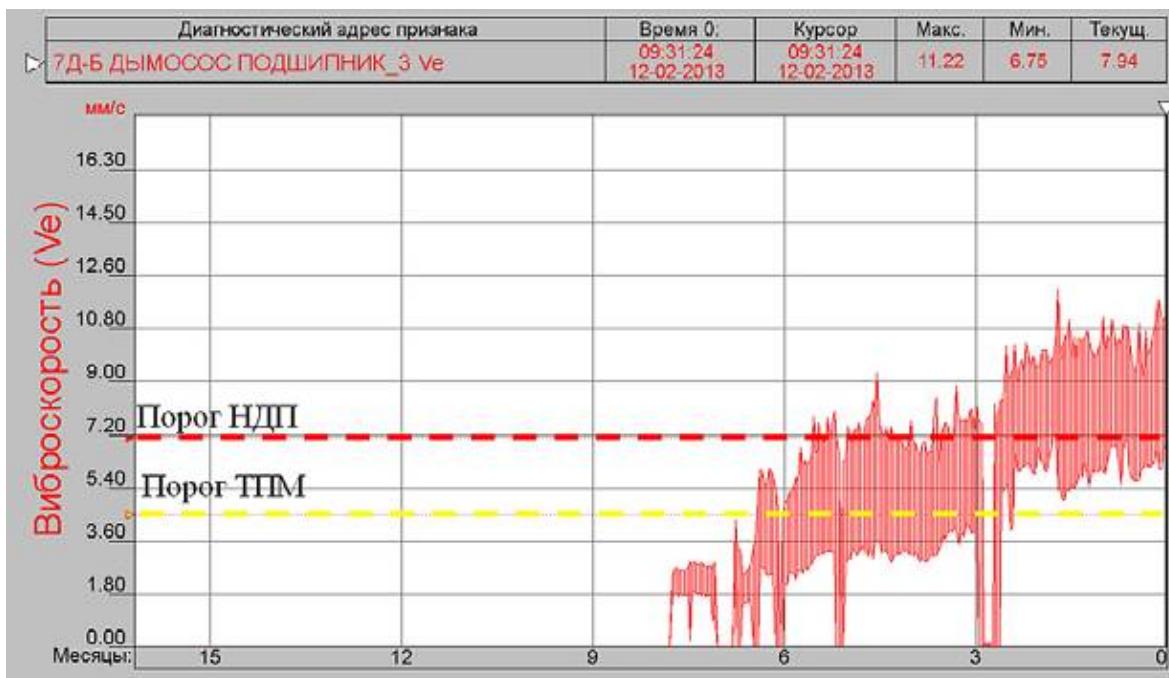


Рис. 4. 15-месячный тренд вибропараметра дымососа 7Д-Б

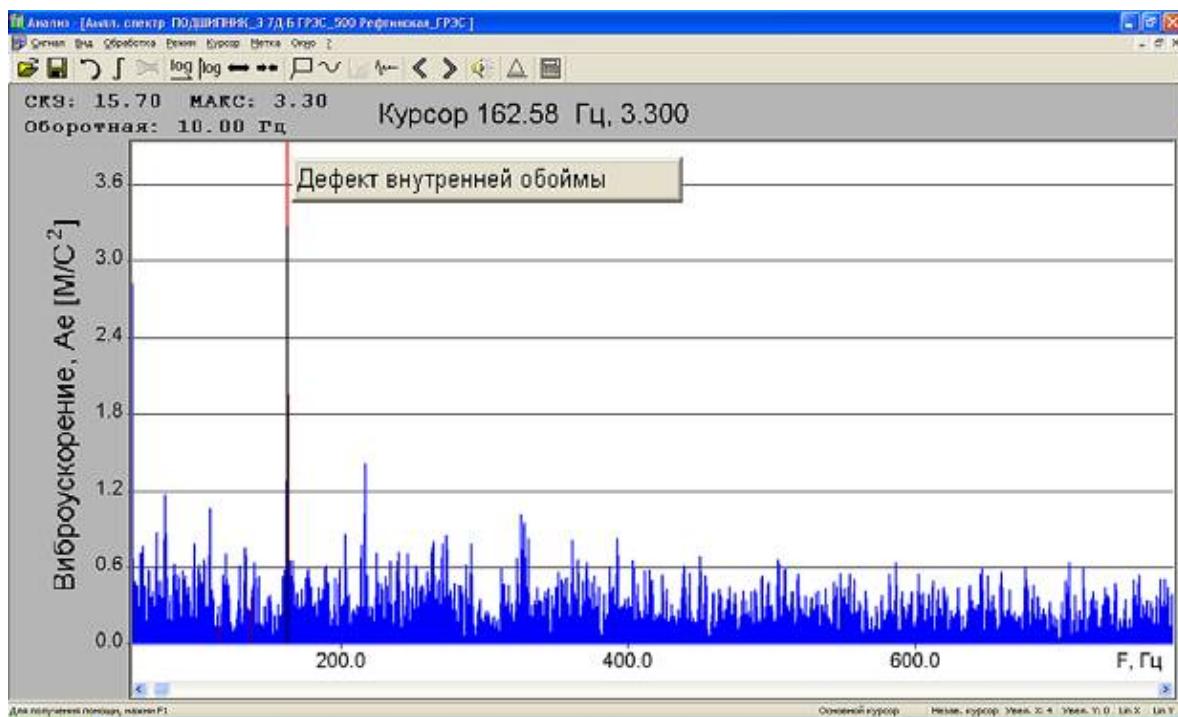


Рис. 5. Огибающая виброускорения дымососа 7Д-Б

раметров персонал имел возможность своевременно остановить агрегат, не допуская аварийных ситуаций.

Пример 4. Системой КОМПАКС[®] был предупрежден случай аварийного выхода из строя вентилятора горячего дутья 8ВГД-Ж (рис. 6). На тренде виброперемещения подшипника № 2



Рис. 6. 40-суточный тренд вибропараметра агрегата 8ВГД-Ж

прослеживается постепенный переход агрегата из технического состояния “Допустимо” в состояние ТПМ, а затем и в НДП.

На 40-суточном тренде (участки 1, 2) хорошо виден рост виброперемещения с 20 до 400 мкм в течение 4-х суток. Система КОМПАКС® выдавала персоналу экспертные сообщения “Проверь_подшипник_(внутреннюю обойму)”, “Проверь_ центровку”.

В связи с отсутствием технологической возможности вывести в ремонт данный вентилятор служба эксплуатации провела замену смазки в подшипнике, что привело к снижению виброперемещения до 230 мкм (участок 3) и в таком состоянии под постоянным мониторингом, проводимым системой КОМПАКС®, агрегат эксплуатировался еще 4 суток. Затем агрегат был остановлен, выведен в ремонт и выполнена замена подшипников электродвигателя.

Выводы

1. Оснащение вспомогательного динамического оборудования стационарной системой мониторинга технического состояния и автоматической диагностики 1 класса – КОМПАКС® позволяет устранить аварии и так называемые “внезапные отказы”, перевести их в категорию “постепенных”, “наблюдаемых” и “управляемых персоналом” посредством речевого оповещения и вывода на экран экспертных сообщений о проблемах в диагностируемом оборудовании. Благодаря этому обеспечивается вывод агрегата в ремонт при полном использовании его ресурса (достижении состояния “Требует принятия мер” или “Недопустимо”) и сохранении ремонтопригодности. Автоматическая диагностика обеспечивает приемку агрегата из ремонта с объективной оценкой его состояния и гарантированным качеством ремонта с техническим состоянием “Допустимо”.

2. Наличие системы КОМПАКС®, обеспечивающей мониторинг технического состояния и автоматическую диагностику, позволяет определить причину зарождения и развития неисправностей, определить фундаментальные причины отказов и помочь персоналу в определении конкретных мероприятий, которые необходимо выполнить для обеспечения долговременной безаварийной эксплуатации динамического оборудования [5].

Список литературы

1. Костюков В.Н. Мониторинг безопасности производства. М.: Машиностроение, 2002.
2. Костюков В.Н., Бойченко С.Н., Костюков А.В. Автоматизированные системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств (АСУ БЭР - КОМПАКС®) / под ред. В.Н. Костюкова. М.: Машиностроение, 1999.
3. ГОСТ Р 53564-2009. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга. М.: Стандартинформ, 2010.

4. ГОСТ Р 53565-2009. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов. М.: Стандартинформ, 2010.
5. Костюков А.В., Костюков В.Н. Повышение операционной эффективности предприятий на основе мониторинга в реальном времени. М.: Машиностроение, 2009.

Новое в российской электроэнергетике



НОВОЕ В РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ
Ежемесячный научно-технический электронный журнал
№ 2 февраль 2015 г.

Издаётся с января 1997 года

Редколлегия

Главный редактор

Н.Д. Рогалев,

доктор технических наук, профессор. Ректор НИУ «МЭИ»

Первый заместитель главного редактора

В.Д. Буров,

кандидат технических наук, профессор НИУ «МЭИ»

Ответственный секретарь

Е.Ф. Галтеева,

кандидат технических наук, ООО «Информационное агентство «Энерго-пресс»

Члены редколлегии:

Э.К. Аракелян, доктор техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

А.В. Богловский, канд. техн. наук, ст.н.с.
НИУ «МЭИ»

И.П. Верещагин, доктор техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

В.А. Гашенко, доктор техн. наук. Зам. директора
ОАО «ЭНИЦ»

В.В. Жуков, доктор техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

Ю.И. Жуков, канд. техн. наук. ОАО «Россети»

В.М. Зорин, доктор техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

А.Т. Комов, доктор техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

А.Я. Консов, доктор техн. наук, профессор.
Президент ООО «ИЦ-ГТ»

В.М. Лавыгин, канд. техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

А.С. Оська, канд. техн. наук. Зам. генерального
директора по производству ОАО «МОСЭНЕРГО»

Ю.В. Парфенов, доктор техн. наук, доцент
НИУ «МЭИ»

Т.И. Петрова, доктор техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

А.П. Пильщикова, канд. техн. наук, доцент.
ООО «Информационное агентство «Энерго-пресс»

П.В. Росляков, доктор техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

Б.А. Рыбаков, канд. техн. наук. Директор
по развитию ООО «Интерэнерго»

В.К. Соляков, канд. техн. наук, доцент.
ООО «Информационное агентство «Энерго-пресс»

А.А. Сухих, доктор техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

Г.В. Томаров, доктор техн. наук, профессор.
Генеральный директор ЗАО «Геотерм-ЭМ»

М.Г. Тягунов, доктор техн. наук, профессор
НИУ «МЭИ»

Р.М. Хазиахметов, директор по технической
политике и развитию ОАО «РусГидро»

Научное редактирование **А.П. Пильщикова**

Корректура *Г.Н. Грошева*
Верстка *Л.В. Софейчук*

Подписано к выпуску 25.02.15 Объем 4,1 уч.-изд. л.

Адрес редакции: 111250, Москва, ул. Красноказарменная, 17

Телефон/факс (495) 362-7589

E-mail: avs@energo-press.ru <http://www.energo-press.info>

СОДЕРЖАНИЕ

Номер 2, 2015

О подписке на электронный журнал «НОВОЕ В РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»

4

Общие вопросы электроэнергетики

Мониторинг безопасной эксплуатации оборудования тепловых электрических станций

В.Н. Костюков, Е.В. Тарасов, С.Л. Путинцев

6

Эрозионно-коррозионный износ в котлах-утилизаторах парогазовых установок

Т.И. Петрова, Л.И. Селезнев, Ю.В. Богатырева

14

В помощь производству

Опыт интерпретации требований к устойчивости энергосистем

В.П. Герих, А.Б. Ратуш

24

Модернизация комплексного воздухоочистительного устройства как вариант устранения ошибок проектирования

В.Л. Жохов

31

Новые книги

Монография “Теория и технология систем управления.

Многофункциональные АСУТП тепловых электростанций”

Под общей редакцией д.т.н, проф. Ю.С. Тверского

42