

Авторы: Глезеров С.Н., Ундольский А.А., Юров В.В.,

ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ», г. Санкт-Петербург, Россия.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГИСТРАТОРОВ АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

Аннотация: описан пример построения системы мониторинга повреждаемости основного оборудования на базе существующей системы регистрации аварийных событий.

Ключевые слова:

повреждаемость оборудования, система мониторинга, регистрация аварийных событий, повышение надежности энергоснабжения, программное обеспечение.



Глезеров Сергей Натанович

Дата рождения: 17.02.1950 г. В 1973 г. окончил Ленинградский политехнический институт по специальности «Автоматизированные системы управления». С 1990 г. по настоящее время — Генеральный директор ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ»

Внедрение регистраторов аварийных событий (РАС) в России началось в 90-е годы XX века. Решалась задача получения объективных данных о протекании аварийных процессов в электроустановках, а также о работе основного оборудования и устройств РЗА и ПА. Параллельно с внедрением РАС развивалась и инфраструктура связи с энергообъектами.

В результате создана сеть регистраторов, объединенных в систему с узловыми точками в ПО (производственные отделения), ЦУС (центры управления сетями), РДУ (региональные диспетчерские управления), ОДУ (объединенные диспетчерские управления) и, наконец, ЦДУ (центральное диспетчерское управление).

Как правило, сетевая инфраструктура любой организации имеет резерв, позволяющий обеспечить передачу дополнительного объема информации от объектов к центральным службам.

В связи с этим, в 2011 году в Саратовских распределительных сетях МРСК Волги возникла идея использовать существующие системы РАС для мониторинга повреждаемости оборудования в Саратовском регионе, включающем семь производственных отделений.

Работа по построению системы мониторинга повреждаемости оборудования была поручена «Научно-производственной фирме «ЭНЕРГОСОЮЗ» г. Санкт-Петербург, имеющей наибольшее число внедрений систем РАС в этом регионе.

Повреждение как фактор влияния на состояние оборудования

Одной из мер по снижению издержек и по-

вышению эффективности расходования средств на поддержание энергетического оборудования в рабочем состоянии является переход от планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания, основывающихся на нормативно-календарных показателях, к обслуживанию и ремонту оборудования по его фактическому состоянию. Очевидно, что необходимым условием такого перехода является осуществление постоянного контроля текущего состояния электрооборудования, позволяющего принимать решения по дальнейшей эксплуатации или необходимости либо целесообразности вывода оборудования из работы.

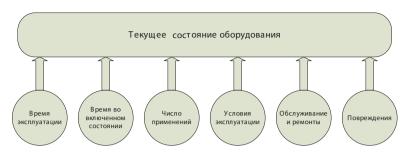
Состояние оценивается по многим критериям, специфичным для каждого вида оборудования, а на изменение текущего состояния оказывают влияние различные эксплуатационные факторы. Применительно к оборудованию подстанций, основными из этих факторов являются следующие: Время эксплуатации — количество времени, прошедшего с момента ввода оборудования в эксплуатацию.

Время нахождения во включенном состоянии — применительно к оборудованию, для которого нахождение во включенном состоянии приводит к его износу, а в отключенном — нет.

Число применений – применительно к оборудованию, для которого одним из главных факторов износа является число случаев его применения (например, для выключателей).

Условия эксплуатации – состояние до начала эксплуатации, режимы работы, характеристики окружающей среды во время эксплуатации, интенсивность и качество эксплуатации и т.п.





Факторы, влияющие на состояние оборудования

Обслуживание, профилактика и восстановление – работы по обслуживанию, профилактике и ремонту оборудования, качество этих работ, влияние на изменение остаточного ресурса.

Повреждения – случаи технологических нарушений, их количество и характер, действия персонала.

Можно видеть, что большинство факторов, влияющих на состояние оборудования, поддаются оценке, планированию и учету. Тем не менее, ряд факторов имеет либо непредсказуемую, либо слабо прогнозируемую природу. К числу последних относятся и случаи повреждения оборудования, что делает актуальным мониторинг, учет и статистический анализ этих повреждений.

Понятие повреждаемости. Удельная повреждаемость.

Понятия «повреждение» и «повреждаемость» являются одними из ключевых понятий, используемых при мониторинге и оценке состояния обо-

рудования. Согласно ГОСТ 27.002-2009. повреждение - это приемлемая для пользователя неполная способность изделия выполнить требуемую функцию. ГОСТ 27.002-2009 отличает повреждение от неисправности, определяя неисправность как состояние изделия, характеризующееся неспособностью выполнить требуемую функцию. При этом событие, которое приводит к состоянию неисправности, определено в ГОСТе как отказ, а вот событие, которое приводит к состоянию повреждения, ГОСТом не определяется. Тем не менее, очевидно, что повреждение основноэлектрооборудования непосредственно связано с технологическими нарушениями в работе энергообъекта (подстанции). Учет технологических нарушений и их классификация ведутся в соответствии с указанным ГОСТ, а также отраслевыми руководящими документами и стандартами предприятий.

Понятие «повреждаемости» не описывается стандартами, однако под по-

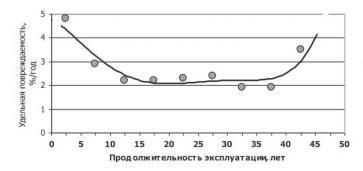
вреждаемостью принято понимать количество повреждений за определенный период времени – как правило, за год.

В работах по анализу надежности оборудования часто используется и понятие «удельной повреждаемости», которая определяется как число происшедших повреждений, приходящееся на 100 единиц оборудования, и выражается в процентах. Удельная повреждаемость является одним из показателей надежности оборудования, проявляющих себя в процессе длительной эксплуатации. Пример графика удельной повреждаемости приведен на рис.1.

Основное оборудование, охватываемое системой мониторинга повреждаемости

При разработке системы был проведен анализ существующих статистических данных об удельной повреждаемости различного типа электрооборудования подстанций. Результаты этого анализа проиллюстрированы на рис. 2.

Из этих данных следует, что подавляющее число повреждений (в сумме около 82%) относится к воздушным ЛЭП и коммутационному оборудованию подстанций (выключателям, разъединителям и т.д.). Очевидно, что при построении системы мониторинга повреждаемости это оборудование должно приниматься во внимание в первую очередь. Кроме того, несмотря на относительно невысокий процент случаев повреждения силовых трансформаторов, представляется целе-



Puc.1. Зависимость удельной повреждаемости от срока эксплуатации силовых трансформаторов на предприятиях электрических и межсистемных сетей, отключенных действием защит или выведенных персоналом по аварийной заявке.

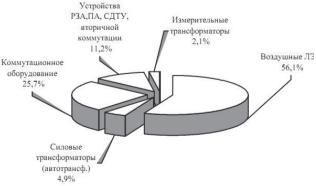


Рис. 2. Распределение количества технологических нарушений в работе электротехнического оборудования в сетях напряжением 110 кВ и выше.

научно-практическое издание



сообразным осуществлять мониторинг повреждений и этого типа оборудования, поскольку оно является одним из самых ответственных и сложных, а также обладает высокими ценовыми показателями – как по своей основной стоимости, так и по работам, связанным с его ремонтом и заменой.

Критерии повреждения

Главная особенность разработанной системы мониторинга повреждаемости оборудования - это переход от полностью ручного ведения базы данных о повреждаемости оборудования к автоматизированному формированию такой базы с использованием технических средств сбора данных о нормальных и переходных режимах энергообъекта. Автоматизация формирования базы повреждаемости оборудования подразумевает автоматическое определение самого события повреждения. Поскольку некоторые события на объекте могут не носить характер повреждения, то критерии повреждения необходимы для определения того, какие из событий следует учитывать для формирования статистики повреждаемости оборудования, а какие нет.

Из имеющихся на объектах автоматизированных систем максимальной полнотой информации о событиях обладает система регистрации аварийных событий (РАС). В эту систему заводится максимально возможное число сигналов от устройств релейной защиты присоединений, сигналов от защит трансформаторов, а также сигналов о состоянии основного коммутационного оборудования подстанции. Кроме того, системой РАС контролируются и аналоговые сигналы объекта - токи, напряжения, температуры и т.д. Возможно также формирование расчетных сигналов на основе логической обработки физических сигналов, подключенных к РАС.

В случае, если на подстанции эксплуатируются микропроцессорные терминалы защиты, то исходная информация о событиях может быть получена и от них.

Наконец, для случая отсутствия

на объекте соответствующих технических средств или невозможности автоматического определения события повреждения в СМПО предусматривается также и ручной ввод данных о повреждениях.

Цели, назначение и функции системы

Основными целями создания СМПО являются:

- автоматизация сбора данных о нарушениях нормального режима и повреждениях оборудования на энергообъектах;
- повышение достоверности и оперативности получения информации о технологических нарушениях персоналом департамента оперативно-технологического управления Саратовских РС:
- автоматизация анализа данных от систем РАС:
- экономия ресурсов, выделяемых на техническое обслуживание, ремонт и восстановление основного электрооборудования энергообъектов.

Назначение СМПО

- получение, сохранение и систематизация информации о повреждаемости оборудования энергообъектов, в том числе по его видам, типам, классам напряжения и другим параметрам;
- уменьшение влияния человеческого фактора на достоверность информации о технологических нарушениях на энергообъектах;
- обеспечение возможности статистического анализа данных о повреждаемости основного оборудования, анализа обстоятельств и причин технологических нарушений, а также выявление наиболее слабых по надежности элементов основного оборудования;
- информационная поддержка принятия решений о периодичности ремонтов, а также о частичной или полной замене оборудования, не обладающего запасом надёжности;
- выявление энергообъектов с наибольшим количеством технологических нарушений для принятия

соответствующих управленческих решений.

Функции СМПО

- сбор, обработка и хранение в электронном виде данных о технологических нарушениях, происходящих на энергообъектах;
- автоматическое определение параметров повреждаемости оборудования на основе анализа файлов регистраторов аварийных событий и других данных о технологических нарушениях с возможностью ручного ввода дополнительных данных;
- формирование и рассылка по e-mail или другим способом отчетов о технологических нарушениях режима работы подстанционного и сетевого оборудования;
- проведение статистического анализа и создание статистических отчетов о работе оборудования за определенные периоды времени.

Программное обеспечение СМПО

Программное обеспечение СМПО служит для реализации функций системы по обработке, анализу, систематизации и представлению пользователям данных о технологических нарушениях на энергообъектах.

Программное обеспечение СМПО включает несколько уровней:

- •Программное обеспечение уровня подстанции (объекта):
- Программное обеспечение уровня производственного отделения;
- Программное обеспечение уровня ЦУС Саратовских РС;
- Программное обеспечение пользовательского уровня.

Программное обеспечение уровня объекта выполняет обработку данных, полученных от системы РАС (таблицы событий, осциллограммы, ОМП, экспресс-отчёты), проверяет выполнение критериев повреждения оборудования, формирует и передаёт на вышележащий уровень пакеты информации о повреждениях.

ПО уровня объекта устанавливается на имеющийся сервер РАС, не требует перенастройки существующего программного обеспечения РАС



и фактически является надстройкой над ним, никак не затрагивая его работу. Вывод РАС из работы также не требуется.

Программное обеспечение уровня производственного отделения служит для ретрансляции данных с уровня объекта на уровень ЦУС. Это ПО помещает во входной каталог центрального сервера СМПО данные о технологических нарушениях, приходящие с объектов. После обработки центральным сервером данные помещаются в базу данных СМПО, после чего они становятся доступны пользователям СМПО.

Программное обеспечение уровня центра управления сетями (ЦУС) функционирует на выделенном сервере, находящемся в локальной вычислительной сети Саратовских РС, которая связана с ЛВС производственных отделений высокоскоростными каналами связи. Основные особенности ПО СМПО уровня ЦУС:

- функционирует в круглосуточном режиме работы на виртуальном сервере под управлением 64-битной серверной операционной системы Windows Server 2008;
- обеспечивает отказоустойчивость системы по отношению к исправности физических серверов, на которых работает виртуальный сервер;
- обеспечивает регулярное создание резервных копий базы данных СМПО на отдельном сервере резервного копирования;
- обеспечивает многопользовательский доступ к информации СМПО по web-интерфейсу;
- реализует механизм «тонкого клиента».

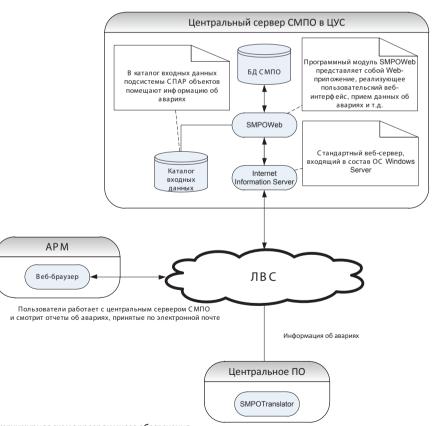
На центральном сервере СМПО в ЦУС Саратовских РС аккумулируются данным по всем объектам. Каждый объект в программном обеспечении СМПО уровня ЦУС привязывается к определенному производственному отделению. Это позволяет просматривать информацию об авариях, проводить статистический анализ технологических нарушений по всему региону, по отдельным производственным отделениям или по отдельным объектам.

Программное обеспечение уровня ЦУС выполняет следующие функции:

- прием данных об аварийных событиях (осциллограммы, отчеты, фотографии и т.д.) с уровня производственного отделения;
- •фиксация аварийных событий в базе данных:
- предоставление пользователю возможности ручного ввода информации о повреждениях;
- обеспечение многопользовательского режима работы;
- контроль доступа к системе;
- ведение журнала событий, содержащего:
- действия пользователей;
- оступление данных об аварийных событиях;
- о служебные события.
- настройка классов итипов оборудования,

- ведение списка оборудования на объектах,
- предоставление возможности статистического анализа накопленных данных путем построения диаграммы количества повреждений по объектам и по типу оборудования, по причине и характеру повреждения;
- предоставление отчетов о повреждениях с возможностью фильтрации:
 - по времени;
 - по объектам:
 - по причинам и характерам повреждения, а также с возможностью получения соответствующей зафиксированной информации о нарушении нормального режима для выбранного повреждения;
- печать и экспорт информации в различные форматы.

Создание и просмотр отчетов



Структурная схема программного обеспечения уровня ЦУС

научно-практическое издание



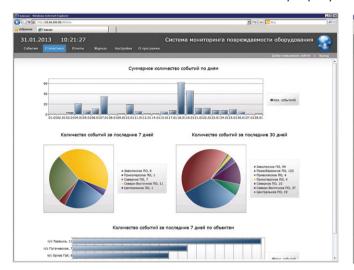
Примеры экранных форм СМПО

31.01.2013 10:19:58

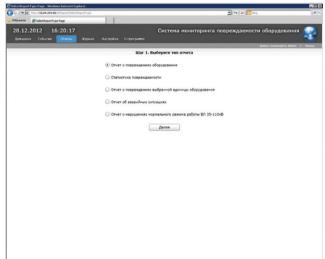
За последние 365 дней ▼ С 31.01.2012

2.01.2013 14:19:52.733 n/c Opnos Fair

Вкладка «События»







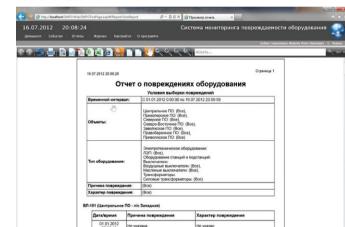
Вкладка «Отчеты»

ного типа.

В программу включен специальный модуль формирования отчетов, позволяющий пользователю указать различные параметры построения отчета, такие как временной интервал, список объектов, класс оборудования и т.д., и на основании этих параметров построить отчет задан-

Программа поддерживает следующие типы отчетов:

• Отчет о повреждениях оборудования. Это тип отчета предназначен для просмотра списка и статистики повреждений оборудования за заданный вре-



Отчет о повреждених оборудования

менной интервал по заданным классам оборудования и объектам.

- Статистика повреждаемости. Отчет предназначен для подсчета количества повреждений, повреждаемости, удельной повреждаемости по объектам и типам оборудования.
- Отчет о повреждениях единицы оборудования. Предоставляет пользователю информацию о повреждениях заданной единицы оборудования за заданный временной интервал.
- Отчет об аварийном событии. Отчет предназначен для получения полной ин-

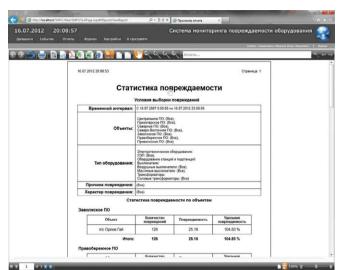
формации об аварийном событии.

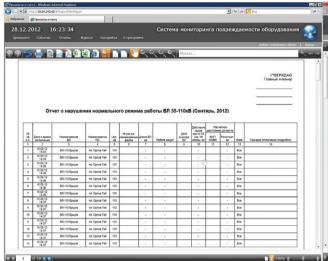
Отчет о нарушениях нормального режима работы ВЛ 35-110 кВ.

С момента внедрения системы мониторинга повреждаемости оборудования в Саратовских сетях прошло еще совсем немного времени, но некоторые результаты её применения уже видны. Среди них можно отметить следующие:

- Автоматическое формирование и централизация базы данных о повреждениях и нарушениях нормального режима на объектах;
- Возможность учета и статистического

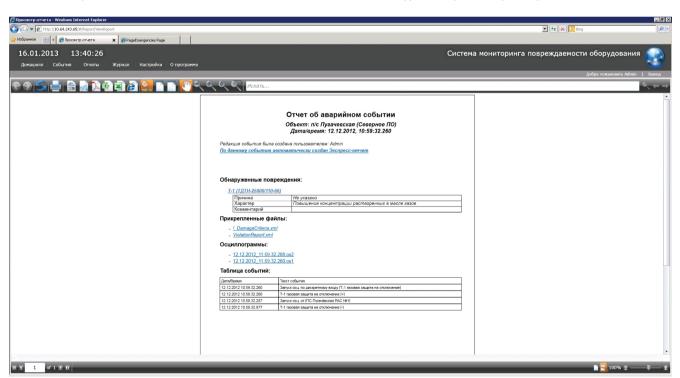






Статистика повреждаемости

Отчет о нарушении нормального режима работы ВЛ 35-100 кВ



Отчет об аварийных ситуациях

анализа данных о технологических нарушениях и повреждениях оборудования;

- Накопление опорных данных для обеспечения возможности обслуживания и ремонту оборудования по его состоянию;
- •Своевременное выявление наиболее

проблемных объектов и единиц оборудования, что даёт перспективу снижения числа аварийных ситуаций и технологических нарушений.

С получением первых результатов внедрения системы становятся видны и

направления её дальнейшего развития:

- Уточнение и совершенствование критериев повреждения для различных типов оборудования и видов аварий;
- Расширение списка поддерживаемых устройств РАС и МП РЗА, являющихся

научно-практическое издание 4

ПРАКТИКА

Системы мониторинга оборудования





Ундольскии Алексей Александрович

Дата рождения: 03.03.1973 г. В 1995 г. окончил Санкт-Петербургский Государственный Технический Университет, факультет технической кибернетики, кафелра «Автоматика и управление в технических системах». спениальность «инженерсистемотехник». С 1997 г. по настоящее время работает в ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ». заведующий лабораторией АСУ.



Юров Виктор Васильевич

Дата рождения: 29.08.1979 г.

В 2001 г. окончил СанктПетербургский Государственный Технический Университет, факультеттехнической
кибернетики, кафедра
«Автоматика и управление в
технических системах»,
специальность «инженер-системотехник».
С 2000 г. по настоящее время
работает в ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ»,
руководитель группы про-

- первичным источником данных о событиях;
- Автоматизация анализа действия устройств защиты и автоматики:
- Автоматизация учёта ресурса оборудования;
- Разработка дополнительных отчётных форм.
 Работы по совершенствованию системы СМПО
 в перечисленных направлениях уже ведутся.



Регистратор аварийных событий в 19-дюймовом исполнении

Аттестован и допущен к применению на электросетевых объектах ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК» (Аттестационное заключение от 11.12.2012 г.)



Предназначен для применения в электроустановках всех классов напряжения.

Основные функции

- цифровое осциллографирование предаварийных, аварийных и послеаварийных процессов;
- регистрация событий;
- автоматическая передача записанных осциллограмм на сервер и удаленные пункты управления:
- хранение осциллограмм в энергонезависимой памяти;
- отображение данных в виде графиков, таблиц, диаграмм и других экранных формах для анализа протекания аварийных процессов и работы защит.

Конструктивные особенности

- Исполнение в 19" корпусе обеспечивает удобный монтаж устройства в стойку, шкаф или панель РЗА совместно с другой аппаратурой.
- Подключение вторичных цепей ТТ и ТН 5 A (1 A), 100 В и внешних ИП в свободной конфигурации.

194354, Россия, Санкт-Петербург ул. Есенина, д. 5 «Б» Тел./факс: (812) 320-0099, 591-6245 E-mail: mail@energosoyuz.spb.ru

