

«ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ: ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ»

№ 10 (172)
октябрь / 2018

Журнал зарегистрирован
Министерством Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-17876 от 08.04.2004

ISSN 2074-9635

© ИД «Панорама»
www.panor.ru

Адрес редакции:

Россия, г. Москва,
Бумажный проезд, д. 14, стр. 2
Для писем: 125040, г. Москва, а/я 1

Генеральный директор
ИД «Панорама» —

Председатель Некоммерческого фонда
содействия развитию национальной
культуры и искусства
К. А. Москаленко

Издательство «Промиздат»

Главный редактор

Воскресенский Д. В.

e-mail: oborud@panor.ru

Журнал распространяется через ка-
талоги ОАО «Агентство «Роспечать»,
Объединенный каталог «Пресса Рос-
сии», «Каталог периодических изданий.

Газеты и журналы» агентства «Урал-
пресс» (индекс — **84817**) и «Каталог
Российской прессы» (индекс — **12532**)
или путем редакционной подписки:

Предложения и замечания:

e-mail: promizdat@panor.ru
тел.: 8 (495) 274-22-22 (многокан.)

Отдел подписки:

тел.: 8 (495) 274-22-22 (многокан.)
e-mail: podpiska@panor.ru

Отдел рекламы:

тел.: 8 (495) 274-22-22 (многокан.)
e-mail: reklama@panor.ru

Журнал издается под эгидой
Международной Академии
технических наук и промышленного
производства

Учредитель:

ООО «ИНДЕПЕНДЕНТ МАСС МЕДИА»,
121351, г. Москва,
ул. Молодогвардейская, д. 58, стр. 7

Приглашаем авторов
к сотрудничеству. Статьи в журнале
публикуются бесплатно.

Подписано в печать: 18.10.2018

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА НОМЕРА:

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ

ЛЮДИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ 3

НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Обоснование места исследований по определению оптимальных параметров термоэлектроволокна для обогрева воздушных линий электропередач в задаче обеспечения функционирования и модернизации государственной системы энергосбережения. Постановка задачи исследований... 10

Авдеева М. М., Ананьев Е. М., Коровин О. В., Подвизгин С. В.

Статья посвящена обоснованию места исследований по использованию теплоэлектроволокна для обогрева воздушных линий электропередач. Предложен один из вариантов общей постановки задачи по определению оптимальных параметров термоэлектроволокна для обогрева высоковольтных проводов воздушных линий электропередач с целью исключения гололедных образований.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Оптимизация расходов на техническое обслуживание и обеспечение надежности (зарубежный опыт) 17

Жилкина Ю. В., Воденников Д. А.

Электроэнергетика – базовая отрасль российской экономики, устойчивое развитие и надежное функционирование которой во многом определяют энергетическую безопасность страны и являются важными факторами ее успешного экономического развития. В последние годы, связанные с реформированием электроэнергетики, особое внимание во многих научно-технических публикациях уделяется вопросам надежности. Обсуждаются как надежность электроэнергетики, так и управление надежностью при проведении оптимизации.

Мониторинг технического состояния асинхронных электродвигателей на компрессорных станциях..... 29

Крюков О. В.

Рассмотрено современное состояние парка асинхронных электродвигателей, обслуживающих исполнительные механизмы компрессорных станций магистральных газопроводов. Приведена статистика повреждаемости и ущерба от нештатной работы электроприводных агрегатов. Предложен метод достоверного определения причин повреждений и устройство его реализации. Получены экспериментальные результаты.

Оценка состояния коммутационного высоковольтного оборудования 36

Копейкина Т. В.

В настоящей статье рассмотрены общие сведения о необходимости модернизации оценки технического состояния коммутационных высоковольтных приборов. Представлена наиболее приемлемая альтернатива сложившейся системе плановых ремонтов. Приведены сведения об объективности перехода к ремонтам по фактической необходимости. Сделан вывод о целесообразности применения в качестве средства измерения прибора ПКВ/М6Н с рассмотрением всех преимуществ использования данного прибора. Обозначены основные показатели работы прибора.

Алгоритмы анализа электрических полей кабелей постоянного тока в составе САУ ГТД..... 42

Кузнецова Т. А.

Проводится исследование методов оценки безопасности и технического состояния электрических кабелей в составе систем автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями. Решается ак-

Редакционный совет:

Киреева Э.А., канд. техн. наук, доцент, НИУ МЭИ, Москва

Гамазин С.И., д-р техн. наук, профессор, НИУ МЭИ, Москва

Кувалдин А.Б., д-р техн. наук, профессор, НИУ МЭИ, Москва

Жилин Б.В., д-р техн. наук, профессор, Новомосковский институт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, г. Новомосковск, Тульская обл.

Корнилов Г.П., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Михеев Г.М., д-р техн. наук, профессор кафедры электрических систем физики и математики, Чебоксарский политехнический институт (филиал Московского государственного университета машиностроения, МАМИ), г. Чебоксары

Цырук С.А., канд. техн. наук, профессор, зав. кафедрой, НИУ МЭИ, Москва

Крюков О.В., д-р техн. наук, действит. член Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, доцент Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

Editorial board:

Kireeva E.A., PhD of technical sciences, associate professor, NRU MPEI, Moscow;

Gamazin S.I., Dr. habil. of technical sciences, professor, NRU MPEI, Moscow;

Kuvaldin A.B., Dr. habil. of technical sciences, professor, NRU MPEI, Moscow;

Zhilin B.V., Dr. habil. of technical sciences, professor, Novomoskovsk institute of Russian chemico-technological university named after D.I. Mendeleev, city of Novomoskovsk, Tula region;

Kornilov G.P., Dr. habil. of technical sciences, professor, the head of department of power supply at the industrial enterprises, Magnitogorsk state technical university named after G.I. Nosov, city of Magnitogorsk;

Mikheev G.M., Dr. habil. of technical sciences, Professor, Department of electrical systems of physics and mathematics Institute of the Cheboksary branch of the Moscow state Polytechnical University, Cheboksary;

Tsyruk S.A., PhD of technical sciences, professor, the head of department, NRU MPEI, Moscow;

Kriukov O. V., Dr. habil. of technical sciences, full member of the Academy of engineering sciences named after A.M. Prokhorov, associate professor of the Nizhny Novgorod state technical university named after R.E. Alekseev, city of Nizhny Novgorod

туальная задача повышения точности методов диагностики электрических кабелей постоянного тока.

Моделирование вращающихся асинхронных машин символическим методом 48

Мартынов В. А., Голубев А. Н.

Разработана математическая модель расчета установившихся режимов вращающихся асинхронных машин, потокосцепления и токи ветвей статора и ротора которых изменяются во времени с разными частотами. Модель позволяет исследовать трехфазные цепи, содержащие асинхронные машины как в симметричных, так и в любых несимметричных режимах, в том числе и аварийных.

ОБОРУДОВАНИЕ

Устройство контроля обрыва нулевого провода в сетях напряжением 0,38 кВ с заземленной нейтралью 57

Белов А. В., Ильин Ю. П., Смирнов А. П.

Рассмотрены устройства и способы защиты при обрыве нулевого провода. Отмечено, что известные способы либо сложны, либо не отвечают условиям эксплуатации, либо не обеспечивают требуемой чувствительности. Предложено устройство контроля обрыва нулевого провода, выполненное на базе дифференциального автоматического выключателя АД-12. Экспериментальные исследования подтвердили, что устройство обеспечивает необходимую чувствительность к обрыву нулевого провода и высокую надежность.

Исследование распределения нагрузки судовых дизель-генераторных агрегатов при их параллельной работе 61

Виноградов А. А., Сусленикова Е. Ю.

В статье рассмотрены вопросы распределения нагрузки дизель-генераторных агрегатов судовой электростанции в соответствии с требованиями Российского морского регистра судоходства и с учетом зависимости удельного расхода топлива от нагрузки дизель-генераторного агрегата, применяемого к судовым электростанциям, содержащим в своем составе дизель-генераторные агрегаты различных номинальных мощностей, путем подбора оптимальной комбинации работающих генераторных агрегатов для заданной нагрузки электростанции, исходя из значений номинальных мощностей генераторов.

Микроконтроллерное управление в выпрямительно-зарядных устройствах и инверторах 66

Бычков Е. В., Васенин А. Б.

Рассмотрено современное состояние развития систем бесперебойного питания с использованием инверторов и выпрямительно-зарядных устройств на основе схем импульсных преобразователей напряжения или тока. Показано, что развитие аппаратной базы систем силовой электроники и микроконтроллеров расширило возможности в построении принципиально новых источников питания большой мощности. Реализация современных методов мониторинга и управления позволяет не только повысить надежность всей системы оперативного постоянного тока объекта, но и значительно продлить срок службы элементов этой системы.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Математическая модель оценки и управления рисками аварий в системах электроснабжения 72

Никольский О. К., Качесова Л. Ю., Шаныгин И. А.

В статье представлена экспертная система, в которой база знаний формализует риск аварии в системе электроснабжения. Нечетко-продукционные правила базы знаний формируются с использованием простых и составных нечетко-темпоральных лингвистических высказываний. Экспертная система позволяет повысить эффективность оценки рисков аварий в системах электроснабжения.

УДК 621.3

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ (ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ)

Жилкина Ю. В., канд. экон. наук, главный эксперт,

Воденников Д. А., зам. председателя Правления, главный инженер,

ПАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы»,
г. Москва

Электроэнергетика – базовая отрасль российской экономики, устойчивое развитие и надежное функционирование которой во многом определяют энергетическую безопасность страны и являются важными факторами ее успешного экономического развития. В последние годы, связанные с реформированием электроэнергетики, особое внимание во многих научно-технических публикациях уделяется вопросам надежности. Обсуждаются как надежность электроэнергетики, так и управление надежностью при проведении оптимизации.

Ключевые слова: оптимизация расходов, надежность, техническое обслуживание, подстанции, производитель.

OPTIMIZATION OF MAINTENANCE COST AND RELIABILITY (FOREIGN EXPERIENCE)

Zhilkina Y. V., PhD of economics sciences, chief expert,

Vodennikov D. A., deputy chairman of the management board, chief engineer,
of JSC "Federal grid company of Unified energy system", Moscow

Electric power is the basic branch of the Russian economy, sustainable development and reliable operation of which largely determine the energy security of the country and are important factors for its successful economic development. In recent years, related to the reform of the power industry, special attention in many scientific and technical publications is paid to the issues of reliability. The author discusses the reliability of electricity and management of reliability in the optimization.

Keywords: cost optimization, reliability, maintenance, substations, manufacturer.

Общетехнический смысл понятия «надежность» – это свойство объекта устойчиво сохранять в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах

и условиях его применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Если рассматривать электроэнергетику как единую техническую систему, то надежность следует считать одним из технических свойств такой системы.

Надежность в энергетике складывается из двух составляющих – системной надежности и надежности отдельных единиц оборудования. Универсальным решением указанных проблем является такой подход к эксплуатации и содержанию оборудования, при котором каждая единица оборудования рассматривается как непрерывный фактор риска для бизнес-задач предприятия. Основной целью деятельности по содержанию оборудования является максимально возможное сокращение риска в имеющихся условиях и ограничениях. При такой постановке вопроса управление надежностью превращается из обеспечивающей затратной деятельности в инструмент решения текущих бизнес-задач – повышения прибыли за счет более эффективного использования оборудования, снижения накладных затрат при сохранении нагрузки на оборудование.

Основная управленческая проблема, связанная с обеспечением надежности, – это необходимость найти компромисс между экономией на затратах на оборудование и желанием избежать аварий, простоев и потерь от них. Ситуация усугубляется такими объективными факторами, как серьезный износ основных фондов, его возрастная и технологическая разнородность, снижение профессионального уровня эксплуатирующего и ремонтного персонала, снижение качества производимых запасных частей и комплектующих, эксплуатация оборудования в предельных и запредельных режимах нагрузки, устаревшая, не отвечающая реалиям нормативная и регламентная база процессов эксплуатации, обслуживания и ремонтов. Радикально решить указанные выше проблемы можно путем полной модернизации технологической базы, с переходом на сервисное обслуживание.

1. ЭКОНОМИЯ ЗА СЧЕТ ТО

Рассмотрим пример крупной европейской сетевой компании (около 3000 подстанций от 63 до 400 кВ), чья

стратегия сейчас базируется в основном на техническом обслуживании с целью обеспечения надежности. Эта генеральная стратегия была принята в начале 1990-х после прежнего классического планового техобслуживания. В основе данной стратегии ТОН и соответствующего графика регламентных работ лежит всесторонний анализ нескольких исследований, проведенных на всем высоковольтном оборудовании, установленном на его подстанциях. Параллельно с ТОН, эта компания классифицировала свои подстанции на две категории: стратегические подстанции (обычно подстанция 400 или 225 кВ, поставляющая энергию в район электрических сетей, или подстанция, соединенная с другой сетью) и номинальные подстанции на основе данного принципа организации фидеров.

Главное различие между этими двумя типами подстанций – временной интервал для задач ТОН, частота которого, грубо говоря, вдвое выше на стратегических подстанциях. Нужно отметить, что изначально данный ССО создал три уровня подстанций (стратегический, стандартный и легкий стандартный), но 6 лет спустя было решено оставить только два из них (стратегический и стандартный, который по сути основан на легком стандартном), чтобы сэкономить на трудозатратах, гарантируя прежнюю надежность и эффективность в части технического обслуживания.

Важно отметить тот факт, что данный ССО утвердил периодические эксплуатационные испытания (размыкание/замыкание распределительного устройства без воздействий на сеть в случае отказа). Их выполняют диспетчеры энергосети с целью предотвращения/предупреждения механических отказов (поломок двигателей, ослабления болтов и др.). Это принесло значительное улучшение надежности оборудования с ограниченным влиянием на объемы трудозатрат.

Важный вывод, который можно сделать на основании этой статистики, заключается в том, что обходы действитель-

но столь же эффективны, как и рентабельны. На них приходится лишь пятая часть потраченного времени, но за это время с их помощью выявляется почти половина неполадок, обнаруживаемых в ходе профилактического техобслуживания.

Ключевой фактор для поддержания этой эффективной стратегии технического обслуживания – возможность полагаться на эффективную ИТ-систему при планировании задач и ведении учета неполадок, чтобы иметь в наличии корректно построенный контур обратной связи. Эта ИТ-система позволила данному ССО утвердить адекватные ключевые показатели эффективности, чтобы отслеживать свою стратегию технического обслуживания при повседневном применении ТОН (процент выполнения задач и отработанных человеко-часов относительно запланированных по графику регламентных работ).

Общая готовность сети 400 кВ весьма удовлетворительна (98,1 %), но плановая неготовность, необходимая для технического обслуживания, почти в 20 раз больше, чем неготовность, вызываемая отключением энергии в процессе эксплуатации.

Это несомненный признак того, что возможна еще некоторая оптимизация стратегии технического обслуживания. Данный ССО сейчас ищет пути изменить свое 100%-ное ТОН, увеличив долю техобслуживания по состоянию. Для этого нужен мониторинг (оперативный/автоматный) некоторого высоковольтного оборудования там, где это имеет смысл, и оптимизация существующих задач с применением инновационных процедур (ограничить отключения за счет проведения работ под током, уменьшить объем маловажных работ, увеличить интервалы там, где это уместно).

2. ЭКОНОМИЯ ЗА СЧЕТ ОБЪЕДИНЕНИЯ РАБОТ

Данный пример рассказывает об австралийской энергетической компании.

В 2009 г. компания ввела новый режим технического обслуживания для боль-

шинства своих подстанций, называемый «объединенным обслуживанием»: плановое техническое обслуживание первичных и вторичных объектов передающих подстанций. Цель состояла в сокращении числа отключений и затрат на ТОиР. Методика предполагала составление пятилетнего плана ремонтов для выполнения оптимального количества задач при оптимальном количестве отключений за счет улучшения заблаговременного планирования, уточнения потребностей каждой площадки и снижения риска в связи с отменой отключений.

В состав требований входило следующее:

- Многолетние (5-летние) графики техобслуживания.
- Ежегодный календарь техобслуживания.
- Выполнение работ на площадках.
- Мониторинг состояния.

Это означало объединение задач со схожими требованиями (точки изоляции участков, ресурсы, навыки, инструменты, механизмы и т.д.) и последующее выполнение таких объединенных работ для оптимизации необходимых отключений энергии и потребления ресурсов.

Вследствие этого был составлен годовой календарь техобслуживания, отражающий оптимальные т.н. «окна» для каждой подстанции с учетом минимизации риска отмены отключения, доступности площадки, типа подстанции (закрытая или открытая) и ее местоположения (городская или сельская).

Предложенный 5-летний план имел целью поддержание устойчивости системы и выравнивание ресурсов с одновременным повышением эффективности затрат при проведении работ и извлечением максимальной пользы из каждого отключения.

В ходе процесса были выявлены следующие проблемы:

- Балансировка распределения объемов каждый год.
- Балансировка географии работ.
- Балансировка распределения зон и терминальных подстанций.

- Потенциальная задержка обслуживания на нескольких первичных установках из-за объединения работ. Это создавало риск в плане надежности оборудования.
- Необходимость мер контроля для снижения выявленных рисков.

2.1. Оценка рисков

Максимально допустимые уровни рисков, исходя из истории задержек и эксплуатационных характеристик оборудования, были приняты следующие:

- Не допускается задержка обслуживания трансформаторов более чем на два года.
- Не допускается задержка обслуживания элегазовых выключателей более чем на два года.
- Не допускается задержка обслуживания масляных и воздушных выключателей более чем на один год.

Для снижения рисков, связанных с эксплуатационной надежностью масляных и воздушных автоматических выключателей, эти аппараты были переведены на график обслуживания с удвоенной периодичностью (каждые 2 % года).

Силовые трансформаторы и другое первичное оборудование также подверглось регулярному мониторингу состояния, включая АРГ, термографическое обследование и углубленные ежемесячные проверки подстанций. Любое состояние, требующее немедленных мер, давало повод к немедленному началу работ, не дожидаясь следующего цикла объединенного техобслуживания.

2.2. Т.н. объединенное и «традиционное» техобслуживание

Задачи технического обслуживания для каждой подстанции проверяли на совместимость и по мере возможности объединяли с ремонтами и заменами. Для этого требуется лишь один визит на подстанцию и гораздо меньше запросов на отключение энергии за 5-летний период. Общая продолжительность площадочных работ отметила значительное среднее сокращение запросов на отключение и

экономии благодаря лучшему использованию ресурсов.

Для оценки эффективности методики с объединением работ и раскрытия ее сильных и слабых сторон была проведена оценка данной методики после опробования на первых трех подстанциях.

Следующая таблица приводит статистику объединенного техобслуживания в сравнении с традиционным методом на этих трех подстанциях. Эффективность объединенного ТО измерялась по «проценту уменьшения числа запросов на отключение» и «проценту экономии затрат на исполнение». Так, на подстанции А было выполнено 57 задач профилактического обслуживания, 15 корректирующих и 12 задач по замене за четыре недели работ в режиме объединенного технического обслуживания, что привело к сокращению отключений по запросам на 84 % и экономии общих затрат на исполнение в размере 21 %.

Объединенное ТО подняло ряд вопросов, в том числе следующие три главные проблемы:

- Риски, связанные с изменением периодичности и отложенным обслуживанием.
- Отсутствие квалификаций и необходимой подготовки в части нового процесса.
- Плохая коммуникация при планировании и исполнении работ.

Проблемы были исследованы, необходимые решения найдены и внедрены.

Этап 1. Финансовые преимущества.

Ключевым фактором успеха объединенного технического обслуживания были финансовые преимущества для бизнеса. Их нужно было уточнить и продемонстрировать после окончания пробных площадочных работ. Сравнение фактических затрат с потенциальными на этих трех площадках подтвердило, что новая методика приносит финансовые выгоды предприятию, соизмеримые с масштабом и важностью данной инициативы.

Измерению подлежали в основном трудозатраты, расходы на оборудование и оснастку, при этом стоимость материа-

лов для объединенного и традиционно-го подходов была фиксированной. Был проведен детальный анализ, который показал, что хотя на некоторых подстанциях экономия затрат составила более 20 %, на других она была значительно ниже, а в одном случае составила лишь 1 %. Это демонстрирует, что новая методика не может применяться в качестве единого правила для всех подстанций. Другие финансовые преимущества были получены за счет увеличения интервалов технического обслуживания, что должно отразиться на уровне эксплуатационных затрат (ОРЕХ) в последующие годы. Экономический анализ, проведенный с целью уточнения данного эффекта, подтвердил заметную экономию в разрезе ОРЕХ на обслуживание соответствующего объекта за 20-летний период.

Этап 2. Использование рабочей силы.

Объединенное техническое обслуживание также улучшило использование ресурсов и оборудования за счет более эффективного планирования работ, что имело результатом более сбалансированный рабочий процесс по сравнению с традиционной методикой.

Этап 3. Уменьшение объемов невыполненных работ.

Объединенное техническое обслуживание улучшило общий показатель по объемам невыполненных работ благодаря более эффективному использованию ресурсов, а также принесло экономию затрат и уменьшение количества отключений энергии.

3. ЭКОНОМИЯ ЗА СЧЕТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАТРАТ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ (АНАЛИЗ ЗАТРАТ ПО ВИДАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

Оптимизация технического обслуживания и экономия могут реалистично быть достигнуты только в том случае, если предприятие знает, какие элементы являются доминирующими в структуре затрат. Точное понимание затрат и

их моделирование поможет раскрыть значительный потенциал для экономии расходов и превзойти ожидания в плане сокращения необязательных компонентов издержек. Построение модели затрат по видам деятельности предполагает просто сочетание ресурсов, сетевых объектов и данных в компьютерной системе управления техническим обслуживанием (КСУТО) с нормативным планом счетов, с помощью которого предприятие готовит свою финансовую отчетность.

3.1. Простая модель учета затрат по видам деятельности (УЗВД)

Нехватка результатов измерений означает нехватку надлежащего руководства. Модель учета затрат по видам деятельности требует, чтобы все эксплуатационные затраты были направлены на периферию, а элемент технического обслуживания на предприятии был учтен и разделен на четко разграниченные области:

- Трудозатраты: все внутренние издержки на персонал. Разделяются на прямые почасовые выплаты и косвенные, которые делятся на командировочные расходы и оплату времени ожидания. Сверхурочные работы также учитываются в этом элементе модели. Издержки на персонал обычно выражают в виде удельной ставки за рабочий час (или ее части).
- Инструменты: все инструментальные средства, включая транспортный парк; обычно выражаются в удельных ставках.
- Материалы: все материалы, расходуемые во время технического обслуживания и оперативных действий.
- Подряды: все издержки, связанные с привлечением к работам сторонних подрядчиков (включая аутсорсинг работ по техническому обслуживанию).
- Прочее: затраты, не входящие ни в одну из вышеназванных категорий; например, покупка энергии для собственных нужд подстанции.

Все затраты, разграниченные выше, можно разбить далее на составные части по видам деятельности:

- Профилактическое техническое обслуживание.
- Ремонт или корректирующее обслуживание, включая восстановление после вынужденных отключений.
- Операции: все действия, не связанные с капитальными затратами (CAPEX), в основном требующие таких операций, как переключение сетей для возможности доступа третьих лиц.
- Модификации: работы, выполняемые с целью реконструкции или модернизации объектов.
- Наладочные и проектные работы: сюда входят все работы по наладке и переключению, а также специальные работы в рамках проектов, оказывающих влияние на сети.
- Прочее: как правило, все остальные элементы работ, не вошедшие в предыдущие категории.

Все работы записываются в КСУТО объектно или по группам объектов через фильтры, указанные выше. Например, плановая ежемесячная инспекция, которая может требовать досыпки силикагеля в сапуны трансформатора, записывается как мероприятие профилактического обслуживания со следующими параметрами:

- трудозатраты в человеко-часах (прямые/косвенные и сверхурочные, при необходимости);
- инструменты, включая использование транспортных средств, по утвержденным ставкам;
- израсходованные материалы (если были).

Указанные сведения записываются для всей группы объектов, представляющей инспектируемую подстанцию.

Известно, что многие компании бьются над внедрением модели УЗВД по разным причинам. Доказано, что такая система позволяет предприятиям точнее прогнозировать потребности в ресурсах. Если электроэнергетические компании стремятся повысить уровень учета затрат, то в их интересах применить модель УЗВД для отслеживания работ по техническому обслуживанию.

3.2. Модель УЗВД для экономии затрат на техобслуживание

Строгое применение моделей учета затрат по видам деятельности (УЗВД) позволяет глубоко изучить распределение ресурсов и источники затрат вплоть до уровня групп объектов, а также отдельных объектов. Эти модели обеспечивают более высокую степень достоверности при долгосрочном прогнозировании ресурсов и предлагают хорошее средство для определения видов деятельности, к которым имеет смысл применить аутсорсинг. Для того, чтобы извлечь максимальную пользу из модели УЗВД, электроэнергетической компании нужно вести своевременный учет информации с высокой степенью точности в ходе управления данными при выполнении работ по техническому обслуживанию. Даже в первые несколько лет систематического сбора данных могут быть реализованы следующие меры для получения значительной экономии, а также правильного распределения затрат на OPEX и CAPEX:

- Все капитальные работы легко можно разделить внутри модели для более точного отражения регулируемых OPEX и CAPEX. В одной хорошо развитой сети на Ближнем Востоке целых 40% затрат на рабочую силу приходилось на наладочные и коммутационные работы для сопровождения подключения крупных проектов развития сети. Аккуратный учет затрат позволил ретроспективно капитализировать существенную сумму затрат и осуществить значительное снижение OPEX; таким образом, модель позволяет избежать потерь капитала благодаря обоснованному распределению затрат.

- Аккуратный учет данных предлагает эксплуатационникам и управляющим хороший обзор распределения ресурсов и способствует принятию лучших решений по мобилизации ресурсов для целей технического обслуживания. В той же сети на Ближнем Востоке за период в 5 лет (между 2010 по 2015 гг.) средний уро-

вень распределения ресурсов поднялся с 65 до 94% для всего персонала, включая высшее руководство. Большая доля этого роста уровня распределения была достигнута за счет простых мер оптимизации производительности, введенных в КСУ-ТО – благодаря утверждению календарных сроков выполнения работ по строгим планам, ремонтная служба смогла последовательно улучшить производительность, сократив потери времени на регламентные работы. Эта модель легко переключается на корректирующие работы, которые по своему характеру однообразны, оставив только значительные внеплановые работы без временных рамок.

- Точные модели УЗВД, составленные за несколько лет, обеспечивают хорошую прозрачность для возможности применения новаторских подходов к проведению техобслуживания. В том же самом случае на Ближнем Востоке было определено, что значительная экономия затрат могла бы быть получена за счет перераспределения численности рабочих бригад для проведения техобслуживания по секциям, а не по отдельным объектам – т.е. если объединить ремонтников распределительного устройства, трансформаторов и вторичных систем в одну бригаду для обслуживания всей секции, это даст значительную экономию, а также намного повысит коэффициент использования персонала. В дополнение к этому, чистый выигрыш в сокращении простоев из-за отключений энергии привел к незначительному увеличению эксплуатационной готовности сети.
- Модель УЗВД предоставляет управляющим активами необходимые данные для того, чтобы рассмотреть варианты аутсорсинга тех или иных элементов программы технического обслуживания с возможностью контроля эффекта. На Ближнем Востоке было установлено, что руководству

подстанций требовались значительные трудовые ресурсы на широкой географической территории. Кроме того, оказалось, что трудовые ресурсы используются не в достаточной мере, несмотря на то, что данные объекты очень важны для исправной работы сети. Был выбран район для проведения эксперимента, и успешному исполнителю была предложена возможность осуществлять профилактическое и корректирующее обслуживание по показателям эффективности. В итоге был проведен последовательный аутсорсинг работ подрядным коммунальным организациям, которые были широко представлены в регионе и оказывали подобные услуги коммерческим и промышленным предприятиям. Пять лет спустя было установлено, что электроэнергетическая компания получила значительную экономию по сравнению с традиционной моделью внутреннего изыскания ресурсов, а также повысила индекс исправности активов благодаря их сервисному обслуживанию.

- Модель УЗВД предлагает простое средство для определения отклонений в части затрат и усилий. Она предоставляет основу для сравнения между сходными объектами и дает возможность руководителю исследовать источники затрат. В упомянутом случае на Ближнем Востоке было обнаружено, что экономически будет более выгодно начать планомерную замену систем постоянного тока на подстанциях в течение продолжительного времени, чем продолжать трудоемкое обслуживание устаревших систем в сети – это подтверждалось трудозатратами на простую чистку и восполнение технологических материалов.

Модель УЗВД позволяет более точно прогнозировать расходы электрических сетей. Чем больше собрано исторических данных, тем выше достоверность экстраполяции затрат в будущее. На Ближнем

Востоке прогнозы для планирования сети были рассчитаны на 7 лет вперед, то есть на составление 7-летнего плана. После нескольких лет учета затрат на техобслуживание по пунктам, стало возможным экстраполировать вероятные затраты на срок не менее 5 лет в будущее, интегрируя текущие затраты на ТО с прогнозируемым расширением сети (и выводом из эксплуатации). Это позволило сделать уверенный прогноз затрат, который совпал с регулятивными ожиданиями и минимизировал корпоративный риск. Модель УЗВД высвечивает некавалифицированные виды работ, которые поглощают значительное время и ресурсы. В том же случае на Ближнем Востоке было обнаружено, что у одного передающего предприятия с числом подстанций более ста по журнальным записям выходило больше 25 тыс. человеко-часов; учет данных – недешевое мероприятие, и его не следует недооценивать. Применение средств обеспечения мобильности на периферии, которые исключили необходимость учета состояния активов в бумажном формате, позволили высвободить 20 тыс. человеко-часов во время одного сезона технического обслуживания. Средства обеспечения мобильности могут дать дополнительно до 12 штатных единиц; в рассмотренном случае, выведенном из модели УЗВД, потребность в дополнительных ресурсах была отодвинута почти на 3 года, несмотря на значительный рост активов в тот же период.

Хорошо организованная модель УЗВД упрощает сравнительный анализ. Точность данных за несколько сезонов при проведении анализа обеспечивает четкий набор чисел для сравнения.

4. ЭКОНОМИЯ ЗА СЧЕТ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ (ИЛИ АУТСОРСИНГА)

Несколько решений по управлению техническим обслуживанием, в которых в той или иной мере присутствовал т.н. аутсорсинг. В их числе:

Дочерняя компания, отвечающая за работу с активами. Независимый поставщик услуг по срочному договору.

Предприятия, которые не имеют либо собственных ресурсов, либо экспертных знаний для выполнения задач по содержанию объектов, или же утратили такие знания. Некоторые предприятия базируются в странах с активным рынком данных услуг. Для заключения договора подряда на конкурентной основе им нужно найти как минимум трех квалифицированных претендентов, которые могли бы участвовать в тендере.

4.1. Дочерние компании

Данная модель пользовалась большей популярностью у государственных предприятий, особенно в Восточной Европе.

(a) Ирландия

В 1976 г. ирландская коммунальная компания учредила дочернее общество с собственным штатом инженеров-специалистов по генерации и передаче электроэнергии. Это позволило компании расширяться и продавать эти услуги другим компаниям по всему миру. С тех пор данная модель весьма эффективно использовалась со значительным расширением. Модель позволяет компании максимально эффективно использовать ресурсы и наращивать собственные экспертные знания как в национальных, так и в международных проектах. Данная модель позволяет компании использовать ресурсы более эффективно и обеспечивать сохранение экспертных знаний внутри организации для применения к активам компании в случае необходимости.

(b) Восточная Европа

Данную модель приняли несколько компаний. В одной из них дочернюю компанию несколько лет спустя выкупил крупный производитель оборудования.

(c) Бельгия (из ТБ 607 (3))

В 2001 г. на основе бывшего сетевого подразделения коммунального электроэнергетического предприятия полного цикла был создан независимый бельгийский системный оператор для большей части системы электропередачи

30–380 кВ. Опыт, наработанный в ходе эволюции различных моделей технического обслуживания, описан в ТБ 607.

В 2001 г. в данную бизнес-модель был включен менеджер инфраструктуры (владелец активов) и собственный поставщик услуг, который выполнял неосновные работы по принципу аутсорсинга. Роли и обязанности всех участников были четко определены, однако немало усилий было потрачено на работу с «договорами», соглашениями о качестве предоставляемых услуг и КПЭ между подразделениями. В ряде случаев это привело к субоптимальным решениям и увеличению дистанции между владельцем и периферией и даже проблемам с управлением базами знаний. Эта модель также использовалась в Великобритании и тоже была отвергнута в пользу поставщика комплексных услуг, причем по тем же причинам, о каких сообщал этот бельгийский системный оператор.

В течение этого периода была проведена повторная оценка аутсорсинга. Главный стимул был направлен на сохранение компетенций внутри компании, чтобы она могла решать задачи в долгосрочной и среднесрочной перспективе. В 2004 г. ССО привлек к изысканиям, планированию и исполнению проектов внутреннего подрядчика в составе общей группы. Однако наблюдение за приемочными испытаниями было поручено внешнему партнеру.

В 2006 г. от модели с управляющим активами и поставщиком услуг отказались ради выработки комплексного подхода к управлению существующими активами для решения проблем стареющей сети. Дальнейшее повышение эффективности привело к объединению экспертных кадров для новых и существующих активов в одно подразделение в конце 2008 г. Теперь только один управляющий занимается всем жизненным циклом активов. В этот раз аудиты заводов в процессе квалификации оборудования и наблюдение за приемочными испытаниями элегазовых выключателей были дополнительно отданы на аутсорсинг.

В заключение нужно сказать, что бельгийские ССО убеждены в том, что нашли хороший баланс между аутсорсингом и самостоятельным выполнением задач в стремлении контролировать корпоративный риск путем сохранения основных знаний внутри компании.

4.2. Независимый поставщик услуг

В данной ситуации предприятие является системным оператором, а весь уход за объектами отдан на аутсорсинг.

(а) Финляндия

Финская энергосистема имеет 14 400 км линий электропередачи (в основном воздушных) и 113 открытых подстанций напряжением 400, 220 и 110 кВ. Оборот ССО в 2011 г. составил 438 млн евро. Теперь он организует все техническое обслуживание, операции и телекоммуникации с помощью аутсорсинга и собственного штата численностью всего 248 чел.

Переход к аутсорсингу был не революционным, а эволюционным. До 1995 г. энергетические компании были вертикально интегрированными. В 1995 г. был введен Закон о рынках электроэнергии и сформирован ССО. Заключение договоров подряда на техническое обслуживание было начато в 1989 г., но ограничивалось внутренними работами. Проведение тендеров и привлечение сторонних подрядчиков началось в 1992 г., и тогда же достигнута экономия затрат. В 2001 г. работы по операциям и телекоммуникациям были отданы на аутсорсинг; к этому времени процесс проведения тендеров и заключения подрядных договоров уже был неплохо отлажен. Это позволило внутреннему штату сосредоточить свои усилия на планировании, определении содержания работ, закупках, наблюдении, анализе и разработках. Их отношения с подрядчиками всегда строились на принципах честного и открытого партнерства. Успех достигается благодаря эффективным средствам управления данными, применяемым ССО и подрядчиками посредством расширенной интрасети. Управление качеством осуществляется путем сравнительного анализа и исполь-

зования ключевых показателей эффективности. Хорошее или плохое исполнение определяют и соответственно применяют вознаграждение или наказание.

(b) Австралия, Ближний Восток и Южная Африка

Имеется ряд примеров в разных странах, где аутсорсинг работ по техническому обслуживанию привел к улучшению контроля затрат и снижению риска предприятий в части состояния активов. Текст данного раздела был написан по итогам рассмотрения примеров в Австралии, на Ближнем Востоке и в Южной Африке.

Многие предприятия охватывают большие географические территории. Таким предприятиям часто бывает не просто обосновать сохранение децентрализованных ресурсов, чтобы иметь возможность эффективного охвата этих территорий. Данные предприятия охотно прибегают к аутсорсингу работ по техническому обслуживанию. Этот стимул особенно заметен в Австралии, где становится очень трудно обосновать сохранение критической массы квалифицированных кадров, охватывающих весьма обширную территорию. Становится намного проще привлечь подрядчика, который мобилизует необходимый рабочий персонал для проведения технического обслуживания сетевого оператора энергетической системы. Во многих случаях эти подрядчики оказывают схожие услуги частным сетям горнодобывающих и промышленных предприятий, которые являются клиентами электрических сетей.

Электрические сети, которые переживают существенный рост за короткие периоды времени, также охотно прибегают к моделям аутсорсинга услуг по производству как капитальных работ, так и текущего техобслуживания. Капитальные проекты на Ближнем Востоке отражали тенденцию к рассмотрению текущего ТО в качестве капитального компонента генеральным подрядчиком на период от 20 до 40 лет. Это обещало выгоду благодаря капитализации работ по техническому обслуживанию (где система нормативного регулирования более способствует

капитальным затратам, нежели эксплуатационным, т.е. дает возможность получения большей регулируемой выручки), а также обязательству подрядчиков предоставлять активы, которые соответствуют полному экономическому жизненному циклу, причем подрядчик учитывает и негативные аспекты. Оперативный и технический персонал был направлен на управленческие операции, что является единственной прерогативой для сетевого оператора.

В Австралии и на Ближнем Востоке краеугольным камнем всех режимов технического обслуживания является применение текущих (плановых) неинтрузивных инспекций и диагностики оборудования в оперативном и автономном режимах. Эта деятельность ведет к автономному вмешательству в оборудование с целью восстановления его состояния для безопасной и надежной работы. Такой подход показал свою состоятельность при реализации продуманного плана управления активами. В большинстве случаев подрядные организации легко получают возможность проведения инспекций по поручению сетевого оператора, и наблюдается растущая тенденция к тому, чтобы сторонние исполнители могли выполнять автономные работы, необходимые для восстановления исправности активов. Многие подрядчики готовят или нанимают высококвалифицированный персонал для производства этих работ. Во многих отношениях, когда предприятия не стараются поддерживать компетентность своих внутренних ресурсов, подрядчики нередко обладают гораздо более высокими квалификациями и осуществляют работы с большей экономической эффективностью. Крупные фирмы-производители электрических компонентов все чаще создают свои собственные средства для эффективного управления активами и предлагают их в качестве механизма для последующего увеличения полезной стоимости путем создания новых активов. Несомненные признаки этого проявляются во множестве случаев на Ближнем Востоке, включая Кувейт, Катар, ОАЭ и Са-

удовскую Аравию, где сети сравнительно новы и спроектированы с высочайшей надежностью.

Опыт показал, что переход к модели аутсорсинга предполагает двусторонний учет факторов, то есть для его успеха необходимо иметь или создать пул компетентных подрядчиков для выполнения услуг, необходимых электроэнергетическому предприятию. Залогом успеха является компетентность обеих сторон в своем объеме работ. В качестве основы электроэнергетическому предприятию нужны:

- аккуратно ведущийся реестр активов и зрелая политика, стратегия и планы управления активами;
- устойчивые процессы управления активами, которые хорошо документированы и просты в исполнении, что распространяется и на процессы планирования и исполнения технического обслуживания;
- хорошо организованная и точная компьютеризованная система менеджмента технического обслуживания, которая обеспечивает простоту доступа для подрядчика и сетевого оператора с помощью тщательно продуманных интерфейсов;
- эффективные меры контроля своевременности, затрат и качества, обеспечиваемого сторонним подрядчиком;
- эффективный порядок заключения договоров, который включает в себя практические средства менеджмента, приносящие пользу и предприятию, и подрядчикам. Модели подряда могут сильно отличаться от традиционных договоров на развитие сетей и создание активов. Такая обстановка не предполагает генеральных подрядов, и предприятиям имеет смысл заключать договора, ориентируясь на качество исполнителей, с высоким уровнем партнерства за счет разделения прибылей, а также убытков, которые тоже не исключены. Подрядчик обязательно должен стабильно обеспечивать качество

услуг, и эта стабильность напрямую влияет на эксплуатационную стабильность самого предприятия.

Подрядчикам нужны:

- критическая масса ресурсов, что позволит им выполнять все работы по техобслуживанию в соответствии с установленными стандартами качества;
- необходимый опыт в области технического обслуживания энергетических объектов;
- достаточное присутствие на территории, обслуживаемой предприятием, для возможности своевременного реагирования.

Есть несколько факторов, которые необходимо принимать в расчет для успешного выполнения работ в рамках аутсорсинга, будь то проекты под ключ или выборочные операции:

- Ответственный персонал электросетевой компании должен обладать доскональным пониманием договорного права, организационной политики и работы с контрагентами. Для этого обычно требуется переподготовка и переквалификация профессионально-технических и инженерных работников, которые будут руководить диспетчерским центром, задачами которого станут наблюдение и реализация контактов с подрядчиком.
- Предприятие, его владельцы и регулирующая организация должны продемонстрировать желание принять концепции аутсорсинга работ по техническому обслуживанию по всем звеньям структуры вплоть до правления.
- Работы, отдаваемые на аутсорсинг, должны быть четко определены и детализированы до уровня рабочих инструкций. Это предполагает и определенный минимальный уровень компетенций, необходимых для производства работ. Часто после успешного аутсорсинга подрядчики помогают отделу управления активами на предприятии обновлять и улучшать рабочие планы и инструкции.

- Электроэнергетическое предприятие должно аккуратно оценивать вероятность ухода персонала и либо порекомендовать соответствующие задачи успешному подрядчику по соглашениям о передаче, либо перераспределять их внутри своих основных структур.
- Предприятие должно выполнить оценку всех компетенций и удостовериться в сохранении ключевых компетенций в рабочей среде для принятия мер в случае непредвиденных событий. В дополнение к этому, подрядчики должны оказывать поддержку предприятию в случае непредвиденных и чрезвычайных обстоятельств, что следует прописать в планах управления корпоративными рисками.
- Должны быть *как минимум 3 подрядчика*, которые продемонстрировали навыки и умения, необходимые для проведения работ, и могут участвовать в тендере. Доказано, что наличие хотя бы двух подрядчиков на конкурсной основе может принести весомый положительный результат, при этом также сведя к минимуму риск оказаться вынужденными иметь дело только с одним подрядчиком.

Для принятия взвешенных и продуманных решений о замене или ремонте активов нужен четкий и прозрачный процесс. Из этого может быть составлен план капитальных вложений и составлена смета, которая обеспечит наиболее правильное распределение ресурсов, которое все владельцы сочтут обоснованным.

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ



На правах рекламы

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

<http://panor.ru/ge>

В каждом номере: материалы, необходимые для повседневной деятельности технического руководства промпредприятий; антикризисное управление производством; поиск и получение заказов; организация производственного процесса; принципы планирования производства.

Наши эксперты и авторы: **Афанасьев Ф.И.**, главный инженер Стерлитамакского ОАО «Каустик»; **Луценко А.Н.**, техн. директор Череповецкого металлургического комбината ОАО «Северсталь», канд. техн. наук; **Цепилов А.В.**, техн. директор ОАО «Завод «Красное Сормово»; **Воробей С.А.**, главный инженер Гурьевского метзавода; **Гапанович В.А.**, вице-президент, главный инженер ОАО «РЖД»; **Томарев Г.И.**, главный инженер Волгоградского металлургического завода «Красный Октябрь»; **Гребенщиков А.А.**, главный

инженер Воронежского механического завода; **Викалюк А.Д.**, техн. директор Копейского машиностроительного завода; **Немцов И.Ю.**, главный инженер компании «Термопол-Москва», другие ведущие специалисты и топ-менеджеры промышленных предприятий, а также технические специалисты ассоциаций и объединений, промышленных предприятий, ученые, специалисты в области управления производством.

Издается при информационной поддержке Российской инженерной академии и Союза машиностроителей.

Ежемесячное издание.

Распространяется по подписке и на отраслевых мероприятиях.

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- Управление производством
- Антикризисный менеджмент
- Реконструкция и модернизация производства
- Передовой опыт
- Новая техника и оборудование
- Инновационный климат
- Стандартизация и сертификация
- IT-технологии
- Промышленная безопасность и охрана труда



Для оформления подписки через редакцию пришлите заявку в произвольной форме по адресу электронной почты podpiska@panor.ru или позвоните по тел. 8 (495) 274-22-22 (многоканальный).