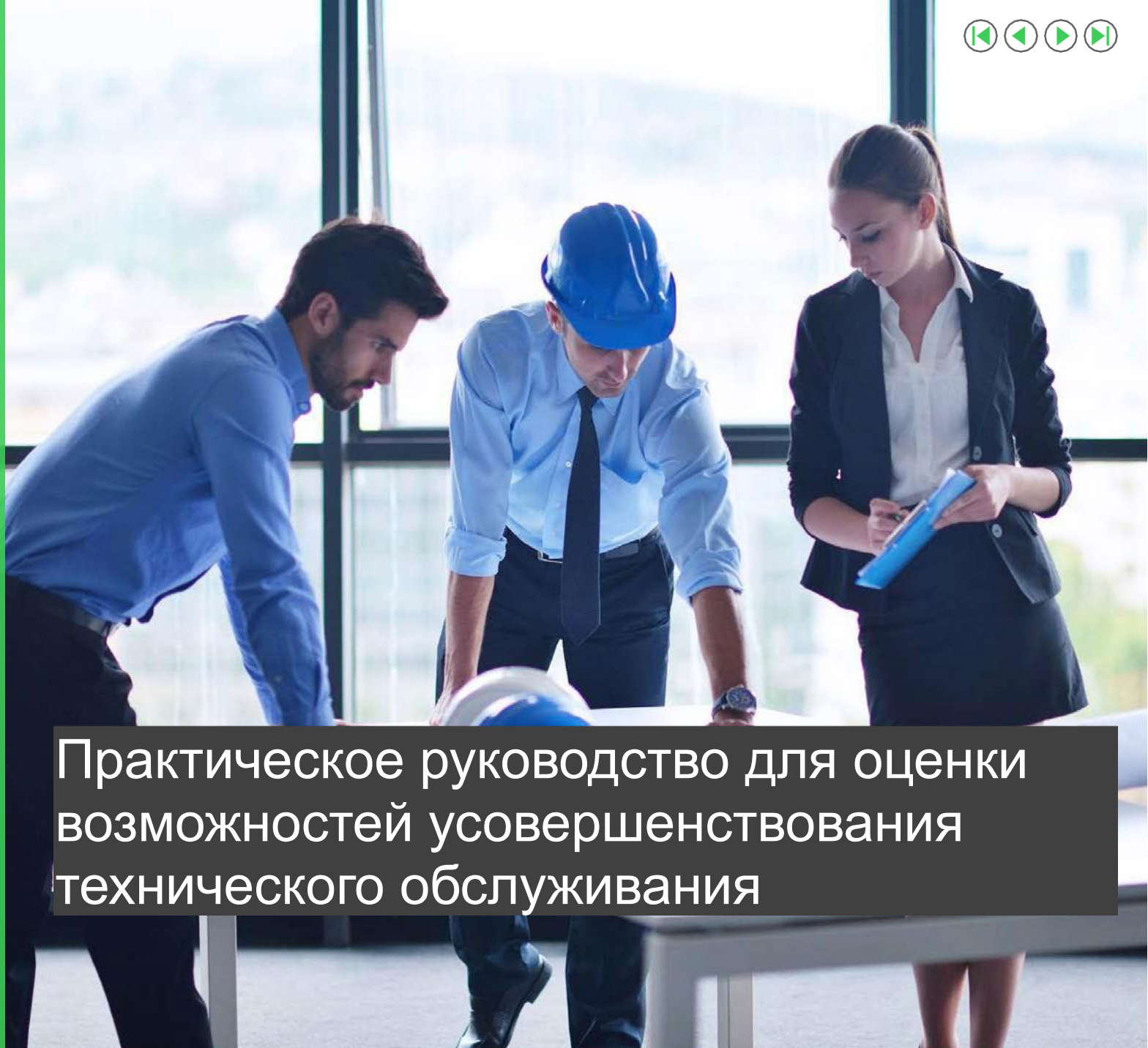




# Содержание

- 1 Введение
- 2 Изложение плана и программы технического обслуживания
- 3 Способы оценки основных активов
- 4 Типы технического обслуживания
- 5 Способы управления ресурсами технического обслуживания
- 6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание
- 7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания
- 8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания
- 9 Заключение
- 10 Дополнительные материалы и примечания



## Практическое руководство для оценки возможностей усовершенствования технического обслуживания



Life Is On

**Schneider**  
Electric

# Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

## Введение

Экономический кризис, начавшийся в 2008 г., заставил многие организации сократить свои капитальные затраты. В результате уменьшился бюджет на содержание собственных групп технического обслуживания организации, ответственных за обслуживание ключевых систем электрооборудования и ОВКВ. Кроме того, экономический кризис вынудил организации искать пути сокращения эксплуатационных затрат без снижения производительности. Бесперебойная эксплуатация должна была каким-то образом сочетаться с безопасностью для персонала, защищенностью, надежностью и длительным сроком службы оборудования.

Недостатком этой несостоятельной позиции стало повсеместное пренебрежение вопросами планирования технического обслуживания. Такие методы работы, как техническое обслуживание в один прием, отсутствие гарантийных и постгарантийных обязательств по времени реакции со стороны поставщиков в случае аварий и отсутствие или невыполнение плана профилактического технического обслуживания ставят под сомнение работоспособность системы электроснабжения объекта в целом. Для многих организаций такой период рискованного поведения либо уже привел к непредвиденному простоя, либо, что еще хуже, в скором времени выльется в дорогостоящий простой.



Экономический кризис 2008 г. заставил многие организации урезать бюджет на содержание собственных групп технического обслуживания.

**Исследования показали, что частота отказов электрического оборудования в три раза выше для компонентов, НЕ входящих в программу регулярного технического обслуживания.**

Вопрос не в том, произойдет ли отказ, а в том, когда он произойдет. Исследования показали, что частота отказов электрического оборудования в три раза выше для компонентов, НЕ входящих в программу регулярного технического обслуживания (по сравнению с оборудованием, входящим в план обслуживания)<sup>1</sup>.

Стоимость простоя в среднем может составлять 5600 долларов в минуту, что соответствует более 300 тыс. долларов в час<sup>2</sup>. Но это лишь среднее значение. В некоторых отраслях, таких как финансовая брокерская деятельность, стоимость простоя может достигать 6,8 млн долларов в час при средней стоимости часа простоя в обрабатывающих отраслях промышленности до 1,6 млн долларов<sup>3</sup>. Исследование показало, что более двух третей (67 %) аварий можно избежать благодаря составлению формального плана работ по техническому обслуживанию<sup>4</sup>.

### Настало время оценить усовершенствование технического обслуживания

В настоящее время наблюдается общее улучшение экономических условий, поэтому для организаций, желающих сохранить конкурентоспособность в условиях роста, целесообразной представляется повторная оценка планирования технического обслуживания. Аналитики и руководители работ едины во мнении: если организация не в состоянии хотя бы поддерживать текущий уровень

# Содержание

## 1 Введение

## 2 Изложение плана и программы технического обслуживания

## 3 Способы оценки основных активов

## 4 Типы технического обслуживания

## 5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

## 6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

## 7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

## 8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

## 9 Заключение

## 10 Дополнительные материалы и примечания

# Введение (продолжение)

производительности, она отстает, теряя конкурентоспособность и рискуя своими хозяйственными активами. В современном быстроразвивающемся и ориентированном на технологии мире все труднее оставаться конкурентоспособным, не допуская при этом снижения производительности.

С точки зрения эксплуатации поддержание производительности означает создание среды, которая по меньшей мере сохраняет текущий уровень производительности с ориентацией на два аспекта:

- поддержка: наличие необходимых ресурсов и способность их использовать для предотвращения проблем и ликвидации их последствий с целью обеспечения работоспособности объекта;
- техническое обслуживание: непрерывные усилия, направленные на обеспечение работы оборудования в соответствии с целевыми показателями при оптимальных операционных затратах.

Рассмотрим следующую ситуацию из реальной жизни: в результате тенденции к использованию для электроснабжения более высоких уровней напряжения (подобно недавним действиям США по переходу уровня напряжения в распределительных сетях среднего напряжения с 5 кВ до 15 кВ) многие организации с более старыми трансформаторами вынуждены заменять данное оборудование.

Кроме того, возраст оборудования некоторых организаций составляет 30–40 лет, и оно эксплуатируется на 120–125 % мощности. Режим эксплуатации с перегрузкой, возраст оборудования, а также изменение уровня напряжения сети в некоторых странах являются сильными стимулами для составления новых, более современных планов технического обслуживания.



Оборудование требует регулярного технического обслуживания, обеспечивающего благоприятные условия работы инфраструктуры.

Ежедневно предприятия увеличивают запросы по рабочей нагрузке на источники энергии (т. е. системы подачи воды, воздуха, газа, электроэнергии и пара). К сожалению, системы энергоснабжения не всегда рассчитаны на такие повышенные нагрузки. Основные причины внезапных отказов в системе электроснабжения – недостаток регулярного технического обслуживания. Оборудование энергоснабжения требует регулярного технического обслуживания и обеспечение благоприятных условий работы.

На ухудшение рабочих характеристик и снижение срока службы оборудования влияют условия эксплуатации, повторяющиеся перегрузки и коммутационный износ (вследствие превышения допустимого количества циклов включения-отключения).



# Содержание

## 1 Введение

## 2 Изложение плана и программы технического обслуживания

## 3 Способы оценки основных активов

## 4 Типы технического обслуживания

## 5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

## 6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

## 7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

## 8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

## 9 Заключение

## 10 Дополнительные материалы и примечания

# Введение (продолжение)

Это снижает вероятность аварий и повышает безопасность процессов и персонала.

На ухудшение рабочих характеристик и снижение срока службы оборудования влияют условия эксплуатации, повторяющиеся перегрузки и коммутационный износ (вследствие превышения допустимого количества циклов включения-отключения). Даже если оборудование долго не использовалось, вполне вероятно, что ему требуется надлежащее техническое обслуживание перед запуском в эксплуатацию.

### Влияние на бизнес

Сегодня во многих отраслях увеличение срока службы оборудования оказывает ключевое влияние на доход и финансовые результаты. Для достижения работоспособности системы и удовлетворения Заказчика необходимо уделить внимание трем критически важным факторам:



По мере роста применения цифровых технологий в мире бизнеса необходимость инвестиций в усовершенствование технического обслуживания приобретает поистине ключевое значение.

- активные аудиты энергоснабжающего оборудования и их эксплуатационных характеристик;
- привязка показателей эффективности работы предприятия к техническому обслуживанию энергетической инфраструктуры, которая постоянно находится в эксплуатации;
- оптимальный подход к техническому обслуживанию, приемлемый для руководства, утверждающего затраты на техническое обслуживание.

В настоящем справочном руководстве предлагаются рекомендации по выявлению и разрешению этих вопросов и обзор различных стратегий, применяемых при прохождении процесса усовершенствования техобслуживания. Помимо оценки различных подходов к техническому обслуживанию рассматриваются также программы его планирования и способы оценки влияния методов технического обслуживания на результаты бизнеса в целом.

**Тезис:** по мере того как в бизнесе новые цифровые технологии становятся привычными, необходимость инвестиций в усовершенствование технического обслуживания возросла в связи с износом оборудования и высокой стоимостью внезапных отказов и аварий.

# Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

## Изложение плана и программы технического обслуживания

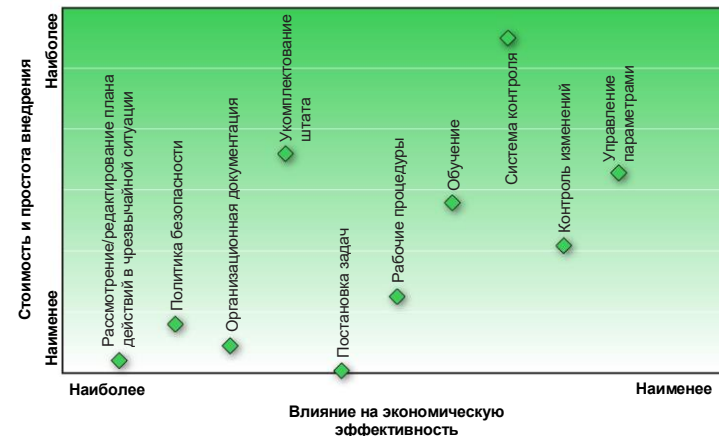
Надежность основных систем материальной инфраструктуры, таких как электропитание, двигатели и приводы, в значительной мере зависит от конкретной площадки и предприятия. Эксплуатационные группы работают с электрооборудованием различного качества и в различном количестве, поддерживают различные ответственные процессы и следуют разным стратегиям технического обслуживания. Тем не менее представляется разумным принять во внимание конкретные вопросы площадки и определить степень фактической и необходимой надежности системы. По всей видимости, в большинстве организаций в методах технического обслуживания инфраструктуры имеются недочеты. В результате – увеличение «затрат на владение» ("Total Cost of Ownership" (TCO)) за счет увеличения непредвиденных простоев производства.

Составление плана технического обслуживания не должно быть задачей, которая пугает или отнимает много времени. Опыт показывает: если правильные вопросы разрешаются в правильном порядке правильными людьми, обширные требования могут быть быстро переработаны в подробный план. Планы технического обслуживания зачастую разнятся среди заинтересованных сторон различных предприятий в рамках организации. Лицам, принимающим решения, представляются предложения, описанные с исчерпывающими техническими подробностями, но при этом обнаруживающие недостаток информации, необходимой для принятия правильных решений для бизнеса.

Начальные шаги процесса планирования должны быть сосредоточены на обеспечении общего понимания наиболее важных систем материальной инфраструктуры, подлежащих техническому обслуживанию и расчету потенциальных затрат и экономического эффекта. Данный системный подход должен включать лиц, принимающих решения, которые способны определять задачи высокого уровня и на ранних стадиях находить компромисс между производительностью, стоимостью и безопасностью. Такой подход решает вопрос неосведомленности ключевых заинтересованных сторон о «плане» и расходах, связанных с введением новых подходов (таких как методы «предиктивного», или прогнозного, технического обслуживания).

Заблаговременное планирование должно стремиться к установлению соглашения. Это обеспечит сосредоточение внимания лиц, принимающих решения на высоком уровне, на самых главных задачах, не позволяя уйти в обсуждение подробностей.

Ниже представлен образец расстановки приоритетов и их сопоставление в контексте влияния на экономическую эффективность. Аналогичные графики для оценки компромиссов можно построить для сравнения стоимости, безопасности и производительности.



Источник: информационная статья компании Schneider Electric «Модель зрелости эксплуатации инженерных систем для центров обработки данных»

### Техническое обслуживание системы, а не отдельных компонентов

Следует также избегать построения плана технического обслуживания вокруг отдельных компонентов. Вместо этого необходимо при планировании рассматривать техническое обслуживание с точки зрения системы в целом, поскольку это повысит общую производительность. Почему следует так поступить?

# Изложение плана и программы технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Надежность *системы* в целом соответствует надежности ее самого слабого звена. Эксплуатационный персонал может легко ошибиться, сосредоточившись на статистике по надежности отдельных компонентов. Это ложное чувство безопасности повышает риск незапланированного простоя системы. Рассмотрим следующие примеры:

- возьмем простую конфигурацию системы электрооборудования, состоящую из трансформатора, надежного на 90 %, и главного распределительного щита (ГРЩ), надежного на 90 %. Целиком эта небольшая «система» реально гарантирует надежность в размере 81 %;
- теперь представим систему, состоящую из трансформатора, надежного на 90 %, ГРЩ, надежного на 90 %, и щита конечного распределения, надежного на 90 %. Надежность системы составляет лишь 73 %;
- или более тревожная ситуация – с трансформатором, надежным на 90 %, ГРЩ, надежным на 70 % и щитом конечного распределения, надежным на 70 %. Надежность такой системы будет составлять всего 44 %.

Почему надежность системы всегда ниже надежности отдельных компонентов? Надежность является свойством системы электроснабжения, которое описывает вероятность того, что система будет эксплуатироваться или работать в соответствии с проектом, сборкой и назначением. Надежность определяется исходя из сочетания интенсивности отказов отдельных компонентов и конфигурации системы электроснабжения, в которой они применяются.

При планировании необходимо рассматривать техническое обслуживание с точки зрения системы в целом, поскольку это повысит общую производительность.

Понимание надежности в большей степени основано на математической вероятности, чем на фактическом физическом состоянии. Надежность электротехнического оборудования измеряется при помощи времени его безотказной работы. К примеру, если единица оборудования при проектировании рассчитана на «X» лет непрерывной работы и работает в течение этого времени, то она является на 100 % надежной в течение «X» лет. Если после этого времени произошел случайный отказ, надежность за пределами заявленного времени составляет менее 100 %.



Сниженная надежность, особенно применительно к электротехническим системам, повышает риски для безопасности персонала и снижения производительности предприятия в связи внезапными простоями. При отсутствии действий, направленных на повышение надежности, со временем она ухудшается. Поэтому представляется разумным встроить в годовой бюджет текущих расходов (ОРЕХ) инвестиции в повышение надежности.

Составление плана технического обслуживания не должно быть задачей, которая пугает или отнимает много времени.

# Изложение плана и программы технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Данная статья расходов в бюджете должна включать три следующих необходимых элемента:

- оценка инфраструктуры электрооборудования (оценка состояния);
- корректировка стратегии технического обслуживания (стратегия, которая использовалась в последний год, может не соответствовать требованиям текущего года), а также
- модернизация/замена оборудования с низкой надежностью (обновление оборудования, которое находится на грани отказа).

**Надежность электротехнического оборудования измеряется временем его безотказной работы.**

Следующий шаг после согласования *системы* должен включать определение наиболее важных компонентов в рамках системы (которые будут требовать наиболее полного объема технического обслуживания). Устройства со средним уровнем критичности могут быть внесены в регламент профилактического обслуживания. Наименее важные устройства могут быть приняты подлежащими замене при поломке. Основным вопросом, который требует ответа для каждого из компонентов, является следующий: «Какое влияние окажет потеря данного конкретного компонента на всю систему?». Ниже представлен пример общих компонентов электрооборудования и HVAC (ОВКВ) и уровни технического обслуживания, которые обычно необходимы. Степень важности данных устройств для установки зависит от конструкции всей системы и может быть определена при помощи аудита.

Устройство	Внутренние компоненты, требующие технического обслуживания	Требуемый относительный уровень
Трансформаторы	Проверка усилия затяжки болтов контактных соединений	Низкий
Блоки распределения питания	Проверка усилия затяжки болтов контактных соединений	Низкий
Источники бесперебойного питания	Вентиляторы, конденсаторы, аккумуляторы	Средний
Вентиляция/кондиционирование воздуха	Ремни, воздушные фильтры, соединительные трубы, компрессор, двигатели вентилятора, насосы, катушки управления	Высокий
Увлажнители	Слив, фильтр, заглушки, приборы для обработки воды	Высокий
Системы ввода резервного питания (АВР)	Компоненты схемы АВР, встроенное программное обеспечение, усилие затяжки контактных соединений	Высокий
Внешние устройства резервного электроснабжения (например, аккумуляторные батареи)	Момент затяжки контактных соединений, уровень электролита/кислоты, уровни температуры	Высокий
Система пожарной сигнализации	Клапаны, реле расхода	Высокий
Чиллеры	Уровни давления масла, уровни газа, температурные настройки	Высокий
Генераторы	Топливный фильтр, масляный фильтр, шланги, ремни, охлаждающая жидкость, элементы вентиляции картера, ступица вентилятора, водяной насос, затяжка болтовых соединений, подшипники генераторного вала, генераторный автоматический выключатель	Высокий

### Элементы программы технического обслуживания

В рамках модели всесторонней программы обслуживания факторы, которые влияют на производительность критических систем, могут включать следующее:

- программа профилактического технического обслуживания для снижения риска преждевременного отказа;
- контроль состояния оборудования с возможностью получения предварительных сигналов о возможной неисправности;
- быстрый доступ к запасным частям для выполнения ремонта;
- изменение процедур для ускорения ремонта устройств и снижения влияния на производство;
- коррекция схемы электроснабжения для обеспечения разумной нагрузки оборудования;
- доступ к руководствам и инструкциям для диагностики и ремонта оборудования.



# Изложение плана и программы технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Кроме того, должен быть установлен план для вновь устанавливаемых устройств, требующих сервисного и технического обслуживания. Поскольку многие из этих новых устройств поставляются производителями сегодня с «интеллектуальными» способностями, они легко добавляются в план технического обслуживания предиктивного (прогнозного) типа. Если службой Заказчика принята за основу концепция предиктивного (прогнозного) технического обслуживания: после частичной модернизации уже существующие устройства могут быть также добавлены к общему плану прогнозного технического обслуживания.

Для предприятий, имеющих несколько производственных площадок, подробная программа технического обслуживания обещает еще больший доход на инвестиции, поскольку есть возможность находить и выявлять наилучшие практики.



Представляется разумным встроить в годовой бюджет текущих расходов (ОРЕХ) инвестиции в повышение надежности.

Это позволяет проводить сравнение между различными производствами и технологическими линиями. Совместное использование таких данных способствует распространению передового опыта и позволяет заинтересованным сторонам управлять планированием технического обслуживания таким образом, чтобы уменьшить случаи незапланированных простоев.

Программа технического обслуживания должна учитывать архив статистических данных, поступающих от систем контроля и управления, таких как системы управления зданием (BMS), системы автоматизации производства (FAS), системы автоматизации здания (BAS), системы цифрового управления (DCS) и системное управление и сбор данных (SCADA). Предоставление точной информации по проблемам объекта и их последующее ранжирование по степени воздействия на бизнес позволяет принимать обоснованные решения относительно инвестиций в техническое обслуживание.

**Тезис:** планирование является важным первым шагом при усовершенствовании технического обслуживания. Планы должны строиться с точки зрения системы, а не отдельных компонентов.



# Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

## Способы оценки основных активов

Управляющие объектом могут не знать о текущем состоянии надежности их оборудования, если техническое обслуживание и результаты испытаний для всего оборудования не являются полными и легкодоступными на протяжении всего срока службы оборудования.

При отсутствии достоверной информации руководитель объекта должен выполнить оценку эксплуатационной готовности оборудования (вероятно, с привлечением инженера компании-поставщика оборудования). Данная оценка позволяет определить текущее состояние систем и связанного оборудования, его функциональность и надежность и соотнести с текущими функциональными потребностями объекта.

Тщательная и эффективная оценка должна включать следующие этапы:

- понимание процесса и оценка рисков;
- оценка состояния оборудования и анализ надежности;
- индекс критичности и оценка компетенции;
- выработка планов и заключительное совещание.

При необходимости оценки, к примеру систем электроснабжения, оценка должна выполняться профессиональным инженером, имеющим лицензию, с широким опытом в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания, безопасности и надежности систем электроснабжения и оборудования переменного и постоянного тока.



Если документация недоступна или устарела, руководство может рассмотреть выполнение оценки состояния готовности профессиональным инженером.

В ходе оценки риск объекта определяется сочетанием следующих четырех факторов:

1. Воздействие нарушения энергоснабжения на основные бизнес-процессы.
2. Угроза безопасности для персонала Службы Эксплуатации.
3. Вероятность нарушения энергоснабжения.
4. Способность организации (либо поддерживающих поставщиков или партнеров) быстро исправить негативные последствия нарушения энергоснабжения.

Специалист по техническому обслуживанию должен оценить окружающую среду (автоматические выключатели, способы установки, способы прокладки кабеля, механические соединения, типы нагрузок) и предупредить владельца о возможности преждевременного эксплуатационного износа компонентов. Он также должен указать факторы, которые могут отрицательно воздействовать на работоспособность системы (такие как возможные ошибки людей при обращении с оборудованием, превышение температуры в процессе эксплуатации, наличие газа в трансформаторном масле, коррозия механических и токоведущих частей). Технический аудит системы электроснабжения также должен включать оценку внешних факторов окружающей среды, которые могут отразиться на состоянии

оборудования (таких как снег, влажность, коррозионные испарения, пыль, взрывоопасная среда, грозовые разряды).

Одним из результатов аудита должно быть определение расстановки приоритетов технического обслуживания. Будут выявлены компоненты, выработавшие свой эксплуатационный ресурс. Общее правило для компонентов электрооборудования требует рассматривать возможность обновления, если возраст компонента составляет более 15 лет. Тем не менее модернизации и замены не должны производиться случайным образом. По возможности следует

# Техники оценки основных активов (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

избегать остановов и составлять план модернизации применительно к данным о состоянии оборудования. Заинтересованные стороны должны определить, обслуживает ли рассматриваемый компонент ключевые или второстепенные функции. Если ключевые, то надежность и целостность такого оборудования необходимо сохранить любой ценой.

**Общее правило для компонентов инфраструктуры электрооборудования требует рассматривать возможность модернизации или замены, если возраст компонента составляет более 15 лет.**

Остальные компоненты включаются в график замен на основании возраста и условий эксплуатации. В некоторых случаях старое оборудование может обновляться путем замены старых деталей на новые. В случае распределительных устройств среднего и низкого напряжения старые автоматические выключатели могут непосредственно заменяться на новые. При этом существующая структура распределительного устройства остается прежней. Новые автоматические выключатели для непосредственной замены разработаны таким образом, чтобы устанавливаться в существующих шкафах с минимальным временем снятия напряжения за счет минимальных изменений в посадочных местах и ошиновке (смотрите на нашем сайте «ретрофит», «решения по ретрофиту»).



Технический аудит также должен включать оценку внешних факторов окружающей среды, которые могут отразиться на надежности.

Если оборудование выведено из строя, а запасные детали недоступны, доступно решение по ретрофиту. Данное решение включает реконструкцию шасси автоматического выключателя для установки нового выключателя. Такие работы выполняются со снятием напряжения на время от получаса до нескольких часов. Ретрофит применим для распределительных устройств как низкого, так и среднего напряжения.

Такие аудиты обеспечат обслуживающему персоналу представление о том, какая часть бюджета должна выделяться на поддержание существующего оборудования и на обеспечение технического обслуживания вновь устанавливаемого оборудования. Также можно установить оптимальное, то есть экономически оправданное, сочетание практик ремонта по факту поломки, профилактического и предиктивного технического обслуживания. Такие параметры, как возраст оборудования, воздействие окружающей среды, степень значимости оборудования в схеме электроснабжения и его износ, служат решающими факторами, влияющими на выбор подхода к техническому обслуживанию.

**Тезис:** оценки и аудиты играют ключевую роль в определении объема работ и инвестиций, необходимых для выполнения актуальных задач технического обслуживания бизнеса.

# Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

## Типы технического обслуживания

С течением времени отказ оборудования может произойти по нескольким причинам. Одна из них – механическая поломка. Другая – условия окружающей среды на площадке. Человеческий фактор также может быть причиной отказов (чем меньше люди прикасаются к оборудованию, тем лучше). Но как определить достаточный объем технического обслуживания при формировании современной стратегии техобслуживания? И какой из типов технического обслуживания предпочтителен?

Подходы к техническому обслуживанию в целом делятся на три категории: реактивное, профилактическое и предиктивное (прогнозное). Ниже приведен краткий обзор подходов в рамках этих трех типов технического обслуживания:

**Реактивное техническое обслуживание:** при реактивном подходе (также известном как корректирующее техническое обслуживание или замена при поломке) поддержка используется только для устранения непредвиденных проблем или чрезвычайных ситуаций. Это означает следующее: прежде чем инициировать корректирующие действия, заинтересованные стороны ждут сбоя или полного отказа оборудования. В случае отказа компонента необходимо вызвать технического специалиста для его обслуживания. Данный подход не рекомендуется



Несмотря на важность и затратность поддержания эксплуатационной эффективности, большинство владельцев зданий полагается на программы реактивного технического обслуживания для своего оборудования.

## Подходы к техническому обслуживанию в целом делятся на три категории: реактивное, профилактическое и предиктивное.

для компонентов, каким-либо образом связанных с основными системами. Хотя реактивный подход представляет наиболее высокий риск и является самым дорогим (в долгосрочной перспективе) из трех подходов к техническому обслуживанию, как ни странно, он применяется чаще всего.

Несмотря на важность и затратность поддержания эксплуатационной готовности, большинство владельцев зданий – около 55 % в США<sup>6</sup> – полагается на программы реактивного технического обслуживания, забывая о своем оборудовании. Фактически, называть реактивное обслуживание «техническим обслуживанием» неверно; на самом деле это просто ремонт. Ожидая фактического отказа, исполнители и сам характер выполнения работ требуют снятия напряжения, внезапного останова производственного процесса на непредсказуемое время, что в совокупности весьма затратно для владельцев здания/сооружения/предприятия.

Затраты и простой можно сократить через замену реактивного технического обслуживания профилактическим обслуживанием для снижения количества отказов в критически важных узлах или системах.

**Профилактическое или «плановое» техническое обслуживание** является очень распространенным способом упреждающего технического обслуживания. Данный подход характеризуется техническим обслуживанием, выполняемым на регулярной основе (вне зависимости от состояния оборудования). В некоторых случаях техническое обслуживание не требуется, но оно регулярно выполняется в соответствии с графиком. Профилактическое техническое обслуживание обходится дешевле реактивного технического обслуживания, но дороже предиктивного (прогнозного).



# Типы технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Профилактическое техническое обслуживание оказывается менее рискованным и дорогостоящим по сравнению с реактивным техническим обслуживанием, но все же не является оптимальным подходом к техническому обслуживанию.

**Предиктивное техническое обслуживание либо обслуживание по техническому состоянию** является еще одним способом запланированного упреждающего технического обслуживания. Но в данном случае график основан не на временных интервалах. Напротив, техническое обслуживание обусловлено результатами диагностики. Как и при профилактическом техническом обслуживании, прогнозное техническое обслуживание основано на принципе превосходства упреждающего подхода над реактивным. Однако вместо выполнения ремонта на основании заранее определенного календарного графика при прогнозном техническом обслуживании ремонт выполняется на основании фактического состояния оборудования.

Хотя реактивное техническое обслуживание является наиболее популярным подходом, объекты с наиболее высоким уровнем операционной эффективности в большинстве своем применяют профилактическое техническое обслуживание и редко используют реактивный подход<sup>7</sup>.

### Концентрируемся на прогнозировании: новая волна планирования и выполнения технического обслуживания

Достижения в области технологий Интернета вещей (IoT) и распространение открытых протоколов для подключения к Ethernet делают доступным увеличение количества контрольных датчиков. Это открыло возможности для инноваций в планировании и выполнении технического обслуживания. В то время как в ходе профилактического технического обслуживания задачи выполняются при остановленных механизмах, в ходе предиктивного (прогнозного) технического обслуживания действия выполняются при работе механизмов в нормальном производственном режиме.

К примеру, при традиционном подходе механизмы останавливаются или устройства отключаются для обеспечения персоналу технического обслуживания доступа внутрь и проверки состояния оборудования. Это может происходить четыре раза в год. В условиях прогнозного технического обслуживания происходит непрерывный контроль оборудования. Отслеживаются основные показатели состояния оборудования. При заметном повышении температуры выполняется подробная диагностика и оценка на основании расчетов по данным предшествующей эксплуатации.

Такая оценка предлагает наилучшее время для ремонта данного механизма или компонента (до наступления аварии). Таким образом, вместо четырех перерывов в работе компонента в год это устройство может быть отключено только один раз для выполнения ремонта. Это помогает свести к минимуму дорогостоящие перерывы в работе технологических систем.



Профилактическое или «плановое» техническое обслуживание характеризуется регулярным техническим обслуживанием, выполняемым в соответствии с графиком через равные промежутки времени.

# Типы технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Прогнозный подход обладает и другими преимуществами по сравнению с профилактическим:

- стоимость технического обслуживания уменьшается на 50 %;
- непредвиденные отказы уменьшаются на 55 %;
- средняя наработка на отказ увеличивается на 30 %;
- работоспособность механизмов увеличивается на 30 %<sup>8</sup>.

При прогнозном сценарии, если условия эксплуатации указывают на возникновение проблемы в критически значимом оборудовании, предупреждающий сигнал позволяет лицам, принимающим решения, запланировать техническое обслуживание до фактической поломки или отказа. Вмешательства, связанные с техническим обслуживанием, спрогнозированы и выполняются, когда предупреждающие сигналы указывают на достижение заранее определенного порога износа.

Для обеспечения таких сигналов от рассматриваемого оборудования необходимо установить датчики в аппаратах, щитах распределения энергии и электроустановках. Современное оборудование распределения энергии уже содержит внутри себя такие сенсоры.

---

**Вмешательства, связанные с техническим обслуживанием, спрогнозированы и выполняются, когда предупреждающие сигналы указывают на достижение заранее определенного порога износа.**

---

Переход к прогнозному сценарию технического обслуживания не является категорически оправданным для всего парка оборудования в целом. Напротив, организации зачастую практикуют комбинацию из трех основных способов технического обслуживания (реактивного, предупредительного и прогнозного). Поскольку база оборудования развивается и обновляется со временем, можно добавлять больше элементов с прогнозным техническим обслуживанием, а в критически важных узлах устройства, для которых возможно только реактивное обслуживание, могут быть ликвидированы или сведены к минимуму.

Сбор всех данных о состоянии оборудования поддерживается системой информации о техническом обслуживании (управление активами предприятия), иногда встроенной в систему управления предприятием. Система помогает персоналу технического обслуживания планировать наиболее удобное время профилактических и восстановительных работ, управлять складом и заказом запасных частей и расходных материалов, трудозатратами и другими мероприятиями, связанными с техническим обслуживанием.

### Пример работы прогнозного технического обслуживания

В промышленности действия по предиктивному (прогнозному) техническому обслуживанию часто выполняют частотно-регулируемые приводы (ЧРП). ЧРП могут превращаться в «сервис-ориентированные приводы» (СОП) в целях увеличения срока службы завода. Интеллектуальное устройство ЧРП оценивает и проектирует состояние оборудования с течением времени и применяет формулы вероятности для оценки рисков внезапных поломок и отказов.

Большинство ЧРП устанавливается в «цепи» электромеханических устройств (таких как трансформаторы, автоматические выключатели, двигатели) или механических устройств (редуктор, механическая передача). Эти устройства обладают предсказуемым поведением, что позволяет планировать их техническое обслуживание. Вместе они образуют «линию управления».

В рамках сценария СОП ЧРП сводят к минимуму время собственного простоя, а также используются в качестве интеллектуальных датчиков для всей линии управления (отслеживающих крутящий момент двигателя, температуру, основное напряжение и расход энергии, ток нагрузки при выполнении заданной работы, руководствуясь установленным сводом правил прогнозируемого времени отказа данных компонентов). Система выдает предупреждения, когда имеется

# Типы технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

вероятность износа деталей, а также при приближении окончания периода безотказной работы. Принцип СОП позволяет прогнозировать сценарии по планированию технического обслуживания («не слишком рано и не слишком поздно»).

**Техническое обслуживание, ориентированное на повышение надежности: оптимальный подход для снижения затрат и повышения работоспособности**

Большинство стратегий технического обслуживания, будь то реактивное, профилактическое или прогнозное, часто связывается с техническим обслуживанием отдельных компонентов. Как мы уже видели, надежность системы более важна, чем надежность компонентов.

Это подводит нас к наиболее исчерпывающему подходу в техническом обслуживании: **техническое обслуживание, ориентированное на повышение надежности (reliability-centered maintenance (RCM))**. При данном подходе рассматривается система в целом, а не отдельные компоненты. Он объединяет в себе профилактическое техническое обслуживание, предиктивное тестирование и проверки, а также методы реактивного обслуживания, то есть устранение поломок по мере их возникновения. При техническом обслуживании, ориентированном на повышение надежности, которое является непрерывным процессом, собираются данные о эффективности работы оборудования для улучшения конструкции оборудования, обеспечивается информационно-аналитическая база для принятия более обоснованных решений по техническому обслуживанию в будущем.

**Техническое обслуживание, ориентированное на повышение надежности, представляет стратегию, которая концентрируется на конечных показателях и определяет, что необходимо сделать, чтобы обеспечить работу оборудования в соответствии с целями пользователя.**

При внедрении технического обслуживания, ориентированного на повышение надежности, применяются все практики технического обслуживания, но преобладающей является предиктивная (прогнозная). Стандартная конфигурация предлагает поддерживать процент использования реактивного метода на уровне не выше 10 % от парка установленного оборудования при 25–35 % профилактического технического обслуживания и 45–55 % предиктивного (прогнозного).

RCM представляет собой стратегию, которая для достижения желаемого результата определяет, что необходимо сделать, чтобы обеспечить работу оборудования в соответствии с целями пользователя. Техническое обслуживание, ориентированное на повышение надежности, является

основным элементом комплексной программы технического обслуживания, основанного на практическом использовании прогнозной аналитики для обеспечения предиктивного обслуживания.

**Тезис:** следует найти оптимальное сочетание стратегий технического обслуживания, которое будет соответствовать требованиям надежности и работоспособности при минимальных операционных затратах.



# Способы управления ресурсами технического обслуживания

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Подход к выполнению технического обслуживания, выбранный организацией, влияет на то, какими ресурсами будут осуществляться мероприятия технического обслуживания. Организации могут осуществлять техническое обслуживание самостоятельно или принять решение положиться в этом на производителей оборудования и/или третьи стороны.

### Собственные подразделения технического обслуживания используются все реже

Модель осуществления технического обслуживания собственными силами сложна для большинства организаций. Некоторые очень крупные компании и государственные предприятия могут иметь ресурсы для полного выполнения своих планов технического обслуживания и сервиса. Однако для большей части организаций будет непросто найти, нанять и обучить необходимых людей в рамках выделяемых на ТО средств.

Современные условия рынка создали среду, в которой группы технического обслуживания часто укомплектованы не полностью и в результате отстают в выполнении планов технического обслуживания. Такие рабочие условия усложняют внедрение усовершенствований, ожидаемых заинтересованными сторонами здания и объекта. Хотя данная ситуация характерна не для всех подразделений технического обслуживания на производстве, большинство из них сталкивается с проблемами в трех направлениях, связанных с техническим обслуживанием и проведением работ:

- затраты на техническое обслуживание здания продолжают расти, а бюджет ограничен;
- сотрудники основной сферы деятельности требуют больше современных услуг, но группы технического обслуживания не имеют инструментов или времени, чтобы обеспечить их;
- расходы объекта на энергию высоки, но никто не может достичь достаточной организованности, чтобы выявить способы их уменьшения.



Выполнение технического обслуживания по индикаторам (с использованием прогнозного подхода к техническому обслуживанию) требует меньше трудовых затрат и обеспечивает средства для уменьшения проблемы старения рабочей силы.

Еще одна проблема заключается в том, что многие организации сталкиваются со старением рабочей силы и испытывают сложности с наймом новых сотрудников, желающих работать в области технического обслуживания оборудования. Сочетание уменьшения количества сотрудников и постоянного старения оборудования требует более эффективных методов технического обслуживания. Выполнение технического обслуживания при благоприятных условиях (с использованием прогнозного подхода к техническому обслуживанию) по сравнению с периодическим (профилактическим) требует меньше трудовых затрат и обеспечивает средства для уменьшения проблемы старения рабочей силы.

При желании использовать прогнозный подход к техническому обслуживанию необходимо взяться за систематический анализ данных, что нелегко организовать собственными силами. Прежде всего, Служба Эксплуатации должна иметь систему, способную собирать большой объем различных данных по всем показателям здания и эффективности оборудования (такую, как BMS – систему управления зданием). Необходимый тип программного обеспечения для анализа данных не является стандартным в рамках решений систем управления зданиями и фактически требует выполнения специальной экспертизы профессионалами, имеющими опыт в ее использовании.

# Способы управления ресурсами технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы  
технического обслуживания

3 Способы оценки основных  
активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами  
технического обслуживания

6 Привлечение руководства  
к инвестициям в техническое  
обслуживание

7 Новые инструменты  
для персонала технического  
обслуживания

8 Меры безопасности при  
выполнении технического  
обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы  
и примечания

Некоторые производства могут быть более экономичным и гибким вариант передачи выполнения их планов технического обслуживания сторонним организациям. Еще более вероятно, что помощь сторонних организаций потребуется производствам, желающим сделать очередной шаг на пути к интеллектуальному плану обслуживания с использованием аналитики.

**Производства могут быть более экономичным и гибким вариант передачи выполнения их планов технического обслуживания сторонним организациям.**

### **Оценка передачи выполнения сценариев технического обслуживания сторонним организациям**

В зависимости от объема операций для большинства производств будет менее затратным нанять стороннего поставщика, уже имеющего соответствующий опыт и способного максимально использовать передовой опыт множества предприятий.

Однако привлекая поддержку сторонних организаций, следует проявлять осторожность. Выбранные поставщики услуг должны действовать как дополнение к собственному персоналу компании и тесно сотрудничать со Службой Эксплуатации для обеспечения необходимого руководства планированием, опыта работы с оборудованием и квалификации персонала.

При оценке сторонних исполнителей необходимо учитывать следующие моменты:

- **предшествующий опыт:** имеет ли поставщик сервисных услуг опыт работы на подобном производстве? Объекты сферы образования, науки, муниципальные и административные здания, промышленные объекты – каждый из этих типов зданий представляет свои особые задачи;
- **системы управления зданиями и аналитические возможности:** даже если владелец здания/оператор не нуждается в этих возможностях прямо сейчас и хочет только составления плана технического обслуживания, который внедряется вручную, имеет смысл выбрать исполнителя работ по техническому обслуживанию, который предлагает широкий ассортимент технологий и опыта на случай, если они понадобятся в будущем;
- **территориальный охват:** обслуживает ли исполнитель работ по техническому обслуживанию все территории, на которых находятся объекты Заказчика? Для компании, имеющей несколько предприятий, более эффективным и выгодным будет сотрудничать с одним крупным поставщиком технического обслуживания, а не с несколькими более мелкими. Поэтому компании мирового масштаба, вероятно, пожелают найти партнера по техническому обслуживанию мирового масштаба;
- **гибкость контракта:** каждое предприятие и производство имеет свои особенности и требует отдельного контракта на техническое обслуживание. Контракт должен предлагать варианты по продолжительности, объему ответственности, обязанностям и т. д., и эти варианты должны соответствовать ограничениям бюджета и целям бизнеса;
- **авторизация исполнителя работ по техническому обслуживанию от поставщика оборудования:** следует выяснить, имеет ли выбранный исполнитель работ разрешение на работу с типом оборудования, которое требует технического обслуживания, без аннулирования гарантии такого оборудования. Некоторые производители оборудования имеют очень строгие ограничения по поводу того, кто может выполнять техническое обслуживание оборудования на гарантии.

# Способы управления ресурсами технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы  
технического обслуживания

3 Способы оценки основных  
активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами  
технического обслуживания

6 Привлечение руководства  
к инвестициям в техническое  
обслуживание

7 Новые инструменты  
для персонала технического  
обслуживания

8 Меры безопасности при  
выполнении технического  
обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы  
и примечания



Производители оформляют контракты на техническое обслуживание, предлагающие услуги горячих линий, поддержки и гарантированное время реакции.

### Техническое обслуживание, выполняемое исполнителем, авторизированным поставщиком оборудования, в сравнении с ТО силами прочих организаций, не имеющих авторизации от поставщика

Производители оформляют контракты на техническое обслуживание, предлагающие услуги горячих линий, поддержки и гарантированное время реагирования. Производители также поддерживают тысячи единиц оборудования по всему миру и могут максимально использовать десятки тысяч часов обучения на местах для дальнейшего совершенствования своих методов выполнения технического обслуживания и повышения опыта своего персонала. Статистика, собираемая в результате работы инженеров сервиса от компании-поставщика, прошедших профильное обучение, передаются в центры исследований и разработок компании для выявления главных причин поломок и отказов.

Центры исследований и разработок на основе анализа данных работают над улучшением свойств выпускаемой продукции; кроме того, база данных по статистике работы и отказов служит основой для повышения эффективности сервисного обслуживания установленной базы оборудования. Присутствие по всему миру также позволяет сервисным службам производителя поддерживать более глубокое понимание вопросов, связанных с отдельными компонентами и системами в целом, а также знания, которые они могут применять для устранения неполадок и прогнозной аналитики.

### Риски допуска третьей стороны, не имеющей соответствующей авторизации

Большинство сторонних компаний, специализирующихся на техническом обслуживании, – местного или регионального масштаба; они обычно работают с меньшим объемом оборудования. В результате период их обучения может быть более долгим с учетом изменений технологий. Поскольку у них меньше прямых связей с производителями и производственными площадками, большинство поставщиков технического обслуживания, не имеющих разрешения, имеют трудности с обеспечением поддержки высокого уровня. Многие проблемы, с которыми они сталкиваются, являются для них новыми, поскольку они не обладают преимуществом максимального использования данных постоянного совершенствования технического обслуживания в мировом масштабе, собранных с установок производителей по всему миру.

Многие эксплуатационные группы поставляют запасные детали для критически важного оборудования, но какие действия предпринимаются для обеспечения того, чтобы эти запасные детали поставлялись в актуальной версии, обновлялись до уровня новых технологий или хотя бы проходили техническую проверку? Некоторые поставщики предлагают программы по управлению запасными деталями, куда входит даже их хранение в контролируемых зонах с гарантированным временем реагирования (устранения неполадок).

### Новые возможности мгновенного доступа к экспертной поддержке

Такие инструменты, как QR-код (код быстрого реагирования), вид [двухмерного штрихкода](#), используемый для обеспечения легкого доступа к информации и технической поддержке при помощи [смартфона](#), помогают установить связь между оборудованием и экспертами по диагностике.

**Большинство сторонних исполнителей технического обслуживания, не имеющих авторизации от производителя, имеют трудности с обеспечением поддержки высокого уровня.**



# Способы управления ресурсами технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы  
технического обслуживания

3 Способы оценки основных  
активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами  
технического обслуживания

6 Привлечение руководства  
к инвестициям в техническое  
обслуживание

7 Новые инструменты  
для персонала технического  
обслуживания

8 Меры безопасности при  
выполнении технического  
обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы  
и примечания

Эти люди обучены и имеют квалификацию для решения вопросов, связанных с вводом в эксплуатацию, диагностикой, выбором запасных деталей, устранением неполадок и выполнением профилактического/прогнозного технического обслуживания.

В качестве примера работы такого процесса в реальных условиях можно привести следующую цепочку событий, относящихся к частотно-регулируемым приводам.

Огромный торнадо, прошедший через область среднего запада США, снес часть крыши машинного зала производственного комплекса. В результате пять частотно-регулируемых приводов, управляющих насосами на производстве, отказали, поскольку попали под сильный ливень. Приводы такого типа нашлись на складе местного поставщика электрооборудования, и уже на следующий день был приглашен персонал технического обслуживания для их установки.

Однако группа технического обслуживания никогда раньше не запускала такие приводы. Поскольку приводы никогда не выходили из строя, никто не имел опыта пусконаладочных работ. К счастью, на передней стороне каждого привода был указан QR-код. После считывания QR-кода персонал технического обслуживания был напрямую соединен с горячей линией производителя приводов. Менее чем через полчаса специалисты удаленной справочной линии смогли точно определить параметры привода и запустить приводы в соответствии с необходимыми техническими требованиями.



Такие инструменты, как QR-коды, обеспечивают легкий доступ к информации и технической поддержке.

При создании практики удаленной технической поддержки следует заранее определить и согласовать между пользователями условия вмешательства в деятельность на площадке или удаленно, особенно если речь идет о критически ответственных операциях с оборудованием.

По мере того как программное обеспечение становится все более интегрированным в операционные системы, задача осуществления технического обслуживания становится все сложнее как для нового персонала, так и для более опытного. Предприятия могут использовать ресурсы своих поставщиков, чтобы использовать преимущества их знаний и опыта не только в виде приобретаемой продукции, но и при решении сложных задач. Сегодня поставщики предлагают как удаленную техническую поддержку через Интернет, так и авторизованный инженерно-технический сервис по выполнению работ непосредственно на объекте Заказчика. Передача диагностики, поиска и устранения неисправностей сторонним специалистам становится для Заказчиков все более разумным вариантом.

**Тезис:** по мере усложнения критически важных систем передача технического обслуживания сторонним организациям становится более выгодным вариантом. Следует позаботиться о сотрудничестве с квалифицированными поставщиками сервисных услуг.

# Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

## Содержание

- 1 Введение
- 2 Изложение плана и программы технического обслуживания
- 3 Способы оценки основных активов
- 4 Типы технического обслуживания
- 5 Способы управления ресурсами технического обслуживания
- 6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание
- 7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания
- 8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания
- 9 Заключение
- 10 Дополнительные материалы и примечания

Техническое обслуживание часто рассматривают как неизбежное зло или помеху для производства. Но если его представлять как часть общего уравнения эффективности предприятия, организации инвестируют в него более охотно.

Оперативно-технический и ремонтный персонал играет важную роль в поддержке целей высшего руководства через введение инноваций, включая инновации в сфере технического обслуживания. Расходы на техническое обслуживание в процентном соотношении составляют практически такой же объем текущего бюджета производства, что и затраты на электроэнергию. Но обычно эти средства тратятся неэффективно при реактивном подходе, когда оборудование обслуживается только после отказа. Упреждающий, прогнозный подход к техническому обслуживанию в сочетании с аналитикой может уменьшить операционные расходы на ТО и энергию до 20 %<sup>9</sup>.

Ключевой проблемой, с которой сталкивается персонал Службы Эксплуатации, заключается в отсутствии вовлеченности руководства в финансирование плана технического обслуживания, особенно если техническое обслуживание представляет собой фиксированную позицию в бюджете, а нужды технического обслуживания изменились (а это происходит ежегодно). Критическим фактором успеха является способность оперативно-технического и ремонтного персонала донести до руководства, насколько тщательно разработанное, современное, всестороннее планирование технического обслуживания повысит стоимость бизнеса.

При подготовке к любому совещанию с руководством, темой которого является финансирование проекта, производственный персонал должен рассмотреть следующие этапы.

- Этап 1: зафиксировать количество аварий в системе электроснабжения, с которыми организация столкнулась за последние несколько лет, и их влияние применительно к стоимости простоя и ущерба от недоотпуска продукции. Оценить затраты на устранение неисправностей при реактивном подходе к техническому обслуживанию. Важным вопросом является определение той доли понесенного ущерба, который можно было бы предотвратить. Возврат инвестиций в трансформацию методов технического обслуживания необходимо оценить непосредственно для рассматриваемого объекта. Это поможет обоснованию инвестиций перед высшим руководством.

- Этап 2: связаться с производителями электрического оборудования и попросить их предложить план технического обслуживания, который можно адаптировать к индивидуальным потребностям предприятия. Предложенный план технического обслуживания должен гарантировать устранение аварийных ситуаций на объекте и поставку запасных деталей таким образом, чтобы в случае выхода оборудования из строя продолжительность ремонтно-восстановительных работ была бы минимальной.

### Обоснование проекта технического обслуживания

Усовершенствованные планы технического обслуживания материальной инфраструктуры должны переводиться в увеличение срока безотказной работы оборудования, которое затем должно конвертироваться в воздействие на сокращение расходов, ускорение оборачиваемости и/или быструю окупаемость инвестиций. Руководство часто пугается того, что подчиненные погружают их в подробное обсуждение управления запасными деталями, ухудшения изоляции, показаний влажности и анализа вибрации. Часто такое обсуждение заканчивается неудачей эксплуатационного персонала и персонала технического обслуживания в получении финансирования, которое требуется для усовершенствования методов технического обслуживания.



Критическим фактором успеха является способность оперативно-технического и ремонтного персонала донести до руководства, насколько тщательно разработанное, современное, всестороннее планирование технического обслуживания повысит стоимость бизнеса.

# Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Следующие факторы развития бизнеса, связанные с техническим обслуживанием, могут служить основанием для бизнес-модели.

### Расходы на техническое обслуживание в процентном соотношении составляют практически такой же объем текущего бюджета производства, что и затраты на электроэнергию.

- Увеличение сбыта продукции предприятия: продление срока безотказной работы оборудования в целом увеличивает надежность системы электроснабжения; таким образом, производство соответствует графику, а уровень обслуживания соответствует или превышает ожидания Заказчиков, что непосредственно влияет на удовлетворенность Заказчиков и выручку предприятия.
- Балансовый отчет: при более высоких сроках службы оборудования предприятие снижает расходы на его замену. Это улучшает финансовые показатели, используемые на фондовой бирже для измерения стоимости компании. Совокупная стоимость затрат на владение («ТСО») в год ниже за счет более длительного срока полезного использования оборудования.
- Прибыли и убытки: эффективность технического обслуживания, в частности в фондоемких отраслях промышленности, где техническое обслуживание имеет значительную стоимость, влияет на отчет о прибылях и убытках. Повышение эффективности технического обслуживания может помочь уменьшить объем ненужного технического обслуживания или предотвратить незапланированные простои и связанные с ними потери человеко-часов, материалов и оборудования.
- Риск: интенсивная конкуренция и необходимость соответствия нормам государственного законодательства требуют от руководства тщательного управления рисками. Тщательно разработанная программа технического обслуживания является одним из способов повышения устойчивой работы предприятия и

обеспечения требований безопасности проведения работ. Проблема языка, на котором следует обсуждать производство с высшим руководством, усугубляется тем, что инвестиции в материальную инфраструктуру зачастую незаметны или постепенны. К примеру, многие электротехнические системы скрыты в помещениях для электрооборудования, а приводы, двигатели, насосы и клапаны скрыты в фундаментах или надпотолочном пространстве. Системы прогнозного технического обслуживания, управляющие производительностью всех этих активов, не видны большинству сотрудников организации. Однако эта незаметная инновация обеспечивает прибыль через эффективность эксплуатации, увеличение срока службы оборудования и повышение производительности производства за счет более высокой управляемости.

Отстаивая свои предложения инвестировать в изменение подхода к техническому обслуживанию, таких как прогнозное (предиктивное) техническое обслуживание, производственный и эксплуатационный персонал должен обращать внимание руководителей на следующие обстоятельства:

1. Подчеркивать практические выгоды предлагаемого плана технического обслуживания для предприятия.
2. Объяснять, что инновации помогают обрести конкурентное преимущество за счет повышения производительности активов.
3. Указывать на то, что применение инноваций не является однократной выгодой для конкретного проекта, и объяснять потенциал будущих улучшений.

#### Стратегии привлечения руководства предприятий

Производственный и эксплуатационный персонал должен также сообщить стоимость эксплуатации производства реактивным способом (в противоположность профилактическому и прогнозному). Подход замены при поломке оказывается наиболее дорогостоящим, а также предполагает самый высокий уровень риска останова и прерывания производства. Стоимость простоя размером в несколько сотен тысяч долларов в час не является редкостью для большинства отраслей. Косвенные последствия простоев, такие как потеря прибыли от неоказанных услуг, пени и штрафы за неисполнение или задержку исполнения обязательств перед клиентами, ущерб репутации, потеря удовлетворенности Заказчиков или потеря доли на рынке, также необходимо учитывать.



# Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание (продолжение)

## Содержание

- 1 Введение
- 2 Изложение плана и программы технического обслуживания
- 3 Способы оценки основных активов
- 4 Типы технического обслуживания
- 5 Способы управления ресурсами технического обслуживания
- 6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание
- 7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания
- 8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания
- 9 Заключение
- 10 Дополнительные материалы и примечания

Во избежание наихудших сценариев группы технического обслуживания должны выдвигать предложения, содержащие шкалу приоритетов инвестиций, которая позволит руководству принять правильные решения относительно планирования технического обслуживания. Предложения по техническому обслуживанию должны включать следующие точки взаимодействия:



Для перехода от реактивной или профилактической стратегии к прогнозируемому подходу организациям может потребоваться целевое финансирование для внедрения и поддержания новых платформ программного обеспечения, способных собирать данные относительно фактического состояния систем и оборудования.

- возврат (размеры и сроки, за счет чего) инвестиций;
- прогноз снижения рисков;
- необходимые ресурсы;
- для отражения окупаемости следует использовать метрику (например, срок службы, долговечность активов, управление затратами, объемы и качество продукции, безопасность труда);
- роли и полномочия участников.

Усовершенствование выполнения технического обслуживания повысит окупаемость инвестиций несколькими способами. Доступ к данным по всем системам в режиме реального времени уменьшает время, необходимое для диагностики и устранения проблем, и обеспечивает новый взгляд на совместную работу различных компонентов систем. Это создает возможности для усовершенствования и оптимизации общей работы. Интегрированная программа технического обслуживания с участием правильных партнеров с надлежащим сочетанием подходов к техническому обслуживанию упрощает выявление лучших показателей работы оборудования и наиболее затратных, требующих улучшения.

Для перехода от реактивной или профилактической стратегии к прогнозируемому подходу организациям может потребоваться целевое финансирование для внедрения и поддержания новых платформ программного обеспечения, способных собирать данные относительно фактического состояния систем и оборудования. Производственному персоналу может потребоваться дальнейшее обучение, а также, возможно, необходимо будет нанять дополнительный персонал. Данные факторы, разумеется, требуют большего бюджета, чем бюджет на реактивное техническое обслуживание при предполагаемом отсутствии проблем (т. е. предположении, что затраты на техническое обслуживание составляют ноль рублей 00 коп, чего в принципе не бывает).

Внедрение анализа и установки приоритетов, осуществляемое собственными силами или сторонними организациями, повышает начальные затраты на внедрение технического обслуживания. Все эти факторы в значительной мере будут зависеть от размера и установившихся практик работы компании, управляющей производством, но расходы на внедрение не следует игнорировать. Тем не менее, как и в случае с кажущейся экономией при реактивном техническом обслуживании, эти предположительно более высокие расходы – лишь видимость. Инвестиции в предиктивное (прогнозируемое) техническое обслуживание окупаются многократно.

# Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Однако данная высокая начальная стоимость представляет проблему для некоторых организаций, поскольку программа прогнозного технического обслуживания требует вовлеченности и утверждения высшего руководства. Самой большой трудностью будет изменение установившихся практик работы компании и распространение нового взгляда на техническое обслуживание.

Практические примеры могут помочь производственным группам проиллюстрировать свою позицию. Ниже представлен пример того, как прогнозный подход к техническому обслуживанию сэкономил одной компании миллионы возможных убытков.

Рассматриваемое оборудование – модельная паровая турбина мощностью 110 МВт с семью подшипниками (включая подшипники генератора). Согласно записям о техническом обслуживании оборудования, более года данная турбина демонстрировала отдельные эпизодические проблемы, за которыми следовало ухудшение состояния, в конечном счете приводившее к останову оборудования. Персонал технического обслуживания обнаружил вибрацию подшипников турбины и выполнил корректирующие действия. По завершении технического обслуживания аналогичный цикл эпизодических проблем повторился параллельно с появлением новых проблем.

После этого необработанная динамика изменений по данному оборудованию была проанализирована при помощи современного инструмента прогнозной аналитики (в данном случае инструмента **Avantis PRiSM**® компании Schneider Electric). Результаты оказались значительными.

**Усовершенствованные планы технического обслуживания материальной инфраструктуры должны переводиться в увеличение времени непрерывной работы, которое затем должно конвертироваться в воздействие на сокращение расходов, ускорение оборачиваемости и/или быструю окупаемость инвестиций.**

Если бы решение для прогнозной аналитики оборудования было установлено на производстве, персонал завода получил бы раннее предупреждение о том, что проблемы с тепловым расширением турбины развиваются и в течение года станут необратимыми. Благодаря моделированию инструмент сумел выявить шаблоны отказов, выдав раннее предупреждение за шесть месяцев до аварии. Модель показала, что вибрация подшипников была лишь симптомом, тогда как основной причиной проблем стали неполадки теплового расширения. Упреждающее ремонтное обслуживание могло бы устранить проблему теплового расширения до того, как она привела к проблемам с вибрацией подшипников и останову оборудования. Результатом могла стать существенная экономия расходов на техническое обслуживание, а также дополнительный сбыт продукции за счет повышения работоспособности оборудования. Оценочный объем экономии в данном случае составляет миллионы долларов – недопущение 35 дней простоя и связанных с ним затрат на ремонт.

Такие примеры, а также экономия, которая может быть получена, говорят в пользу перехода к аналитике в области технического обслуживания. В результате совершенствования технологий и снижения расходов повсеместное внедрение прогнозных

подходов к техническому обслуживанию в течение следующих лет предположительно будет возрастать на 20 % ежегодно по всему миру<sup>10</sup>.

**Тезис:** любые предложения, представляемые руководством, связанные с затратами на усовершенствование технического обслуживания, должны быть привязаны к стоимости бизнеса.

# Новые инструменты для персонала технического обслуживания

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Большинство руководителей и техников в области технического обслуживания согласятся с тем, что со временем их работа все более усложняется. В наше время от персонала технического обслуживания зданий и промышленности ожидается знание широкого ряда продуктов и понимание влияния этих продуктов на другие связанные устройства. Они также загружены составлением подробных отчетов, чтобы руководство производством могло отслеживать производительность важного оборудования и данные по времени работы.

Без надлежащего обслуживания потребление энергии инфраструктурой электроснабжения, ОВКВ и освещения может сильно возрасти – рост составит от 10 до 20 % по мере постепенного сбоя настройки системы. По мере совершенствования производства, а также автоматизации и объединения инфраструктуры планирование и выполнение технического обслуживания становятся ключевым фактором успеха для быстрого обслуживания оборудования и поддержания его в рабочем состоянии.

Несмотря на тяжелые условия работы, помощь для персонала технического обслуживания уже не за горами. Некоторые новые и относительно недорогие инструменты становятся доступными, что упрощает задачу управления техническим обслуживанием, которое начинается с мобильного устройства.

### От скуки – к простоте: сила взаимодействия

Представьте себе инженера по техническому обслуживанию, который должен выполнить плановое техническое обслуживание нескольких электротехнических систем. В традиционной среде и при нормальных условиях (если такие условия еще встречаются) он должен будет установить деталь, требующую проверки или ремонта, запланировать время на выполнение технического обслуживания, провести соответствующую диагностику, распорядиться о ремонте, проверить правильность функционирования, а затем написать отчет и предоставить его заинтересованным сторонам. Выполнение данной работы требует нескольких часов неустанной сосредоточенности, множества телефонных звонков и сидения над отчетом по завершении работы.

И эта кропотливая работа часто происходит в конце изнурительного дня.

Теперь представьте простое приложение на смартфоне, которое

разработано с одной целью: упрощение работ по техническому обслуживанию на производстве. Это инструмент с развертыванием в облаке, который удаленно отслеживает состояние всех находящихся в зоне ответственности устройств и электроустановок. Инженер по техническому обслуживанию и его подчиненные имеют доступ к следующему:

- архив данных эксплуатации с отметками о том, что работы выполнены и соответствуют нормам по техническому обслуживанию устройств и электроустановок;
- план технического обслуживания, который автоматически заранее напомнит обо всех задачах;



Без надлежащего обслуживания потребление энергии инфраструктурой электроснабжения, ОВКВ и освещения может сильно возрасти – рост составит от 10 до 20 % по мере постепенного сбоя системных настроек.



# Новые инструменты для персонала технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

- архив документов, предоставляющий необходимую информацию, такую как руководства по эксплуатации и техническому обслуживанию, однолинейные схемы, монтажные схемы и конструкторские чертежи.

Этот инструмент работает следующим образом:

в цифровой журнал по каждому из распределительных устройств встроена система GPS, информирующая заинтересованные стороны о местонахождении оборудования, которое требует обслуживания, и содержащая план и историю мероприятий профилактического обслуживания. При желании журнал эксплуатации каждого распределительного устройства может быть дополнен и включать в себя голосовые заметки, комментарии, фотографии и данные измерений. Доступ к заранее определенному плану технического обслуживания осуществляется при помощи смартфона; таким же образом происходит получение уведомлений и предупредительных сообщений. Доступ к данной информации и автоматическое оповещение о произведенных работах выдается коллегам и руководителям. Таким образом, исполнитель работ, руководитель работ, инженер по техническому обслуживанию более не тратит время на постоянные отчеты. Но самое главное, сам отчет о произведенных работах генерируется в одно нажатие. Это означает, что исполнитель работ по техническому обслуживанию больше не должен тратить время на заполнение отчетных форм, всякий раз, сообщая о фактически проделанной работе.

### Большинство руководителей и техников в области технического обслуживания согласятся с тем, что их работа все более усложняется.

Такие инструменты позволяют создавать сообщества, в которые могут входить исполнители работ, в том числе смежных подразделений, а также инженеры и руководители технических служб Заказчика. Журнал обслуживания, планы и результаты технического обслуживания по каждой электроустановке теперь могут быть доступны всем заинтересованным лицам одновременно. В случае необходимости информация о состоянии оборудования и выявленных проблемах/их решении может передаваться в режиме реального времени посредством

чатов с коллегами и Заказчиками.

Данные приложения могут также подключаться к прогнозным системам контроля, чтобы текущие оповещения и ранние предупреждения могли высылаться до того, как произойдет простой или авария. Новые единицы оборудования легко добавляются в перечень оборудования после ввода в эксплуатацию. Чем чаще используются данные инструменты, тем более эффективным становится выполнение технического обслуживания.

Управление данными стало ключевым фактором успеха при совершенствовании технического обслуживания. Для того чтобы успешно уменьшить расходы и время простоя, заинтересованные стороны должны иметь возможность выполнить следующее:

- собрать данные о производстве;
- интерпретировать эти данные при помощи исчерпывающих и простых в использовании инструментальных панелей;
- перевести информацию с инструментальных панелей в действия, которые экономят средства и повышают производительность.

Однако создание такой инфраструктуры, управляемой данными, с нуля будет дорогостоящим. К счастью, доступны новые бюджетные услуги, позволяющие организациям любого размера справиться с этими проблемами.

Одним из примеров является услуга, которая называется [Facility Advisor](#) – предложение компании Schneider Electric. Она работает следующим образом:

сначала проводится оценка площадки, предоставляется предложение для группы технического обслуживания. Устанавливаются измерители для сбора необходимых данных по зданию и материальной инфраструктуре. Информация направляется на облачную платформу, которая отображает данные. Эти данные анализируются квалифицированными специалистами, а затем выдаются подробные рекомендации по экономии.

# Новые инструменты для персонала технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Примеры применения такого инструмента включают своевременное определение приоритетов технического обслуживания (для какого оборудования наблюдаются или будут наблюдаться проблемы (внезапные поломки и отказы)), эффективность работы оборудования (какие работают хорошо – чтобы перенести передовые методы работы на другие производства), а также уменьшение стоимости электроэнергии (переход на более выгодный контракт с энергетической компанией, эффективный контроль освещения, более эффективный подход к ОВКВ (ОВКВ – отопление, водоснабжение, кондиционирование и вентиляция)).

Лица, работавшие с подобными инструментами, отмечают следующие преимущества:

- уменьшение стоимости технического обслуживания до 8 %<sup>11</sup> – инструменты позволяют осуществлять планирование технического обслуживания и управление им из любого места. Работы по техническому обслуживанию выполняются в правильное время. Отслеживаются все события, связанные с техническим обслуживанием, для всего оборудования. Выявление отказов и возможности диагностики позволяют осуществить переход к прогнозному техническому обслуживанию;
- уменьшение времени простоя до 9 %<sup>12</sup> – в результате активного сбора данных теперь можно выполнять сравнительную оценку площадок в различных зданиях. Нарушение нормальных условий эксплуатации оборудования выявляется заблаговременно, поэтому можно избежать предсказуемой поломки. Проще осуществлять соответствующие действия и распределение расходов. Исчерпывающая отчетность (ежемесячная, с начала года до текущей даты, годовое потребление, дневное потребление, потребление по зонам и способам использования), подкрепленная аналитикой, обеспечивает точный обзор прогресса;



Управление данными стало ключевым фактором успеха при усовершенствовании технического обслуживания.

- экономия энергии до 18 %<sup>13</sup> – эти инструменты способны обнаруживать нарушение нормального потребления (например, растрченную энергию, избыточное потребление отопительной системой и системой кондиционирования и утечки воды). Анализируя контракты с энергетическими компаниями, квалифицированные эксперты могут предложить планы по сокращению расходов и избеганию штрафов за потребление, связанных с коэффициентом расхода. Могут быть выявлены индикаторы энергоэффективности, которые затем отслеживаются, чтобы сделать возможным воплощение планов усовершенствования.

### Гибкость инструментов прогнозирования

Программное обеспечение для прогнозной аналитики оборудования позволяет эксплуатационному персоналу и персоналу технического обслуживания лучше предупреждать неполадки в ходе работы. Например, вместо немедленного отключения секции энергетической установки может быть выполнена оценка проблемной ситуации с анализом большего количества контролируемых показателей. Можно осознанно разгрузить секцию электроустановки за счет отключения части второстепенных энергопотребителей или запланировать необходимое техническое обслуживание в ходе запланированного отключения.

# Новые инструменты для персонала технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

- 1 Введение
- 2 Изложение плана и программы технического обслуживания
- 3 Способы оценки основных активов
- 4 Типы технического обслуживания
- 5 Способы управления ресурсами технического обслуживания
- 6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание
- 7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания
- 8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания
- 9 Заключение
- 10 Дополнительные материалы и примечания

Программные инструменты обеспечивают наилучшее планирование, которое, в свою очередь, уменьшает затраты на техническое обслуживание. Запасные части могут заказываться и поставляться без необходимости внушительной доплаты за срочность, и оборудование может продолжать находиться в эксплуатации, так как частичный ремонт или его замена запланирована заранее до истечения срока его безотказной работы. Периоды технического обслуживания могут быть увеличены с учетом условий эксплуатации оборудования и степени его фактического износа. Другие преимущества включают более эффективное использование оборудования и возможность выявления оборудования, которое работает неэффективно.

Прочие виды экономии можно осознать, если брать в расчет непонесенные (предотвращенные) расходы, связанные с внезапной потерей электроснабжения, срочным приобретением оборудования для замены, дополнительными трудозатратами (в том числе с оплатой сверхурочного времени работы персонала при ликвидации последствий аварии), и недоотпуском продукции вследствие этого. Сила инструментов прогнозной аналитики состоит в том, что они могут переводить необработанные данные в простую для понимания консолидированную оценку, результатом которой является возможность



Создание новых методов технического обслуживания «с нуля» – процесс затратный. К счастью, существуют новые сервисы, позволяющие даже небольшим организациям справиться с этой проблемой.

принятия решений для повышения эффективности и надежности работы оборудования.

Инструменты прогнозной аналитики позволяют персоналу визуализировать фактическую и ожидаемую производительность оборудования, включая подробную информацию об условиях окружающей среды, нагрузке оборудования и режимах эксплуатации. Эксплуатационный персонал получает знания о том, в каких местах имеются недостатки и каково их воздействие на финансовые показатели. Он может измерить будущие последствия действий и решений, предпринимаемых в настоящем. Оценка рисков предоставляет более точное изучение и данные о возможном поведении каждого из отслеживаемых устройств и может использоваться для лучшего распределения капитальных и операционных затрат (Примечание: на практике выбор ошибочно делается в сторону уменьшения капитальных затрат любой ценой без оценки влияния на последующие операционные затраты).

Сбор знаний представляет еще одно преимущество инструментов прогнозной аналитики. Архив повторяющихся событий и принимаемых решений, связанных с техническим обслуживанием, способствует преемственности работы трудовых кадров. Когда опытный персонал покидает компанию, опыт, накопленный им за годы работы, остается доступным для нового персонала.

Повышение надежности и эффективности с помощью ПО, применяемого в том числе для сбора данных для последующего анализа и составления плана ТО оборудования, приводит к тому, что Заказчики получают более надежное обслуживание с меньшим количеством плановых отключений, поскольку для избежания отказов можно продлять межремонтный период и отказаться от части плановых отключений, которые потребовались бы при работе по сценарию планового предупредительно-восстановительного технического обслуживания.

**Тезис:** сегодня новые инструменты значительно упрощают управление парком установленного оборудования, которое поддерживает реактивные, профилактические и прогнозные методы технического обслуживания.



# Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

## Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

Некоторые операции технического обслуживания несут риски производственного травматизма, в том числе опасность смертельного поражения электрическим током (например, операции с распределительным устройством среднего напряжения). Выполнение Правил техники безопасности должно строго соблюдаться; регламентные работы должны выполняться по стандартным правилам подготовки рабочего места с полным или частичным снятием напряжения, вывешиванием замков на рычаги и кнопки отключенных автоматических выключателей и разъединителей, и включением заземляющих ножей и/или наложением защитных заземлений со сторон, откуда может быть подано напряжение. Соблюдение данных правил и разработка процедур безопасного проведения работ с учетом особенностей каждого объекта должны строго контролироваться руководителями организации.

Как и в случае с распределительным устройством, лица, выполняющие работы, должны соблюдать осторожность и строго следовать процедурам, описанным в национальных стандартах, например, в США – NFPA 70E, таким как:

- понимание всех возможных источников электроэнергии, поставляемой на распределительное устройство, техническое обслуживание которого выполняется. Сюда входит, помимо прочего, изучение самых актуальных чертежей электрооборудования и источников электроэнергии распределительного устройства;
- надлежащее отключение всех выявленных источников электроэнергии;
- создание и визуальный контроль наличия «видимых разрывов» в цепях подачи электроэнергии, откуда возможна подача напряжения к месту проведения работ. Это можно выполнить при помощи смотровых окон выключателя-разъединителя или путем выкатывания автоматического выключателя из его ячейки;
- ограждение места проведения работ, вывешивание на устройства предупреждающих и разрешающих плакатов в

соответствии с установленными правилами, разработанными владельцем или организацией, выполняющей техническое обслуживание;

- проверка действительного отсутствия напряжения на токоведущих частях, на которых будут производиться работы. Это можно выполнить при помощи индикатора напряжения, настроенного соответствующим образом, применяемого для обнаружения разности потенциалов между разными фазами, а также между фазами и землей. Перед выполнением каждого испытания и после него следует проверять индикатор напряжения, чтобы определить его действительную работоспособность;
- заземление токоведущих частей в зоне проведения работ технического обслуживания должно выполняться стационарными или переносными защитными заземлениями, рассчитанными на протекание максимально возможного тока короткого замыкания в данной точке схемы электроснабжения в течение времени ликвидации аварии устройством защиты.<sup>14</sup>

### Дополнительные области риска

Другим источником риска в ходе выполнения технического обслуживания является сохранение электромагнитной энергии в оборудовании, подключенном к системе электропитания. Применение возобновляемых источников энергии, источников бесперебойного питания (ИБП) и устройств коррекции качества электроэнергии увеличило количество источников энергии

для современных систем электроснабжения. Системы возобновляемой энергии, генераторов и аккумуляторов усложняют системы распределения и, как следствие, усложняют обеспечение безопасного проведения работ по техническому обслуживанию.



Определенные типы технического обслуживания включают неотъемлемый риск для персонала технического обслуживания внутри оборудования и вблизи него. Выполнение стандартов безопасности должно быть строгим, а подробные процессы и процедуры должны соблюдаться старшими специалистами.

# Меры безопасности при выполнении технического обслуживания (продолжение)

## Содержание

- 1 Введение
- 2 Изложение плана и программы технического обслуживания
- 3 Способы оценки основных активов
- 4 Типы технического обслуживания
- 5 Способы управления ресурсами технического обслуживания
- 6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание
- 7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания
- 8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания
- 9 Заключение
- 10 Дополнительные материалы и примечания



Системы возобновляемой энергии, генераторов и аккумуляторов усложняют системы распределения и могут усложнить обеспечение безопасного проведения работ по техническому обслуживанию.

Системы микротурбин или ИБП, которые особенно часто применяются в критически важных силовых установках, могут неожиданно передавать энергию в систему, пока распределительное устройство находится на техническом обслуживании. Конденсаторы для компенсации реактивной мощности, не разряженные должным образом, могут представлять опасность во время технического обслуживания распределительного устройства. Автоматические системы генераторов или переключатели источников питания могут передать энергию на распределительное устройство при непредвиденных сценариях потери энергии. Слишком длинные кабельные трассы среднего напряжения будут удерживать емкостную энергию, которая может внезапно высвободиться на отключенное распределительное устройство в ходе выполнения технического обслуживания или механического испытания. Эти особенности современных систем электроснабжения, а также более частые происшествия, такие как падающие инструменты, ошибки первоначального строительства или неверно прочитанные чертежи электрооборудования, иллюстрируют риски и вероятности случайной подачи энергии на распределительное устройство во время проведения технического обслуживания.

Учет устройств защитного заземления на стадии проектирования распределительного устройства может решить многие из этих проблем.

**Автоматические системы генераторов или переключатели источников питания могут передать энергию на распределительное устройство при непредвиденных сценариях потери энергии.**

Повышение безопасности снижает риск для рабочих. Встроенные в оборудование блокировки доступа к токоведущим частям без снятия напряжения и включения заземляющих ножей помогают предотвратить случаи поражения исполнителей работ электрическим током, а индикаторы наличия напряжения на линии действуют в качестве визуальной индикации безопасности. Интуитивно понятная конструкция встроенных заземляющих устройств снижает вероятность ошибки, связанной с человеческим фактором, путем устранения дополнительных опасных шагов в ходе ручного наложения заземления. Самым значительным преимуществом является отсутствие необходимости для персонала выполнения действий по наложению переносных защитных заземлений при подготовке рабочего места для технического обслуживания. Использование комплектных распределительных устройств с типовыми решениями по снятию напряжения и наложению защитного заземления перед доступом персонала к токоведущим частям создает максимально удобные условия для безопасного и быстрого технического обслуживания.

**Тезис:** следует принять дополнительные меры безопасности при выполнении потенциально опасного технического обслуживания. Зачастую конструкция электроустановки может повышать безопасность рабочих при необходимости выполнения технического обслуживания. Тем не менее ограничение риска травмы путем передачи данного типа работ специалистам, вероятно, является наиболее разумным шагом.

# Содержание

- 1 Введение
- 2 Изложение плана и программы технического обслуживания
- 3 Способы оценки основных активов
- 4 Типы технического обслуживания
- 5 Способы управления ресурсами технического обслуживания
- 6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание
- 7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания
- 8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания
- 9 Заключение
- 10 Дополнительные материалы и примечания

## Заключение

Организации могут изменять и совершенствовать свои стратегии технического обслуживания, максимально используя данные и прогнозную аналитику по активам для получения наибольшей экономической отдачи от использования каждого отдельного устройства. Новые инструменты прогнозного программного обеспечения для аналитики состояния, загрузки и степени износа оборудования могут позволить владельцам определить критически важные устройства и поставить их под внимательный контроль для ранней диагностики и предотвращения внезапных поломок и аварий с остановом производства и с полным или частичным разрушением самого оборудования.

Сегодняшний и завтрашний уровень развития технических, трудовых, экономических возможностей позволяет рекомендовать сочетание реактивного, профилактического и предиктивного технического обслуживания. Тем организациям, которые традиционно полагались и полагаются только на практику реактивного технического обслуживания (ремонт только при поломке, отказе и аварии), следует серьезно обратить внимание на новые возможности, возникшие с развитием интернет-технологий. Прогнозное

техническое обслуживание является лишь одним элементом общей системы и требует начальных инвестиций для технического дооснащения и разворачивания средств сбора информации для запуска самого процесса прогнозного анализа. Со временем прогнозные подходы могут быть приняты для поддержания только наиболее важных элементов, которые влияют на общую надежность системы и экономическую эффективность основного бизнеса предприятия.

Ведущие поставщики оборудования распределения электроэнергии, такие как Schneider Electric, могут оказывать поддержку в долгосрочном планировании технического обслуживания, основанного на нуждах конкретной организации. Сюда может входить переход от реактивного технического обслуживания к профилактическому и прогнозному (предиктивному). Для организаций с хорошо поставленным плановым техническим обслуживанием могут быть предоставлены рекомендации по коррекции технического обслуживания, ориентированного на повышение надежности.



Прогнозное техническое обслуживание является лишь одним элементом общей системы и требует начальных инвестиций в инфраструктуру для запуска процесса прогнозного анализа.



# Содержание

1 Введение

2 Изложение плана и программы технического обслуживания

3 Способы оценки основных активов

4 Типы технического обслуживания

5 Способы управления ресурсами технического обслуживания

6 Привлечение руководства к инвестициям в техническое обслуживание

7 Новые инструменты для персонала технического обслуживания

8 Меры безопасности при выполнении технического обслуживания

9 Заключение

10 Дополнительные материалы и примечания

## Дополнительные материалы

[Планы обслуживания компании Schneider Electric](#)

[«Преимущества инструментов прогнозной аналитики для управления активами энергосистемы общего пользования»](#)

[«7 технологий прогнозного технического обслуживания, повышающих надежность электрооборудования»](#)

[«Как использование сервис-ориентированных приводов \(СОП\) повышает время работы линии управления ЧРП»](#)

[«Понимание контрактов на техническое обслуживание и требований к низковольтному оборудованию распределения электроэнергии»](#)

[«Выполнение технического обслуживания в режиме реального времени»](#)

## Сноски

<sup>1</sup> [HSB \(2010 г.\): практические рекомендации для ПТОЭО.](#)

<sup>2</sup> Лернер, Эндрю, Гартнер, «Стоимость простоя», июль 2014 г.

<sup>3</sup> Сетевые вычисления, Meta Group и исследование плана экстренных мероприятий.

<sup>4</sup> [Данные по жалобам компании Hartford Steam Boiler \(2010 г.\).](#)

<sup>5</sup> [Уэстрей, П. \(2013 г.\). План профилактического технического обслуживания.](#)

<sup>6</sup> «Передовые методы технического обслуживания и эксплуатации: руководство по достижению эксплуатационной эффективности», Федеральная программа управления энергией, Департамент энергетики США, август 2010 г.

<sup>7</sup> «Передовые методы технического обслуживания и эксплуатации: руководство по достижению эксплуатационной эффективности», Федеральная программа управления энергией, Департамент энергетики США, август 2010 г.

<sup>8</sup> ARC Advisory Group «Техническое обслуживание, основанное на состоянии, повышает время работы и снижает расходы». Ноябрь 2014 г.

<sup>9</sup> «Передовые методы технического обслуживания и эксплуатации: руководство по достижению эксплуатационной эффективности», Федеральная программа управления энергией, Департамент энергетики США, август 2010 г.

<sup>10</sup> «Стратегия бизнеса: аналитика и управление данными для зданий с компьютерным управлением» IDC Energy Insights, ноябрь 2012 г.

<sup>11</sup> Публикация производителя, CIAT and Trane.

<sup>12</sup> Публикация Service Council.

<sup>13</sup> Публикация Navigant Research.

<sup>14</sup> [NFPA 70E®: стандарт по электробезопасности на рабочем месте, издание 2012 г., Технический комитет по электробезопасности на рабочем месте, Куинси, Массачусетс, авторское право © 2011 г., Национальная ассоциация пожарной безопасности США® и стандарт агентства производственной безопасности и гигиены труда США 1910.269: особые отрасли промышленности, США, Министерство труда США, 59 FR 40672, 9 августа 1994 г.; 59 FR 51672, 12 октября 1994 г.](#)