

## **Оперативный контроль электрооборудования систем электроснабжения.**

Александр Назаричев, Алексей Таджибаев, Елена Сергеева  
Петербургский энергетический институт по переподготовке руководителей и специалистов,  
Россия

### **РЕЗЮМЕ**

В статье рассматривается и анализируется существующая система технического обслуживания и ремонт электротехнического оборудования. Структура задач по ее совершенствованию рассматривается на основе новой технологии управления техническим состоянием электрооборудования. Модели их решения, основанные на использовании методов оценки технического состояния с помощью средства диагностики результатов.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Технологии работы электрооборудования, существующие в настоящее время недостаточно эффективны с точки зрения гарантий надежности системы питания. Прежде всего, это увеличение количества отказов, увеличение расходов на техническое обслуживание и ремонт, рост числа ремонтного персонала и расходы, связанные с ним, снижение качественных и количественных показателей сервисных услуг и, как следствие, ухудшение технико-экономических показателей систем электропитания. Эффективность и надежность функционирования в системах источников питания в зависимости от его технического состояния. Эксплуатация сопровождается изменениями в техническом состоянии и зависит от двух процессов: процесса старения и развития дефектов и снижения процесса. Если не использовать специальные меры, то состояние оборудования в стране будет постоянно ухудшаться. В связи с этим возникает проблема контроля технического состояния, за счет своевременного проведения технического обслуживания и ремонта оборудования. Улучшение операционной системы является актуальной задачей, которая заключается в разработке методов и оборудования, которые обеспечивают контроль состояния оборудования, а также в переход от одной системы регулярного ремонта в ремонт техническому состоянию. Для перехода к новой системе ремонта потребуются решение всего комплекса вопросов организационного и технического характера. В состав технических средств, от которых зависит от поддержания состояния оборудования, ввести технические инструкции эксплуатации и правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования систем электропитания. К наиболее важным проблемы при реализации технических проблем является: разработка и внедрение методов и средств государственного значения, определение и прогнозирование обслуживания, определение оптимального времени между ремонтами, выбор рациональной стратегии проведения технического обслуживания и ремонта; выбор стратегии управления состояниями в процессе эксплуатации; планирование ремонта с учетом технического состояния.

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРИНИМАЯ УЧЕТ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ**

Периодичность ремонтов в соответствии с действующим операционной условий определяется уровнем нормативных и фактических надежности. Модели, которые позволяют оптимизировать время между ремонтами и с учетом результатов диагностики и изменения в показателях работоспособности с помощью трех стратегий: регулярные

ремонт (Стратегия I), аварийный ремонт (стратегия II), в связи с техническом состоянии (стратегия III). Таблица 1 полученные выражения для перечисления оптимальной периодичности ремонтов три стратегии, где  $C_{mwd}$ ,  $C_p$ ,  $Kaэр$  являются соответственно затраты на установки для проведения обслуживания работ и диагностики, для профилактики и ремонт;  $A$  - Базовая ставка выхода из строя оборудования;  $Q(T)$  - вероятность выхода из строя;  $e$  - вероятность того, что ремонт не назначается по результатам технической диагностики;  $T$  - промежуток времени, на который рассчитывается оптимальное время между капитальными ремонтами. Исследование влияния отдельных исходных данных для периодичности ремонтов для различных типов оборудования. Модели, предложенные рассмотреть характер проявления отказов и результаты диагност. Планирование потребности в ремонтном персонале, запасных частях и материалах. Суть этой задачи состоит в том, формирование перечисления работ по предупреждению отказов и работ, связанных с ликвидацией дефектов, отражает динамику изменение состояния оборудования. Оценка и признание производится в процессе эксплуатации и в процессе ремонта. Разработан алгоритм определения оптимального объема ремонта, на основе оценки состояния оборудования. Алгоритм включает в себя: определение с помощью средств диагностики состояния объекта, оценка значения изношенности ресурсов, что делает решение о соответствии класса однозначнее. В зависимости от технологических и производительных атрибутов ремонта, производится за счет восстановления или замены отдельных сборочных единиц (элементов). Расчет объемов ремонта осуществляется в соответствии с формулой

$$V_r = V_{rs} + V_{rp} = \gamma \sum_i^{z_{rs}} e_{rsi} \Delta r_{rsi} t + \gamma \sum_j^{z_{rp}} e_{rpj} \Delta r_{rpj} t, \quad (2)$$

где  $E_{rsi}$ ,  $e_{rpj}$  - удельные затраты труда ремонта соответственно к восстановлению элементов и замены  $p$ -элементов;  $\Delta r_{rsi}$ ,  $\Delta r_{rpj}$  - Относительные значения изношенных ресурс для  $r$ -элемент и  $p$ -элементов во времени  $t$ ;  $\gamma$  - коэффициент, который считает, что вспомогательные операции;  $ZRS$ ,  $PNP$  - количество восстанавливаемых и сменных элементов. Отбор работ, которые обеспечивают обслуживание технического состояния на должном уровне, достигается на основе анализа и указывает изменение состояния и соответствующих им дефектов. Процедура выбора рациональной стратегии ремонта основана на сравнении значений Отношение целевой функции (см. таблицу 1) на переход от стратегии  $i$  к II и III:  $\{Z1(T) / Z2(T)$  и  $Z1(T) / Z3(T)\}$ . Целью отбора является определение граничных условий, с которыми обеспечивается эффективность применения стратегии II или III по сравнению с I. Стратегия выбора рациональной стратегии ремонта осуществляется на основе анализа специальной системы уравнений. В этом случае коэффициент  $\delta$  принимаем как фактическое увеличение уровня дефектности оборудования.

Рис. 1 и 2 изображают функции граничных условий  $Z1(T) / Z2(T) = F(\delta)$  и  $Z1(T) / Z3(T) = F(\delta)$ , которые построены для вероятностей отказов оборудования  $Q(T) = 0,1$  (рис. 1) и  $Q(T) = 0,3$  (рис.2). Процедура выбора рациональной стратегии ремонта предполагает сравнение фактического значения Коэффициента дефекта  $\delta_a$  на уровне граничного значения коэффициентов  $\delta_{bd}$  и  $\delta'_{bd}$ , которые обеспечивают эффективность применения стратегии II или III стратегии в сравнении со стратегией I. На рис. 1 точка 1 не соответствуют  $\delta_{bd}$ , а пункт 2  $\delta'_{bd}$ . На рис. 2 пункт 1 не соответствуют  $\delta'_{bd}$ . Как следует из рис. 1 видно, что если  $\delta_a < \Delta_{bd}$ , то и стратегия II столь же рациональна, если  $\delta_{bd} < \delta_a < \delta'_{bd}$ , то II и III стратегии являются рациональными, если  $\delta_a > \Delta'_{bd}$ , то Стратегия I и стратегии III рациональны. Как следует из рис. 2 видно, что если  $\delta_a < \Delta_{bd}$ , то приложение стратегии II, которая столь же целесообразна, если  $\delta_{bd} < \delta_a$

$\Delta'bd$  то применение стратегии I рационально, если  $\delta a > \Delta'bd$ , то я стратегия II и стратегия III, в равной степени рациональны. Целесообразность применения стратегии I получается только в случае, когда  $\delta bd < \delta a < \Delta'bd$  (Рис. 2). В других случаях необходимо рассмотреть две конкурирующих стратегии организации ремонта оборудования. Количество промежуточных конкурирующих стратегий, которые с учетом информации об отказах и результатах диагностирования при проведении и назначении ремонта, меняется. Это позволяет принимать решения по графику ремонтов и прогнозировать стратегии и их дальнейшую эксплуатации с учетом их состоянии Проблема решается с помощью матричного метода. Согласно этому методу, стратегия контроля состояния в процессе работы группы оборудования одного технологического обозначения, представлена специальная матрица управления, заполнение которой определяется на техническом уровне каждого подразделения в группе на основе результаты диагностики.

Таблица-1. Выражения для определения оптимального времени между капитальными ремонтами с помощью различных стратегий ремонта электрооборудования.

I	$Z_1 = \frac{C_p Q(T)}{T} + \lambda_b T^2 C_{acr}$	$T_{opt1} = \sqrt[3]{\frac{C_p Q_k(T)}{2\lambda_b C_{acr}}}$
II	$Z_2 = f \frac{C_{mwd} Q(T)}{T} + (T^2 - 1) \lambda_b C_{acr}$	$T_{opt2} = \sqrt[3]{\frac{C_{mwd} Q_k(T)}{2\lambda_b C_{acr}}}$
III	$Z_3 = f \frac{C_{mwd} Q(T)}{T} + (1-f) \frac{C_p Q(T)}{T} + \lambda_b T^2 C_{acr} - \lambda_b f C_{acr}$	$T_{opt3} = \sqrt[3]{\frac{f C_{mwd} Q_k(T) + (1-f) C_p Q_k(T)}{2\lambda_b C_{acr}}}$

S - индекс набора оперативной обстановки (S = 1 - ремонт, S = 2 - резерв, S = 3 работы). При этом количество линий равно количеству оборудования технологические группы, а количество столбцов равно количеству состояний в процессе эксплуатации, т.е. S = 1, 2, 3 (ремонт, резерв, работа). Таким образом, матрица контроля Y имеет размер 3. Каждый элемент YKS есть Логическая переменная, значение показателя, в каком состоянии процесс работы из множества {S} должен найти к - Оборудование этой группы в зависимости от его состояния. В этом случае: YKS = 1, если к - оборудование находится в состоянии S; YKS = 0, если к - оборудование не в состоянии S. Матрица стратегии управляя своими элементами YKS указывает на правила контроля состояний в процессе работы р-группа. Это дает возможность ответить на вопрос: на какое оборудование из группы J в зависимости от ее состояния накладывається ограничения, и должно быть приведено в рассматриваемом плановом периоде в соответствующее состояние с индексом S. Тогда задача выбора рациональной стратегии контроля состояния в процессе эксплуатации состоит из определения таких инструкций по эксплуатации, по которой ремонт в первую очередь осуществляется на оборудовании, которое имеет более низкий технический уровень. Таким образом, формирование графиков технического обслуживания и ремонта сводится к получению из приоритетных списков оборудования, которому необходимо провести ремонт в плановом периоде. Ведь для плана- графика работ по обслуживанию является характерно, что потребность оценивается только по значение фактического износа ресурса после предыдущего технического обслуживания.

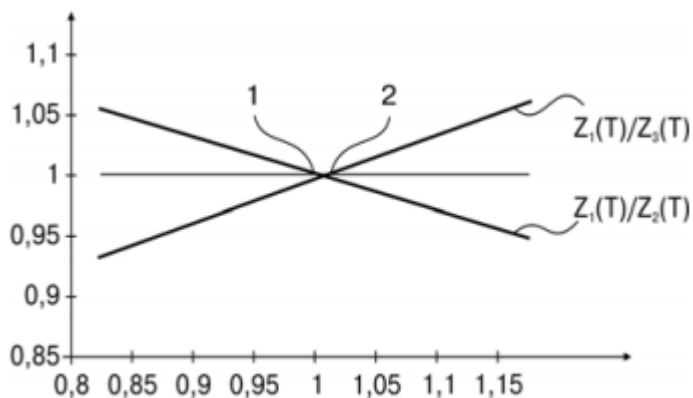


Рис. 1. Позиционные отношения функциональной зависимости:  
 $Z_1(T) / Z_2(T) = F(\delta)$  и  $Z_1(T) / Z_3(T) = F(\delta)$  при  $Q(T) = 0,1$

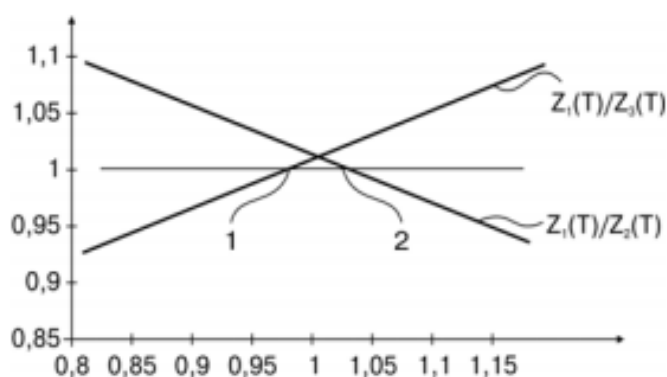


Рис. 2. Позиционные отношения функциональной зависимости:  
 $Z_1(T) / Z_2(T) = F(\delta)$  и  $Z_1(T) / Z_3(T) = F(\delta)$  при  $Q(T) = 0,3$

Последнее определяется с помощью средств технической диагностики и рассчитывается для нормальных условий режима работы. Давайте сформулируем три основных положения, которые приняты с составом графика обслуживания энергетических объектов на основе определения его состояния с помощью средств диагностики.

1. Работа оборудования возлагается на обслуживание только в случае фактического износа ресурса, так чтобы он был не меньше нормативного;

2. В состав приоритетных перечней оборудования, которая требует проведения технического обслуживания, критерий последовательное минимизации максимального значения интегральный показатель состояния используется - разработана ресурсов;

3. В состав списка приоритетов, взятые в план-график технического обслуживания, необходимо рассчитать Ограничения на основании трудовых ресурсов, которые Мощность объекта для выполнения работ в этой форме организованы. Для записи симулятор процедуры Состав план-график работ по техническому обслуживанию Примем следующие обозначения параметров и понятия:  $N$  - общее количество электрических устройств питания объекта;  $m$  - количество групп электрических приборов, получить разбиение множества  $N$  в зависимости от знака технологического назначения;  $t$  - порядковый номер группы,  $K_j$  - количество электрических приборов в каждой  $r$ -группа,  $\gamma = 1, \dots, k$  - порядковый номер электрических устройств в  $J$  - группа,  $[R_j]$  - нормативная относительная износ ресурса  $r$ -группа между двумя обслуживанием оборудования, в случае его работы с нормативными условиях,  $R_{ij}$  - относительная фактическая изношенные ресурсы и электрические приборы  $r$ -группа, определяется с помощью специализированных устройств контроля и диагностики, или

вычислены аналитически с помощью специального Алгоритмы,  $L_0$  - количество персонала, необходимого для проведение технического обслуживания электрических приборов, который вступил в план-график составили,  $[L_0]$  - Значение количества расположенных численности персонала, изолирована для проведения технического обслуживания власти объекта;  $LS_v$  - список электрических устройств, что требует выполнение работ по техническому обслуживанию ( $v = 1, \dots, 6$ ). Список  $LS_v$  указанием следующих, если  $v$  принимает значения:

- 1 - перечень оборудования, которое требует проведения обслуживания в  $J$  - группа;
- 2 - общий список оборудования, которое требует проведение обслуживания в системе электроснабжения;
- 3 - приоритетный перечень оборудования, которое требует проведение обслуживания в  $J$  - группа;
- 4 - общий список приоритетов оборудование, которое требует проведение обслуживания в системе электроснабжения;
- 5 - общий список приоритетов оборудование, которое требует проведение технического обслуживания, составила с учетом ограничения на трудовые ресурсы;
- 6 - приоритетный перечень оборудования, которое требует проведение технического обслуживания следующих плановый период.

Сформулированы основные условия, принятые обозначения параметров и концепций позволяет писать вниз симулятор формирования план-график работ по обслуживанию, приведены в таблице 2.

Таблица-2 План-график работ по обслуживанию

Положение модели	Симулятор формирование план-графиксодержания	Результат выполнения
1	$R_{ij} \geq [R_j], j = 1, \dots, k;$	$LS_1$ and $LS_2$
2	$R_i \geq R_{i+1}, i = 1, \dots, k;$	$LS_3$ and $LS_4$
3	$L_0 \leq [L_0].$	$LS_5$ and $LS_6$

### Ссылки

1. Nazarichev, Таджикибаев А.И., 2002, Модели Расчет надежности и контроля технического состояния электрооборудования. - Санкт-Петербург, Россия: РРЕИУ, - 39.

2. Горошкевич А.С., Добрынин А.Б., Таджикибаев А. И., 2001 Современные организационные и оперативные Проблемы обслуживания машинного оборудования силы, "Методы и средства оценки состояния оборудования, энергетического машиностроения ", публикация №. 7. - Санкт-Петербург, Россия.