



**ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКІ СИЛИ
ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**АКАДЕМІЇ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ
ІМЕНІ П.С. НАХІМОВА**

Випуск 1 (5)



**Севастополь
2011**

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ

ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКІ СИЛИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

АКАДЕМІЇ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ
імені П.С. НАХІМОВА

ВИПУСК 1(5)

У випуску:

- *Озброєння і військова техніка*
- *Радіотехнічні системи та зв'язок*
- *Інформаційні технології*
- *Енергетичні системи кораблів та суден*
- *Живучість корабля, берегових об'єктів та безпека на морі*
- *Загальнонаукові проблеми*

СЕВАСТОПОЛЬ
2011

ББК
Ц 5/7 + Ц 9
УДК 623

Збірник наукових праць Академії військово-морських сил імені П.С. Нахімова. – Севастополь: АВМС імені П.С. Нахімова, 2011. – Вип. 1(5). – 260 с.

ISSN 2218-0478

Збірник наукових праць складається з шости основних розділів і містить статті з фундаментальних та прикладних наукових досліджень з питань: озброєння і військової техніки, радіотехнічних систем і зв'язку, інформаційних технологій, енергетичних систем кораблів та суден, живучості корабля, берегових об'єктів та безпеки на морі.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова – В.О. Кузьмін, к.т.н., доцент.

Заступники голови – Д.Б. Кучер, д.т.н., доцент; О.М. Баранов, к.т.н., професор.

Члени колегії:

Чабаненко П.П., д.в.н., професор (АВМС імені П.С. Нахімова); Нікітін Є.В., д.т.н., професор (АВМС імені П.С. Нахімова); Якімов В.О., д.т.н., професор (АВМС імені П.С. Нахімова); Чумаков В.І., д.т.н., професор (АВМС імені П.С. Нахімова); Афонін І.Л., д.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Грицунов Д.М., д.ф.-м.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Гаршин О.Ю., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Ємець А.О., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Поповнін Ю.М., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Михайлов В.О., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Кирюхін О.Л., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Сухоп'яткін О.Г., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Тарабан А.П., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Філімонов І.Л., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Розгонаєв С.М., к.т.н., с.н.с. (АВМС імені П.С. Нахімова); Байздренко О.О., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Кузнецов В.В., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Романов Е.М., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Харланов О.І., к.т.н., доцент (АВМС імені П.С. Нахімова); Паткаускас О.В., к.т.н., (АВМС імені П.С. Нахімова); Пузанов Д.М. к.т.н. (АВМС імені П.С. Нахімова).

ВКЛЮЧЕНО ВАК ДО ПЕРЕЛІКУ НАУКОВИХ ФАХОВИХ ВИДАНЬ УКРАЇНИ У ГАЛУЗІ ТЕХНІЧНИХ НАУК,
в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук
(Постанова президії ВАК України від 06 листопада 2010 року № 1–5/6, №3–5/6)

Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія KB № 16679-5251P від 07.05.2010р

Наукові статті, які включені до Збірника наукових праць, пройшли рецензування.
За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради Академії ВМС імені П.С. Нахімова,
протокол № 2/263 від 22 лютого 2011 року

Відповідальний за випуск В.О. Кузьмін, к.т.н., доцент

Адреса редакційної колегії: 99028, м.Севастополь-28, вул. Дибенка 1-А,
Академія військово – морських сил імені П.С.Нахімова,
телефон (0692) 24-35-75 (В.О. Кузьмін)

З М І С Т

ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА

Бохонский А.И. Управление вращением ствола с использованием асинхронного двигателя	6
Гончаренко П.Д. Интегральная поправка в начальную скорость на износ ствола и геронтологические изменения порохового заряда	11
Голубцов Д.Л. Влияние конструктивных параметров осколочно-фугасной боевой части на разлет осколков снарядов калибра 100мм и 130мм	14
Исаев А.В., Мозолевская Т.В. Анализ динамики пуска ракет	20
Хайков В.Л. Возможности радиационных методов неразрушающего контроля для диагностики технического состояния артиллерийских боеприпасов	26
Безуглий М.М. Мережецентристський підхід щодо створення сучасних Збройних Сил як єдиної бойової системи з ефектом синергізму	37
Чирикалов А.С. К вопросу обнаружения характерных неисправностей систем корабельных артиллерийских установок при применении методов акустической диагностики	47

РАДІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ ТА ЗВ'ЯЗОК

Байздренко А.А., Лубський В.Б. Алгоритм селекції ділянки телевізійного сигналу, оптимальної для кореляційного виявлення цілі бістатичною РЛС з телевізійним освітленням, на підставі його послідовного автокореляційного дослідження	58
Гришин А.В. Застосування обладнання, яке реалізує вимоги протоколу Stanag 5066 для обміну даними в КХ-радіомережах Військово-Морських Сил Збройних Сил України	62
Данилович Л.Н. Определение условий компенсации кинематических ошибок ориентации объекта по углу рыскания при управлении с помощью свободного гироскопа, разаретируемого в момент старта	65
Байздренко А.А., Михайленко Н.Н., Рыбалка В.В. Основные преимущества многопозиционных радиолокационных станций	72
Папкова Ю.И. Акустическое поле в волноводе с жидким поглощающим грунтом	80
Дерепа А.В. Звукове поле корабельної гідроакустичної антени з екраном в присутності схвильованої морської поверхні	87

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Куржеевский И.В. Повышение линейной сложности псевдослучайных последовательностей с помощью булевых бент-функций	94
Смиринская Н.Б., Докукина Н.В., Назаркин А.А. Классификация сложных технических объектов в условиях помех с использованием рекуррентной нейросети	104

- Якимов В.О., Тарабан А.П.** До визначення оптимальної форми підводних апаратів 216
- Володін В.М., Токарь І.В.** Аналіз закономірностей впливу гідрометеорологічних елементів на безпеку судноводіння на Чорному морі в осінньо – зимовий період 225
- Любченко О.В., Піддубний М.С.** Місце України в глобальній системі пошуку та рятування на морі 230

ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ ПРОБЛЕМИ

- Грицунов А.В., Масолова Н.В.** К выбору калибровки электромагнитного потенциала в самодостаточном потенциальном формализме 236
- Чабаненко П.П., Якимов В.А.** Изменение содержания основных понятий надёжности в технике в связи с интеграцией в мировую систему нормативных актов 244
- Шамілов Д.Р., Барашкін С.В., Сікорський Ю.О.** Проблеми теорії безпеки життєдіяльності в сучасних умовах 249
- Иванченко О.В., Ловягин В.С.** Техническое обслуживание компонентной составляющей критических инфраструктур 253

безпеки та безпеки середовища життєдіяльності.

Результати перетворюючої діяльності людства призвели до глобальної кризи. Для виходу із кризи й переходу до сталого розвитку необхідно змінити ставлення особистості й суспільства в цілому до сучасних проблем безпеки. Саме даний компонент культури безпеки є сьогодні визначальним.

Формування у свідомості людей необхідного для виживання світогляду повинне запобігти можливим катастрофам. А освітня галузь «Безпека життєдіяльності» повинна бути призначена, в першу чергу, для формування цього нового світогляду.

Новий світогляд, адекватний новій епосі, сталому розвитку світового співтовариства, повинен змінити систему цінностей і мети життєдіяльності людей.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Коптюг В.А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 года). Информационный обзор [Текст] / В.А. Коптюг. – Новосибирск, СО АН РФ, 1992. – 63 с.
2. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР). – М.: Прогресс, 1989.
3. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Под ред. С.В. Белова; 6-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2006. – 606 с.
4. Про схвалення Концепції Державної цільової соціальної програми профілактики травматизму невиробничого характеру на період до 2015 року: розпорядження КМ України від 02.03.2010 р. №354-р. – 2010.
5. Про перелік напрямів, за якими здійснюється підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавра: постанова КМ України від 13.12.2006 р. №1719. – 2006.
6. Щорічник «Біла книга 2008: оборонна політика України». – Київ: Міністерство оборони України, 2009. – 100 с.
7. Маслоу А. Мотивация и личность / А. Маслоу. – СПб.: Евразия, 1999. – 170 с.

Рецензент к.т.н., профессор Баранов О.М.

УДК 004.942

О.В. Иванченко, к.т.н.,

В.С. Ловягин, аспирант

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 99053

root@sevgtu.sebastopol.ua

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПОНЕНТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР

Рассмотрен подход к техническому обслуживанию (ТО) критических инфраструктур (КИ), ориентированный на обеспечение их производительности и эффективного использования по назначению. Выполнен анализ известных методов ТО. Предлагается использовать эмпирическую модель старения узлов для обоснования предельных величин параметров ТО компонентных составляющих КИ.

Рис. 3, библ. 4

Постановка проблемы. Последнее десятилетие было ознаменовано серьезными авариями и катастрофами критических инфраструктур (КИ). О степени критичности различных инфраструктурных образований свидетельствуют:

- последствия деятельности вулкана в Исландии, парализовавшего практически всю авиационную инфраструктуру Европы (2010 г.);
- авария на Саяно-Шушенской ГЭС (Россия, 2009 г.), вызвавшая техногенную катастрофу;
- аварии энергетических систем США и Канады (в августе 2003 г.), Италии и Швейцарии (в сентябре 2003 г.) и т.д.

Результаты исследований свидетельствуют, что одним из важнейших факторов обеспечения эффективного использования по назначению КИ является выполнение мероприятий их технического обслуживания (ТО). А это означает, что предприятиям, в распоряжении которых находятся те или иные компонентные составляющие КИ, необходимо увязывать показатели технического обслуживания и ремонта оборудования с корпоративными целями в сфере надежности, безопасности, экологии и качества [1].

Научно-исследовательским институтом электроэнергетики EPRI (Electric Power Research Institute, США) предложен подход к реализации технического обслуживания, ориентированного на повышение производительности (Performance-Focused Maintenance, PFM) инфраструктуры в целом [2]. На основе разработанного подхода впоследствии была сформирована концепция PFM.

Однако, наряду с достоинствами, предложенный подход обладает таким существенным недостатком, как отсутствие соответствующих математических моделей, которые можно было бы использовать для обоснования численных значений параметров ТО. Настоящая статья призвана устранить отмеченный недостаток.

Целью работы является изложение методологических основ концепции PFM и анализ возможностей по использованию эмпирической модели старения для организации эффективного технического обслуживания компонентной составляющей критических инфраструктур.

Сущность концепции PFM. Изначально концепция PFM разрабатывалась с целью дополнить, усилить и модифицировать известные подходы, методы ТО. Фактически PFM, как система взглядов, не представляет собой совокупность точных методов и математических моделей, позволяющих планировать техническое обслуживание, распределять ресурсы по компонентным составляющим (узлам) инфраструктуры. Но, тем не менее, она существенно дополняет программы ТО, разработанные EPRI. К ним можно отнести следующие программы:

1. Техническое обслуживание, ориентированное на надежность (RCM – Reliability Centered Maintenance).
2. Техническое обслуживание, основанное на состоянии системы (CBM – Condition Based Maintenance).

Программа же «Техническое обслуживание, ориентированное на производительность», разработанная на основе применения концепции PFM, устанавливает зависимость вклада ТО в достижение высокоуровневых целей компании. Например, максимизации прибыли при сохранении заданного уровня надежности систем, входящих в состав инфраструктуры (КИ).

Перечисленные методы (RCM и CBM) имеют ряд недостатков, которые устраняются за счет использования PFM. А именно:

1. Проведение анализа с использованием RCM может требовать больших временных затрат, поэтому многие организации, управляющие КИ, отказались от повсеместного применения данного метода.
2. Подобная ситуация наблюдается при использовании CBM. Хотя в настоящее время данный метод и признан одним из лучших подходов к организации ТО, его существен-

ным недостатком является то, что он основывается либо на он-лайн мониторинге, либо на обширном сборе и анализе данных, что требует больших затрат на реализацию систем сбора и обработки данных. В результате надежность системы снижается в виду введения в ее состав дополнительных критических узлов.

Применение PFM объединяет оба подхода (RCM, CBM) в единую методологию, направленную на улучшение ТО; максимизирует прибыль при тех же ресурсах и данных. При использовании PFM рассматриваются как функциональность, надежность оборудования, так и отношения между оборудованием и целями организации, применяющей данный подход. Этот подход более широко учитывает вклад процесса ТО в достижение высокоприоритетных целей компании и сосредотачивает ресурсы (как человеческие, так и материальные) там, где они наиболее необходимы.

Традиционно, ТО было основано на сохранении физических активов и на стремлении достигнуть максимально возможной надежности оборудования. Эта идея ярко выражена в профилактическом ТО. При профилактическом ТО характер и частота работ могут привести к снижению эффективности технического обслуживания, т.к. будут выполняться ненужные работы или работы неверного характера. Концепция PFM построена на достижении уровня обслуживания, соответствующего стратегическим требованиям сервисного обслуживания.

Главная задача PFM заключается в распределении ограниченных ресурсов ТО таким образом, чтобы достичь поставленных компанией целей.

Техническое обслуживание согласно концепции PFM проводится с учетом:

- 1) обеспечения баланса между качеством обслуживания и его стоимостью;
- 2) обеспечения эффективного управления активами.

Охарактеризуем эти основные положения.

Баланс между качеством обслуживания и стоимостью. Рассмотрим как влияет данное положение на организацию ТО инфраструктуры транспортирования электроэнергии.

Основное противоречие для сетевых энергокомпаний, обеспечивающих поставку электроэнергии, заключается в стремлении уменьшить затраты в условиях сохранения или даже совершенствования качества обслуживания. С тех пор, как распределенные системы и сети стали оказывать огромное влияние на качество обслуживания, на его стоимость, — это противоречие приобрело особое значение.

К примеру, в данных энергокомпаниях часто подстанциям распределения (ПСР) не уделяется достаточного внимания со стороны структурных подразделений системы распределения ресурсов на ТО. Это связано с тем, что на строительство новых линий электропередачи (ЛЭП) и их обслуживание обычно затрачивается большая часть бюджета. В тоже время, стоимость оборудования на ПСР более низкая по сравнению с оборудованием передачи энергии. Следовательно, обслуживанию ПСР часто назначают более низкий приоритет, а в случае необходимости сокращения бюджета в первую очередь уменьшают расходы на их ТО.

Но, тем не менее, при ТО подстанций распределения предпочтение отдается именно методам тем обслуживания, которые реализуются в соответствии с концепцией PFM. Применение данных методов ТО позволило улучшить техническое состояние и эффективность эксплуатации ПСР. Это подтверждается результатами сравнительного технико-экономического анализа, которые свидетельствуют о высокой стоимости мероприятий ТО, проводимых в соответствии с концепциями RCM и CBM. Именно это обстоятельство делает эти подходы менее привлекательными (в сравнении с PFM) и не позволяет использовать их для решения задач организации, проведения ТО подстанций распределения.

Эффективное управление активами. Известно [1,3], что владельцы и операторы оборудования передачи электроэнергии, как правило, используют устаревшие подходы к управлению активами и не желают применять какие-либо новые, возможно более эффективные методы распределения активов. Эта особенность послужила одной из причин аварии энергетической системы США и Канады в августе 2003 г. В частности, рост клиентского потребления при отсутствии ввода дополнительных мощностей высоковольтного оборудования (новые высоковольтные ЛЭП не вводились в эксплуатацию с 80-х годов XX в.) привел к перегрузке и снижению надежности энергетической системы. Возник более широкий, менее предсказуемый диапазон возможных операционных и технических состояний системы. Вследствие чего оценка надежности осуществлялась на изменчивой (нестабильной) базе [3]. Но несмотря на это, владельцы сетевых компаний управляли активами так же, как управляли ими более 20 лет тому назад, не учитывая вызовы и риски современной действительности.

Безусловно, недостатки, которыми обладают указанные подходы, служат причиной существенного снижения эффективности ТО. Кроме того, в зависимости от обстоятельств, эти подходы часто расставляют акценты не на требованиях заинтересованных лиц (обслуживающего персонала), а на затратах. Это приводит к:

- непропорциональному сосредоточению внимания на второстепенных, временных задачах, а не на решении глобальных проблем;
- непоследовательному экономическому обоснованию ситуации;
- трудностям в компиляции и обновлении данных об активах;
- неправильному формулированию соответствующих целей для перспективного планирования;
- недостаточному вниманию к рискам и слабым местам инфраструктуры.

Для эффективного обслуживания должны учитываться процессы, гарантирующие руководство в течение длительного времени, отслеживающее цели и миссии компании. Как определил EPRI, “целью PFM является оказание помощи менеджерам по управлению основными фондами в концентрации их ограниченных ресурсов на тех направлениях, которые внесут наибольший вклад в достижение установленных корпоративных целей организации” [1,2]. Исходя из этого, PFM можно рассматривать как процесс, формулирующий программы ТО, в соответствии с которыми осуществляется, в том числе, и управление активами, для достижения основных целей организации (компании).

Очевидно, что ТО в настоящее время – это процесс, реализуемый любой компанией, предприятием, организацией и т.д. Фактически, некоторые производители путают хорошие методы ТО с управлением и распределением активов. Техническое обслуживание – неотъемлемая часть управления активами, но только часть.

На рисунке 1 представлена схема реализации ТО в соответствии с концепцией PFM.

В дальнейшем предлагается дополнить концепцию PFM соответствующими моделями, которые адекватно отражают особенности процесса функционирования компонентных составляющих КИ и могут быть использованы для обоснования параметров системы их ТО.

Эмпирическая модель старения узла критической инфраструктуры. Рассматривая сетевые энергосистемы как транспортную составляющую КИ, можно определить, какие из подсистем являются критичными и вносят наибольший вклад в ухудшение надежности инфраструктуры в целом. К таким подсистемам можно отнести ЛЭП, системы релейной защиты, трансформаторные подстанции и т.д.

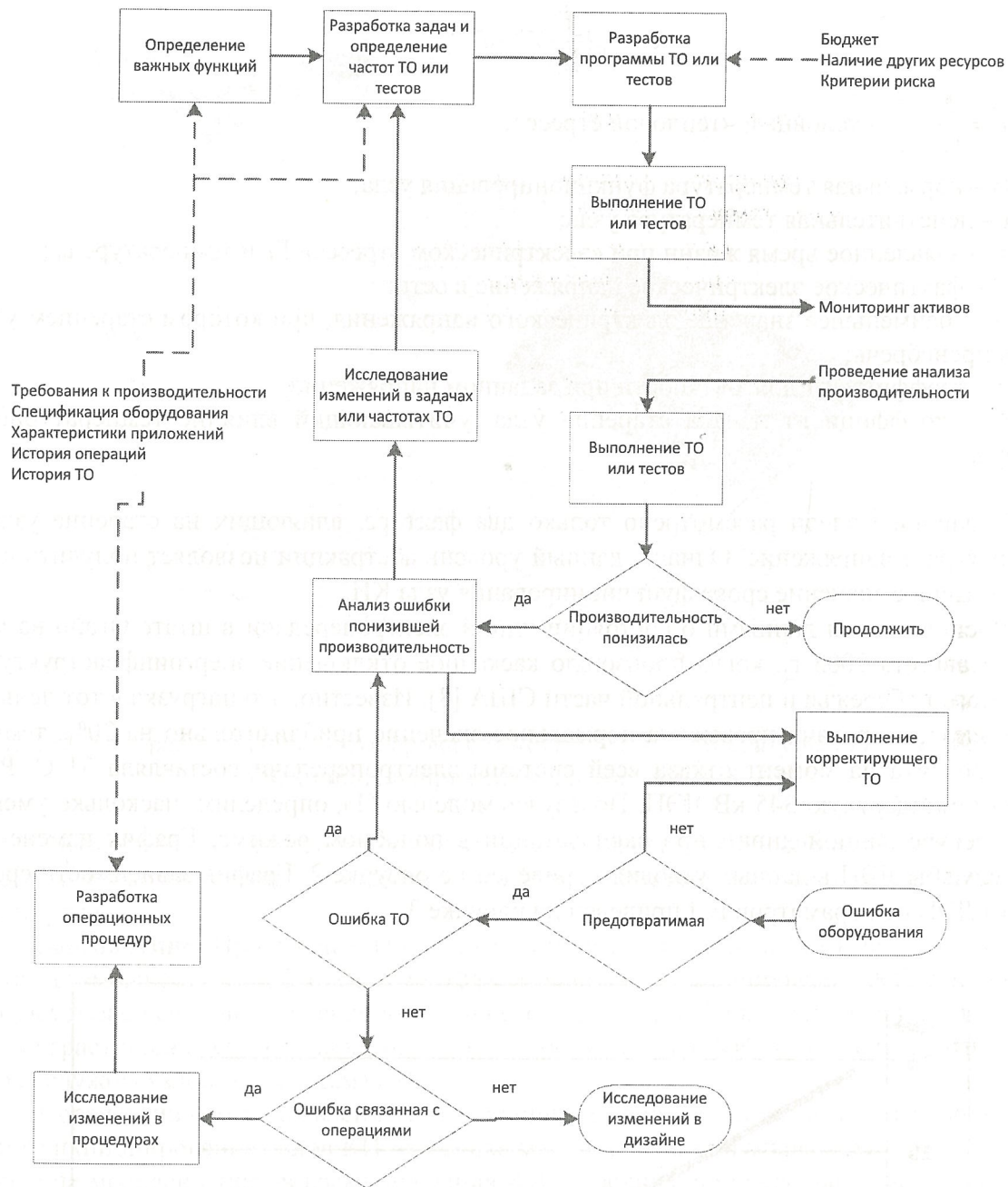


Рисунок 1 – Схема реализации ТО в соответствии с концепцией PFM

Характерной общей особенностью указанных подсистем является зависимость срока службы от следующих параметров: предельных напряжений, в области граничных значений которых должен функционировать узел (подсистема); температурных условий, срока функционирования узла в нормальных условиях (при нормальном напряжении и температурных условиях). Учитывая данные параметры и имея статистическую информацию, предоставленную энергокомпаниями, осуществляющими передачу электроэнергии представляется возможным построить эмпирическую статистическую модель, использование которой позволит определять действительный срок службы (время старения) того или иного узла, и в зависимости от него – эффективно планировать ТО [4]. Для предлагаемой модели действительный срок службы (время старения) узла определяется с помощью следующего соотношения:

$$\tau = \tau_0 \left(\frac{E}{E_0} \right)^{-n} \cdot e^{-BT}, \quad (1)$$

где $T = \frac{1}{t_0} - \frac{1}{t}$ – условный «тепловой стресс»;

t_0 – нормальная температура функционирования узла;

t – действительная температура узла;

τ_0 – заявленное время жизни при «электрическом стрессе» E_0 и температуре t_0 ;

E – фактическое электрическое напряжение в сети;

E_0 – наименьшее значение электрического напряжения, при котором старением узла нельзя пренебречь;

n – коэффициент долговечности при заданном напряжении;

B – коэффициент начала старения узла, учитывающий влияние температурного фактора.

В данной модели рассмотрено только два фактора, влияющих на старение узла, – температура и напряжение. Однако, данный уровень абстракции позволяет получить достаточно точное значение срока функционирования узла КИ.

Воспользуемся данными о состоянии линий электропередачи в штате Огайо на момент 14 августа 2003 г., когда произошло каскадное отключение энергоинфраструктуры восточного побережья и центральной части США [3]. Известно, что нагрузка в тот день на линии электропередачи превысила нормальное значение приблизительно на 20%, температура воздуха на момент отказа всей системы электропередачи составляла 31°C. Рассмотрим стандартную 345 кВ ЛЭП. Пользуясь моделью (1), определим, насколько уменьшится ресурс данной линии при эксплуатации в подобном режиме. График изменения срока службы ЛЭП в данных условиях приведен на рисунке 2. График зависимости срока службы ЛЭП от параметров E , t приведен на рисунке 3.

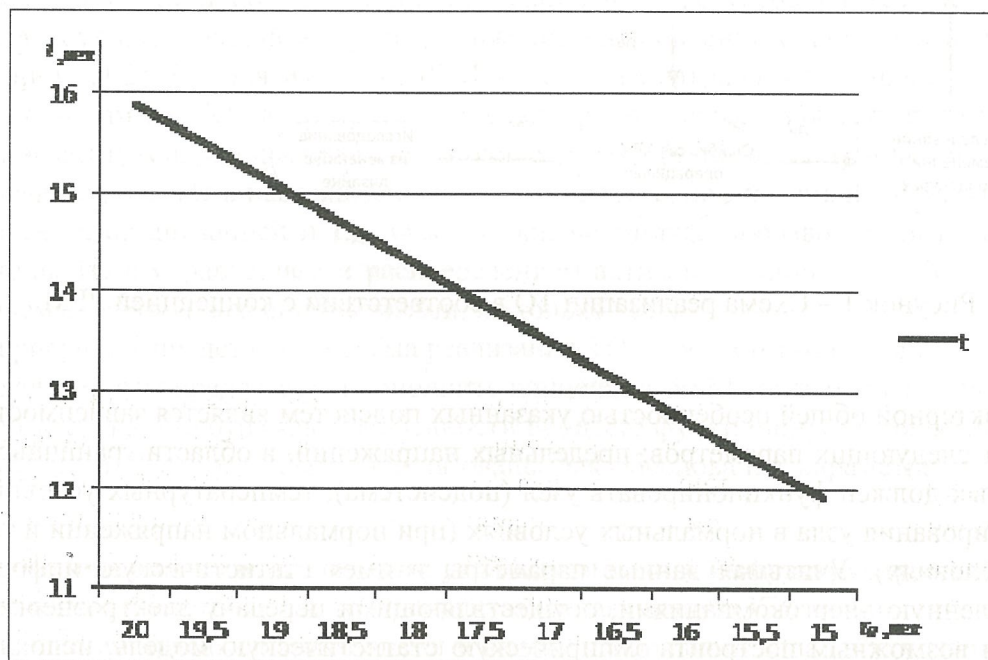


Рисунок 2 – График зависимости срока службы ЛЭП при эксплуатации в режиме превышения температурных и энергетических норм

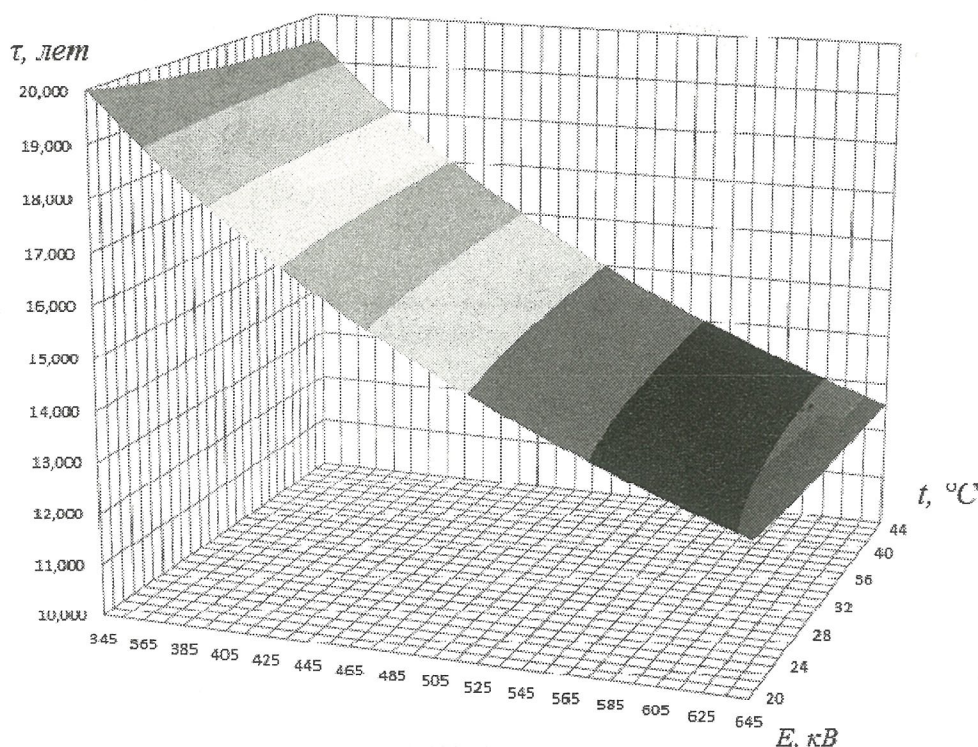


Рисунок 3 – График зависимости срока службы ЛЭП от температуры окружающей среды и величины напряжения (параметр $n=0,8$; $B=1$)

Рассмотренная модель может быть использована для обоснования характеристик системы ТО компонентных составляющих КИ и оценки возможностей по восстановлению их ресурса.

Заключение. Проведение ТО в соответствии с концепцией PFM предоставляет широкие возможности по обеспечению эффективного функционирования КИ и полностью согласуется с решением задач корпоративного управления. При планировании ТО важную роль играет оценка состояния компонентной составляющей КИ, а так же прогнозирование срока службы узлов (подсистем) КИ.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка моделей функционирования узлов КИ на основе марковских и полумарковских процессов; построение моделей отказов каскадирования КИ; обоснование предельных величин показателей эффективности системы ТО и ремонта компонентных составляющих КИ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иорш В.И. Управление инфраструктурой и надежность производственных систем / В.И. Иорш, И.Э. Крюков, И.Н. Антоненко // Методы и инструменты менеджмента. – М.: Новатор, 2009. – №1(11-12). – С.72 – 73.
2. Performance-Focused Maintenance for Distribution Substations: Survey and Guide with KPIs and Algorithms for Living and Predictive Maintenance. EPRI, Palo Alto, CA: 2006.
3. U.S.-Canada Power System Outage Task Force: Final Report on the August, 14, 2003 Black-out in the United States and Canada: Causes and Recommendations, April 2004. – 228 p.
4. Determination of the actual condition of the electrical components in distribution Systems, xiang zhang et al proceedings of the xivth international symposium on high Voltage engineering, tsinghua university, Beijing, China, August 25-29, 2005. – 325 p.

Рецензент д.т.н., профессор Апраксин Ю.К.