

На правах рукописи



**Четвертков Александр Николаевич**

**ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ  
УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

Специальность: 5.2.6. Менеджмент

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой  
степени кандидата экономических наук

Москва 2025 г.

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»  
(национальный исследовательский университет).

Научный руководитель: **Фалько Сергей Григорьевич**  
доктор экономических наук, профессор.

Официальные оппоненты: **Колибаба Владимир Иванович**, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и организации предприятия ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»

**Некрасов Сергей Александрович**, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН «ЦЭМИ РАН»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ"

Защита состоится “25” сентября 2025 года в 15-00 на заседании диссертационного совета 24.2.331.24 на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана по адресу: 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 7, ауд. 511 МТ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГТУ им. Н. Э. Баумана и на сайте <http://www.bmstu.ru>.

Автореферат разослан “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
д.э.н., доцент



В.В. Яценко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Согласно данным Минэнерго РФ за последние годы сохраняется негативная динамика роста количества аварий на объектах электросетевых предприятий. Основная причина роста заключается в высокой степени физической изношенности электросетевого оборудования. Неудовлетворительный уровень состояния электросетевого оборудования предполагает дополнительное техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), усиленный контроль технического состояния, а также при необходимости проведение технического перевооружения. Сложившаяся в настоящее время ситуация не только с физическим, но и моральным износом электросетевого оборудования (ЭСО) в значительной мере объясняется длительным недофинансированием отрасли в части технического перевооружения и ремонтов.

Высокие затраты на проведение ТОиР хозяйственным способом по сравнению с подрядным способом снижают экономическую эффективность электросетевых компаний. Этот факт подтверждается результатами опросов руководства филиалов и районных электрических сетей региональных компаний.

К недостаткам в управлении отечественными электросетевыми компаниями (ЭСК) в настоящее время следует отнести:

- нарушение периодичности выполнения ранее запланированных капитальных ремонтов;
- низкий уровень коммуникации и координации, который проявляется в том, что реальные знания о состоянии оборудования и необходимости его ремонта и обслуживания сосредоточены у сотрудников на уровне мастеров и начальников участков, в то время как решения принимаются либо начальниками цехов, либо их заместителями;
- длительные сроки поставок материалов, оборудования и запасных частей стимулируют компании приобретать их впрок, чтобы не нарушать ритмичность проведения ТОиР, как следствие, формируются необоснованно завышенные запасы оборотных средств и снижается эффективность ремонтной деятельности;
- в практике управления ЭСК практически отсутствуют современные методы и модели оценки рисков отказа электросетевого оборудования, что не позволяет осуществлять своевременное планирование ТОиР;
- вопросы оптимизации сроков службы ЭСО в отечественных ЭСК в настоящее время практически не обсуждаются, прежде всего из-за хронического недофинансирования замены изношенного оборудования.

Анализ литературных источников и практики работы региональных ЭСК показывает, что современные методы и инструменты планирования и управления

процессами ТОиР практически не применяются в отечественных ЭСК, ограничиваясь зачастую применением системы планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Несмотря на то, что в отечественной и зарубежной научной и методической литературе вопросы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта периодически дискутируются, тем не менее, неправомерно было бы утверждать, что проблематика исчерпана. Более того, ощущается явный дефицит научно-методических разработок по тематике ТОиР в условиях цифровой трансформации электросетевых компаний, которая позволяет перейти к инструментарию предиктивной аналитики с целью оценки вероятности наступлений будущих событий с ЭСО.

Таким образом, необходимость использования современных инструментов эффективного управления ТОиР в электросетевых компаниях, а также недостаточная научно-методическая проработка этих вопросов как в отечественной, так и зарубежной литературе, свидетельствуют об актуальности темы исследования.

### **Степень разработанности темы исследования**

Теоретические основы экономики обновления основных фондов, парка машин и оборудования заложены в работах Р.З. Акбердина, А.П. Аксенова, И.Д. Грачева, Л.Е. Каменецкого, И. Кожневской, В.И. Колибаба, А.С. Консона, С.А. Некрасова, В.В. Новожилова, С.Ф. Покропивного, М.Л. Шухгальтер и др.

Вопросы теории старения машин, оптимальной долговечности и сроков службы рассмотрены в работах Ю.В. Богатина, А.П. Владзиевского, А.С. Гальперина, Р.Н. Колегаева, В.Н. Лившица, В.И. Маркина, С.Ч. Монгуш, П.А. Орлова, А.И. Селиванова, С.А. Смоляка, Л.Б. Сульповара, М.И.Сушкевича, М.И. Фурсанова, М.О. Якобсона и др.

Проблематика эволюции стратегий и систем ТОиР изложена в работах Е.А. Ерохина, Т.Н. Ивановой, Е.В. Ляпунцовой, Н.Г. Макаренко, И.Н. Маркина, Т.А. Новиковой, А.Н. Осинцева, Н.Ф. Ревенко, О.А. Терешко, F. Monchu, M. Nagel и др.

Научные и практические аспекты контроллинга рассмотрены в работах Ю. Вебера, А.М. Карминского, Н.Б. Касымова, С.Г. Фалько, У.Шеффера, И.Ю. Шитовой, И.Ю. Шоменко, A. Glück, P. Horvath .

Вопросы моделирования и построения систем риск-менеджмента, включая риски когнитивных искажений, представлены в работах А.В. Брижаня, Р.М. Качалова, Ю.А. Слепцова, А.И. Орлова, С.Г. Фалько, Я.В. Шокина, С., Acciarini, F. Brunetta, P. Voccaredelli и др.

Вопросы повышения эффективности управления электросетевыми компаниями и ремонтной деятельности были отражены в диссертациях Р.А. Асадулина, А.В. Антропенко, Т.И. Глушко, Ю.В. Захарова, Н.Б. Касымова, И.Ю. Шоменко, Е.Ю. Юрлова и др.

Представленные выводы по результатам анализа уровня научно-методической проработки исследуемой темы определили объект, предмет, цель и задачи диссертационного исследования.

**Объект исследования** – система управления техническим обслуживанием и ремонтом электросетевого оборудования регионального электросетевого предприятия.

**Предмет исследования** – модели, подходы и механизмы управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования регионального электросетевого предприятия.

**Цель и задачи исследования:**

Цель диссертационного исследования заключается в разработке организационно-управленческого механизма управления эффективностью технического обслуживания и ремонтов электросетевого оборудования на предприятиях электроэнергетики.

Для достижения поставленной цели в ходе диссертационного исследования были поставлены и решены следующие задачи научного и прикладного характера:

- провести сравнительный анализ систем управления ремонтами и техническим обслуживанием в электроэнергетике;
- обосновать подходы к выбору и обоснованию вариантов организации технического обслуживания и ремонтов в электросетевых предприятиях;
- разработать подход к построению модели оптимизации сроков службы электросетевого оборудования;
- разработать подход к планированию затрат на проведение ремонтов;
- сформировать показатели оценки эффективности и результативности ремонтной деятельности электросетевого предприятия;
- разработать методический подход к построению модели оценки рисков отказа электросетевого оборудования с учетом когнитивных искажений;
- разработать механизм управления эффективностью технического обслуживания и ремонтов электросетевого оборудования на основе методологии и инструментария контроллинга;
- предложить концепцию создания информационной системы ТОиР, учитывающую особенности производственных активов, состоящих из взаимосвязанного набора оборудования;
- провести апробацию результатов диссертационного исследования в компании АО «Мособлэнерго».

**Положения выносимые на защиту:**

- Матричный подход к выбору и обоснованию вариантов организации технического обслуживания и ремонта электросетевого оборудования.
- Обоснование выбора метода оптимизации сроков службы ЭСО и постановка задачи оптимизации.
- Методический подход к построению модели оценки рисков отказа ЭСО.
- Организационно-управленческий механизм управления эффективностью технического обслуживания и ремонта электросетевого оборудования.

**Теоретические основы исследования** составляют научно-методические и прикладные исследования отечественных и зарубежных специалистов в области теории старения машин, расчетов эффективности замены машин и оборудования,

оптимизации сроков службы, теории измерения эффективности и результативности, контроллинга, риск-менеджмента.

**Методологическая основа исследования** построена на применении общенаучных методов системного анализа и синтеза, дедукции и индукции, моделирования систем и процессов, методов экспертных оценок, методов прогнозирования и планирования, методов экономико-математического моделирования.

**Информационно-эмпирической базой исследования** послужили законодательные и нормативно-правовые акты федерального значения в области энергетики, методики оценки технического состояния и правила организации и технической эксплуатации объектов электроэнергетики РФ, аналитические и справочно-статистические материалы Минэнерго РФ относительно технико-экономического состояния объектов электроэнергетики, а также справочно-статистические данные федеральных и региональных электросетевых компаний РФ (ПАО «Россети», АО «Мособлэнерго»).

**Научная гипотеза** исследования заключается в предположении, что построение организационно-управленческого механизма на базе управленческого цикла и встраивания модуля контроллинга повысит объективность оценки эффективности и результативности ремонтной деятельности.

**Научная новизна** исследования заключается в разработке организационно-управленческого механизма управления эффективностью технического обслуживания и ремонтов электросетевого оборудования, базирующегося на управленческом цикле и встраивании модуля контроллинга, обеспечивающего обоснованный выбор управленческого инструментария и объективность оценки эффективности и результативности ремонтной деятельности.

В процессе исследования автором были получены следующие наиболее значимые результаты, обладающие признаками научной новизной:

1. Разработан матричный подход к выбору и обоснованию вариантов организации технического обслуживания и ремонта электросетевого оборудования, отличающийся учетом выделенных в работе трех рациональных зон ремонта с точки зрения готовности к работе ЭСО, а также учетом преимуществ и недостатков существующих систем, форм и способов проведения ремонтов, что способствует повышению эффективности ремонтной деятельности.

2. Обоснован выбор метода оптимизации сроков службы ЭСО и сформулирована постановка задачи оптимизации, что позволило разработать модель оптимизации на основе метода динамического программирования, которая в отличие от классических методов оптимизации сроков службы ЭСО позволяет учитывать дискретный характер затрат и одновременно несколько вариантов замены ЭСО.

3. Предложен и обоснован методический подход к построению модели оценки рисков отказа ЭСО, который в отличие от известных подходов, основанных на теории вероятностей и математической статистике, базируется на двухуровневой аддитивно-

мультипликативной модели профессора Орлова А.И. с декомпозицией рисков с помощью дерева событий, что позволяет выделить факторы, вносящие наибольший вклад в суммарные риски наступления нежелательного события.

4. Разработан организационно-управленческий механизм управления эффективностью технического обслуживания и ремонта электросетевого оборудования, отличительная особенность которого заключается в его базировании на управленческом цикле и соотнесении разработанных в диссертации методов, моделей и подходов с этапами управленческого цикла, а также в инсталлировании модуля контроллинга для обеспечения обоснованного выбора инструментария и объективности оценки эффективности и результативности ремонтной деятельности.

**Достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования** определяются теоретико-методологической обоснованностью его положений, непротиворечивой логикой исследования, отраженной в выборе объекта и предмета исследования, а также поставленной цели и задачах, решение которых основано на корректном использовании современного научно-методического инструментария и официальных справочно-статистических данных федеральных и региональных электросетевых компаний РФ, а также успешной апробацией результатов исследования.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в дополнении и развитии теоретико-методических подходов к управлению системой ТОиР и оптимизации сроков службы оборудования ЭСО, а также подходов к построению модели оценки рисков на основе двухуровневой аддитивно-мультипликативной модели. Теоретической значимостью обладают выводы о целесообразности перехода от дескриптивной и диагностической аналитики к предиктивной, обеспечивающей оценку вероятности наступления будущих событий в системе ТОиР.

**Практическая значимость исследования** заключается в разработке показателей оценки эффективности и результативности ремонтной деятельности в системе контроллинга электросетевой компании. Практическую ценность представляют методики планирования затрат на текущий ремонт оборудования в заданном плановом периоде, основанный на нормативно-статистических, расчетно-аналитических и комбинированных подходах, а также концептуальные положения по созданию информационной системы ТОиР, в основу которых заложено использование готовых технических паспортов на электросетевые объекты в качестве шаблонов для формирования справочника оборудования и создания блока «Учет оборудования и нормативов».

#### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Диссертационное исследование соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 5.2.6. Менеджмент: 6. Методы и критерии оценки эффективности систем управления. Управление по результатам; 16. Теория и методология управления проектами. Процессы, методы, модели инструменты

управления проектами и программами. Управление рисками (риск-менеджмент). 30. Управленческий учет как элемент системы управления организацией.

### **Апробация результатов исследования**

Ключевые положения исследования были представлены на XII Чарновских чтениях (г. Москва, 2022 г.), на XII Международном конгрессе по контроллингу (г. Смоленск, 2023 г.), на XIII Чарновских чтениях (г. Москва, 2023 г.), на заседании Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге МГТУ им. Баумана (г. Москва, 2024 г.), на XIII Международном конгрессе по контроллингу (г. Москва, 2024 г.), на 8-й международной конференции «Управление бизнесом в цифровой экономике» (Санкт-Петербург, 2025).

Материалы по планированию затрат на проведение ТОиР и расчету показателей оценки эффективности ремонтной деятельности электросетевой компании приняты для практического применения в Одинцовском филиале АО «Мособлэнерго», что подтверждено соответствующим актом внедрения.

Результаты диссертационного исследования были частично использованы при подготовке методических материалов для курса «Организация и планирование производства» в разделе «Организация и планирование ремонтов» в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 11 научных работ объемом 5,45 п. л., в том числе 7 статей в ведущих научных рецензируемых журналах из Перечня ВАК Минобрнауки РФ объемом 4,3 п. л. (лично автором 3,75 п. л.).

### **Структура работы**

Диссертация состоит из 3-х глав, списка принятых сокращений, введения, заключения и библиографии.

Объем диссертационного исследования (включая библиографию) составляет 141 страницу. В работе представлены 3 таблицы, 12 рисунков. Библиография включает 111 наименований.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

### 1. Матричный подход к выбору и обоснованию вариантов организации технического обслуживания и ремонта электросетевого оборудования.

В качестве методического подхода и инструмента для выбора варианта организации ТООР на электросетевых предприятиях предлагается рассмотреть матрицу, представленную на Рисунке 1.

Важность ремонта для ЭСК

Высокая	Позиция 3 ЦФ (ДФ); ПС	Позиция 2 ЦФ; ПС (ХС)	Позиция 1 ДФ; ХС
Средняя	Позиция 4 ДФ (СФ); ПС	Позиция 5 ДФ (СФ); СС	Позиция 6 ДФ; ХС (СС)
Низкая	Позиция 7 СФ(ЦФ); ПС	Позиция 8 СФ; ПС(ХС)	Позиция 9 СФ (ЦФ); ХС
	Низкое	Среднее	Высокое

Достижимое качество ремонта в ЭСК

Рисунок 1. Матрица выбора варианта организации ТООР.

Источник: разработано автором.

Для обоснования выбора и интерпретации позиций в матрице «важность ремонта для ЭСК» – «достижимое качество ремонта в ЭСК», необходимо опираться на систематизацию форм, систем и способов ТООР. По вертикали матрицы приведена лингвистическая оценка важности ремонтов ЭСК, а по горизонтали – достижимое качество ремонта ЭСК.

Для описания вариантов организации ТООР в рассматриваемых позициях введем следующие сокращения: Децентрализованная форма (ДФ); Централизованная форма (ЦФ); Смешанная форма (СФ); Хозяйственный способ (ХС); Подрядный способ (ПС); Смешанный способ (СС).

Поясним позиции в матрице:

Позиция 1 - важность ремонта для ЭСК высокая, а существующая на предприятии организация ремонта обеспечивает высокое качество работ по затратам сравнимым с ценами на рынке, предлагаемыми подрядными организациями.

Позиция 2 - важность ремонта высокая, но существующая на предприятии организация ремонта обеспечивает среднее качество работ по ценам рынка.

Позиция 3 - важность ремонта высокая, но существующая на предприятии организация ремонта дает низкое качество при высоких затратах по сравнению с рынком подрядных услуг.

Позиция 4 – важность ремонта средняя и достижимое качество низкое при сравнительно высокой цене.

Позиция 5 – важность ремонта средняя и достижимое качество среднее при затратах сопоставимых с рыночной ценой у подрядчиков.

Позиция 6 - важность ремонта средняя, а достижимое качество ремонтных работ высокое при цене сопоставимой с рыночной.

Позиция 7 – важность ремонта низкая и достижимое качество также низкое при затратах выше рыночных цен.

Позиция 8 – важность ремонта низкая, однако достижимое качество среднее при затратах выше рыночных цен.

Позиция 9 – важность ремонта низкая при высоком достижимом качестве ремонта собственными силами.

Приведем пояснения лишь по некоторым позициям матрицы.

Например, для Позиции 1 рекомендуется децентрализованная форма ремонта (ДФ), осуществляемая хозяйственным способом (ХС).

Например, для Позиции 5 рекомендуется: децентрализованная форма (ДФ) с возможностью перехода на смешанную форму (СФ) при смешанном способе (СС) организации ремонта.

Особый интерес представляет Позиция 9. В качестве рекомендаций стратегического характера можно отметить следующее:

- рассмотреть возможность расширения ремонтной службы с целью выполнения заказов сторонних организаций;

- выделить собственную службу в отдельное хозрасчетное подразделение, ведущее ремонтные работы подрядным способом.

Рассмотрение каждой из позиций позволяет сделать выводы не только о вариантах комбинаций форм, систем и способов ремонта, но и выработать стратегические решения относительно развития ремонтной деятельности.

Результаты анализа позиций, полученные на основе разработанной матрицы, не являются окончательными для принятия окончательных решений относительно выбора способа организации ТОиР. Необходимо подкрепить выбор решения финансово-экономическими расчетами.

## **2. Обоснование выбора метода оптимизации сроков службы ЭСО и постановка задачи оптимизации.**

Теоретические основы расчетов эффективности замены существующих средств труда (машин и оборудования) новыми детально изложены в монографии В.В. Новожилова. Согласно его концепции срок службы машин и оборудования «экономически определяется сроком, в течение которого их использование дает неотрицательный эффект».

Известные в теории и на практике графические, аналитические и статистические методы и методики определения оптимальных сроков службы машин и оборудования не в полной мере учитывают особенности обслуживания и ремонта комплекса ЭСО. В

наибольшей степени для этих целей подходят методы экономико-математического моделирования.

Ниже приведена постановка задачи определения оптимального срока службы электросетевого оборудования в общем виде:

«Для электрооборудования возраста  $T_0$  следует определить такой его возраст  $T_x \geq T_0$  при котором целесообразна замена на новое оборудования с такими же характеристиками или более совершенными. При этом, при затратах на приобретение нового оборудования равным  $C_0$  необходимо обеспечить минимум суммарных удельных затрат за период  $(T_x - T_0)$  лет эксплуатации и за остающиеся  $P - (T_x - T_0)$  лет использования нового оборудования. Под  $P$  следует понимать продолжительность планируемого периода использования нового оборудования».

Для решения поставленной задачи необходимо выявить факторы и параметры, в наибольшей степени влияющие на продолжительность эксплуатации электросетевого оборудования, а также выбрать и обосновать математический метод оптимизации. В ряде работ по оптимизации сроков службы рекомендуется применять метод динамического программирования, который относится к дискретным методам.

Ниже приведено описание разработанного в диссертации варианта экономико-математической модели оптимизации сроков службы ЭСО.

Обозначим:

$T_0$  – возраст оборудования ЭСО ;

$T_x$  – возраст ЭСО оборудования, при котором целесообразна замена;

$C_0$  – затраты на приобретение нового оборудования;

$P$  – продолжительность планируемого периода использования нового ЭСО;

$C_t$  – функция затрат на эксплуатацию оборудования возраста  $t$ .

Необходимо минимизировать суммарные удельные затраты за период  $(T_x - T_0)$  лет эксплуатации старого ЭСО и за остающиеся  $P - (T_x - T_0)$  лет использования нового оборудования.

Тогда можно определить следующее:

1. Затраты на эксплуатацию старого оборудования до момента замены:

$$\int_{T_0}^{T_x} C_t dt ;$$

2. Затраты на эксплуатацию нового оборудования после замены:

$$\int_0^{P-(T_x-T_0)} C_t dt;$$

3. Общие затраты на замену оборудования:  $C_0$

4. Суммарные удельные затраты:

$$\int_{T_0}^{T_x} C_t dt + C_0 + \int_0^{P-(T_x-T_0)} C_t dt.$$

Для решения задачи с использованием метода ДП, необходимо разбить задачу на подзадачи и использовать принцип оптимальности Беллмана.

1. Определим:  $f(T)$  — минимальные суммарные затраты при замене оборудования в возрасте  $T$ .

2. Запишем рекуррентное соотношение:

$$f(T) = \min_{T_0 \leq T_x \leq T} \left( \int_{T_0}^{T_x} C_t dt + C_0 + \int_0^{P-(T_x-T_0)} C_t dt \right);$$

3. Начальное условие:  $f(T_0)$ ;

4. Проведем рекуррентное вычисление:

$$f(T) = \min_{T_0 \leq T_x \leq T} \left( f(T_x) + \int_{T_0}^{T_x} C_t dt + C_0 + \int_0^{P-(T_x-T_0)} C_t dt \right).$$

Алгоритм вычисления:

1. Инициализировать  $f(T_0)=0$ .

2. Для каждого  $T$  от  $T_0$  до  $P$ : Вычислить  $f(T)$  используя рекуррентное соотношение.

3. Найти  $T_x$  при котором  $f(T)$  минимально, что и соответствует *оптимальному* сроку эксплуатации ЭСО.

### **3. Методический подход к построению модели оценки рисков отказа ЭСО.**

Учитывая недостатки традиционно применяемых подходов и методов к оценке исков, в работе было предложено применять аддитивно-мультипликативную модель профессора А.И.Орлова, основанную на двухуровневой иерархической схеме декомпозиции риска с помощью дерева событий.

На верхнем уровне интегральная оценка риска  $R$  наступления нежелательного события и его числовая вероятностная оценка  $Q=1-P$  рассчитывается по мультипликативной схеме. Применение аддитивно-мультипликативной модели позволяет выделить факторы, вносящие наибольший вклад в суммарный риск наступления нежелательного события. Вычленение этих факторов позволяет менеджерам принимать соответствующие решения, снижающие суммарный риск. Если имеется возможность оценить затраты на реализацию предлагаемых решений по снижению суммарного риска, то можно оценить экономический эффект ( $\mathcal{E}_{\text{реш}}$ ) этих решений. Например, если принимается решение по замене электросетевого оборудования (например, силового трансформатора), интегральная оценка риска по которому близка к критической, то для расчета эффекта принимаемого решения необходимо знать цену приобретения нового трансформатора ( $\mathcal{C}_{\text{тр}}$ ), а также затраты на ликвидацию последствий ( $\mathcal{Z}_{\text{ликв}}$ ) выхода из строя аварийного трансформатора. Если  $\mathcal{C}_{\text{тр}}$ , как правило, известна с небольшим разбросом в зависимости от производителей, то задача по оценке  $\mathcal{Z}_{\text{ликв}}$  нельзя отнести к тривиальной.

Составляющие  $\mathcal{Z}_{\text{ликв}}$  можно оценить как с помощью статистики по аналогичным случаям, например, суммарные затраты на демонтаж старого трансформатора, монтаж и подключение нового, так и с применением экспертов, например, для получения оценки потерь электросетевой компании по недопоставке электроэнергии потребителям, а также возможные штрафы по искам физических и юридических лиц. В

$Z_{ликв}$  также следует включать затраты на подачу электроэнергии потребителям от генераторов в течение всего периода отключения.

Результаты систематизации факторов отказа электросетевого оборудования на примере силовых масляных трансформаторов, полученные в ходе мозгового штурма с участием главных инженеров филиалов АО «Мособлэнерго», а также специалистов в области риск-менеджмента и управления предприятиями из МГТУ им. Н.Э.Баумана, приведены в тексте диссертации.

#### **4. Организационно-управленческий механизм управления эффективностью технического обслуживания и ремонта электросетевого оборудования.**

Под организационно-управленческим механизмом в диссертации будем понимать взаимоувязанную совокупность организационно-управленческого инструментария, моделей и методик, оказывающих управляющее воздействие на изменение состава элементов системы управления с целью ее адаптации к изменяющимся условиям внешней среды. К одним из основных теоретико-методических положений, учитываемым при построении организационно-управленческого механизма, следует отнести необходимость его базирования на управленческом цикле.

Прежде всего, необходимо сформулировать требования основных стейкхолдеров к эффективности управления системой ТОиР ЭСО. Затем проводится анализ текущего состояния эффективности системы ТОиР ЭСО с учетом требований основных стейкхолдеров, а также с учетом нормативов, регламентов и статистики по состоянию ТОиР в ЭСК.

Следующим этапом в управленческом цикле является прогноз развития состояния системы ТОиР ЭСО. В качестве инструментария для прогнозирования отказов ЭСО выступает разработанная в ходе диссертационного исследования модель оценки рисков.

Совместно с руководством службы ТОиР ЭСО и подразделением контроллинга ЭСК формируются критерии (показатели) эффективности и результативности ремонтной деятельности.

На основании классификации вариантов организации ТОиР ЭСО и матрицы выбора вариантов осуществляется этап обоснования выборов вариантов организации ТОиР.

После того, как выбраны варианты организации ТОиР ЭСО можно перейти к планированию материальных и временных ресурсов по выбранным вариантам. При планировании целесообразно использовать график проведения ремонтов, а также методику планирования затрат.

Обязательным этапом в цикле управления выступает мониторинг изменения состояния системы ТОиР ЭСО. В разработанном механизме функцию мониторинга предлагается реализовать с помощью подразделения контроллинга, который осуществляет сравнение плановых и фактических величин показателей, оценивает совместно с руководством службы ТоиР приемлемость отклонений.

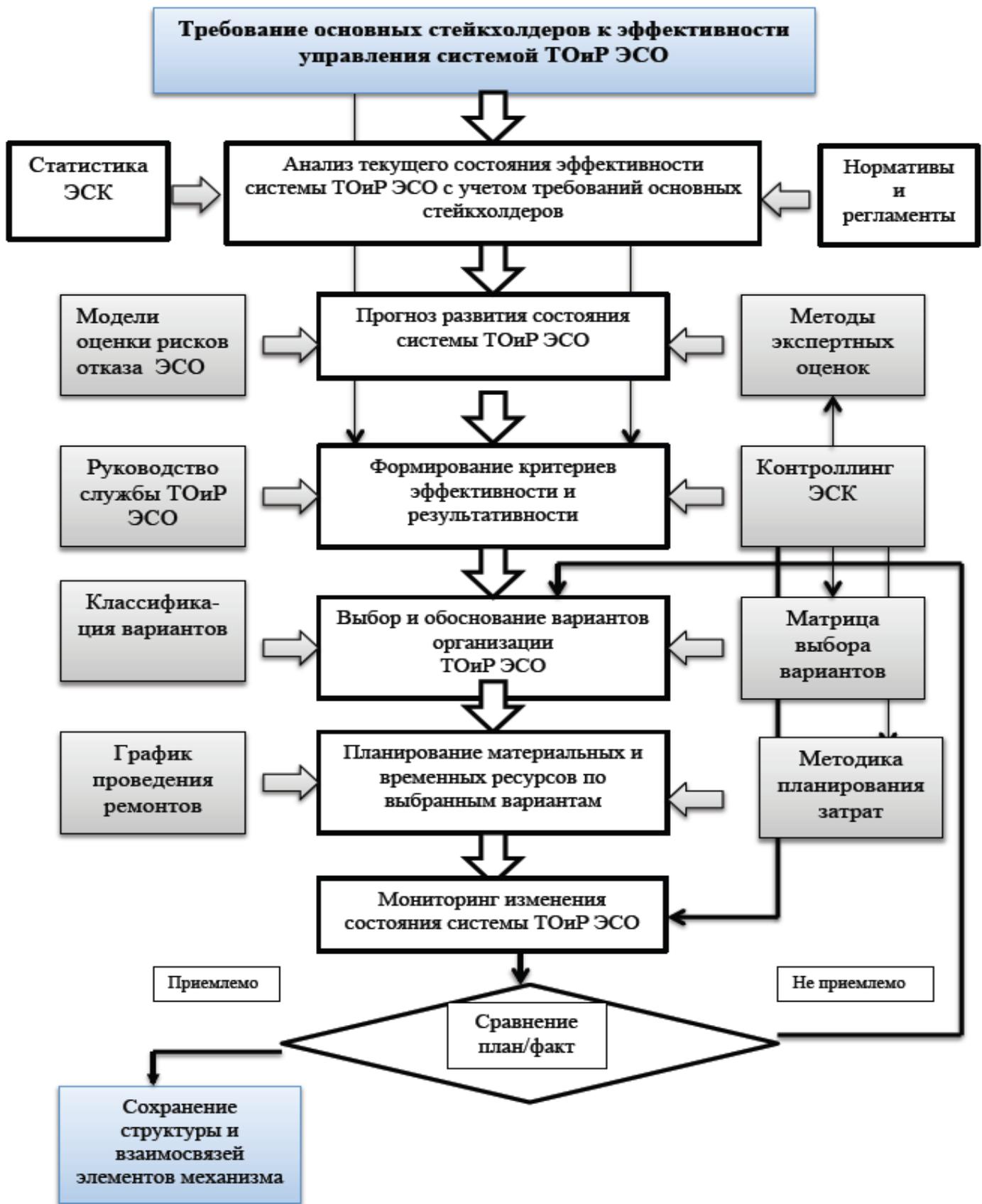


Рисунок 2. Организационно-управленческий механизм управления эффективностью ТОиР ЭСО

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В диссертации проведены результаты анализа и систематизации существующих стратегий, подходов и моделей, а также форм, систем и способов организации и управления системой ТОиР.

Разработан матричный подход к выбору и обоснованию вариантов организации ТОиР ЭСО, отличающийся учетом выделенных в работе трех рациональных зон ремонта с точки зрения готовности к работе ЭСО, а также учетом преимуществ и недостатков существующих систем ремонтов.

Обоснован выбор метода оптимизации сроков службы ЭСО и сформулирована постановка задачи оптимизации, что позволило разработать модель оптимизации на основе метода динамического программирования, которая в отличие от классических методов оптимизации сроков службы ЭСО позволяет учитывать дискретный характер затрат и одновременно несколько вариантов замены ЭСО.

Предложен и обоснован методический подход к построению модели оценки рисков отказа ЭСО, который в отличие от известных подходов, основанных на теории вероятностей и математической статистике, базируется на двухуровневой аддитивно-мультипликативной модели профессора Орлова А.И. с декомпозицией рисков с помощью дерева событий, что позволяет выделить факторы, вносящие наибольший вклад в суммарные риски наступления нежелательного события.

Разработан подход к формированию показателей оценки эффективности и результативности ремонтной деятельности электросетевого предприятия, учитывающий требования к качествам измерителей на основе теории измерений, позволяющий обеспечивать объективность, оперативность, экономичность и квантифицируемость оценки.

Разработан организационно-управленческий механизм управления эффективностью технического обслуживания и ремонта электросетевого оборудования, базирующийся на управленческом цикле и соотнесении разработанных в диссертации методов, моделей и подходов с этапами управленческого цикла, а также в инсталлировании модуля контроллинга ЭСК для обеспечения обоснованного выбора инструментария и объективности оценки эффективности и результативности ремонтной деятельности.

Учитывая недостатки современных ИАС класса ERP для управления бизнес-процессами ТОиР, была предложена концепция создания информационной системы ТОиР, в основе которой заложено использование готовых технических паспортов на электросетевые объекты в качестве шаблонов для формирования справочника оборудования и создания блока «Учет оборудования и нормативов».

Результаты диссертационного исследования частично приняты в Одинцовском филиале АО «Мособлэнерго» и могут быть распространены на все филиалы компании.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ**

1. Четвертков А.Н. Планирования затрат на проведение ремонтов и показатели оценки результативности ремонтной деятельности // Контроллинг. 2022. №84. С. 66-73. (0,7 п.л.).
2. Четвертков А.Н. Сравнительный анализ систем управления ремонтом в электроэнергетике // Инновации в менеджменте. 2022. №32. С.64- 69. (0,5 п.л.).
3. Четвертков А.Н. Выбор и обоснование вариантов организации технического обслуживания и ремонтов в электросетевых предприятиях // Инновации в менеджменте. 2022. №34. С.54- 59. (0,45 п.л.).
4. Четвертков А.Н., Фалько С.Г. Выбор и обоснование подходов к построению модели оптимизации сроков службы электросетевого оборудования // Контроллинг. 2023. №87. С. 64-71. (0,7 п.л./0,4п.л.).
5. Четвертков А.Н. Методический подход к построению модели оценки рисков отказа электросетевого оборудования // Контроллинг. 2023. №4. С. 56-61. (0,45 п.л.).
6. Четвертков А.Н. Поведенческий контроллинг рисков в системе технического обслуживания и ремонтов оборудования электросетевой компании// Контроллинг. 2024. №2. С. 64-70. (0,45п.л.).
7. Четвертков А.Н. Организационно-управленческий механизм управления эффективностью технического обслуживания и ремонтов электросетевого оборудования // Инновации в менеджменте. 2024. №3. С. 74-79.

### **Научные статьи в сборниках трудов всероссийских и международных научно-практических конференций**

8. Четвертков А.Н. Подрядный и хозяйственный способы организации технического обслуживания и ремонтов электросетевого оборудования / В сб. трудов «Двенадцатые Чарновские чтения». Москва, 2 декабря 2022. М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, НП «Объединение контроллеров», 2022. С. 98-103. (0,3п.л.).
9. Четвертков А.Н. Контроллинг в системе технического обслуживания и ремонтов электросетевой компании / В сб. трудов XII международного конгресса по контроллингу 18-19 мая 2023. М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, НП «Объединение контроллеров», 2023. С. 98-103. (0,3п.л.).
10. Четвертков А.Н. Модель оценки рисков отказа электросетевого оборудования / В сб. трудов «Тринадцатые Чарновские чтения». Москва, 1 декабря 2023. М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, НП «Объединение контроллеров», 2023. С. 168-171. (0,25п.л.).
11. Четвертков А.Н., Фалько С.Г. Контроллинг рисков когнитивного искажения в системе технического обслуживания и ремонтов оборудования электросетевой компании / В сб. трудов XIII международного конгресса по контроллингу 23-24 мая 2024. М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, НП «Объединение контроллеров», 2024. С. 154-161. (0,3п.л./0,15п.л.).