

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование кафедры)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)
Энергосбережение и энергоэффективность
(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Техническое сопровождение энергосервисных контрактов

Студент

М.А. Федоров

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Научный

С.В. Шаповалов

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

руководитель

Руководитель программы

к.т.н., А.Н. Черненко

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Анализ Российского и мирового опыта реализации энергосервисных контрактов	9
1.1 Модели энергосервисных контрактов	9
1.2 Виды услуг энергосервисных компаний	15
1.3 Энергосберегающие мероприятия	20
1.4 Этапы реализации энергосервисных контрактов	22
1.5 Анализ факторов, влияющих на эффективность энергосервисных контрактов	24
1.6 Эксплуатация с оборудования	27
1.7 Вывод по разделу 1	28
2 Анализ организационно – технических решений, повышающих эффективность энергосервисных контрактов	30
2.1 Организация оперативного управления технологическим процессом	31
2.1.1 Определение потребности в персонале	31
2.1.2 Определение организационной структуры	32
2.1.3 Разработка системы мотивации	34
2.2 Разработка системы технического обслуживания и ремонта оборудования	37
2.2.1 Выбор стратегии технического обслуживания и ремонта оборудования	37
2.2.2 Выбор способа организации технического обслуживания и ремонта	40
2.3 Выводы по разделу 2	42

3	Разработка рекомендаций по выбору и внедрению эффективных решений на этапе эксплуатации энергосервисного контракта	43
3.1	Анализ организационной структуры проекта реконструкции системы производства сжатого воздуха	43
3.2	Разработка системы мотивации персонала	46
3.3	Разработка системы технического обслуживания и ремонта компрессорного оборудования	49
3.3.1	Выбор стратегии технического обслуживания и ремонта компрессорного оборудования	49
3.3.2	Организация технического обслуживания и ремонта энергоэффективного оборудования на основе «Проактивной системы ТО и Р»	57
3.3.3	Разработка методики оценки технического состояния оборудования	59
3.3.4	Определение типовых ремонтных воздействий	75
3.3.5	Выбор способа организации технического обслуживания и ремонта	76
3.4	Выводы по разделу 3	77
	Заключение	78
	Список используемых источников	80

ВВЕДЕНИЕ

Высокий темп развития мировой экономики неразрывно связан с ростом объёмов потребления природных ресурсов. В необозримом будущем, если не принять меры по снижению энергозатрат, такой темп роста приведет к острому дефициту природных ископаемых. Российская Федерация, помимо внушительных запасов природных ископаемых также обладает одной из наиболее энергоёмких экономик в мире, а, следовательно, дефицит энергоресурсов пагубно отразится на её развитии.

По информации из различных источников, таких как: The World Bank, Евразийский банк развития, ЦЭНЭФ, потенциал снижения энергопотребления и повышения эффективности использования энергоресурсов в Российской Федерации достаточно велик. Так по данным The World Bank, потребление энергоресурсов в Российской Федерации может быть снижено приблизительно на 45 %, что представляет собой объём, примерно равный годовому потреблению Франции. [2]

Затраты на реализацию различного рода энергосберегающих мероприятий представляют собой довольно весомые суммы и внедрение энергосберегающих мероприятий без привлечения стороннего капитала зачастую не представляется возможным исходя из этого привлечение инвестиций является приоритетным направлением государственной политики.

Эффективным инструментом привлечения инвестиций в сферу энергосбережения и повышения энергоэффективности, которым успешно пользуются во многих странах мира, таких как Великобритания, Германия, Франция, США, Индия является энергосервис. [2] Данное направление бизнеса в Российской Федерации было не развито по причине отсутствия законодательной основы, что не способствовало желанию инвестиционных компаний вкладывать деньги в сферу энергосбережения. Кардинальные изменения в положительную сторону произошли после принятия

федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее Закон № 261) [3]

Целью закона № 261 является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности. [3]

Глава №5 Федерального Закона № 261 законодательно определяет новый инструмент решения проблемы повышения энергоэффективности – энергосервисный договор и формирует благоприятные условия для развития энергосервисного бизнеса и деятельности энергосервисных компаний. [3]

Основное отличие энергосервисных компаний (ЭСКО) от энергетических и компаний, оказывающих консалтинговые услуги в сфере энергосбережения, заключается в том, что ЭСКО предоставляет комплексные решения, направленные на снижение затрат на энергоносители и получает прибыль в соответствии с производительностью реализованных решений. Именно благодаря связи дохода ЭСКО с экономическим эффектом от реализации проекта, энергосервисная компания в первую очередь заинтересована в результативности мероприятий. [5]

Если в обычном режиме деятельности субъект (будь, то компания или государственное учреждение), желает реализовать программу энергоэффективности помимо того, что он должен обладать соответствующими компетенциями в области технологий повышения энергоэффективности, ему придется самостоятельно взаимодействовать с проектировщиками, финансовыми учреждениями, производителями оборудования, подрядчиками, поставщиками. В зависимости от сложности проекта количество участников может быть настолько велико, что это вызовет достаточно серьёзные препятствия реализации проекта. В случае внесения изменений они согласовываются со всеми участвующими сторонами, что приводит к дополнительным сложностям и увеличению сроков реализации проекта. В том случае если работу над всем проектом

ведёт ЭСКО, в режиме единого окна, то согласования по всем вопросам ведутся только с ней. Работа с единым посредником существенно упрощает процесс реализации энергосберегающих мероприятий, и позволяет снизить как временные, так и финансовые затраты на реализацию проектов. Временные затраты часто являются существенными барьерами на пути инвестирования в энергоэффективность. [8]

В зарубежной практике сбережения энергетических ресурсов наиболее широкое применение нашли, так называемые перфоманс – контракты. Основная идея перфоманс – контрактов заключается в том, что инвестиционные затраты на проект повышения энергоэффективности окупаются за счет средств, сэкономленных в результате реализации энергосберегающих мероприятий. [7]

Существует ряд принципов построения перфоманс - контрактов:

1. Реализацию проекта полностью осуществляет энергосервисная компания, как самостоятельно, так и с привлечением субподрядных организаций.
2. Оплату за свои услуги, энергосервисная компания получает за счет средств, высвободившихся в результате достигнутого уровня экономии ресурсов.
3. Стоимость энергосервисного контракта постепенно окупается в течение срока действия договора из средств, высвободившихся из сэкономленных ресурсов.
4. Срок действия контракта определяется, исходя из времени, которое необходимо для полного возврата вложений.
5. После окончания срока перфоманс – контракта энергосервисная компания гарантирует заказчику сохранение достигнутого уровня экономии.

В дополнение экономическому эффекту от снижения потребления энергетических ресурсов возможно также получение косвенной выгоды за счет снижения эксплуатационных затрат, расходов на персонал и т.д. [5]

В настоящее время на территории Российской Федерации крупнейшими действующими энергосервисными компаниями, ООО «ЕЭС. Гарант», ООО «ФЕНИЧЕ РУС», ОАО «Мосэнергосбыт», ООО «Энерго Профит», ООО «Ватт Групп», ООО «ЭНЕРГОНИКА», ООО «Энергоучет Сервис», ООО «Интер ЕСТ», АО «Газпром - газэнергосеть», было реализовано множество проектов энергосбережения.

ООО «Фениче РУС» - крупная энергосервисная компания, специализирующаяся на договорах с коммерческими предприятиями. Компания реализовала и осуществляет крупные энергосервисные проекты на таких предприятиях, как ПАО «АВТОВАЗ», ООО ПК «НЭВЗ» (Трансмашхолдинг), группа компаний Danone, ЗАО «ГК «Электрощит – ТМ Самара».

По информации с официального сайта ООО «Фениче РУС» на территории ПАО «АВТОВАЗ» компанией реализовано четыре крупных энергосервисных контракта.

«Модернизация системы производства сжатого воздуха» - контракт заключен в ноябре 2009 года на срок 10 лет. В эксплуатацию первые компрессора были запущены в декабре 2010. В результате замены старого компрессорного оборудования на современное энергоэффективное экономия составила порядка 40 % от базовых значений что составило 100000 МВт·ч/год.

«Модернизация системы освещения» - контракт заключен в октябре 2013 года на срок 10 лет. В эксплуатацию система была запущена в июле 2014. В результате модернизации экономия составила порядка 80 % от базовых значений что составило 14900 МВт·ч/год.

«Оптимизация отопительной системы» - контракт заключен в июне 2010года на срок 10 лет. В эксплуатацию оборудование было запущено в феврале 2011 года. В результате модернизации экономия тепловой энергии составила порядка 20 % от базовых значений, что составило 245000 Гкал/год.

«Коррекция коэффициента мощности» - контракт заключен в ноябре 2011 года на срок 10 лет. В эксплуатацию оборудование было запущено в марте 2012 года. В результате экономия электроэнергии составила порядка 7 % от базовых значений, что составило 11500 МВт·ч/год. [27]

Накопленный за годы эксплуатации энергоэффективного оборудования опыт позволяет определить все возможные аспекты, влияющие на эффективность энергосервисного контракта на каждом этапе его реализации.

Анализ этих аспектов позволит выявить наиболее эффективные решения и повысить эффективность как уже существующих, так и будущих энергосервисных контрактов.

Цель работы:

Повысить эффективность мероприятий при реализации энергосервисных контрактов.

1 Анализ Российского и мирового опыта реализации энергосервисных контрактов

1.1 Модели энергосервисных контрактов

В мировой практике реализации энергосервисных или как их называют на западе - перформанс контрактов сформировался ряд наиболее популярных моделей. Их объединяет основная цель – получение дохода за счет внедрения мероприятий по снижению энергопотребления. Однако существует ряд существенных различий. Для дальнейшего рассмотрения возьмем следующие наиболее популярные модели контрактов Shared Savings, Guaranteed Savings, First Out, Lease Rental Model, Chauffage, BOOT. [5]

1. Shared Savings. Разделение экономии. Финансирование данной бизнес модели осуществляется непосредственно из бюджета ЭСКО или с привлечением сторонних инвесторов. Риски, возникающие при реализации проекта, ложатся на ЭСКО.

Доходы от экономии энергоресурсов, полученные в результате реализации мероприятий по снижению энергопотребления объектов клиента распределяются между клиентом и ЭСКО в течение определенного контрактом периода времени в соотношении, также установленном условиями договора. Типовое значение распределения будущих денежных сбережений может составить 85% для ЭСКО и 15% для клиента. ЭСКО может определить платежную систему, в рамках которой большая часть дохода от экономии на начальном этапе переходит к ЭСКО, а по истечении определенного периода времени доля может быть пересмотрена. [5]

Другая особенность этой модели в том, что право собственности на установленное оборудование будет передано к заказчику по истечении срока действия договора. Процентные ставки по этой модели слишком высоки для малых и средних ЭСКО. Как правило, такие контракты имеют короткие сроки окупаемости. Целью таких контрактов является обеспечение

компенсации всех расходов, понесенных ЭСКО, и получение запланированной прибыли в период реализации проекта. В этом случае заказчик не инвестирует в проект, а получает свою долю сбережений в течение установленного периода реализации проекта и полный уровень сбережений по его завершении.

Как правило, эти контракты включают положения о том, как будет измеряться и контролироваться выполнение проекта. Типичная структура договорных отношений по договору разделении экономии представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Структурная схема модели энергосервисного контракта с разделением экономии

Из структурной схемы следует что при реализации контракта по типу Shared Savings технические и финансовые аспекты энергосервисная компания берет на себя, и несет ответственность перед заказчиком за эффективность мероприятий и перед инвестором, в том случае если проект финансируется не из собственных средств ЭСКО. Заказчик в свою очередь несет ответственность за собственный бизнес. [5]

2. Guaranteed Savings. Гарантированная экономия. В этом случае заказчик финансирует проектирование и монтаж проекта путем

заимствования средств у третьих лиц, таких как банк или посредством лизинга оборудования. ЭСКО не имеет договоренностей с банком, но принимает на себя проектный риск и гарантирует экономию энергии. Если сбережения не достигают согласованных минимумов, ЭСКО покрывает разницу; если они превышены, то клиент выплачивает ЭСКО бонусы.

Как правило, договор должен содержать положение о том, что ЭСКО гарантирует определенный уровень энергосбережения, прибыль от которого будет достаточна для того, чтобы клиент выполнил свои долговые обязательства перед ЭСКО, при условии, что цены на энергоносители не упадут ниже определенного уровня.

Данная модель, будет нормально функционировать в странах с хорошо развитой банковской структурой, высоким уровнем понимания проектного финансирования и достаточной технической экспертизой для понимания проектов по энергоэффективности (например, Великобритании, Австрии, Венгрии и др.) Трудно использовать данную модель в условиях развивающегося рынка, потому что это требует от клиентов (потребителей) брать на себя инвестиционные риски.

Схема данной бизнес-модели показана на рисунке 2.

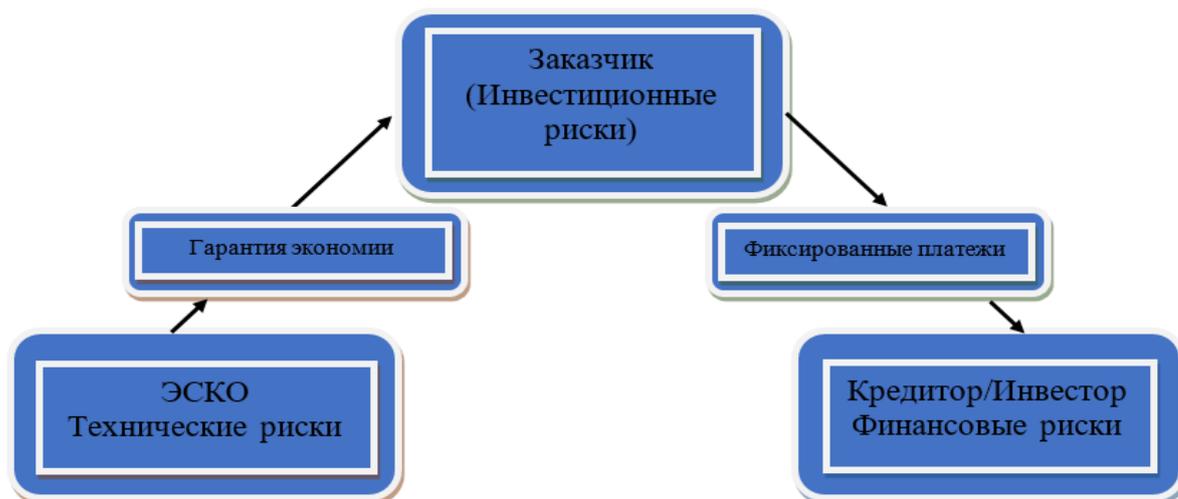


Рисунок 2 – Структурная схема модели энергосервисного контракта с гарантированной экономией

Из структурной схемы следует что при реализации контракта по типу Guaranteed Savings технические аспекты энергосервисная компания берет на себя, и несет ответственность перед заказчиком за эффективность мероприятий, а заказчик в свою очередь несет ответственность перед инвестором, в том случае если проект финансируется не из собственных средств заказчика.

Модели Guaranteed Savings и Shared Savings довольно схожи друг с другом, но при этом имеют ряд принципиальных отличий. Для более детального изучения сравним эти модели. Сравнительные характеристики моделей энергосервисных контрактов Guaranteed Savings (гарантированная экономия) и Shared Savings (разделение экономии) сведём в таблицу 1.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика моделей контрактов Guaranteed Savings (гарантированная экономия) и Shared Savings (разделение экономии)

№ п/п	Модель контракта	
	Guaranteed Savings. Гарантированная экономия	Shared Savings. Разделение экономии.
1	Уровень эффективности выражается в физических величинах и подтверждается измерениями по утверждённой методике.	Уровень эффективности выражается в денежной величине. Платежи ЭСКО основаны на фактической экономии денег.
2	Уровень экономии гарантируется при полном покрытии долговых обязательств (погашении кредита) с минимальной фиксированной ценой энергоресурсов.	Платежи ЭСКО привязаны к тарифам на энергоресурсы.

Продолжение таблицы 1

3	ЭСКО несет все технические риски реализации проекта, потребитель энергоресурсов / заказчик несет кредитный риск	ЭСКО несет все риски реализации проекта, включая кредитный риск, так как обеспечивает финансирование проекта
4	Если потребитель энергоресурсов / клиент берет кредит, задолженность появляется на его балансе	Как правило, финансовые обязательства вне балансового счета потребителя энергоресурсов/клиента
5	Клиент должен быть платежеспособным	ESCO может обслуживать клиентов, не имеющих доступа к финансированию
6	Как малые, так и средние ЭСКО могут реализовывать проекты без необходимости заимствования средств с высокими процентными ставками	Реализуют проекты, как правило, крупные ЭСКО, которые имеют больше преимуществ в получении кредитов; деятельность малых ЭСКО, слишком зависит от заемных средств для реализации проектов
7	Контракт может иметь масштабный характер и более длительный срок окупаемости (до 15 лет)	Проект включает мероприятия с коротким сроком окупаемости (до 5 лет)
8	Типичный для развитых стран с надежными банковскими системами	Типичный для развивающихся стран с недостаточно развитыми банковскими системами

3. First Out. Договор на комплекс энергосервисных услуг с гарантированным возвратом инвестиций. Данная бизнес – модель в целом схожа с Guaranteed Savings за исключением одного существенного различия – срок окупаемости варьируется исходя из достигнутого экономического эффекта. Это означает что если расчетные показатели энергосбережений не были достигнуты, то контракт может быть продлен на период необходимый для возврата инвестиций энергосервисной компании. [5]

4. Lease Rental Model. Модель лизинга и аренды. Поставщик устанавливает оборудование и его эксплуатирует. Лизинговые платежи финансируются за счет гарантированных сбережений, и право собственности на оборудование обычно передается по окончании срока аренды. Клиент (лизингополучатель) осуществляет платежи по основной сумме и процентам; частота платежей зависит от контракта. Поток доходов от экономии средств покрывает лизинговый платеж. [5]

5. Chauffage. Договор на поставку энергоресурсов и энергоменеджмент. Такая модель пользуется популярностью в основном в Европе, в особенности в Германии и Франции. Роль ЭСКО выполняет энергоснабжающая организация. Главный смысл таких контрактов заключается в следующем – компания - поставщик и абонент заключают договор долгосрочных поставках энергоресурсов по фиксированным ценам или договариваются о порядке изменения цен на период действия контракта. Сроки таких контрактов достигают тридцати лет. Ресурсоснабжающая организация использует возможность снижения издержек при производстве и транспортировке ресурсов. Так же ЭСКО разрабатывает для клиента мероприятия, позволяющие сэкономить от 3 до 10% энергоресурсов. Финансируется данный договор из бюджета ресурсоснабжающей организации, в последствие право собственности на энергосберегающее оборудование остаётся у ЭСКО. Оба участника получают в таком случае определённую выгоду. Основная выгода снабжающей организации - это долгосрочный контракт, снижение затрат при производстве ресурсов, а также

дополнительные конкурентные преимущества за счет оказания дополнительных услуг, а на высвободившиеся в результате экономии мощности получает возможность подключения новых потребителей. Заказчик сокращает потребление и расходы на оплату ресурсов. [5]

6. BOOT (build, own, operate transfer) модель дословно можно перевести как строим, владеем, эксплуатируем, передаем. Эта модель подразумевает образование своего рода отдельное предприятие, которое предоставляет необходимую клиенту услугу, например, поставка сжатого воздуха, отопление зданий и так далее. Данная модель основывается на классической модели энергосервисного перформанс – контракта Shared Savings. Инвестирует проект как правило энергосервисная компания. В течении всего срока проекта энергосервисная компания владеет оборудованием, эксплуатирует его, а по окончании проекта передает энергоэффективное оборудование заказчику за символическую плату в один евро. [5]

1.2 Виды услуг энергосервисных компаний

Энергосервисные компании предоставляют ряд различных услуг и мероприятий по повышению энергоэффективности. Договоры на оказания данных услуг можно разделить по степени зависимости оплаты услуг ЭСКО от итоговых результатов экономии энергоресурсов, достигнутых в результате реализации контракта. [7] Данные сведём в таблицу 2.

Таблица 2 – Зависимость уровня оплаты услуг ЭСКО от достигнутого уровня экономии энергоресурсов

Источник финансирования проекта	Зависимость		
	Низкая	Средняя	Высокая
1. Услуги консалтинга и проектирование			
Заказчик	Договор с фиксированной стоимостью	Договор с оплатой в зависимости от достигнутых результатов экономии энергоресурсов	
2. Поставка энергосберегающего оборудования			
Заказчик	Договор с фиксированной стоимостью оборудования		
ЭСКО	Договор лизинга оборудования с фиксированной ценой и платежом		Договор на поставку оборудования с оплатой в рассрочку

Продолжение таблицы 2

Источник финансирования проекта	Зависимость		
	Низкая	Средняя	Высокая
3. Энергосервисный перформанс контракт			
Заказчик	Договор на оказание комплекса энергосервисных услуг с гарантированной экономией (Guaranteed Savings)		
Источник финансирования проекта	Зависимость		
	Низкая	Средняя	Высокая
ЭСКО		Договор на оказание комплекса энергосервисных услуг с гарантированным возвратом инвестиций (First Out)	Договор на оказание комплекса энергосервисных услуг с разделением экономии (Shared Savings)

Продолжение таблицы 2

Источник финансирования проекта	Зависимость		
	Низкая	Средняя	Высокая
4. Договор энергоснабжения и энергоменеджмента			
Заказчик	Договор энергоснабжения, обслуживания и управления энергопотреблением (с фиксированным платежом за единицу ресурса)		Договор энергоснабжения, обслуживания, и управления энергопотреблением (оплата по результатам проекта)
ЭСКО		Договор на поставку энергоресурсов и энергоменеджмент (Chauffage)	
5. Договор полного управления зданием			
Заказчик	Договор на управление объектом включает мероприятия по повышению энергоэффективности, финансируемые заказчиком.		

Продолжение таблицы 2

Источник финансирования проекта	Зависимость		
	Низкая	Средняя	Высокая
ЭСКО			<p>Договор на управление зданием включает в себя также обязательства по повышению энергоэффективности здания, которые должны быть оплачены за счет сокращения расходов управляющей компании на оплату энергоресурсов.</p>

1.3 Энергосберегающие мероприятия

В рамках энергосервисных контрактов реализуются различные энергосберегающие мероприятия. Они различаются по уровню капиталовложений и срокам окупаемости. Данные о энергосберегающих мероприятиях сведём в таблицу 3.

Таблица 3 - Энергосберегающие мероприятия

№ п/п	Мероприятие	Уровень затрат	Средний срок окупаемости проекта.
1	Разработка инструкций и методик для персонала по энергосбережению и повышению энергоэффективности.	Малозатратное	До 1 года
2	Разработка и внедрение средств наглядной агитации	Малозатратное	До 1 года
3	Назначение ответственных лиц и повышение квалификации в сферах энергосбережения и энергетической эффективности	Малозатратное	До 1 года
4	Установка приборов учета расхода энергии (электроэнергия, тепловая энергия, вода, топливо...)	Малозатратное	от 2 до 3 лет
5	Разработка режимных карт для систем отопления, вентиляции, кондиционирования, освещения.	Малозатратное	До 1 года

Продолжение таблицы 3

6	Диспетчеризация систем отопления, вентиляции, кондиционирования, освещения.	Малозатратное	от 1 до 3 лет
7	Забор холодного наружного воздуха для подачи в компрессор.	Средне-затратное	До 1 года
8	Применение частотно регулируемых приводов асинхронных двигателей.	Средне-затратное	от 2 до 3 лет
9	Пресечение несанкционированного и нецелевого использования электроэнергии, сжатого воздуха, воды.	Малозатратное	До 1 года
10	Применение устройств компенсации реактивной мощности.	Средне-затратное	от 2 до 3 лет
11	Замена устаревшего неэффективного оборудования.	Крупно - затратное	От 5 до 8 лет
12	Применение системы централизованного управления компрессорным хозяйством.	Крупно - затратное	От 3 до 5 лет
13	Замена низкоэффективного насосного оборудования и вентиляторов	Крупно - затратное	5 лет
14	Реконструкция распределительных электрических сетей	Крупно - затратное	От 5 до 7 лет
15	Внедрение экономичных способов регулирования работой вентиляторов	Средне-затратное	До 1 года

Продолжение таблицы 3

16	Замена устаревших электродвигателей на современные	Крупно - затратное	5лет
17	Установка современных вентиляторов с повышенным КПД от 80 до 86 %.	Крупно - затратное	5лет
18	Обеспечение соответствия между напорной характеристикой насосов и сопротивлением тракта	Крупно - затратное	8лет
19	Обеспечение соответствия между характеристиками вентилятора и воздушного тракта	Крупно - затратное	8лет
20	Снижение количества личных бытовых электроприборов	Мало затратное	До 1 года
21	Установка защиты от превышения номинальных уровней напряжения	Средне-затратное	от 1 до 2 лет

1.4 Этапы реализации энергосервисных контрактов

Независимо от выбранной модели энергосервисного контракта, его реализация проходит определённые этапы:

1. Инвестиционный аудит заказчика.

Выполнение независимой оценки необходимо с целью минимизации рисков неплатежеспособности клиента. В заключении принимается решение о заключении энергосервисного контракта.

2. Предварительное энергетическое обследование.

На втором этапе выполняется полное энергетическое обследование объектов заказчика с целью выявления точек неэффективного расхода энергоресурсов и определения потенциала увеличения энергоэффективности и экономии энергоресурсов. Разрабатывается комплекс мероприятий по

увеличению энергоэффективности. Так же производятся расчёты ожидаемого срока окупаемости контракта и экономический эффект от реализации мероприятий.

Результат данного этапа во многом зависит от совместных действий энергосервисной компании и заказчика. Существует риск предоставления клиентом не полной или недостоверной информации. Это неизбежно повлечет к недочетам в проектировании мероприятий по снижению энергопотребления.

3. Выбор модели финансирования.

На третьем этапе решается проблема финансирования разработанных выше мероприятий повышения энергоэффективности.

На данном этапе решается вопрос кто берет на себя обязательства перед инвестором, если конечно инвестиции не идут напрямую из бюджета заказчика или энергосервисной компании.

4. Разработка и согласование проектной документации.

Данный этап напрямую зависит от данных собранных во время предварительного энергетического обследования. Из – за недостаточности или недостоверности собранных данных, также, как и вследствие недостаточной квалификации проектной организации возможны всевозможные технические и экономические ошибки и просчёты.

5. Производство монтажных и пусконаладочных работ.

От качества монтажных и пуско – наладочных работ зависит дальнейшая эксплуатация объекта. В случае низкого качества данных работ возможна некорректная работа оборудования, что как правило, вызовет множество проблем на этапе эксплуатации объекта.

6. Запуск проекта.

7. Заключительное энергетическое обследование.

Заключительное энергетическое обследование производится с целью зафиксировать экономический эффект от реализации проекта.

8. Эксплуатация объекта.

Этап эксплуатации энергоэффективного оборудования занимает весь срок контракта, и именно от этого этапа зависит сохранится ли достигнутый в самом начале уровень экономии энергоресурсов.

9. Окончание срока контракта. [5]

1.5 Анализ факторов, влияющих на эффективность энергосервисных контрактов

Факторы, влияющие на эффективность энергосервисных контрактов условно можно разделить на организационные, технические, социальные, экономические, политические.

1. Организационные факторы.

Отсутствие системного подхода.

При отсутствии системного подхода невозможно полностью охватить и отслеживать все возможные аспекты, влияющие на эффективность проекта. Недостаточное внимание и учет отдельных аспектов неизбежно приводит к отклонению от базовых показателей эффективности. При отсутствии постоянного анализа и четких критериев оценки рисков невозможно принять своевременные меры по стабилизации удельных показателей.

Увеличение доли работ, переданных на аутсорсинг.

В мировой практике всё большую популярность приобретает передача отдельных процессов на аутсорсинг. Это позволяет сосредоточить внимание на более важных бизнес процессах, но также это влечет к ослаблению контроля за подрядными организациями что может повлечь снижение показателей эффективности.

2. Технические факторы.

Несоблюдение номинальных режимов работы оборудования

Работа оборудования в недогруженном режиме или в режиме перегрузки ведет к увеличению потребления энергии и как следствие росту удельных показателей. Также данный режим работы приводит к

повышенному износу оборудования и соответственно к увеличению расходов на ремонт в дальнейшем.

Несвоевременное или недостаточное техническое обслуживание оборудования.

Низкое качество технического обслуживания и ремонта оборудования неизбежно приводит к сокращению срока службы энергоэффективного оборудования и снижению его эффективности. Также повышается риск аварийных остановок и затрат на непредвиденный ремонт.

3. Социальные факторы.

Недостаточная квалификация обслуживающего персонала.

Недостаточная квалификация обслуживающего персонала приводит к ухудшению технического состояния оборудования.

Следствиями недостаточной квалификации являются несоблюдение номинальных режимов работы оборудования и низкое качество ремонта и обслуживания.

Недостаточная мотивация персонала.

При отсутствии зависимости заработной платы персонала от целевых показателей удельных значений невозможно заинтересовать персонал более тщательно следить за режимом работы и состоянием оборудования.

«Неправильный» менталитет.

Проекты по повышению энергоэффективности имеют долгосрочную перспективу, которая требует изменения изначального отношения к важности грамотного использования природных ресурсов. Без осознанного подхода к проблеме энергоэффективности, любые мероприятия по её улучшению будут выполняться формально.

4. Экономические.

Зачастую при реализации энергосервисных контрактов выбор энергоэффективного оборудования идет в пользу импортного. Что в свою очередь влечет прямую зависимость стоимости комплектующих, материалов и запасных частей от курса иностранных валют.

5. Политические.

Вследствие всевозможных политических разногласий существует риск различных экономических ограничений. Это может привести к дополнительным трудностям поставки импортных комплектующих, материалов и запасных частей оборудования. [29]

Рассмотрев все этапы реализации энергосервисных контрактов, мы видим, что на каждом из них существуют определённые риски и проблемы, которые в конечном итоге повлияют на конечную стоимость контракта, его эффективность и прибыль энергосервисной компании.

Общий анализ рисков на ключевых этапах реализации проекта сведём в таблицу 4.

Таблица 4 – Анализ рисков на этапах реализации энергосервисных контрактов.

№ п/п	Этап	Возможный риск
1.	Инвестиционный аудит заказчика	Риск неплатёжеспособности клиента
2.	Предварительное энергетическое обследование	Риск предоставления клиентом не полной или недостоверной информации
3.	Выбор модели финансирования	Финансовый риск
4.	Разработка и согласование проектной документации	Риск ошибок и недочетов в проекте.
5.	Производство монтажных и пусконаладочных работ;	Риск низкого качества монтажных и пусконаладочных работ.
6.	Эксплуатация объекта.	Риск снижения ключевых показателей эффективности.

Из анализа рисков при реализации энергосервисных контрактов следует что наиболее важным является этап эксплуатации энергоэффективного оборудования, так как именно здесь существует риск снижения ключевых показателей эффективности. Следовательно, для повышения эффективности мероприятий при реализации энергосервисных контрактов необходимо минимизировать риски на данном этапе.

1.6 Эксплуатация энергоэффективного оборудования

После проведения монтажных и пусконаладочных работ энергоэффективного оборудования, проводится заключительное энергетическое обследование, цель которого определить фактический уровень достигнутой экономии, и установить базовую линию энергоэффективности.

Следующий этап энергосервисного контракта – эксплуатация. От качества эксплуатации энергоэффективного оборудования напрямую зависит сохранится ли уровень достигнутой экономии до конца энергосервисного контракта.

Для дальнейшего анализа подробно рассмотрим факторы, повышающие риск снижения ключевых показателей эффективности. Структура факторов показана на рисунке 3.



Рисунок 3 – Структура факторов, влияющих на ключевые показатели эффективности

Проведенный анализ показывает ключевые факторы, влияющие на эффективность энергосервисного контракта.

Задачи

1. Выполнить анализ организационно – технических решений, повышающих эффективность энергосервисных контрактов.
2. Разработать рекомендации по выбору и внедрению эффективных решений на этапе эксплуатации энергосервисного контракта.

1.7 Вывод по разделу 1

В разделе 1 выполнен анализ существующих моделей энергосервисных контрактов, типовых энергосберегающих мероприятий и этапов реализации.

В результате анализа были определены проблемы на каждом этапе реализации энергосервисного контракта. Определены ключевые факторы, влияющие на эффективность энергосервисного контракта.

На основании полученных результатов были сформированы задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

2 Анализ организационно – технических решений, повышающих эффективность энергосервисных контрактов

Эксплуатация оборудования подразумевает собой управление технологическим процессом, проведение планового технического обслуживания и ремонт оборудования. Из-за низкого качества обслуживания и ремонта, несоблюдения режима работы оборудования удельные показатели эффективности оборудования могут снижаться. Чтобы этого избежать необходимо правильно организовать процесс эксплуатации оборудования.

Для организации технической эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Организовать оперативное управление технологическим процессом.
2. Разработать систему технического обслуживания и ремонта оборудования.

Решение этих задач будет проходить в несколько этапов. Для удобства воспользуемся алгоритмом, показанным на рисунке 4.



Рисунок 4 – Алгоритм организации технической эксплуатации

2.1 Организация оперативного управления технологическим процессом

Эффективность технологического процесса зависит от трех основных факторов:

- технологический процесс;
- оборудование;
- человеческий фактор.

Первые два фактора закладываются на стадии проектирования, а, следовательно, повлиять на их эффективность в процессе эксплуатации не представляется возможным. Соответственно ключевым фактором, влияющим на эффективность стадии эксплуатации проекта, остается человеческий фактор. Исходя из этого от эффективности управления персоналом зависит качество технологического процесса.

2.1.1 Определение потребности в персонале

Как правило, внедрение энергоэффективных мероприятий происходит в виде модернизации и реконструкции действующего объекта. В результате меняется технологический процесс, оборудование и требования к персоналу. Так как ответственность за эффективность мероприятий лежит на энергосервисной компании, эксплуатация проекта, как правило осуществляется персоналом ЭСКО. Подбор эксплуатационного персонала под новый проект, представляет собой достаточно нелёгкую задачу. В первую очередь рассматривается персонал, ранее обслуживавший данный объект. В результате возникают следующие виды потребности в персонале:

- Потребность в обучении персонала;
- Качественная потребность;
- Количественная потребность;

Потребность в обучении персонала определяется различием в уровне квалификации и профессиональных знаний имеющимися у работников и тем который необходим для выполнения производственных задач в изменившихся условиях. [30]

Под качественной потребностью понимается недостаток персонала различной квалификации, профессий, специальностей необходимых для решения новых производственных задач.

Количественная потребность подразумевает недостаток численности персонала.

Конечная цель определения потребности в персонале заключается в определении необходимого количества сотрудников определённой квалификации для нормального функционирования технологического процесса.

Исходными данными для определения потребности в персонале являются цели и задачи энергосервисной компании, режим работы объекта, объём оборудования, технологический процесс, требования охраны труда и техники безопасности и т. д...

2.1.2 Определение организационной структуры

Организационная структура – это основа управления технологическим процессом. Правильно выстроенная структура, с четким разделением функциональных обязанностей и подчиненностью сотрудников, позволяет повысить эффективность управления проектом.

Структура управления должна соответствовать целям и задачам энергосервисной компании, подчиняться технологическому процессу и меняться в соответствии с ним. Она должна отражать функциональные обязанности и объем полномочий сотрудников.

Принципы проектирования организационной структуры:

1) структура должна отражать цели и задачи организации, быть подчиненной технологическому процессу и его потребностям;

2) структура должна предусматривать оптимальное разделение труда между органами управления и отдельными работниками, обеспечивающее творческий характер работы и нормальную нагрузку, а также надлежащую специализацию;

3) формирование структуры должно быть неразрывно с определением полномочий и ответственности каждого работника и органа управления, с установлением системы вертикальных и горизонтальных связей между ними;

4) структура должна поддерживать соответствие между функциями, обязанностями, полномочиями и ответственностью, так как нарушение его приводит к дисбалансу системы управления в целом;

5) структура управления должна быть адекватной социально-культурной среде организации, оказывать существенное влияние на решения относительно уровня централизации и детализации, распределения полномочий и ответственности, степени самостоятельности и масштабов контроля руководителей.

Важнейшими требованиями, которым должна удовлетворять организационная структура управления являются следующие.

1. Оптимальность. Структура управления признается оптимальной, если между звеньями и ступенями управления на всех уровнях устанавливаются рациональные связи при наименьшем числе ступеней управления.

2. Оперативность. Суть данного требования состоит в том, чтобы за время от принятия решения до его исполнения в управляемой системе не успели произойти необратимые отрицательные изменения, делающие ненужной реализацию принятых решений.

3. Надежность. Структура аппарата управления должна гарантировать достоверность передачи информации, не допускать искажений управляющих

команд и других передаваемых данных, обеспечивать бесперебойность связи в системе управления.

4. Экономичность. Задача состоит в том, чтобы нужный эффект от управления достигался при минимальных затратах на управленческий аппарат. Критерием этого может служить соотношение между затратами ресурсов и полезным результатом.

5. Гибкость. Способность изменяться в соответствии с изменениями внешней среды.

6. Устойчивость структуры управления. Неизменность ее основных свойств при различных внешних воздействиях, целостность функционирования системы управления и ее элементов.

2.1.3 Разработка системы мотивации

Наиболее эффективным инструментом управления персоналом является система мотивации. Правильно выстроенная система мотивации позволит направить усилия как отдельных сотрудников, так и команды в целом на достижения целей отделения. Так же система мотивации повысит заинтересованность, лояльность и трудоспособность сотрудников.

Задачи системы мотивации:

1. Ориентация сотрудников на решение стратегических задач.
2. Мотивация на работу каждого отдельного сотрудника.
3. Увеличение привлекательности компании для квалифицированных соискателей на рынке труда, а также удержание опытных ценных специалистов.
4. Стимулирование роста профессиональных качеств сотрудников (повышение квалификации).
5. Обеспечение лояльности сотрудников всех уровней, а также стабильности кадрового состава.

6. Повышение эффективности использования фонда заработной платы. [30]

Для создания эффективной системы мотивации персонала, существует ряд инструментов, основные показаны на рисунке 5.



Рисунок 5–Инструменты системы мотивации персонала

В качестве мотивационного инструмента используем премиальную часть заработной платы сотрудников, и сформируем её на основании ключевых показателей эффективности (KPI).

KPI (key performance indicators) – ключевые показатели эффективности, которые позволяют наиболее объективно оценить работу персонала или структурного подразделения предприятия.

При разработке системы премирования на основании KPI необходимо учесть ряд требований к данным показателям:

- каждый показатель должен быть количественно сформулирован;
- показатели должны быть достижимыми;
- показатель должен находиться в зоне ответственности того подразделения или персонала, который по нему оценивается;
- показатели должны соответствовать главным целям предприятия;

Структура системы ключевых показателей эффективности должна иметь иерархическую структуру, как показано на рисунке 6

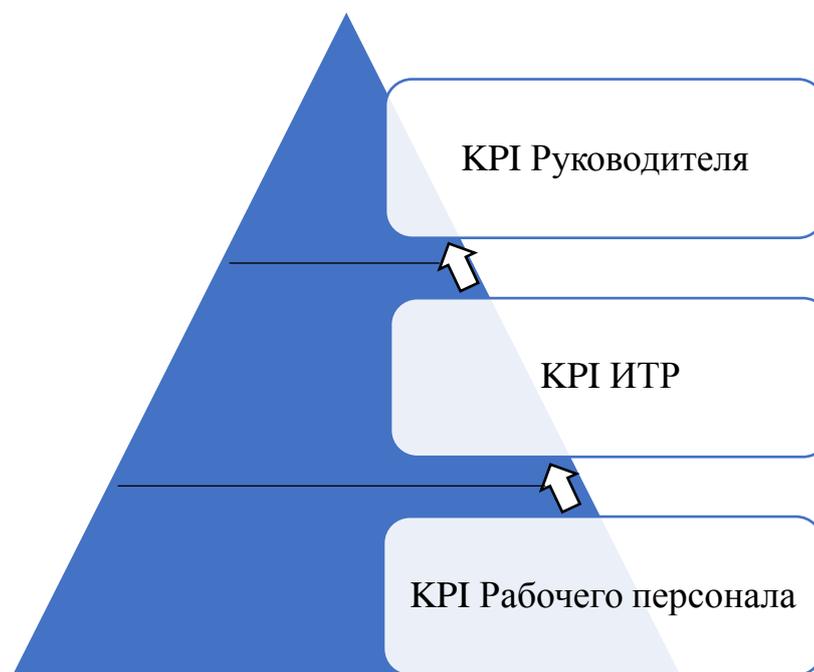


Рисунок 6 – Структура системы ключевых показателей эффективности

2.2 Разработка системы технического обслуживания и ремонта оборудования

2.2.1 Выбор стратегии технического обслуживания и ремонта оборудования

Система технического обслуживания и ремонта является основным мероприятием, направленным на предотвращение аварийных остановок и поддержание эффективной работы оборудования.

Существует две принципиально различные стратегии организации технического обслуживания и ремонта оборудования:

1. Эксплуатация оборудования до достижения критических параметров, либо до наступления полного отказа оборудования.

В данную стратегию входят система аварийно восстановительного ремонта (АВР) и система ремонта по техническому состоянию (РТС).

Аварийно – восстановительная система ремонта (АВР) подразумевает ремонт по факту отказа и не предусматривает проведение диагностических мероприятий, плановых капитальных ремонтов оборудования. Техническое обслуживание (чистка, смазка) и текущий ремонт (замена изношенных частей оборудования) может производиться аналогично, как и в системе планово предупредительного ремонта. [25]

Межремонтный период при данной стратегии наибольший, и как правило соответствует сроку службы оборудования. Затраты на содержание ремонтной службы в этом случае сводятся к минимуму, а её функционал сводится к выполнению аварийно - восстановительных работ.

К минусам этой стратегии можно отнести отсутствие возможности планирования, что приводит к увеличению сроков ремонта оборудования и росту производственных потерь.

Однако данная стратегия применима для не лимитирующего оборудования, поломка которого не несет риск нарушения технологического

процесса, угрозу безопасности людей, окружающей среды и не повлечет значительных производственных потерь. Как правило, запасные части для такого оборудования легко доступны, а требования к уровню квалификации ремонтного персонала не высоки.

В системе ремонта по техническому состоянию (РТС) ремонт оборудования осуществляется при достижении оборудованием критического состояния. Важнейшую роль в данном случае играет диагностика оборудования. Задачи диагностического контроля заключаются в выявлении дефектов на ранней стадии, отслеживании динамики развития и прогнозировании остаточного ресурса оборудования. Недостатком такой системы является возможность отказа оборудования до прогнозируемого срока его службы.

2. Выполнение в процессе эксплуатации мероприятий, направленных на предотвращение критических состояний оборудования, приводящих к непрогнозируемому отказу оборудования.

К данной стратегии соответствуют системы ППР и, так называемая «Проактивная система». [25]

Классическая система планово предупредительного ремонта (ППР) является наиболее распространённой. В её основе лежат статистические сведения о сроках службы оборудования. Оборудование выводится в ремонт по достижению определенного времени согласно утверждённой периодичности. Данная система, как правило, не учитывает режим и условия работы оборудования. Основным недостатком системы ППР является несвоевременный вывод оборудования в ремонт, так как не учитывается фактическое состояние оборудования. Неоспоримыми плюсами данной системы, в сравнении с АВР, являются снижение количества аварийных отказов оборудования, возможность планирования времени ремонта, затрат на персонал и запасные части. Однако есть и существенные минусы данной системы, такие как вывод в ремонт заведомо исправного оборудования, и

замена узлов, не выработавших свой ресурс, что приводит к неоправданному увеличению эксплуатационных затрат.

Система ППР позволяет увеличить ресурс оборудования за счет замены потенциально изношенных узлов. Её применение оправдано для лимитирующего оборудования, поломка которого несет риск нарушения технологического процесса, угрозу безопасности людей, окружающей среды и повлечет значительные производственные потери. [20]

На смену ППР в своё время пришла система ремонта по техническому состоянию (РТС), которая позволила снизить количество неоправданных ремонтов оборудования и соответственно уменьшить время плановых простоев оборудования. Система РТС требует больших компетенций от руководителей и персонала, особенно в части технической диагностики.

Но при всех преимуществах системы РТС, она не позволяет выполнять долгосрочное планирование ресурсов, так как срок прогнозирования отказа оборудования при существующих методах диагностики не превышает полугодя.

Наиболее прогрессивной системой технического обслуживания и ремонта является «проактивная система». Она объединяет в себе достоинства систем ППР и РТС.

Проактивная система предполагает принятие мер по снижению скорости развития дефектов или устранению неисправностей, которые выявлены в результате диагностических мероприятий. В основе проактивной системы ТО и Р лежит идея что все виды дефектов и неисправностей присутствуют в оборудовании еще на стадии запуска в эксплуатацию. Воздействие на оборудование различных факторов (окружающая среда, различного рода перегрузки и т. д.) приводит к ускоренному развитию одного или нескольких дефектов приводящих в итоге к преждевременному отказу оборудования. [25]

Главными задачами системы ТО и Р является компенсация негативного воздействия данных факторов, и снижение скорости развития неисправностей.

2.2.2 Выбор способа организации технического обслуживания и ремонта

Эффективность системы технического обслуживания и ремонта напрямую зависит от выбранного способа её организации. Существует несколько форм организации:

- Организация собственной ремонтной службы (РС).
- Проведение ТО и Р силами подрядных организаций;
- Аутсорсинг.

Каждая форма организации имеет как свои преимущества, так и свои недостатки.

1. Наиболее распространенный способ организации ТО и Р является создание собственной ремонтной службы. Основным преимуществом создания собственной ремонтной службы являются:

- возможность оперативного вмешательства в случае аварийного отказа оборудования;
- концентрация компетенций в части ремонта и обслуживания внутри организации;
- владение максимальным объемом информации о техническом состоянии оборудования;
- возможность более тщательно контролировать объем и качество выполняемых работ.

Несмотря на очевидные плюсы целесообразность создания РС напрямую зависит от количества оборудования, его сложности и объема требуемых ремонтных воздействий.

2. Проведение ТО и Р подрядным способом. Данная форма организации является более предпочтительной для малых предприятий по сравнению с организацией собственной ремонтной службы.

Основным преимуществом данной формы организации проведения ТО и Р является сокращение затрат на содержание ремонтного персонала. Однако данная форма имеет существенный недостаток - снижение оперативности в аварийных ситуациях.

3. Аутсорсинг. Ответственности за техническое в данном случае полностью ложиться на стороннюю организацию.

Преимуществами такого подхода является:

- оптимизация затрат на ТО и Р;
- сокращение численности персонала;
- гарантийные обязательства со стороны обслуживающей организации.

Помимо существенных преимуществ аутсорсинг имеет следующие недостатки:

- недостаточная оперативность в аварийных ситуациях;
- концентрация компетенций в части ремонта и обслуживания оборудования в сторонней организации.

Для выбора наиболее эффективного способа организации ТО и Р воспользуемся следующим алгоритмом, показанным на рисунке 7.



Рисунок 7 – Алгоритм выбора эффективного способа организации ТО и Р

2.3 Вывод по разделу 2

В разделе 2 выполнен анализ организационно – технических решений, повышающих эффективность энергосервисных контрактов.

В результате анализа были определены критерии, которые необходимо учитывать при организации технической эксплуатации, а также разработаны алгоритмы выбора наиболее эффективных организационных и технических решений.

3 Разработка рекомендаций по выбору и внедрению эффективных решений на этапе эксплуатации энергосервисного контракта

Для разработки рекомендаций по выбору и внедрению эффективных решений на этапе эксплуатации энергосервисного контракта рассмотрим проект реконструкции системы производства сжатого воздуха.

3.1 Анализ организационной структуры проекта реконструкции системы производства сжатого воздуха

Для оценки её эффективности и соответствия ранее определённым критериям выполним анализ существующей структуры управления. Существующая организационная структура показана на рисунке 8.



Рисунок 8 – Организационная структура проекта реконструкции системы производства сжатого воздуха

Цели:

1. Производство сжатого воздуха в объёмах потребности завода.
2. Поддержание режима давления сети сжатого воздуха.
3. Поддержание допустимого уровня влажности сжатого воздуха.

Рассмотрим функциональные обязанности сотрудников в рамках целей отделения.

1. Машинист компрессорных установок:
 - оперативные переключения в пределах компрессорной станции;
 - контроль рабочих параметров компрессоров и осушителей сжатого воздуха компрессорной станции;
 - контроль показателей качества сжатого воздуха (давление, влажность) в пределах компрессорной станции;
 - выполнение определённого объёма технического обслуживания оборудования компрессорной станции.
2. Бригадир смены машинистов компрессорных станций:
 - управление технологическим процессом производства сжатого воздуха;
 - контроль параметров сети;
 - контроль рабочих параметров компрессоров и осушителей сжатого воздуха компрессорных станций;
 - контроль удельных параметров эффективности работы оборудования;
 - Руководство сменой машинистов КУ.
3. Мастер:
 - руководство производством сжатого воздуха;
 - контроль технического состояния оборудования компрессорных станций;

- составление и исполнение графиков ТО и Р оборудования компрессорных станций.

- составление заявок на ремонт и техническое обслуживание оборудования;

- составление заявок на закупку материалов и запасных частей;

- контроль качества работы смен машинистов КУ;

- контроль удельных параметров эффективности работы оборудования.

4. Руководитель:

- руководство персоналом отделения;

- составление и контроль бюджета отделения;

- утверждение и контроль исполнения графиков ТО и Р оборудования;

- утверждение заявок на ремонт, техническое обслуживание оборудования, закупку запасных частей и материалов;

- контроль удельных параметров эффективности работы оборудования.

Результаты анализа организационной структуры показывают следующее:

1. Структура полностью соответствует целям и задачам организации и подчинена технологическому процессу производства сжатого воздуха и его потребностям.

2. Разделение труда между органами управления и отдельными работниками оптимальное, нагрузка допустимая.

3. Полномочия и ответственность сотрудников четко определены.

4. Структура поддерживать соответствие между функциями, обязанностями, полномочиями и ответственностью сотрудников.

5. Отсутствуют лишние (дублирующие) элементы организационной структуры.

Данная структура отвечает важнейшими требованиями. Она оптимальна, оперативна, надежна и экономична.

3.2 Разработка системы мотивации персонала

Система мотивации персонала базируется на достижении главных целей отделения. Оценка достижения целей производится по ключевым показателям эффективности. Систему ключевых показателей эффективности выстроим в форме таблицы 5.

Таблица 5 – Система ключевых показателей эффективности

№ п/п	Ключевой показатель эффективности	Процент выполнения, %									Вес показателя
		0	20	40	50	60	70	80	90	100	
Машинист компрессорных установок											
1	Соблюдение заданных параметров влажности сжатого воздуха	Без отклонений – 110 % (Количество смен с отклонением/общее количество смен машиниста) * 100 %									30
2	Качество выполненных работ по ТО оборудования	Без замечаний – 110 % (Баллы за выполнение сменного задания/максимально возможное количество баллов) * 100 %									30

Продолжение таблицы 5

3	Нарушение технологического процесса (аварийная остановка оборудования по причине несоблюдения режимных параметров)	Факт нарушения технологического процесса: 0 – 100 % 1 – 50 % >1 – 0 %	40
Бригадир смены машинистов компрессорных установок			
4	Соблюдение заданных параметров давления сжатого воздуха	Без отклонений – 110 % (Отклонение от графика (час)/общее время работы смены) * 100 %	30
5	Нарушение технологического процесса (по причине несоблюдения режима работы оборудования)	Факт нарушения технологического процесса: 0 – 100 % 1 – 50 % >1 – 0 %	35
6	Соблюдение удельных параметров эффективности	% отклонения от базовых значений (среднее за месяц) Менее 0 – 110% 0 – 100 % От 0 до 5 % - 75 % От 5 до 10 % - 50 % От 10 % и более – 0 %	35

Продолжение таблицы 5

Старший мастер			
7	Процент выполнения графиков ТО и Р	(План работ/фактическое исполнение)*100 %	30
8	Простой оборудования по причине плохого технического состояния	Факт простоя оборудования по причине плохого технического состояния: 0 – 100 % 1 – 50 % >1 – 0 %	50
9	Соблюдение удельных параметров	% отклонения от базовых значений (среднее за месяц) Менее 0 – 110% 0 – 100 % От 0 до 5 % - 75 % От 5 до 10 % - 50 % От 10 % и более – 0 %	20
Руководитель отделения			
10	Процент отклонения бюджета отделения	% отклонения от бюджета 0 и менее – 100 % От 0 до 5 % - 75 % От 5 до 10 % - 50 % От 10 % и более – 0 %	30
11	Удовлетворенность клиента (отсутствие претензий к качеству)	Факт претензий с стороны клиента 0 – 100 % 1 – 50 % >1 – 0 %	50

Продолжение таблицы 5

12	Соблюдение удельных параметров эффективности	% отклонения от базовых значений (среднее за месяц) Менее 0 – 110% 0 – 100 % От 0 до 5 % - 75 % От 5 до 10 % - 50 % От 10 % и более – 0 %	20
----	---	---	----

Разработанная система мотивации помогает ориентировать сотрудников на решение стратегических задач, повышает мотивацию на работу каждого отдельного сотрудника, способствует удержанию опытных ценных специалистов, стимулирует рост профессиональных качеств сотрудников (повышение квалификации), обеспечивает лояльность сотрудников всех уровней, а также стабильности кадрового состава, повышает эффективность использования фонда заработной платы.

3.3 Разработка системы технического обслуживания и ремонта компрессорного оборудования

3.3.1 Выбор стратегии технического обслуживания и ремонта компрессорного оборудования

Для определения наиболее подходящей стратегии технического обслуживания и ремонта энергоэффективного оборудования проведем краткий сравнительный анализ четырёх систем.

Сравнение выполним по 4 балльной системы где 4 балла – наилучший результат (наименьшие затраты/риск), 1 балл – наихудший результат (наибольшие затраты/риск).

1. Простота системы. Данный критерий позволяет оценить насколько система требовательна к квалификации персонала ремонтной службы и к уровню культуры труда в целом.

Наиболее сложной и требовательной системой является «проактивная система» ТО и Р, так как подразумевает непрерывный контроль множества параметров оборудования, анализ полученных данных, мониторинг динамики изменений, прогнозирование остаточного ресурса узлов и т.д. От качества эксплуатационного и ремонтного персонала напрямую зависит эффективность данной системы ТО и Р.

На втором месте стоит система ремонта по техническому состоянию. Она также требовательна к качеству персонала, как и «проактивная», но задача данной системы сводится лишь к определению остаточного ресурса оборудования, когда «проактивная система» направлена на снижение скорости развития или устранения дефекта.

Третье место занимает классическая система ППО. Она не так требовательна к уровню персонала ремонтных служб, содержит минимальный набор диагностических мероприятий.

Последнее четвертое место занимает система АВР, так как она подразумевает минимальный набор воздействий на оборудование в период его эксплуатации, а ремонтный персонал требуется в основном только на период аварийно восстановительных работ.

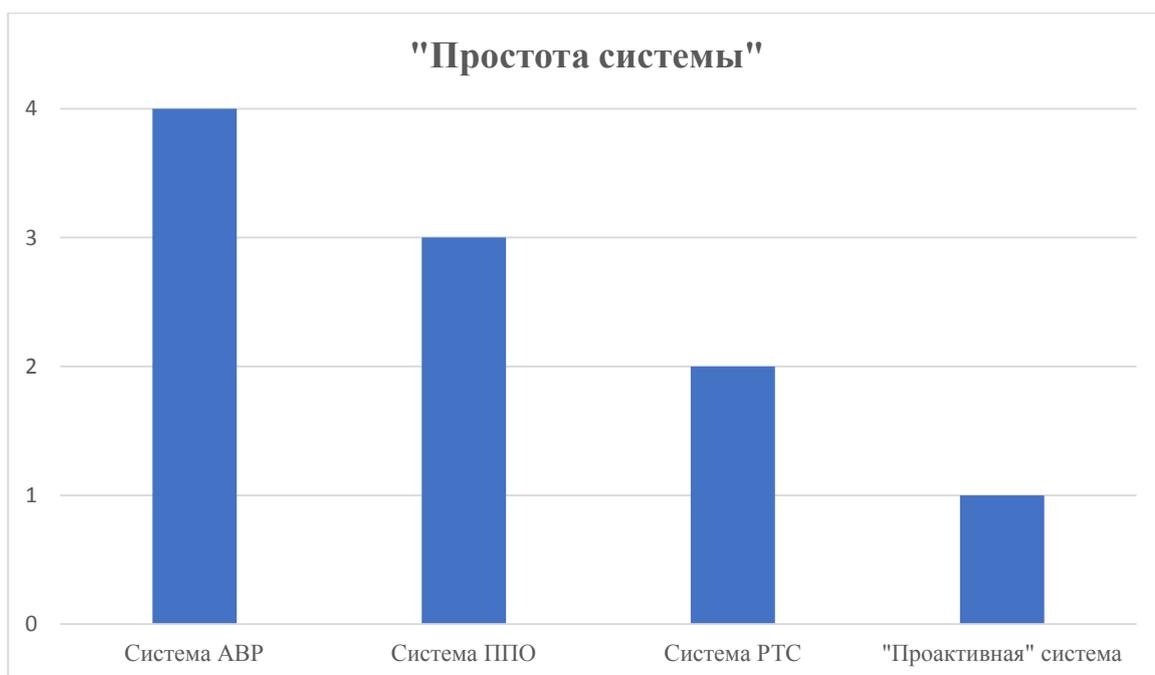


Рисунок 9 – Сравнительный анализ систем ТО и Р по критерию «Простота системы»

2. Удобство планирования затрат. Данный показатель характеризует вероятность незапланированных расходов на ремонт оборудования.

Первое место по удобству планирования затрат занимает система ППО, так как позволяет с высокой точностью запланировать время проведения ремонта, объём необходимых материалов и запчастей, количество персонала. Как правило в системе ППО для каждой единицы оборудования устанавливается ремонтный интервал, составляется многолетний график ремонтов оборудования и на его основе планируется годовой график. Соответственно, владея практически полным объёмом информации, за исключением скрытых дефектов оборудования, возможно составить достаточно точный ремонтный бюджет.

На втором месте «проактивная система» ТО и Р. Данная система подразумевает проведение различных профилактических ремонтных воздействий, направленных на продление срока службы оборудования, а также диагностических мероприятий, с целью мониторинга состояния оборудования. Соответственно возможно достаточно точно планировать

затраты на данные мероприятия, однако планирование затрат на ремонт зависит от остаточного ресурса узлов оборудования, что сокращает перспективу планирования.

Третье место занимает система ремонта по ТС. Применение современных средств диагностики позволяет прогнозировать выход из строя того или иного узла оборудования за три – четыре месяца, соответственно планирование расходов на ремонт оборудования возможно на этот же период.

Четвертое место занимает система аварийно восстановительного ремонта. При этой системе поломка оборудования происходит в непредсказуемый момент, соответственно невозможно заранее определить время ремонта, необходимый объем материалов и запасных частей, а также количество персонала.

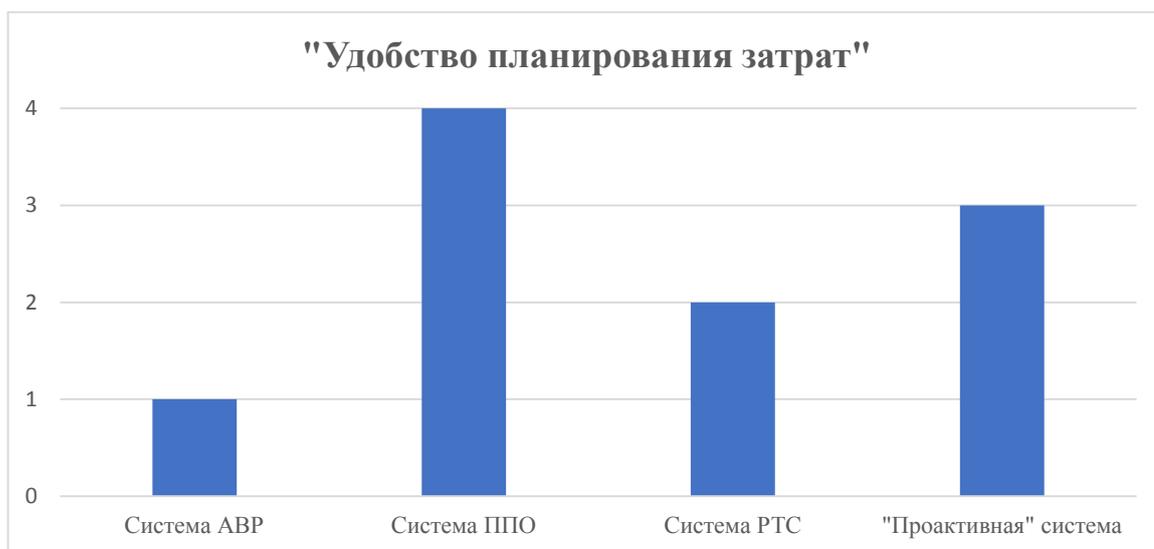


Рисунок 10 – Сравнительный анализ систем ТО и Р по критерию «Удобство планирования затрат»

3. Риск нарушения технологического процесса. Этот параметр является наиболее важным, так как нарушение технологического процесса может повлечь не только значительные финансовые потери от простоя оборудования, но и угрозу жизни и здоровью персонала, экологической безопасности.

Наибольшая вероятность нарушения технологического процесса будет при системе АВР. Так как эксплуатация оборудования ведется до наступления аварийного отказа. Поэтому данная система занимает четвертую позицию.

Третье место занимает система планово предупредительного обслуживания. При данной системе планирование ремонтных воздействий производится по графику ремонтов, без учета фактического состояния оборудования. Соответственно существует риск поломки оборудования до запланированной даты ремонта.

На втором месте ремонт по техническому состоянию. Опираясь на данные полученные в результате диагностических мероприятий возможно достаточно точно определить остаточный ресурс оборудования и запланировать его остановку для проведения ремонта. Однако существует риск ошибки в определении остаточного ресурса.

Первое место занимает «проактивная система» ТО и Р. Как и при системе ремонта по техническому состоянию существует риск ошибки при определении остаточного ресурса, но он значительно ниже в связи с тем, что данная система предполагает не только проведение диагностики, но и мероприятий по увеличению ресурса оборудования.

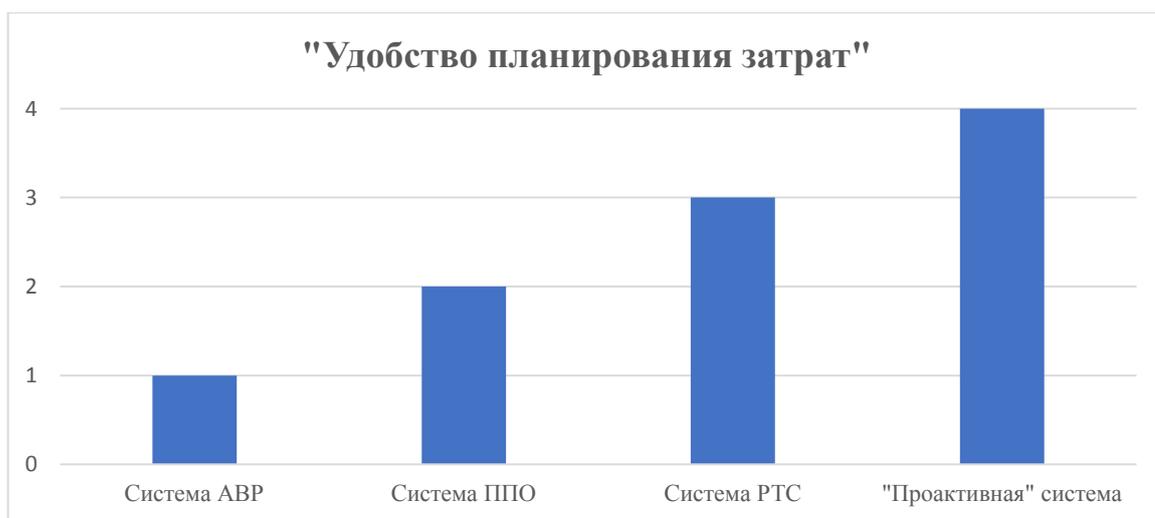


Рисунок 11 – Сравнительный анализ систем ТО и Р по критерию «Риск нарушения технологического процесса»

4. Затраты на ремонт.

Четвертое место по объёму затрат на ремонт занимает система ППО. Так как данная система не опирается на фактическое состояние оборудования, есть вероятность излишних ремонтных воздействий и замены узлов с большим остаточным ресурсом. Также данная система подразумевает постоянные затраты на содержание ремонтных служб.

Третье место занимает система АВР. Технологическое оборудование представляет собой достаточно сложную систему, состоящую из множества взаимосвязанных узлов. И как правило поломка одного узла может вызвать цепную реакцию, которая приведет к поломке или резкому сокращению ресурса смежных узлов. Что соответственно удорожает ремонт. Так, например, заклинивание подшипников электродвигателя приводит к износу посадочных мест крышки и вала электродвигателя. Также срочность ремонта как правило приводит к его удорожанию.

На втором месте система ремонта по техническому состоянию. Она позволяет снизить затраты на ремонт так как в результате ремонту подвергаются только изношенные узлы оборудования.

Первое место занимает «проактивная система». Также, как и система РТС она позволяет снизить затраты на ремонт в результате определения изношенных узлов, но при этом мероприятия, направленные на увеличение ресурса этих узлов, позволяют увеличить ремонтные интервалы, а, следовательно, снизить объём затрат на единицу времени эксплуатации оборудования.



Рисунок 12 – Сравнительный анализ систем ТО и Р по критерию «Затраты на ремонт»

5. Затраты на диагностические мероприятия.

Первое место занимает система АВР. Так как она не предполагает затраты на диагностику.

На втором месте система ППО. Данная система включает минимальный набор диагностических мероприятий.

Третье место между собой делят системы РТС и «проактивная система», так как они предполагают примерно равный объём диагностических мероприятий.

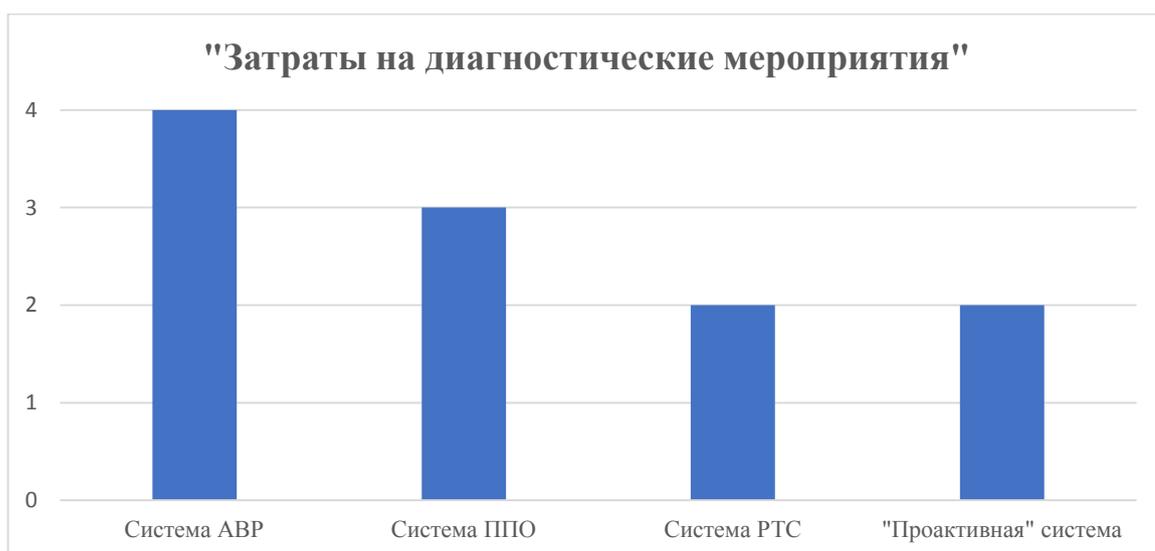


Рисунок 13 – Сравнительный анализ систем ТО и Р по критерию «Затраты на диагностические мероприятия»

Результаты анализа сведем в таблицу 6.

Таблица 6 – сравнительный анализ систем планирования ремонтов.

№ п/п	Критерий оценки	Система			
		ППО	АВР	РТС	«Проактивная система»
1	Простота системы	3	4	2	1
2	Удобство планирования затрат	4	1	2	3
3	Риск нарушения технологического процесса	2	1	3	4
4	Затраты на ремонт	1	2	3	4
5	Затраты на диагностические мероприятия	3	4	2	2
Итого баллов:		13	12	12	14



Рисунок 14 - Сравнительный анализ систем планирования ремонтов

Система, набравшая наибольшее количество баллов, соответственно является наиболее предпочтительной для применения. По результатам сравнительного анализа можно сделать вывод, что применение «Проактивной системы» наиболее предпочтительно.

Преимуществами данной системы являются:

1. Увеличение ресурса оборудования в результате снижения скорости развития дефектов или устранения дефектов на ранней стадии.
2. Исключение поломок смежных узлов оборудования.
3. Снижение затрат на ремонты, за счет выполнения только необходимого объема работ, что в свою очередь также уменьшает риск отказов, вызванных в результате вмешательства в исправное оборудование.
4. Снижение стоимости работ за счет выполнения более дешевых профилактических мероприятий вместо проведения дорогостоящих ремонтов.
5. Удобство планирования остановок оборудования, для проведения ремонтных и профилактических мероприятий, за счет ранних сроков выявления неисправностей.
6. Уменьшение риска аварийного отказа оборудования по причине плохого технического состояния.
7. Увеличение степени готовности оборудования.

3.3.2 Организация технического обслуживания и ремонта энергоэффективного оборудования на основе «Проактивной системы ТО и Р»

Проактивная система технического обслуживания и ремонта строится на выполнении ряда диагностических и ремонтных мероприятий.

К диагностическим мероприятиям относятся:

- мониторинг рабочих параметров оборудования;
- визуальный контроль;

- контроль температуры;
- акустические и вибрационные методы диагностики;
- применение методов неразрушающего контроля.

Под ремонтными воздействиями понимают:

- уход за оборудованием (чистка, восстановление окраски);
- настройка (наладка) оборудования (регулировка зазоров, балансировка, центровка...);
- ревизия соединений (протяжка болтовых соединений, проверка сварных швов...);
- смазка оборудования;
- замена изношенных частей;
- замена или восстановление основных узлов оборудования. [26]

Цикл технического обслуживания и ремонта выстраивается следующим образом как показано на рисунке 15.



Рисунок 15 – Цикл технического обслуживания и ремонта оборудования

3.3.3 Разработка методики оценки технического состояния оборудования

Для оценки технического состояния оборудования и планирования ремонтов и технического обслуживания целесообразно применять такой инструмент как индекс технического состояния оборудования. Индекс технического состояния (ИТС) позволяющий наиболее объективно оценивать техническое состояние оборудования. [26]

Суть данного метода заключается в следующем:

1. Для каждой единицы оборудования выделяются определяющие ресурс узлы.
 2. Формируется перечень возможных дефектов.
 3. Определяются параметры технического состояния.
 4. Формируется шкала оценки технического состояния.
 5. Для каждого параметра задается коэффициент увеличивающий или уменьшающий роль данного критерия в формировании главного индекса технического состояния.
 6. Производится расчет индексов технического состояния для каждого узла и сборочной единицы оборудования.
 7. Формируется многоуровневая карта технического состояния.
- На рисунке 16 показана принципиальная модель системы индексной оценки оборудования.

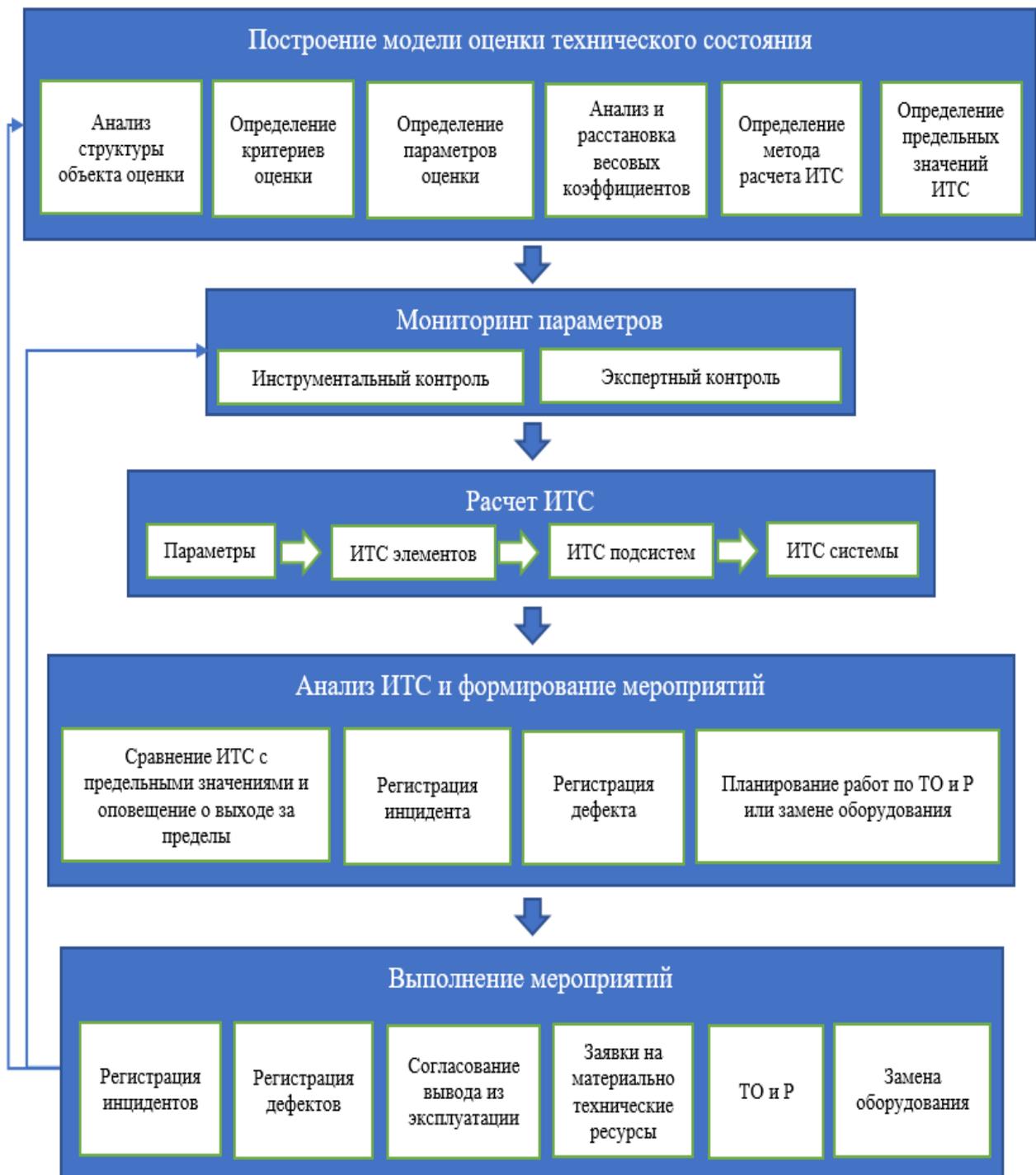


Рисунок 16 – Модель системы индексной оценки технического состояния оборудования

1. Анализ структуры воздушного компрессора

Для оценки технического состояния воздушного компрессора необходимо разложить данное оборудование подсистемы и определяющие ресурс узлы. Данные анализа сведём в таблицу 7

Таблица 7 – Структура воздушного компрессора

Воздушный компрессор			
№ п/п	Объект	Узлы	
1	Электродвигатель	Корпус электродвигателя	
		Вентилятор охлаждения	
		Статор	
		Ротор	
		Передний подшипник скольжения	
		Задний подшипник скольжения	
2	Компрессор	Камера фильтров	
		Фильтр входящего воздуха	
		1, 2, 3 ступень сжатия	Корпус
			Импеллер
			Подшипник скольжения 1
			Подшипник скольжения 2
			Опорный подшипник
			Диффузор
			Теплообменник
			Сепаратор
			Уплотнители
			Крепёжные элементы

Продолжение таблицы 7

3	Система смазки	Масляный бак		
		Электрические нагреватели		
		Теплообменник		
		Главный масляный насос		
		Пусковой масляный насос	Электродвигатель	
			Масляный насос	
		Масляный фильтр		
		Уплотнители		
		Патрубки		
		Масло		
4	Система подачи приборного воздуха	Главный редуктор приборного воздуха		
		Регулятор давления 1		
		Регулятор давления 2		
5	Система управления	Контроллер		
		Впускной клапан		
		Байпасный клапан		
		Датчик давления масла		
		Датчик давления воздуха 1 ступени		
		Датчик давления воздуха 2 ступени		
		Датчик давления воздуха 3 ступени		
		Датчик давления воздуха сырого коллектора		
		Датчик температуры воздуха 1 ступени		
		Датчик температуры воздуха 2 ступени		
		Датчик температуры воздуха 3 ступени		
		Датчик температуры входящего воздуха		

Продолжение таблицы 7

		Датчик температуры масла
		Датчик температуры входящей воды
		Датчик температуры выходящей воды
		Датчик протока

2. Определение критериев оценки технического состояния

Далее для каждого узла и подсистемы воздушного компрессора определим критерии, по которым будем оценивать их техническое состояние.

2.1 Критерии оценки технического состояния электродвигателя

Таблица 8 – Критерии оценки электродвигателя

№ п/п	Узел	Критерии оценки	Диапазон значений	Весовой коэффициент
1	Корпус	Результаты визуального обследования	Дефекты ЛКП, механические повреждения, коррозия...	0,07
2	Вентилятор охлаждения	Результаты визуального обследования	механические повреждения, деформация, состояние крепежных элементов...	0,06
		Посторонние шумы, вибрация.	Повышенный уровень шума, повышенная вибрация, биения	0,06

Продолжение таблицы 8

3	Статор	Количество отработанных моточасов	0 – 40000	0,03
		Сопротивление изоляции обмотки	>70 МОм при t = 20 °С ПУЭ табл.1.8.10.	0,08
		Коэффициент абсорбции	<1,3 – изоляция влажная; > 1,3 - изоляция в норме.	0,06
		Коэффициент поляризации	<1 – изоляция является опасной; от 1 до 2 – изоляция сомнительная; >2 – изоляция хорошая.	0,07
		Сопротивление обмотки постоянному току	Отличие от первоначальных значений и между обмотками не > 2%	0,07

Продолжение таблицы 8

		<p>Уровень частичных разрядов</p>	<p>низкий уровень разрядов в пК - плотность разрядов - любая; средний уровень разрядов в пК - плотность разрядов не должна превышать $0,6 \cdot N$/период; высокий уровень разрядов в пК - плотность разрядов не должна превышать $0,3 \cdot N$/период, где N - количество разрядов этого уровня при данной фазе.</p>	<p>0,07</p>
--	--	-----------------------------------	---	-------------

Продолжение таблицы 8

4	Ротор	Количество отработанных моточасов	0...40000	0,03
		Техническое состояние стержней ротора	Следы нагрева, механические повреждения...	0,04
5	Передний (задний) подшипник скольжения	Количество отработанных моточасов	0...40000	0,03
		Температура	0 – 80 °С	0,06
		Время инерционного выбега	0 - 180 с	0,08
		Результаты неразрушающего контроля	Дефекты поверхности скольжения, отслоения, задиры...	0,07

2.2 Критерии оценки технического состояния компрессора

Таблица 9 - Критерии оценки технического состояния компрессора

№ п/п	Узел		Критерии оценки	Диапазон значений	Весовой коэффициент
1	Камера фильтров		Результаты визуального обследования	Дефекты ЛКП, механические повреждения, коррозия...	0,04
2	Фильтр входящего воздуха		Перепад давления	0-150Па	0,04
3	1, 2, 3 ступень сжатия	Корпус	Результаты визуального обследования	0 - 40000	0,07
		Импеллер	Количество отработанных моточасов	0 - 40000	0,04
			Результаты визуального обследования	Механические повреждения ...	0,1
		Диффузор	Результаты визуального обследования	Механические повреждения ...	0,1
		Подшипник скольжения	Количество отработанных моточасов	0...40000	0,07
			Уровень вибрации	0 – 30 мкм	0,1

Продолжение таблицы 9

		Результаты неразрушающего контроля	Дефекты поверхности скольжения, отслоения, задиры...	0,1
	Теплообменник	Количество отработанных моточасов	0...40000	0,04
		Результаты визуального обследования	Механические повреждения, коррозия, отложения кальция...	0,07
		Количество рабочих трубок	% от общего количества	0,1
	Сепаратор	Результаты визуального обследования	Загрязнения, коррозия сетки...	0,05
	Уплотнители	Результаты визуального обследования	Целостность, эластичность ...	0,04
	Крепёжные элементы	Результаты визуального обследования	Механические дефекты...	0,03

2.3 Критерии оценки технического состояния системы смазки компрессора

Таблица 10 - Критерии оценки технического состояния системы смазки

№ п/п	Узел	Критерии оценки	Диапазон значений	Весовой коэффициент
1	Масляный бак	Результаты визуального обследования	Дефекты ЛКП, механические повреждения, коррозия, течь масла...	0,05
2	Электрические нагреватели	Результаты визуального обследования	Механические повреждения...	0,04
		Сопротивление изоляции	> 0.5 МОм	0,07
	Теплообменник	Количество отработанных моточасов	0...40000	0,03
		Результаты визуального обследования	Механические повреждения, коррозия, отложения кальция...	0,06
		Количество рабочих трубок	% от общего количества	0,06

Продолжение таблицы 10

3	Главный масляный насос		Количество отработанных моточасов	0...40000	0,03
			Результаты визуального обследования	Механические дефекты, шум, вибрация, течь масла...	0,06
			Давление масла	1,6 – 2,2 бар	0,07
4	Пусковой масляный насос	Электродвигатель	Количество отработанных моточасов	0 - 40000	0,03
			Результаты визуального обследования	Дефекты ЛКП, механические повреждения, коррозия	0,04
			Коэффициент абсорбции	<1,3 – изоляция влажная; > 1,3 - изоляция в норме.	0,06
			Сопротивление обмоток	Отличие от первоначальных значений и между обмотками не> 2%	0,07

Продолжение таблицы 10

			Техническое состояние подшипников	Осевой (радиальный) люфт, вибрация, шум.	0,05
5		Масляный насос	Количество отработанных моточасов	0 - 40000	0,02
			Результаты визуального обследования	Механические дефекты, шум, течь масла...	0,04
			Давление масла	1,6 – 2,2 бар	0,03
6	Масляный фильтр	Количество отработанных моточасов	0 - 4000	0,02	
7	Уплотнители	Результаты визуального обследования	Течь масла, эластичность уплотнительных прокладок...	0,02	
8	Патрубки	Результаты визуального обследования	Микротрещины, течь масла.	0,04	
9	Масло	Количество отработанных моточасов	0 - 10000	0,06	
		Результаты анализа	Влагосодержание, мех. примеси...	0,05	

2.4 Критерии оценки технического состояния системы подачи приборного воздуха

Таблица 11 - Критерии оценки технического состояния системы подачи приборного воздуха

№ п/п	Узел	Критерии оценки	Диапазон значений	Весовой коэффициент
1	Главный редуктор приборного воздуха, Регулятор давления 1, 2	Количество отработанных моточасов	0 - 40000	0,2
		Результаты визуального обследования	Механические повреждения, утечки воздуха.	0,4
		Оценка метрологических характеристик	Погрешность манометра.	0,4

2.5 Критерии оценки технического состояния системы управления

Таблица 12 - Критерии оценки технического состояния системы управления

№ п/п	Узел	Критерии оценки	Диапазон значений	Весовой коэффициент
1	Контроллер	Количество отработанных моточасов	0 - 40000	0,05
		Результаты опробования	Системные ошибки.	0,2

Продолжение таблицы 12

2	Впускной клапан	Количество	0 - 40000	0,05
	Байпасный клапан	отработанных моточасов		
		Результаты визуального обследования	Механические повреждения, состояния уплотнений...	0,1
		Результаты опробования	Калибровка клапанов.	0,2
3	Датчик давления воздуха 1, 2, 3 ступени; Датчик давления воздуха сырого коллектора, масла; Датчик температуры	Количество отработанных моточасов	0 - 40000	0,1
	воздуха 1, 2, 3 ступени, входящего воздуха, входящей воды, выходящей воды; Датчик протока	Результаты визуального обследования	Механические повреждения, утечки измеряемой среды, изоляция проводов...	0,1

Продолжение таблицы 12

		Оценка метрологических характеристик	Погрешность измерений, калибровка...	0,2
--	--	--	--	-----

3. Определение методики расчета индекса технического состояния

Индекса технического состояния оборудования складывается из индексов подсистем и узлов. Для оценки параметра необходимо привести его числовые или качественные значения к единой шкале, как показано на рисунке 17. За идеальное значение параметра можно взять 100, следовательно, наихудшее состояние будет оцениваться как 0. Следовательно для каждого параметра нужно определить диапазон значений от предельно допустимого до идеального и в последующем сравнивать измеренное значение с этим диапазоном. Компрессорное оборудование представляет собой сложную техническую систему, которая состоит из множества подсистем и узлов. Влияние отдельно взятых подсистем и узлов на общую оценку технического состояния оборудования неодинаково. С этой целью необходимо для каждого критерия оценки ввести весовой коэффициент. Весовые коэффициенты вводятся на основании экспертной оценки, исходя из значимости критерия. [21]

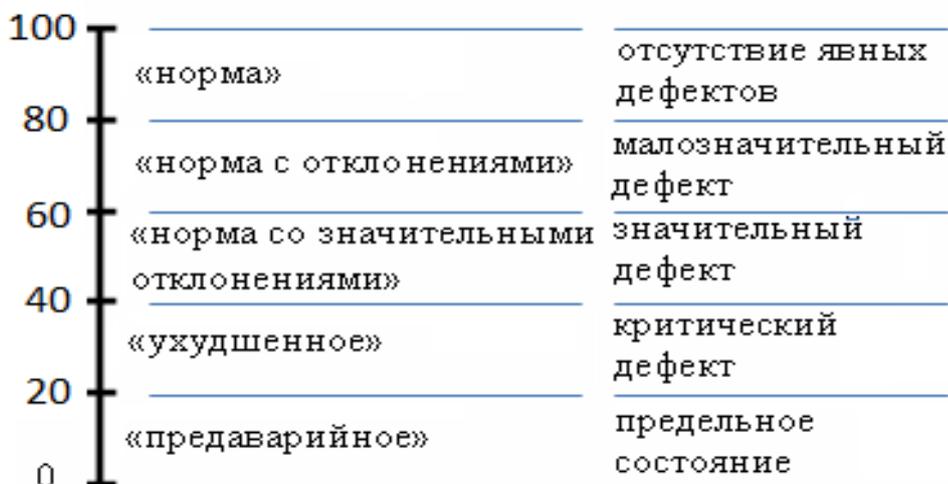


Рисунок 17 – Шкала оценки технического состояния оборудования

3.3.4 Определение типовых ремонтных воздействий

С целью организации технического обслуживания и ремонта необходимо определить перечень типовых ремонтных воздействий.

1. Профилактическое ТО. Данный комплекс мероприятий в рамках системы проактивного ТО и Р направлено на предупреждение или снижение скорости развития неисправности. В него входят очистка от технологических отходов, продуктов износа, коррозии, осадков, отложений и прочие; удаление пыли, грязи, масла, мусора и прочие; доливка масла, замена расходных материалов; замена или восстановление сменного оборудования и другие мероприятия подобного характера.

2. Корректирующее ТО. В данный комплекс мероприятий входят такие работы как: регулировка и наладка оборудования (центровка, балансировка); протяжка болтовых соединений, проверка сварных швов; восстановление лакокрасочных покрытий и другие подобные работы.

3. Диагностика. Важнейший комплекс мероприятий необходимый для установления фактического технического состояния оборудования с целью прогнозирования остаточного ресурса и определение наиболее благоприятного времени технического воздействия. Возможно применение различных мероприятий: измерение технических и технологических параметров, отбор проб; контроль, испытание, проверка режимов работы оборудования; дефектоскопия методами неразрушающего контроля; технический осмотр оборудования, освидетельствование, обследование, ревизия и другие.

4. Текущий ремонт – комплекс мероприятий, направленных на обеспечение работоспособности оборудования путём замены или восстановления отдельных его узлов, не являющихся базовыми, кроме сменного оборудования.

5. Капитальный ремонт – комплекс мероприятий, направленных на обеспечение работоспособности оборудования путём замены или восстановления базовых его узлов и деталей. [25]

3.3.5 Выбор способа организации технического обслуживания и ремонта

Ранее в пункте 3.3.4 мы определили перечень типовых ремонтных воздействий необходимых в процессе эксплуатации оборудования, согласно проактивной системе ТО и Р. Каждый объём работ проанализируем по алгоритму выбора эффективного способа организации ТО и Р, данные сведём в таблицу 13.

Рассмотрев все возможные способы организации ТО и Р оборудования можно сделать вывод что каждый способ приемлем для определенного оборудования или объёма работ.

Проект модернизации производства сжатого воздуха включает в себя 20 компрессоров и 20 осушителей сжатого воздуха, а также систему автоматизированного управления и диспетчеризации. Данный объём весьма сложного оборудования для проведения ТО и Р потребует штат высоко квалифицированных специалистов. Так же планирование работ по ТО и Р, как правило выпадает на период технологического простоя основного производства. Следовательно, уровень занятости ремонтного персонала в период работы основного производства не достаточен.

Вывод: Организация собственной высоко квалифицированной ремонтной службы для данного проекта неэффективно.

Исходя из того, что организация полноценной собственной ремонтной службы экономически не целесообразна, под собственной РС будем понимать собственный оперативно - ремонтный персонал, эксплуатирующий данное оборудование.

Таблица 13 - Выбора способа организации ТО и Р

№ п/п	Вид работ	Периодичность работ	Требования к квалификации	Способ организации ТО и Р
1	Профилактическое ТО	Высокая	Низкие	Собственная РС
2	Корректирующее ТО	Низкая	Высокие	Подрядный способ
3	Диагностика	Высокая	Высокие	Аутсорсинг
4	Текущий ремонт	Низкая	Высокие	Подрядный способ
5	Капитальный ремонт	Низкая	Высокие	Подрядный способ

3.4 Вывод по разделу 3

В результате исследования, выполненного на основе проекта реконструкции системы производства сжатого воздуха, были выявлены четкие взаимосвязи между исходными данными энергосервисного контракта и выбором наиболее эффективных организационно - технических мероприятий в части организации эксплуатации энергоэффективного оборудования.

Разработаны рекомендации по выбору и внедрению эффективных решений на этапе эксплуатации энергосервисного контракта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации рассмотрены существующие модели энергосервисных контрактов, этапы реализации проектов, мероприятия по повышению энергоэффективности. Проведен анализ факторов, влияющих на эффективность энергосервисных контрактов.

Из анализа факторов, влияющих на эффективность энергосервисных контрактов следует что наиболее важным, является этап эксплуатации энергоэффективного оборудования, так как именно здесь существует риск снижения ключевых показателей эффективности.

Главной особенностью эксплуатации энергоэффективного оборудования является то, что помимо поддержания работоспособности необходим постоянный контроль и поддержание параметров эффективности.

Существует множество различных стратегий и подходов к организации процесса эксплуатации, именно от выбора наиболее подходящего варианта для каждого конкретного проекта будет зависеть его эффективность и прибыль энергосервисной компании.

В результате исследования были разработаны рекомендации по выбору и внедрению эффективных решений на этапе эксплуатации энергосервисного контракта.

Научная новизна исследования определяется следующим:

В результате проведённого исследования установлено влияние исходных параметров энергосервисного контракта на организацию эффективной эксплуатации оборудования.

Практическая значимость исследования определяется следующим:

1) Разработанные в результате анализа организационно – технических решений, повышающих эффективность мероприятий при реализации энергосервисных контрактов критерии и алгоритмы выбора наиболее эффективных решений могут быть применены при организации эксплуатации энергоэффективного оборудования.

2) Благодаря своей универсальности, разработанные рекомендации по выбору и внедрению эффективных решений на этапе эксплуатации энергосервисного контракта могут быть применены при реализации будущих проектов повышения энергоэффективности.

Предлагаемая модель организации эксплуатации энергоэффективного оборудования позволяет направить усилия эксплуатационного персонала на решение основной задачи – «контроль и поддержание требуемых показателей эффективности оборудования на заявленном уровне».

Выбор наиболее подходящей стратегии технического обслуживания и ремонта, позволит существенно сократить ремонтный бюджет энергосервисной компании, а также количество необоснованных ремонтных воздействий на оборудование.

Применение данных рекомендаций позволит повысить эффективность мероприятий при реализации энергосервисных контрактов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об энергосбережении. Федеральный закон Российской Федерации от 03 апреля 1996 г. № 28-ФЗ.
2. Об электроэнергетике. Федеральный закон Российской Федерации от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ.
3. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Текст]: федер. закон: [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г.: одобр. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.]. – М.: - (Актуальный закон).
4. Российская федерация. Государственная программа. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года [Текст]: гос. программа: [Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 2446-р]
5. Сиваев С.Б. Создание и деятельность энергосервисных компаний и перфоманс-контрактов в России. Том 1: Энергосервис и перформанс контракты: возможности и проблемы их реализации в России/ С.Б. Сиваев; под ред. И.Г. Грицевич – Всемирный фонд дикой природы (WWF) – М., 2011. – 109 с.
6. Туликов А.В. Создание и деятельность энергосервисных компаний и перфоманс -контрактов в России. Том 2: Проекты подзаконных актов и других нормативных документов, регулирующих создание и деятельность энергосервисных контрактов и перфоманс-контрактов в России / А.В. Туликов; под ред. Грицевич И.Г. – Всемирный фонд дикой природы (WWF) Всемирный фонд дикой природы (WWF) – М., 2011. – 91 с.
7. Guide to Energy Performance Contracting Best Practices [Text] - Department of Energy & Climate Change. - 2015. – URL: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/395076/guide_to_energy_performance_contracting_best_practices.pdf

8. Păunescu C. Effective energy planning for improving the enterprise's energy performance [Text] / C. Păunescu, L. Blid // Management și Marketing. Challenges for the Knowledge Society. – 2016. – Vol. 11. - Issue 3. - PP. 512 – 531. - URL: <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/mmcks.2016.11.issue-3/mmcks-2016-0013/mmcks-2016-0013.pdf>
9. Ionescu M. The management of the energy companies [Text] / M. Ionescu // The Annals of the University of Oradea. Economic Sciences. – 2014. – Vol. XXIII. - Issue 1. - PP. 1184 – 1193. – URL: <http://anale.steconomiceuoradea.ro/volume/2014/n1/131.pdf>
10. Bellido J. ESCO formation as enabling factor for smart cities development in European Union (UE): Spain case analysis [Text] / J. Bellido, B. Romero // Independent Journal of Management & Production. – 2015. - Vol. 6. - № 4. - PP. 866 – 884. – URL: <http://www.ijmp.jor.br/index.php/ijmp/article/view/325/252>
11. Rojas-Renteria J. An Electrical Energy Consumption Monitoring and Forecasting System [Text] / J. Rojas-Renteria, T. Espinoza-Huerta, F. Tovar-Pacheco, J. Gonzalez-Perez, R. Lozano-Dorantes // Engineering, Technology & Applied Science Research. – 2016. - Vol. 6. - № 5. - PP. 1130 – 1132. – URL: <http://www.etasr.com/index.php/ETASR/article/download/776/375>
12. Kott M. Efficiency of Electricity Utilisation in Households in the Context of European Energy Policy [Text] / M. Kott // Acta Energetica. - 2015. - Vol. 4. - № 25. - PP. 54 – 59. – URL: http://www.actaenergetica.org/uploads/original/pdf_import/b77a3196_Kott-Efficiency-of-Electricity.pdf
13. Laskurain I. Contribution to Energy Management of the Main Standards for Environmental Management Systems: The Case of ISO 14001 and EMAS [Text] / I. Laskurain, A. Ibarloza, A. Larrea, E. Allur // Energies. - 2017. - № 10. - URL: <http://www.mdpi.com/1996-1073/10/11/1758>
14. Stegăroiu C. The organizational integration of energy management [Text] / C. Stegăroiu // Analele Universității Constantin Brâncuși din Târgu Jiu:

SeriaEconomie. – 2014. - Issue 5. - PP. 39 – 42. – URL: http://www.utgjiu.ro/revista/ec/pdf/2014-05/07_Stegaroiu.pdf

15. Mahapatra C. Energy Management in Smart Cities Based on Internet of Things: Peak Demand Reduction and Energy Savings [Text] / C. Mahapatra, A. Moharana, V. Leung // Sensors. - 2017. - URL: <http://www.mdpi.com/1424-8220/17/12/2812>

16. Practical Guide for Implementing an Energy Management System [Text] / United Nations Industrial Development Organization. – 2013. - URL: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Practical-Guide-EnMS-Implementation.pdf>

17. Федоров М.А. Анализ технических рисков при реализации энергосервисных контрактов / М.А. Фёдоров, Н.С. Дельчев, Р.Л. Мусакаев, А.А. Козуб // Студенческие Дни науки в ТГУ: научно-практическая конференция (Тольятти, 2 - 27 апреля 2018 года): сборник студенческих работ. - Тольятти: Изд-во ТГУ. - 2018. - С.152-153

18. Дельчев Н.С. Энергетическая эффективность в промышленности. Измерение и контроль / Н.С. Дельчев, М.А. Фёдоров, Р.Л. Мусакаев, А.А. Козуб // Студенческие Дни науки в ТГУ: научно-практическая конференция (Тольятти, 2 - 27 апреля 2018 года): сборник студенческих работ. - Тольятти: Изд-во ТГУ. - 2018. - С.143

19. Федоров М.А. К вопросу реализации программ энергосбережения. Комплексный энергосервисный контракт/ М.А. Федоров, Н.С. Дельчев // «Молодежь. Наука. Общество»: Всероссийская студенческая научно-практическая междисциплинарная конференция (Тольятти, 5 декабря 2018 года): электронный сборник студенческих работ – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2018. – С.713 - 714

20. Шаповалов В.А. Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования: практикум/ В.А. Шаповалов. – Тольятти: Изд - во ТГУ, 2016. – 32 с.

21. Попов Г.В. Определение индекса технического состояния силовых трансформаторов в процессе их эксплуатации/ Г.В. Попов, И.Б. Игнатъев// «Вестник ИГЭУ» Вып. 4, 2014.
22. Вахнина В.В. Электроэнергетика и электротехника. Выполнение магистерской диссертации: учебно-методическое пособие для студентов направления 13.04.02 / В.В. Вахнина, А.Н. Черненко, О.В. Самолина. – Тольятти: ТГУ, 2018. – 36 с.
23. О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889.
24. Об Энергетической стратегии РФ на период до 2030 г. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р.
25. Система технического обслуживания и ремонтов оборудования [Электронный ресурс]: <https://eam.su/1-sistema-texnicheskogo-obsluzhivaniya-i-remontov-oborudovaniya-2.html> (дата обращения: 19.09.2017)
26. Гаврилюк Е.А. Комплексная оценка технического состояния систем автоматического управления газоперекачивающими агрегатами/ Е.А. Гаврилюк, С.А. Манцеров, Синичкин С.Г.// Фундаментальные исследования № 11. – 2014. – С. 2141 – 2145
27. ООО «Фениче РУС» Официальный сайт [Электронный ресурс]: <http://www.fenicerus.ru/ru/projects> (дата обращения: 12.05.2017)
28. Фатхутдинов Р.И. Экономические аспекты энергосбережения/ Р. И. Фатхутдинов, А.З. Аюпова, Д.И. Баимова, Г.Ф. Галиева// Вопросы экономики и права. № 22017. - С. 64 – 69
29. Кокшаров В.А. Систематизация факторов энергоэффективности промышленного предприятия/ В.А. Кокшаров// Вестник Пермского университета Вып. 1(28). – 2016. – С. 147 – 156
30. Балашова Е.Е. Инструменты мотивации персонала организации / Е.Е. Балашова, О.А. Трифонов// Молодой ученый. — 2016. — №11. — С.

1739-1741. — <https://moluch.ru/archive/115/30527/> (дата обращения: 05.04.2019).

31. Шаповалов С.В. Энергосбережение и энергосберегающие технологии: учеб. пособие / С.В. Шаповалов, О.В. Самолина, Н.А. Шаповалова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2012. – 99 с. : обл.

32. Лозенко В.К. Развитие организационных механизмов – ключевой фактор инновационного прогресса в управлении энергоэффективностью / В.К. Лозенко, М.К. Агеев // Журнал «Контроллинг». – 2012. – №1 (43). – С. 55-61.

33. Лозенко В.К. Практика расчетов индикаторов энергоэффективности технологического оборудования по критериям Постановлений Правительства РФ №308 и №562 / В.К. Лозенко, Д.В. Михеев // «Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития»: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, Издательство ЦРНС, 2015. – С. 155–159.

34. Сибикин Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий и установок /Ю.Л. Сибикин, М.Ю. Сибикин, В.А. Яшков; под общ. ред. В.А. Яшкова. – М. : ФОРУМ, 2017.

35. Зарипов Р.Х. Разработка и реализация современных методов организации, управления и технологий бережливого производства на промышленных предприятиях республики Татарстан. Набережные Челны: АНО «Академия менеджмента», 2015. 344 с.