

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 Энергетическая эффективность работы предприятия в сфере водоснабжения и водоотведения

Студент

Н.С. Дельчев

(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	3
1 Описание предприятия в сфере водоснабжения и водоотведения	7
1.1 Описание производственного технологического процесса	7
1.2 Система электроснабжения	11
1.3 Анализ электрохозяйства и электрооборудования	14
1.4 Выводы по главе 1	33
2 Проблемы реализации и внедрение энергоэффективных мероприятий	35
2.1 Энергосбережение в сфере водоснабжения и водоотведения	36
2.2 Энергосбережение в электрохозяйстве	40
2.3 Выбор мероприятий по энергосбережению для организации АВК	42
2.4 Выводы по главе 2	48
3 Разработка мероприятий по внедрению энергосберегающих технологий ..	50
3.1 Замена существующих силовых трансформаторов на меньшую мощность при низком коэффициенте загрузки	51
3.2 Расчет и выбор частотных преобразователей	56
3.3 Замена светильников и автоматизация управления освещением на предприятии	65
3.4 Выводы по главе 3	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	79

ВВЕДЕНИЕ

Повышение тарифов на услуги ЖКХ крайне негативно воспринимаются как населением, так и бизнес-сообществом. Кризисные явления, происходящие в экономике страны, еще более усугубляют данную проблему.

В сложившейся ситуации операторам ЖКХ, являющимся регулируемыми организациями, необходимо сфокусировать все свои усилия на сокращении себестоимости услуг.

Для этого, основываясь на опыт российских и зарубежных промышленных предприятий, внедряющих передовые технологии в сфере энергосбережения, необходимо разрабатывать комплексные мероприятия по повышению надежности и энергоэффективности оборудования, сокращению трудоемкости обслуживания и ремонта оборудования, автоматизации и диспетчеризации всех технологических процессов.

Данный вопрос важен и для предприятия по водоснабжению Автозаводского района г. Тольятти (далее – Организация АВК), в рамках основного вида экономической деятельности оказывающего населению и юридическим лицам Автозаводского района г. Тольятти услуги в сфере водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод.

Одним из способов снижения затрат на производстве является применение энергосберегающих технологий как на основном производстве, так и на вспомогательных производствах.

В современном мире развитие энергосберегающих технологий является приоритетной задачей, как на государственном уровне, так и на различных предприятиях. Причина этого связана со многими причинами. Основными являются необходимость экономии полезных ископаемых, повышение стоимости производства энергоресурсов, возрастающие мировые экологические проблемы [1].

Примерами современных технологий, дающих ощутимый

энергосберегающий эффект сфере энергохозяйства могут служить «частотно-регулируемые электропривода (ЭП), автоматическое управление освещением, оптимизация загрузки силовых трансформаторов, оптимизация технологических процессов с исключением работы на холостых ходах ЭП без нагрузки» [15].

В производства большое количество потерь энергии приходится на недогруженные механизмы - вентиляторы, насосы и т.д. Здесь актуально применение конденсаторных установок и частотных ЭП. Например, «частотный ЭП с функцией оптимизации энергопотребления в зависимости от нагрузки, позволяет снизить энергозатраты на 30-50%» [6].

За период с 2005 и по сегодняшний день на территории Автозаводского района города Тольятти, происходит уменьшение потребления и холодной, и горячей воды примерно с постоянной скоростью, и только в последний год темп снижения значительно снизился. В результате получается, что снижение объемов реализации за 7 лет значительно выше «плановых» величин по 3% в год, установленных правительством РФ в контексте ФЗ-261 «Об энергосбережении». Потребление холодной воды в районе в рассматриваемом периоде времени снижалось в среднем более чем по 4% в год, а горячей - почти по 6% в год.

При этом, за рассмотренный период времени численность населения в Автозаводском районе Тольятти имела небольшой естественный прирост немногим более 1 тыс. человек ежегодно, т.е. сокращение потребления, вызванное сокращением численности населения, отсутствовало. Также в течение рассмотренного периода времени в районе достаточно активно велось строительство и подключение к инженерным сетям новых объектов. Вновь подключенная к сетям ОАО «ТЕВИС» нагрузка в течение 2005-2011 гг. составила: по тепловой энергии - 95 Гкал/ч (рост > 5%), по холодной воде - 7690 м³/сутки (рост > 5%). Т.е. говорить о сокращении потребления энергоресурсов в связи с отключением потребителей в рассматриваемом периоде тоже не приходится - наоборот, имел место их прирост.

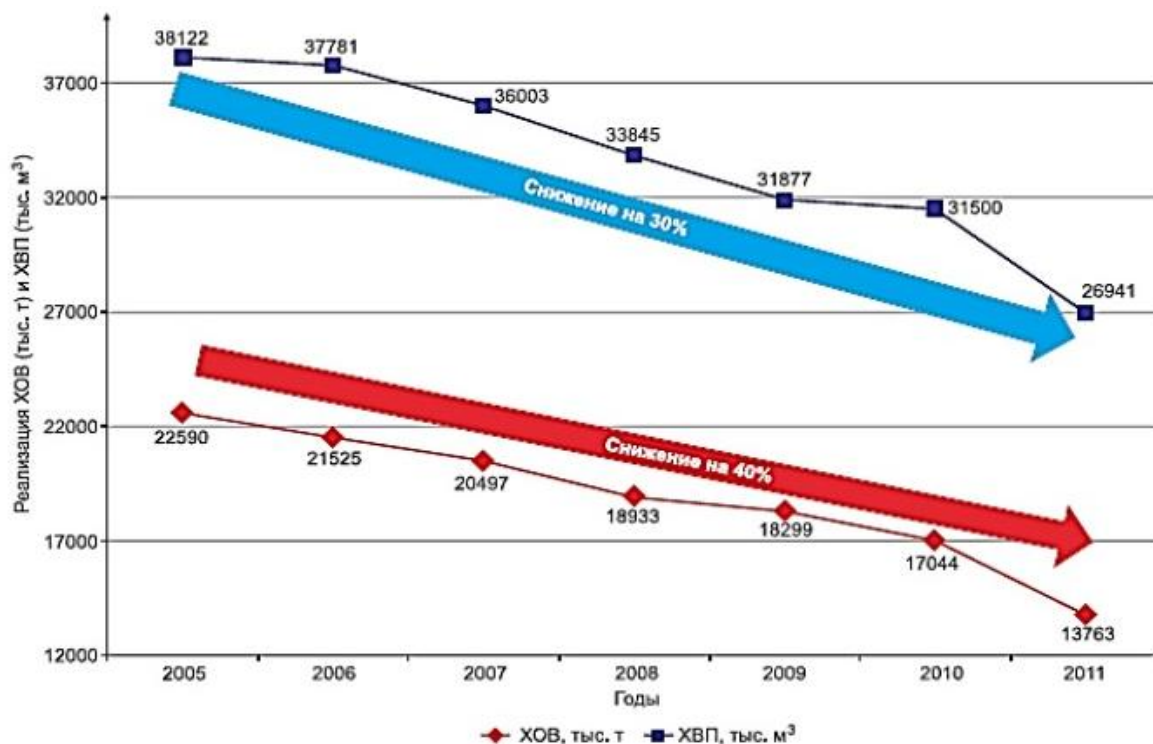


Рисунок 1 – Динамика изменения потребления холодной воды

Исходя из выше сказанного, сделаем вывод, что динамика потребления холодной воды автозаводского района города Тольятти существенно оказывает влияние на режим работы организации АВК и на электропотребление.

Так как электрооборудование организации АВК морально устарело, на ЭП отсутствует частотно-регулируемая аппаратура с функцией оптимизации энергопотребления, при этом на самом предприятии отсутствует централизованная система управления режимами работы водоперекачки сопряженная с автоматизированной системой учета и контроля потребления энергетических ресурсов, все это приводит к завышенным объемам потребления электрической энергии, низкой энергоэффективности и соответственно высоким затратам на покупку электрической энергии.

В связи с этим, повышение энергоэффективности и создание комплексной системы энергосбережения на организации АВК является актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка энергосберегающих мероприятий на предприятии водоснабжения и водоотведения.

Для достижения поставленной в магистерской работе цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать общие сведения о предприятии: об объемах производства, схему деятельности и производственного технологический процесс, системы электроснабжения, режимы работы технологического оборудования и фактического потребления электрической энергии, затрат на ее покупку.

2. Разработать энергетический баланс потребления электрической энергии, определить ее фактический и плановый удельный расход на выпуск основной продукции.

3. Разработать комплекс мероприятий по повышению надежности и энергоэффективности оборудования, сокращению трудоемкости обслуживания и ремонта оборудования, автоматизации и диспетчеризации всех технологических процессов.

1 Описание предприятия в сфере водоснабжения и водоотведения

В ноябре 2011 года ОАО «АВТОВАЗ» (сегодня ПАО «АВТОВАЗ») учредило организацию АВК. Основой формирования предприятия стала процедура вывода из структуры энергетического производства ПАО «АВТОВАЗ» двух цехов – очистных сооружений воды и очистных сооружений канализации. На баланс организации АВК были переданы непрофильные для ПАО «АВТОВАЗ» активы: трубопроводы, канализация, очистные сооружения и т.п. Реальная работа организации АВК началась с апреля 2012 года.

Вид деятельности учреждения: Обеспечение надежного и качественного водоснабжения населения и юридических лиц Автозаводского района г.Тольятти, развитие культуры водопотребления и бережного отношения к природным ресурсам, последовательное внедрение стандартов экологического менеджмента г. Тольятти.

Отраслевая принадлежность: оказание услуг в сфере водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод.

Вид деятельности учреждения: Обеспечение надежного и качественного водоснабжения населения и юридических лиц Автозаводского района г. Тольятти, развитие культуры водопотребления и бережного отношения к природным ресурсам, последовательное внедрение стандартов экологического менеджмента г. Тольятти.

1.1 Описание производственного технологического процесса

Забор воды для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения осуществляется с поверхностного источника - Куйбышевского водохранилища (р. Волга) на основании договора водопользования. Волжская вода забирается с глубины 9-10м (считая от минимального горизонта воды в водохранилище) и подается по 5-ти

водоводам $dy-1200$ мм на ТЭЦ ВТГК, на сооружения подготовки питьевой воды (ОСВ) и на полив садово-дачных участков.

Схема производственного технологического процесса представлена на рисунке 2.

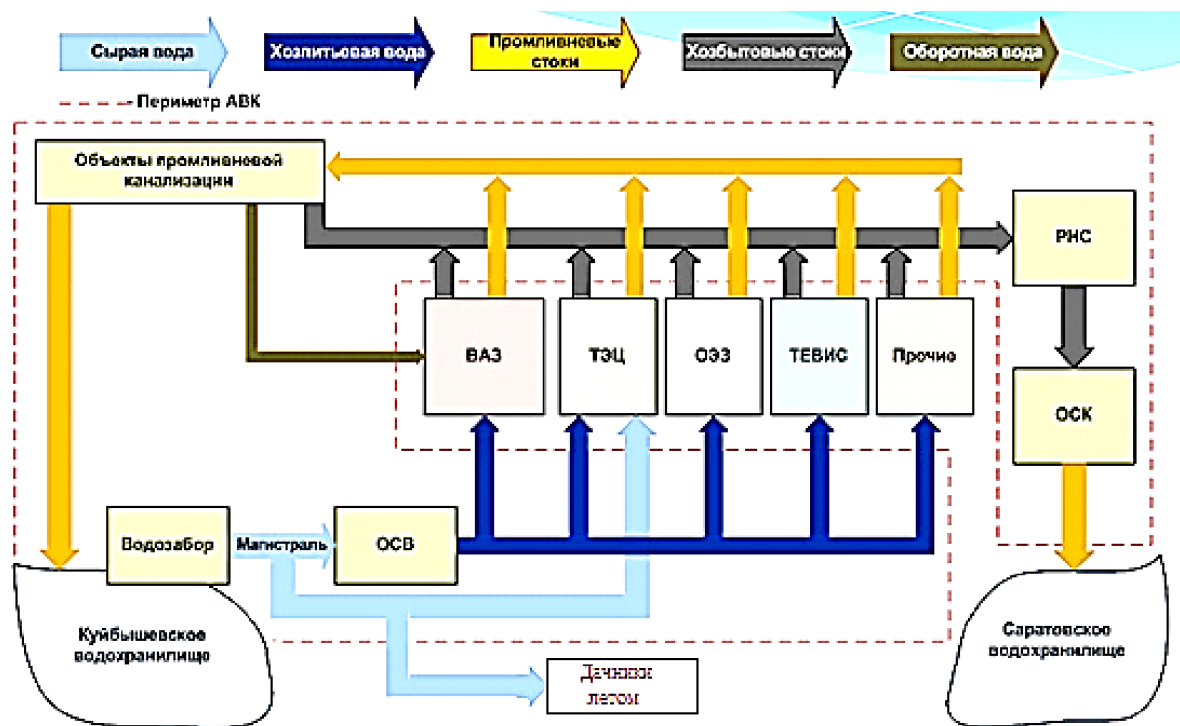


Рисунок 2 - Схема производственного технологического процесса

Проектная производительность водозаборных сооружений - 480 тыс.м³ в сутки Фактическая производительность - 332 тыс.м³ в сутки Срок эксплуатации - 42 года (запуск - август 1970 года).

В состав комплекса водозаборных сооружений входят:

- 1.1. водоприемные оголовки - 3шт;
- 1.2. самотечные водоводы - 5 $dy-1400$ мм;
- 1.3. насосная станция первого подъема, совмещенная с сеточным колодез (мокрый колодез);
- 1.4. напорные водоводы 5 $dy-1200$ мм, 17,5 км;
- 1.5. камера переключения;
- 1.6. водомерная камера;
- 1.7. камера гашения гидравлических ударов;

1.8. электроподстанция.

Очистные сооружения водоподготовки (ОСВ).

С насосной станции I-го подъема волжская вода поступает на очистные сооружения питьевой воды. Далее после очистки питьевая вода насосами насосной станцией II-го подъема по кольцевым водоводам $d_{\text{у}}=1200\text{мм}$ подается потребителям: жилому району г. Тольятти, предприятиям промышленно - коммунальной зоны, ТЭЦ ВТГК, ПАО «АВТОВАЗ». Система водоснабжения является централизованной, I-ой категории, объединенной. Она обеспечивает: хозяйственно-питьевое, производственное и противопожарное водопотребление.

Проектная производительность сооружений - 305 тыс.м³ в сутки. Фактическая производительность - 252 тыс.м³ в сутки. Срок эксплуатации - 42 года (запуск - август 1970 года).

В состав комплекса очистных сооружений питьевой воды входят:

- 1 установка УФ-обеззараживания (4 блока),
- 2 здание реагентного хозяйства,
- 3 вертикальные смесители (4шт.),
- 4 горизонтальные отстойники с зоной взвешенного осадка и зоной осаждения (4шт.),
- 5 открытые скорые фильтры с керамзитовой загрузкой (16шт.),
- 6 хлораторная;
- 7 резервуары питьевой воды (4шт. по 20тыс.м³ каждый),
- 8 насосная станция 2-ого подъема,
- 9 станция повторно используемой воды с 2-мя резервуарами по 1000 м каждый.

Технологическая схема подготовки питьевой воды представлена на рисунке 3.

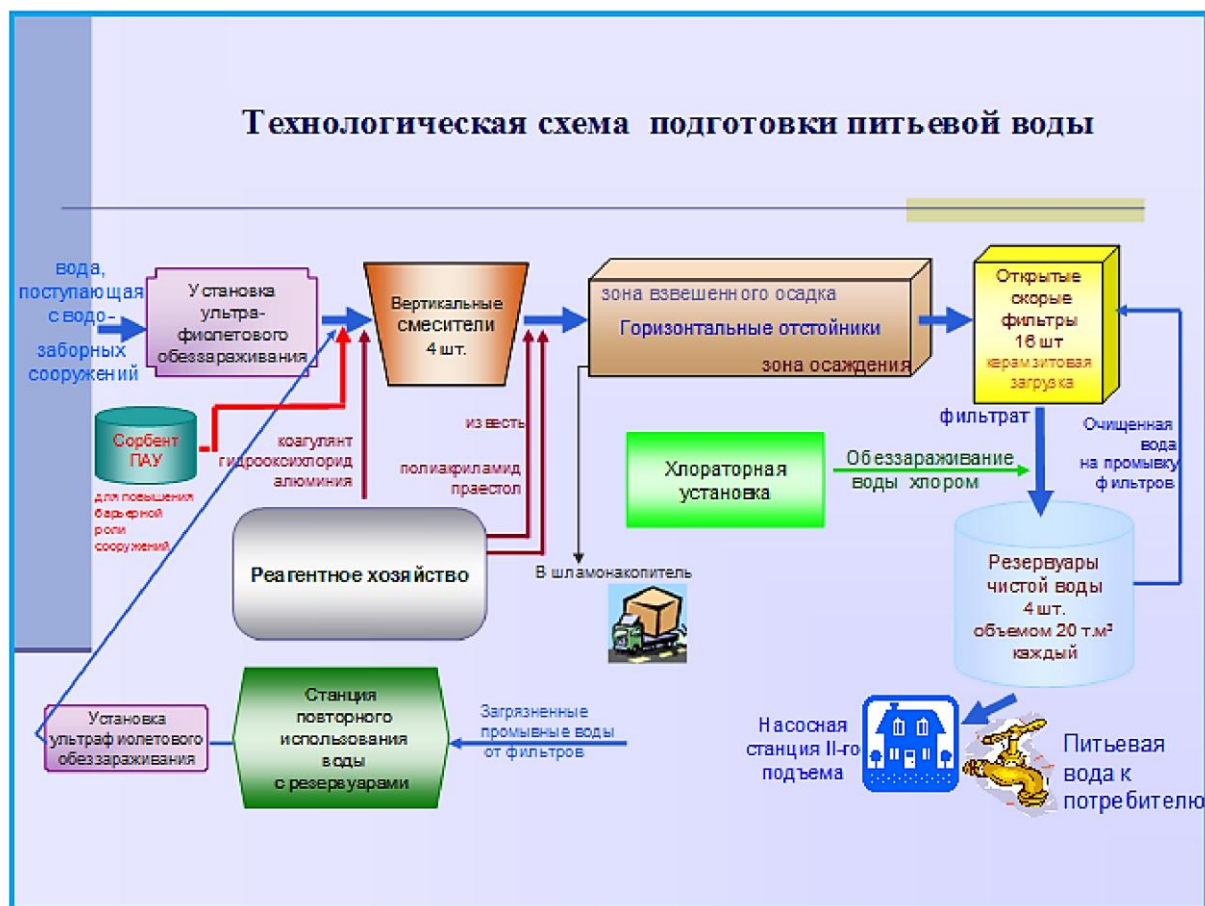


Рисунок 3 – Технологическая схема подготовки питьевой воды

Контроль над качеством волжской и питьевой воды на входе и на выходе очистных сооружений производит аккредитованная лаборатория цеха согласно разработанному графику аналитического контроля. Кроме того, производится контроль государственными надзорными службами.

Описание существующей системы водоочистки

Хоз.бытовые сточные воды от жилого района г.о. Тольятти, предприятий промышленно-коммунальной зоны, ТЭЦ ВТГК и от промплощадки автозавода поступают в приемный резервуар районной насосной станции (РНС). Также на эту насосную станцию подаются условно-загрязненные ливневые сточные воды с пруда-накопителя ПАО «АВТОВАЗ». Далее стоки перекачиваются по 3-м напорным коллекторам на биологические очистные сооружения.

Проектная производительность очистных сооружений - 290 тыс.м3 в сутки.

Фактическая производительность - 245 тыс.м3 в сутки. Срок эксплуатации - 43 года (запуск - декабрь 1969 года).

1.2 Система электроснабжения

Предприятие получает электрическую энергию от различных точек поставки ПАО «Самараэнерго» на основании соответствующего договора электроснабжения.

Согласно договору, поставщик обязуется обеспечивать надежную и бесперебойную поставку качественной электрической энергии, соответствующей требованиям, установленным государственными стандартами (ГОСТ 32144-2013) и иными обязательными правилами, в точки поставки Заказчику в порядке, сроки и количестве, предусмотренные договором. Договорные величины поставляемой электрической энергии Потребителю устанавливаются в календарном году с разбивкой по месяцам.

Ввода поставляемой электроэнергии в подстанциях оборудованы системой учета электроэнергии – АИИС КУЭ с приборами учета «СЭТ-4ТМ» классом точности 0,5s.

Снабжение предприятия электрической энергией осуществляется от подстанций:

1. П/С 110/6 кВ «Водозабор» (2×10000-110/6);
2. П/С 110/6 кВ «ОСВ» (2×15000-110/6);
3. П/С 110/6 кВ «РНС» (2×16000-110/10);
4. П/С 110/6 кВ «ОСК» (2×16000-110/6).

На рисунке 4 представлена общая структурная схема электроснабжения ООО «Автоград-Водоканал»

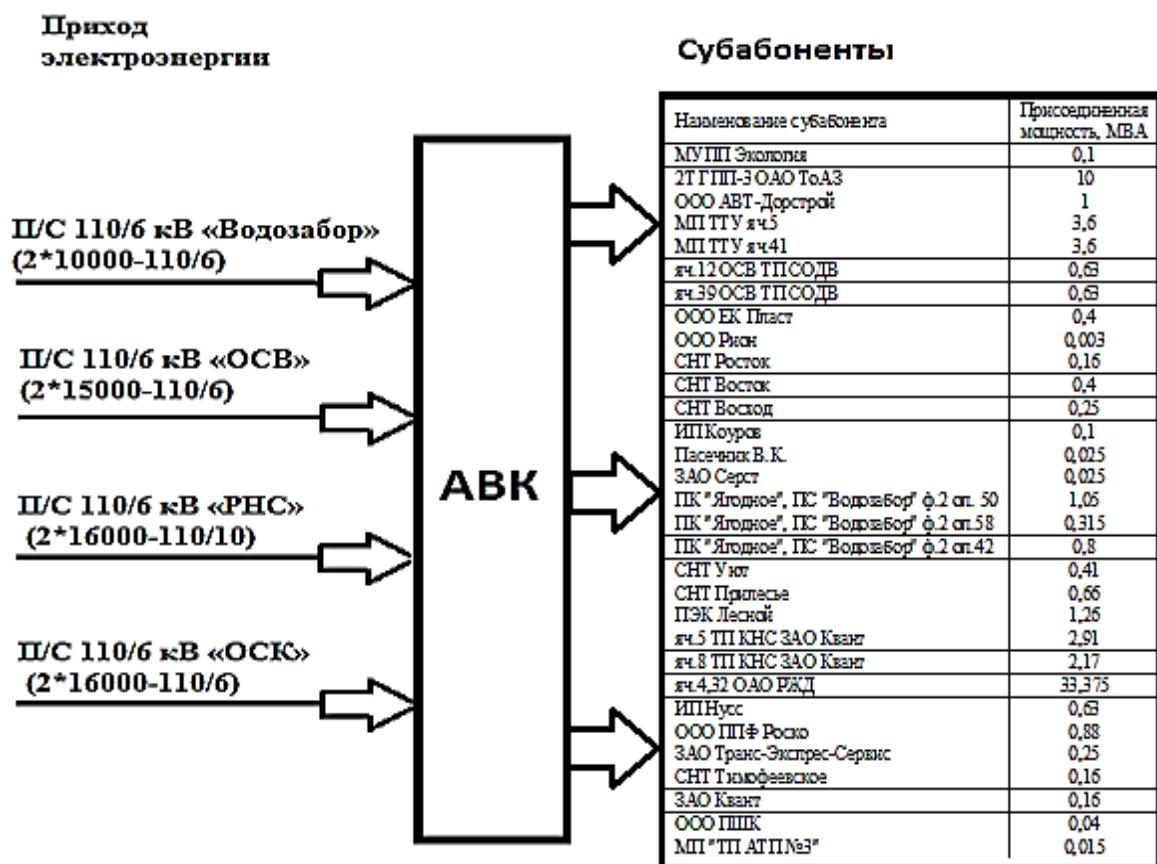


Рисунок 4 - Структурная схема электроснабжения

Принципиальная схема электроснабжения ООО «Автоград-Водоканал» представлена на рисунке 5.

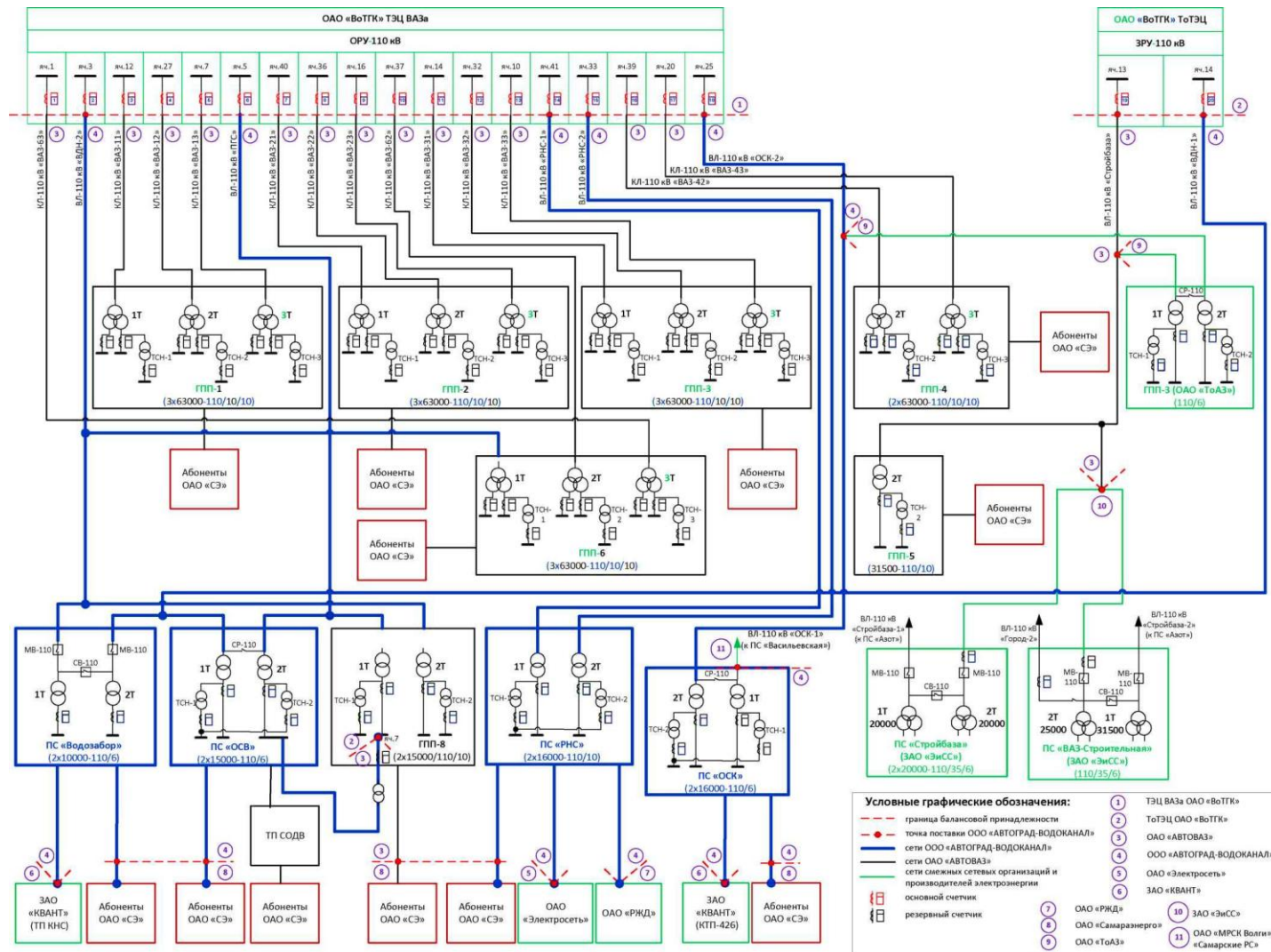


Рисунок 5 - Принципиальная схема электроснабжения организации АВК

П/С «ОСВ» питается от Тольяттинской ТЭЦ ЗРУ – 110кВ., яч.№14 и ТЭЦ ВАЗа ОРУ – 110кВ., яч.№5, №11.

П/С «Водозабор» питается от Тольяттинской ТЭЦ ЗРУ – 110кВ., яч.№14 и ТЭЦ ВАЗа ОРУ – 110кВ., яч.№14

П/С «РНС» питается от ТЭЦ ВАЗа ОРУ – 110кВ., яч.№41, №33.

П/С «ОСК» питается от ТЭЦ ВАЗа ОРУ – 110кВ., яч.№25,№38 и П/С «Васильевская» (220/110/10кВ) ОРУ – 110кВ

ТП «ЛНС» питается от ПС «ОСВ» (110/6кВ) с яч.№1 первой секции шин 6кВ и яч.№42 второй секции шин 6кВ.

Для определения эффективности эксплуатации трансформаторов и оценки потерь электроэнергии в трансформаторах, необходимо провести анализ соответствия установленной и потребляемой мощности трансформаторов. Данный анализ будет рассмотрен во 2ой главе данной работы.

1.3 Анализ электрохозяйства и электрооборудования

Структурный состав электрохозяйства организации АВК представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Структурный состав электрохозяйства

Наименование оборудования	Мощность (кВт)	%
Технологическое оборудование	40131,2	88,8
Станочное оборудование	413,2	0,92
Компрессоры	3900	8,64
Сварочное оборудование	256	0,57
Освещение	358,25	0,83
Котельная	106	0,24
Итого:	45164,65	100

Структурный состав электрохозяйства организации АВК представлен в таблице 1 и на рисунке 6.

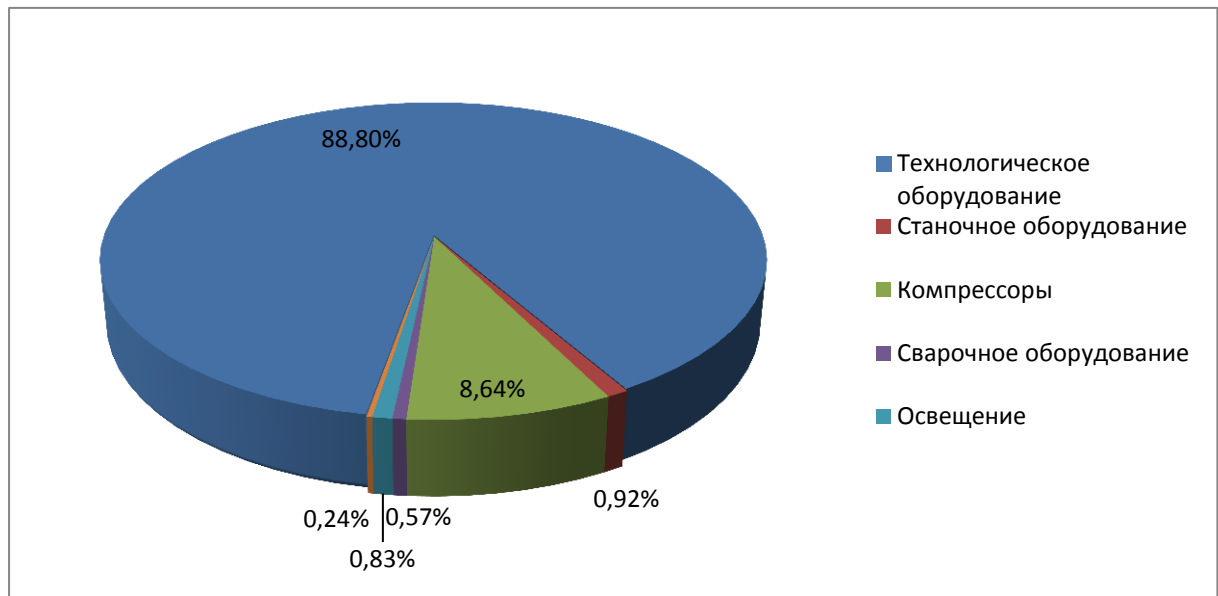


Рисунок 6 - Структурный состав электрохозяйства организации АВК

Как видно из рисунка, 89% электроприемников составляют технологические установки, 8,64% - компрессорные установки, 0,92% - станочное оборудование, 0,83% - осветительные установки, 0,57% - сварочное оборудование и 0,24% - оборудование котельной. Т.е. основную часть ЭП составляет технологическое оборудование.

Сведения об установленной мощности электроприемников электрооборудования цехов ОСВ и ОСК по направлениям использования на предприятии представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Установленная мощность электроприемников по направлениям использования в цехах ОСВ и ОСК

Направление использования электрооборудования	Цех ОСВ		Цех ОСК	
	Мощность (кВт)	Кол-во (шт)	Мощность (кВт)	Кол-во (шт)
1. Технологическое оборудование (по группам):	19450		20681,2	
печи электрические				
установки гальванические				
сушилки				
электролизеры				
т.д.				

Продолжение таблицы 2

2. Насосы (по группам и назначению)				
сетевые				
насос подачи речной воды 32В-12	1600	4		
насос подачи речной воды 20НДС	800	2		
насос подачи ХПВ 24НДС	1600	2		
насос подачи ХПВ 20НДС	340	3		
насос подачи ХПВ 20НДС	800	6		
насос подачи ХПВ 20НДС	630	1		
насос технологический 24НДН	500	2		
насос аварийный 24НДС	800	1		
насос ЛНС 32Д-19			630	2
насос ЛНС 18НДС			250	4
насос РНС перекачки быт.стоков Д-2400-75			800	9
насос НС-1 НП-50			10	3
насос НС-2 СД-80/18			6,8	2
насос НС-2 СМ-125/80			22	1
насос НС-2 СМ00/4			19	2
насос НС-2 ФГ-450/22,5			75	1
насос НС-2 СД-800/32			100	1
насос ЦНС 20Д-6			1000	4
насос ЦНС Д2000/100			1000	3
насос ЦНС АД-2000-21			130	3
насос ЦНС 16НДМ			190	1
насос ЦНС Д-90-А			190	1
насос ЦНС 8К-12			27	2
насос ЦНС ВКС-5/32			8,8	2
насос НСД Д2000-100			800	2
насос НСД Д3200-33			132	7
насос НСД СМ-250-200			160	3
насос НСД ВКС 4/28			7	2
насос НСД СМ-150-125-315			37	2
циркуляционные				
подпитки				
т.д.				
3. Станочное оборудование	313		100,2	
Сверлильный	1,5	2		
Вертикально-сверлильный	20	2		
Токарный	40	2		
Фрезерный	50	1		
гильотина	40	1		

Продолжение таблицы 2

мех.ножницы	17	1		
мех.пила	13	1		
Абразивно-заточной	25	2		
мех.пресс	20	1		
Сверлильный			1,1	
Сверлильный			0,55	
Сверлильный			1,5	
Абразивно-заточной			14	
Токарный			8	
Токарный			9	
Токарный			20	
Фрезерный			17	
Долбежный			7	
отрезной			7,5	
4. Компрессоры			1300	
5. Сварочное оборудование	32	8		
6. Освещение				
наружное	0,04	169	0,08	223
внутреннее	0,14	1404	0,09	117
Всего:	P = 45059,1 кВт			

Сведения об установленной мощности электроприемников электрооборудования котельной и ЦТП по направлениям использования на предприятии представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Установленная мощность электроприемников по направлениям использования в котельной

Направление использования электрооборудования	Котельная ОСК
	Мощность, (кВт)
1	2
1. Дымососы, вентиляторы котлов	14
2. Насосы сетевые	30
3. Насосы питательные	22
4. Прочие насосы	4,6
5. Вентиляционное оборудование	30
6. Прочее, в т.ч. бытовая техника	8
Всего:	106

Как видно из таблицы 3, 89% электроприемников составляют технологические установки, 8,64% - компрессорные установки, 0,92% - станочное оборудование, 0,83% - осветительные установки, 0,57% - сварочное оборудование и 0,24% - оборудование котельной. Т.е. основную часть ЭП составляет технологическое оборудование.

Для нормального функционирования предприятия и обеспечения технологического процесса производства используются следующие виды энергоресурсов: электрическая энергия, тепловая энергия, газ и вода.

Электрическую энергию предприятие потребляет и передает абонентам. Потребляемая электроэнергия используется для производственных нужд (питание технологического оборудования, электропривода насосов, компрессоров системы сжатого воздуха, систем приточно-вытяжной вентиляции), для целей освещения производственных и административно-хозяйственных помещений, для термических целей (электрическое отопление на водозаборе) на средства вычислительной и множительной техники, на бытовую технику и т.д.

На снабжение электрической энергией имеются рабочие и принципиальные схемы работы электропотребляющего оборудования в бумажном и электронном виде.

Договоры на поставку энергоресурсов оформляются своевременно. Все условия договоров выполняются. Ведется ежемесячный учет поставки, потребления и оплаты электрической энергии.

Для оценки финансовых затрат за потребленные энергоресурсы (электроэнергия, тепловая энергия, природный газ и водопроводная вода) был проведен анализ оплаченных счетов предприятия за отчетный период.

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что в период с январь по декабрь 2018 года из суммарных затрат в 260 270,90 тыс. руб.

— на оплату электрической энергии приходится 188 335,65 тыс. руб. (72,36%),

— на оплату тепловой энергии приходится – 16 623,48 тыс. руб. (6,37%)

— на оплату природного газа приходится 1 148,213 тыс. руб. (0,45%).

— на оплату водопроводной воды (с учетом водосброса) приходится 54 163,56 тыс. руб. (20,82%).

Наибольшая доля финансовых затрат на потребление электрической энергии обусловлена тем, что в структуре потребленных энергоресурсов, приведенных к единому энергетическому эквиваленту (тонна условного топлива), значительная часть 87,16% принадлежит электроэнергии, на тепловую энергию приходится 11,79% и на природный газ 1,05%.

Потребление электрической энергии преобладает в структуре энергопотребления. Это объясняется технологическим процессом по производству продукции и высокой мощностью электроприводов насосного оборудования.

Для водоканала достоверным показателем энергетической эффективности является удельный расход электрической энергии на перекачку воды.

На насосной станции первого и второго подъема фактический удельный расход электрической энергии на перекачку воды превышает нормативную величину. Это говорит об энергетически неэффективной эксплуатации насосного оборудования и о необходимости внедрения энергосберегающих мероприятий.

Насосные станции 1-го и 2-го подъема.

Сведения об установленной мощности насосного оборудования станции 1-го подъема за 2018 год представлены в таблице 4.

Таблица 4- Состав основного насосного оборудования 1 -го подъема

№ по схеме	Тип насоса	Тип двигателя	Напряжение двигателя	Мощность двигателя	Прим.
1	32-В-12	СДВ-16-56-12	6000 В	1600 кВт	
2	32-В-12	СДВ-16-56-12	6000 В	1600 кВт	

Продолжение таблицы 4

3	32-В-12	СДВ-16-56-12	6000 В	1600 кВт	
4	32-В-12	СДВ-16-56-12	6000 В	1600 кВт	
5	20 НДС	А4-450-6УЗ	6000 В	800 кВт	аварийное состояние
6	20 НДС	А4-450-6УЗ	6000 В	800 кВт	

Режим работы оборудования: всегда в работе два насоса 1 - 1600 кВт и 1 - 800 кВт. Иногда 800 кВт отключается при малом разборе. Летом, в периоды максимального разбора включается дополнительно 1600 кВт.

Особенностью работы насосной станции являются:

- отбор сырой воды на нужды дачных поселков в летний период;
- отбор сырой воды на нужды ТЭЦ-3.

По договору ТЭЦ-3 требует подачи воды с давлением 1,2 - 1,4атм. Между тем давление достаточное для нормальной работы цеха ОСВ 0,8 - 1атм. Таким образом, одним из способов уменьшения затрат на электроэнергию (по предложению ИТС предприятия) является установка отдельной насосной группы с частотным регулированием для подачи воды на ТЭЦ-3 совместно с установкой высоковольтного частотно-регулируемого привода на электродвигатели 800 кВт. Учитывая, что один из двигателей 800 кВт находится в аварийном состоянии и требует замены, целесообразно провести замену агрегата совместно с насосом.

Схема насосной станции 1-го подъёма представлена на рисунке 7.

Схема насосной станции 2-го подъема представлена на рисунке 8.

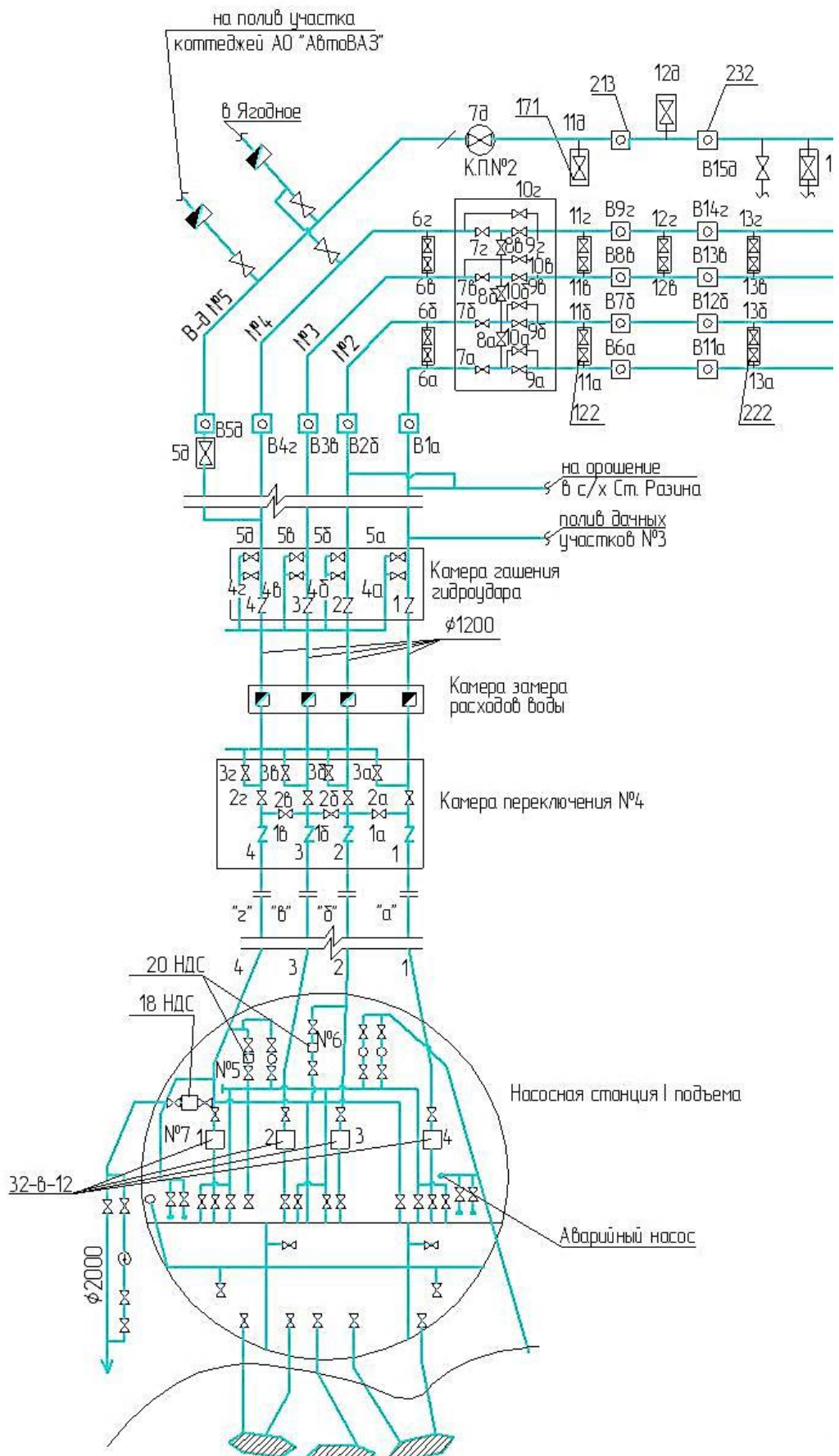


Рисунок 7 - Схема насосной станции 1-го подъема.

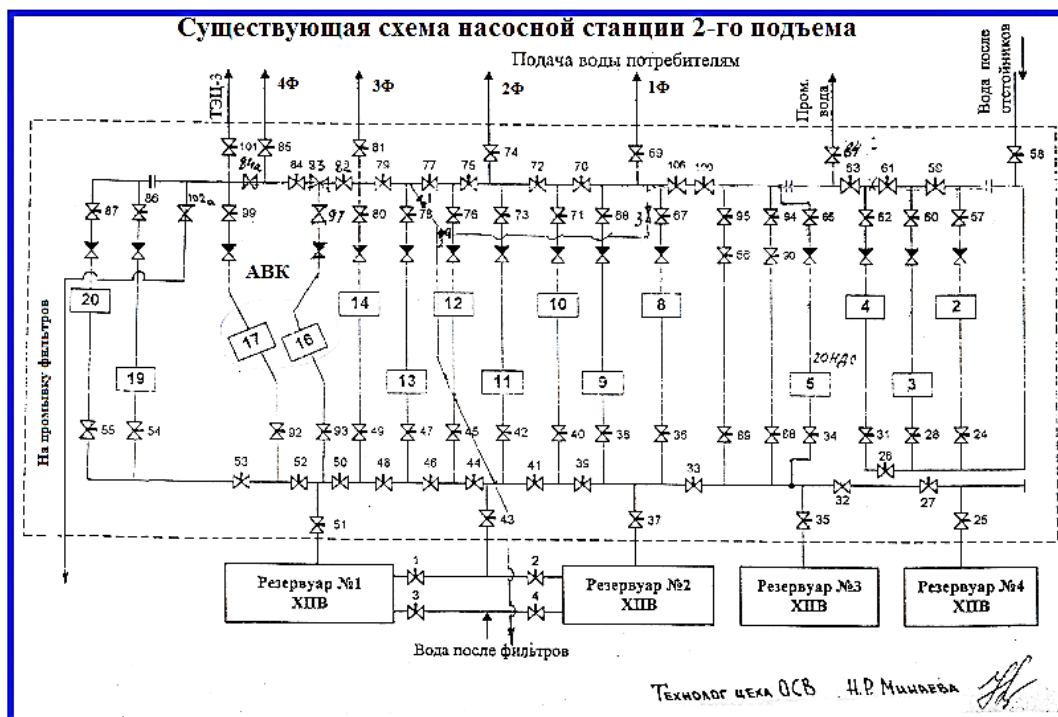


Рисунок 8 - Схема насосной станции 2-го подъема.

Сведения об установленной мощности насосного оборудования станции 2-го подъема за 2018год представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Состав основного насосного оборудования 2-го подъема

№ по схеме	Тип насоса	Тип двигателя	Напряжение двигателя	Мощность двигателя	Прим.
Центробежные насосы хозпротивопожарного назначения					
1	20 НДС	СД	6000 В	800 кВт	
2	20 НДС	СД	6000 В	800 кВт	
3	20 НДС	СД	6000 В	800 кВт	
4	20 НДС	СД	6000 В	800 кВт	
5	20 НДС	СД	6000 В	800 кВт	
6	24 НДС	АД	6000 В	1600 кВт	
7	24 НДС	АД	6000 В	1600 кВт	
8	20 НДС	АД	6000 В	500 кВт	
9	20 НДС	АД	6000 В	800 кВт	
10	20 НДС	АД	6000 В	800 кВт	

Продолжение таблицы 5

Центробежные насосы для перекачки производственной воды					
1	20 НДС	АД	6000 В	400 кВт	
2	20 НДС	АД	6000 В	400 кВт	
3	20 НДС	АД	6000 В	400 кВт	
Центробежные насосы для подъема воды на промывку фильтров					
1	24НДН	АД	6000 В	500 кВт	
2	24НДН	АД	6000 В	500 кВт	

Режим работы насосного оборудования определяется операторами согласно требований по давлению (не менее 5,3 атм). Особенностью работы насосной станции 2-го подъема является требование ТЭЦ-3 по снабжению хозпитьевой водой. Согласно графику, давление воды на нужды ТЭЦ-3 необходимо поддерживать не выше 2,5 атм., однако питание водовода осуществляется с общего коллектора насосной (задвижка 101), в котором необходимо поддерживать давление 5,3-5,4 атм. Таким образом, имеет место непроизводительные затраты на дросселирование при подаче воды на ТЭЦ.

Насосные станции ЛНС, РНС-1, РНС-2.

Насосная станция ливневых стоков (ЛНС) предназначена для сбора поверхностных стоков с площадки АВТОВАЗа и города. Имеет в своем составе два пруда - накопителя. Пруд условно чистых стоков и пруд грязных стоков.

Из пруда условно чистых стоков вода перекачивается напрямую в р. Волга. Технологическая задача - поддержание уровня в пруде на требуемом уровне. Сейчас эта задача решается периодическим включением/выключением насосов. Периодичность включения - примерно каждые 5-6 часов. Такой режим работы насосов не лучшим образом сказывается на техническом состоянии оборудования. Целесообразно оборудовать насосы частотно-регулируемым приводом с режимом работы по поддержанию заданного уровня в пруде. Экономический эффект от

внедрения определить достаточно сложно, но с точки зрения автоматизации технологического процесса и увеличения ресурса оборудования решение является целесообразным.

Стоки из пруда грязных стоков подаются на РНС-1. Объем стоков, подаваемых на РНС-1, определяется текущей загрузкой РНС-1 и регулируется путем включения насосов разной производительности. В связи с тем, что протяженность коллекторов от ЛНС до РНС-1 достаточно велика, то задержка в подаче стоков от ЛНС до РНС-1 составляет примерно 50 мин. Это ведет к напряженному и рваному графику работы оборудования РНС-1. Кроме того, для коллекторов, срок эксплуатации которых превышает 30 лет, постоянные включения/отключения насосов ведут к увеличенному износу. В связи с этим установка частотно-регулируемого привода на насосы группы грязных стоков ЛНС является крайне целесообразным с точки зрения оптимизации режимов работы как оборудования ЛНС, так и оборудования РНС-1 (в большей степени).

Отсутствие современной системы автоматики и передачи информации на РНС-1 усложняет работу комплекса водоотведения и является причиной не оптимальной работы оборудования.

Районная насосная станция (РНС-1). Состав основного оборудования: 7 агрегатов в составе насосного агрегата и синхронного электродвигателя 800 кВт 10 000В. Режим работы агрегатов: минимум 2 в работе. Дополнительные включаются по мере поступления стоков.

Насосная станция собирает стоки из города, площадки АВТОВАЗа, а так же со станции ЛНС. Стоки поступают в приемный резервуар, откуда при помощи насосов подаются в магистральный коллектор, по которому стоки подаются на очистные сооружения.

Регулирование производительности при помощи задвижек на напоре насосов выполняется в случае, если производительность двух агрегатов избыточна. Отключение и работа на одном насосе может привести к уменьшению потока жидкости в коллекторе и возникновению гидроудара.

Целесообразна установка двух частотно-регулируемых приводов с режимом работы по поддержанию уровня стоков в приемном резервуаре. Это позволит выполнять плавный пуск дополнительных насосов и регулирование их производительности. Кроме того, в составе автоматизированной системы управления возможна реализация комплексного управления насосными станциями ЛНС и РНС-1. Так же в случае установки частотно-регулируемого привода на насосы РНС-1 стабилизируется режим работы очистных сооружений, в общем, и азротенков в частности.

Районная насосная станция № 2 (РНС - 2). Является резервной станцией и вступает в работу в случае вывода из работы РНС -1. Состав оборудования: 2 агрегата с асинхронными двигателями 800 кВт 10 000 В.

Исходя из вышеизложенного, необходимо внедрение современной системы передачи и обмена данными между ЛНС, РНС-1 и РНС-2, а так же очистных сооружений. Задачей системы является обмен информацией в режиме реального времени о состоянии оборудования, количестве перекачиваемых стоков и уровней в резервуарах. Внедрение системы позволит оптимизировать режимы работы оборудования и, таким образом, снизить общее энергопотребление.

Необходимо оборудовать системой частотно-регулируемого привода насосные группы станции ЛНС по перекачке условно чистых и загрязненных стоков. При этом управление группой насосов условно чистых стоков выполнить по сигналу датчика уровня в пруде условно чистых стоков, а группой насосов загрязненных стоков - по уровню в приемном резервуаре РНС-1, либо по данным оператора РНС-1.

Необходимо оборудовать системой частотно-регулируемого привода насосы РНС-1. Регулирование производительности выполнить по сигналу с датчика уровня в приемном резервуаре, либо по данным оператора РНС-1.

Воздуходувное оборудование станции биологической очистки.

Сведения, предоставленные предприятием, о потреблении электроэнергии и воды воздуходувками за год работы, представлены в таблице 6

Таблица 6 - Сведения о потреблении электроэнергии воздуходувками за год работы

Воздуходувка	Производительность м3/мин	Установленная мощность тыс.кВт	Время работы компрессора за год по журналу	Затраты электроэнергии в год тыс.кВтч	Стоимость эл.энергии за год тыс.руб
К750-23-4 №1	750	1300	8040	10452	24248,64
К750-23-4 №2	750	1300	7967	10357,1	24028,47
К750-23-4 №3	750	1300	8109	10541,7	24456,74
ИТОГО	2250	3900	24116	31350,8	72733,85

По информации инженерно-технического персонала предприятия на сегодняшний день система аэрации аэротенков на ОСК практически заилилась на 60-70% и воздух в аэротенки через загрязненную систему аэрации поступает крайне не эффективно. Об этом свидетельствует и следующий факт. Ранее, когда система аэрации аэротенков не была заилена, и воздух в аэротенки поступал свободно, в работе постоянно находилась только одна из трех установленных достаточно мощных воздуходувок ВДС К750-23-4 (1300кВт каждая). Изредка при необходимости включалась вторая машина (для обеспечения экономии при пуске эта воздуходувка оборудована системой плавного пуска), третья воздуходувка практически всегда находилась в резерве (как и предусмотрено проектом). А сегодня, при заиленной системе аэрации аэротенков, для создания необходимого потока

воздуха на аэротенки в работе находятся практически постоянно все три установленные воздуходувки с наработкой в среднем 8040 часов в год каждая.

Это обстоятельство крайне негативно сказывается на завышенное в полтора раза потребление электроэнергии. А в случае выхода из строя хотя бы одной воздуходувки резерва просто нет, а комплекс биологической очистки сточных вод будет работать в режиме недостатка воздуха в аэротенках, что может привести к экологическим авариям.

Таким образом, система аэрации аэротенков и воздуходувки станции биологической очистки сточных вод работают с нарушением проектного режима. Такое состояние работы воздуходувного оборудования (когда вместо 1,5 воздуходувок работают 3) позволяет сразу увидеть нерациональные потери электроэнергии (15 675,4 тыс. кВт·ч/год или 36 366,92 тыс.руб.) из-за неисправности системы аэрации аэротенков.

Предлагается провести восстановление работоспособности системы аэрации аэротенков и замену имеющегося воздуходувного оборудования на энергоэффективные одноступенчатые воздуходувки без водяного охлаждения, с управляемыми лопатками на входе и выходе.

Потребление электрической энергии предприятием за 2018 г по площадкам ОСК, ОСВ, ВДЗ и РНС представлено в таблице 7.

Таблица 7 - Потребление электрической энергии предприятием за 2018 г по площадкам ОСК, ОСВ, ВДЗ и РНС, МВтч

Наименование энергообъекта	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
ОСК	5 647	4 706	5 714	5 514	5 549	5 195	4 985	5 473	3 375	5 524	5 634	5 117	62 433
ОСВ	3 172	2 838	3 078	2 935	2 848	2 803	3 057	3 069	3 022	2 986	3 512	2 902	36 222
Водозабор	3 932	3 500	3 373	3 040	3 063	2 929	3 256	3 132	2 843	3 217	3 265	3 410	38 960
РНС	2 400	2 169	2 335	1 946	2 038	2 058	2 128	2 124	2 123	2 265	2 229	2 273	26 088
Сумма	15 151	13 213	14 500	13 435	13 498	12 985	13 426	13 798	11 363	13 992	14 640	13 702	163 703

Динамика потребления электрической энергии предприятием за 2018 г по площадкам ОСК, ОСВ, ВДЗ и РНС, показана на рисунке 10.

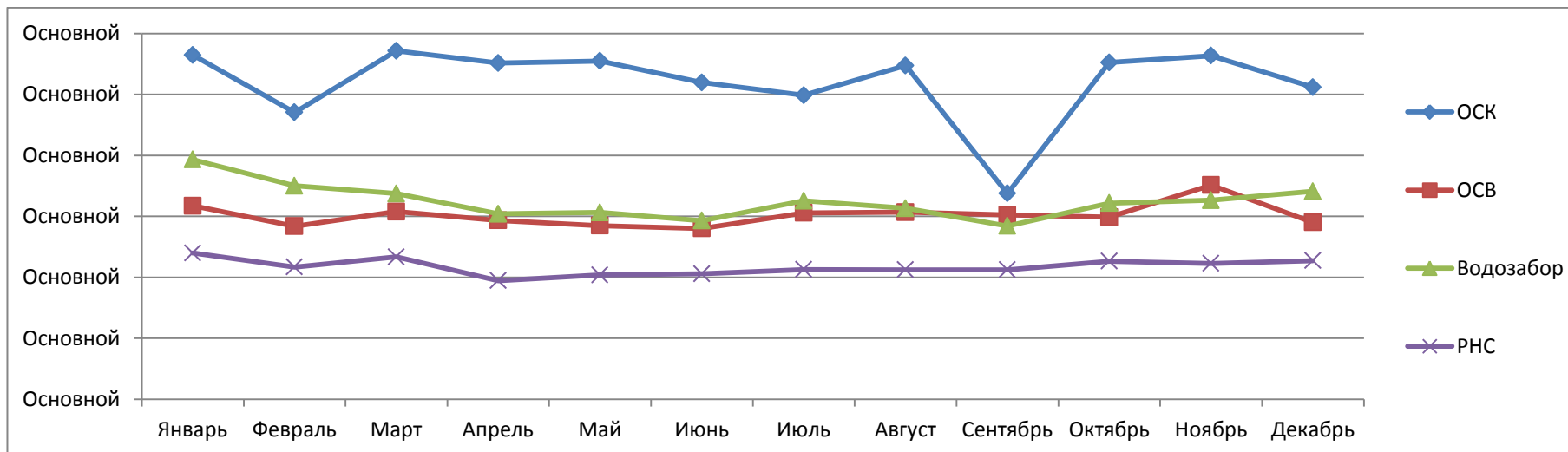


Рисунок 10 - Динамика потребления электрической энергии предприятием за 2018 г по площадкам ОСК, ОСВ, ВДЗ и РНС

Как видно из диаграммы, большую часть электроэнергии в 2018 году потребляло ОСК. В процентном соотношении потребление электроэнергии по ОСК составляет 38%, по ВДЗ 24%, по ОСВ 22%, по РНС 16% от общего потребления 163 703 МВт·ч.

Система освещения.

Из общего потребленного расхода электроэнергии на предприятии за 2018 г. с апреля по октябрь месяц 81249,2 тыс. кВт·ч/год примерно 0,25% приходится на долю освещения 200,620 тыс. кВт·ч/год. Средняя расчетная продолжительность работы осветительных установок (ОУ) в год составляет 2000 часов в год, что соответствует, в среднем $(7 \div 8)$ часам в сутки.

Структура распределения потребления электроэнергии на цели освещения (тыс. кВт·ч) на предприятии в 2018 г. представлена на рисунке 11.



Рисунок 11 - Структура распределения потребления электроэнергии на цели освещения

В зданиях и сооружениях предприятия применена коридорная планировка с двухсторонним расположением помещений, поэтому коридоры не имеют естественного освещения.

Естественное освещение рабочих помещений выполнено оконными проемами. В системе освещения предприятия применены светильники с различным типом ламп, в среднем, работает около 90% установленных ламп.

Сведения об осветительном оборудовании приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Показатели использования электрической энергии на цели освещения

№ п/п	Функциональное назначение системы освещения	Количество светильников		Суммарная установленная мощность, кВт	Суммарный объем потребления электроэнергии, кВтч Отчетный год
		с лампами накаливания	с энергосберегающими лампами		
1	Внутреннее освещение всего, в том числе:	315	939	220,7	123592
1.1	Основных цехов (производств) всего, в том числе:	235	503	128,4	71904
	Насосная станция I подъема, Водозабор	18	43	10,12	5667,2
	Здание реагентного хозяйства ОСВ	15	36	8,7	4872
	Здание фильтров, ОСВ	16	34	8,74	4894,4
	Насосная станция II- подъема, ОСВ	33	45	13,92	7795,2
	Здание ливневой насосной станции(ЛНС)	12	52	9,58	5364,8
	Здание районной насосной станции №1 (РНС-1)	18	54	11,22	6283,2
	Здание районной насосной станции №2 (РНС-2)	18	38	9,62	5387,2
	Воздуходувная станция. ОСК	15	54	10,5	5880
	Здание реагентного хозяйства. ОСК	15	34	12,2	6832
	Центральная насосная станция. ОСК	22	41	10,88	6092,8
	Насосная №2.ОСК	26	36	11,34	6350,4
	Насосная №3.ОСК	27	36	11,58	6484,8
1.2	Вспомогательных цехов (производств) всего, в том числе:	80	436	92,3	51688
	ЗРУ 6Кв на водозаборе	8	22	5,62	3147,2
	Хлораторная со складом хлора на водозаборе	7	25	5,68	3180,8
	Прирельсовый склад блок коагулянта, Водозабор	8	20	5,42	3035,2
	Склад хлора на станции II-подъема, ОСВ	5	28	5,5	3080
	Камера переключения №4 подвальное помещение, ОСВ	2	21	4,08	2284,8

Продолжение таблицы 8

	Камера переключения №3 подвальное помещение, ОСВ	3	22	4,42	2475,2
	Камера переключения №5 подвальное помещение, ОСВ	2	21	4,08	2284,8
	Здание решеток ОСК	5	23	5	2800
	Песколовка №1. ОСК	2	24	4,38	2452,8
	Песколовка №2. ОСК	2	25	4,48	2508,8
	Бункер песка №1. ОСК	3	14	3,62	2027,2
	Бункер песка №2. ОСК	3	14	3,62	2027,2
	Измерительная камера №12 ОСК	4	16	4,06	2273,6
	УФО ОСК	2	24	4,38	2452,8
	Каркасно-засыпные фильтры ОСК	4	22	4,66	2609,6
	Хлораторная. ОСК	5	23	5	2800
	Склад хлора. ОСК	5	22	4,4	2464
	Камера гашения гидравлических ударов. ОСК	3	17	3,92	2195,2
	Здание склада. ОСК	5	25	5,2	2912
	Здание котельной. ОСК	2	28	4,78	2676,8
1.3	Административно-бытовых корпусов (АБК) всего, в том числе:	36	231	12,2	6832
	Административно - бытовой корпус, Водозабор	12	51	2,76	1545,6
	Административно-бытовой корпус на станции II-подъема, ОСВ	11	50	2,66	1489,6
	Административно - бытовой корпус №1, ОСВ	8	59	3,34	1870,4
	Административно - бытовой корпус №2. ОСВ	5	71	3,44	1926,4
2	Наружное освещение	17	375	125,35	70196
ИТОГО:		368	1545	358,25	200620

Доля электроэнергии, затрачиваемая на цели освещения не велика, и составляет порядка 0,25% от общего потребления электроэнергии. Освещение цехов выполнено лампами ДРЛ, которые сегодня не удовлетворяют требованиям энергоэффективности и нуждаются в замене на современные люминесцентные лампы, как и светильники с лампами

накаливания. Таким образом, в данной работе будут рассмотрены мероприятия по повышению энергетической эффективности системы освещения организации АВК.

Также на предприятии имеется система учета электрической энергии. Расчет количества потребленной электрической энергии ведется на основании данных коммерческого учета из автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) ПАО «АВТОВАЗ» на базе ИИС «Пирамида» (ЗАО ИТФ «Системы и Технологии»).

Выводы.

Наибольшее потребление электроэнергии приходится на насосы, компрессоры и освещение, следовательно, именно на этом оборудовании необходимо предложение мероприятий по энергосбережению.

1.4 Выводы по главе 1

Очевидно, что на предприятии АВК необходимо разрабатывать комплексные мероприятия по повышению надежности и энергоэффективности оборудования, сокращению трудоемкости обслуживания и ремонта оборудования, автоматизации и диспетчеризации всех технологических процессов.

Предлагаемые основные мероприятия по повышению энергетической эффективности:

1. Внедрение современной системы передачи и обмена данными между ЛНС, РНС-1 и РНС-2, а так же очистных сооружений. Задачей системы является обмен информацией в режиме реального времени о состоянии оборудования, количестве перекачиваемых стоков и уровнях в резервуарах. Внедрение системы позволит оптимизировать режимы работы оборудования и, таким образом, снизить общее энергопотребление.

2. Оборудовать системой частотно-регулируемого привода насосные группы станции ЛНС по перекачке условно чистых и загрязненных стоков.

3. Оборудовать системой частотно-регулируемого привода насосы РНС-1. Регулирование производительности выполнить по сигналу с датчика уровня в приемном резервуаре, либо по данным оператора РНС-1.

4. Провести восстановление работоспособности системы аэрации аэротенков и замену имеющегося воздухоудного оборудования на энергоэффективные одноступенчатые воздухоудки без водяного охлаждения, с управляемыми лопатками на входе и выходе.

5. Для определения эффективности эксплуатации трансформаторов и оценки потерь электроэнергии в трансформаторах, провести анализ соответствия установленной и потребляемой мощности трансформаторов.

6. Привести эксплуатацию трансформаторов в соответствие с реальной электрической нагрузкой на подстанции. Заменить трансформаторы с неполным коэффициентом загрузки на менее мощные, если таковые имеются.

7. Провести анализ мероприятий по повышению энергетической эффективности системы освещения организации АВК

Реализация данных мероприятий позволит повысить энергетическую эффективность работы предприятия и снизить потребление электрической энергии на технологические процессы по производству основной продукции не менее чем на 20 %.

2 Проблемы реализации и внедрение энергоэффективных мероприятий

На сегодняшний день, накоплен огромный опыт по внедрению энергоэффективных технологий на промышленных предприятиях и предприятиях сферы ЖКХ.

Это вызвано прежде всего тем, что на государственном уровне всерьез начали заниматься вопросами энергетической эффективности и энергосбережением.

На государственном уровне это было отражено принятии Федерального закона от 23.11.2009 г. № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5], который обязывал на первоначальном этапе все государственные и муниципальные предприятия, а также крупные промышленные потребители с потреблением выше 120 млн. кВтч в год провести энергетическое обследование – энергоаудит.

Так как практически все предприятиях сферы ЖКХ являются муниципальными или относятся к предприятиям с высоким объемам электропотребления, то энергетическое обследование и формирование программы по повышению энергоэффективности и энергосбережения стало обязательно для всех предприятий ЖКХ, тем более для организаций осуществляющих водоснабжение и водоотведение.

Однако сфера ЖКХ относится к сферам деятельности со 100% государственным регулированием [10], т.е. для своей экономической деятельности данным предприятиям необходимо получить тариф за единицу объема предоставляемых услуг, в который включены все расходы для обеспечения функционирования предприятия ЖКХ и предоставления услуг потребителям, а также инвестиционная составляющая, позволяющая предприятиям закладывать бюджет на развитие и повышение качества

предоставляемых услуг.

При принятии ФЗ № 261 у многих предприятий в тарифах не было учтено расходов на повышение энергетической эффективности и проведение энергетического обследования, а так как формирование тарифов и их утверждение имеет свой «жизненный цикл», то многим предприятиям пришлось переносить энергоаудит на несколько лет вперед, что привело к затяжному эффекту реализации государственной программы по повышению энергетической эффективности и энергосбережению на территории Российской Федерации.

Несмотря на это, многим предприятиям сферы ЖКХ удалось преодолеть данную проблему и сформировать комплексные программы по повышению энергетической эффективности и энергосбережению, частично реализовать ее и получить ожидаемый экономический эффект.

Исходя из имеющегося опыта реализации данных программ, рассмотрим энергосбережение в сфере водоснабжения и водоотведения.

2.1 Энергосбережение в сфере водоснабжения и водоотведения

В настоящее время жителей Российской Федерации интересует решение серьезной задачи реформы жилищно-коммунального хозяйства, а именно повышение степени качества услуг при одновременном снижении расходов на их предоставление. На основании полученной информации из опросов городского населения, в тройку актуальных проблем ЖКХ (после увеличения цен на коммунальные услуги и ненадлежащего качества содержания жилья) входят перебои в водоснабжении и отоплении.

Низкое качество и возрастающая стоимость этих коммунальных услуг определяется, помимо фактического повышения стоимости энергоносителей, и техническим состоянием отрасли. Затраты, обусловленные большими потерями во всех элементах муниципальных тепло и водохозяйственных систем, включаются в тарифы платежей, что неминуемо ведет к их обязательному росту, вызывающему обострение социальной напряженности

в обществе. Население хочет платить только за то, что действительно потребляет.

Для создания комплексной и динамично развивающейся системы эксплуатации и управления энергосбережением с помощью ресурсосберегающих технологий следует объединять в необходимой и достаточной мере: организационные, интеллектуальные, материально-технические и финансовые ресурсы.

В ходе исследования хозяйственной деятельности организации АВК, а также на основании имеющегося опыта реализации программ по повышению энергетической эффективности и энергосбережению на других аналогичных предприятиях, формирование программы энергосбережения и дальнейшая разработка системы эксплуатации и управления сбережением энергии организации АВК обеспечит решение основных следующих задач:

- стабилизация роста тарифов на оказание услуг организации АВК;
- повышение инвестиционной привлекательности в области энергосбережения;
- модернизации технологического оборудования;
- возможное развитие биогазовых источников электрической энергии, и переход на собственное производство электрической энергии;
- развитие других направлений сопряженных с водоснабжением и водоотведением;
- повышение качества предоставляемых услуг абонентам.

Альтернативы «снижению энергоресурсных затрат на всех этапах жизненного цикла коммунальных систем водоснабжения и водоотведения не существует» [17].

Решение вышеуказанных задач в сфере ЖКХ отвечают следующие мероприятия:

- «- учет водоподачи, затрат на энергоснабжение и сокращение их потерь;

- сокращение потребляемой электроэнергии о оптимизация электроснабжения;
- сокращение количества непроизводительного ручного труда (сокращение численности обслуживающего персонала);
- повышение КПД технологического оборудования за счет энергосберегающих технологий;
- создание автоматизированных информационных систем сбора данных и управления инженерными сетями и объектами;
- оперативность и оптимальность управления технологическими объектами;
- информирование общественности о результатах реализации мероприятий по энергосбережению» [19].

Реализация этих мероприятий проходит ряд этапов:

Первый этап «проведение технического энергоаудита аудита водохозяйственной системы и энергоаудита» [19].

После анализа результатов аудита следует составление программы на создание (или доработку имеющейся) системы сбора данных и правления инженерными сетями и объектами, а также оптимизацию энергосберегающих мероприятий.

Программа должна содержать:

1. «Обоснованные предложения по техническим и технологическим изменениям в рассматриваемой системе инженерных сетей и объектов и сравнение с нормативами потребления (коммунальных услуг);
2. Перечень оборудования для оснащения объектов водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.
3. Техническое задание на проектирование по всем предложенным инновациям.
4. Обоснование и расчет срока окупаемости проекта.
5. Внедрение изменений на основе разработанных технических предложений» [19].

Изменения в напорных характеристиках насосов и геометрии сетей, на основе результатов гидравлических расчетов:

1. Внедрение частотных преобразователей с автоматическим управлением и регулированием.
2. Внедрение современных приборов учета и контроля энерговодоресурсов.
3. Создание автоматизированных систем контроля и диспетчерского управления (АСКДУ), АСУ ТП для управления инженерными сетями и объектами, сбора, обработки, анализа и хранения полученных данных.

После оснащения объектов тепло водоснабжения и водоотведения предлагаемым оборудованием, верифицируется срок окупаемости проекта путем фиксации и учета:

- «снижения энерго - и водопотребления,
- снижения стоимости ремонта электродвигателей и насосов,
- снижения количества отказов электродвигателей,
- сокращения аварийности на сетях,
- увеличения межремонтных сроков» [16].

Формулируются и вводятся в действие скорректированные регламенты эксплуатации.

После выше перечисленных мероприятий начинается процесс отдачи инвестиций.

Реализация подобных проектов позволит в ближайшие 2-3 года получить ожидаемые результаты от внедрения предлагаемых разработок и решить поставленные задачи.

Благодаря созданию единого информационного пространства «решается задача оперативного получения информации, на основе которой принимаются ответственные решения технологического и экономического характера, появляется возможность системного анализа всего массива получаемых данных» [16].

Наличие достоверной информации обеспечит точный учет всех потребляемых ресурсов и удельные расходы потребляемых источников энергии и водных ресурсов.

«После внедрения предлагаемого оборудования и автоматизированных систем появится возможность планомерного и оперативного управления мощностями оборудования, что сразу отразится на экономии электроэнергии (до 25-40%)» [20].

Стабилизация работы гидравлических систем приведет к сокращению порывов водоводов и других аварий из-за чрезмерных нагрузок (возможность в 1.5 - 2 раза увеличить межремонтные сроки работы сетей и оборудования).

Создание локальных автоматизированных систем управления на удаленных объектах, позволят высвободить обслуживающий персонал на 20-40%.

Появится возможность обоснованного планирования деятельности и развития организации АВК с учетом возможностей бюджета и доходов абонентов, перехода на экономически обоснованные тарифы, получения реальной оплаты за поданную воду и канализацию стоков по приборам учета, а не по «нормативам потребления».

Перечисленные результаты приведут к существенному снижению затрат на услуги по водоснабжению и водоотведению, что приведет к улучшению их качества.

2.2 Энергосбережение в электрохозяйстве

Основные мероприятия направленные на повышение энергетической эффективности и энергосбережения в электрохозяйстве можно разбить на следующие категории:

1. Малозатратные.

К ним относятся, прежде всего, организационные мероприятия (таблица 9).

Организационные мероприятия позволяют решать задачу мотивации сотрудников к энергосбережению и повышению энергоэффективности в предприятии, за счет назначения зоны ответственности сотрудников, а также премирование за достигнутые показатели.

2. Средне затратные.

К данным мероприятиям относятся, прежде всего технические мероприятия с невысокими капитальными затратами и небольшим сроком окупаемости (1-3 года), такие как:

- реконструкция системы освещения с применением энергоэффективных источников света;
- внедрение современных приборов учета и контроля потребления электрической энергии;
- внедрение автоматического регулирования и управление освещением на предприятии, так называемые интеллектуальные системы управления освещением (ИСУО).
- модернизация системы компенсации реактивной мощности на предприятии, при ее отсутствии внедрение данной системы.

3. Крупно затратные.

К ним относятся мероприятия с высокими капитальными затратами и длительным сроком окупаемости (5-10 лет). К ним относятся следующие мероприятия:

- внедрение централизованной системы управления технологическим процессом, в виде автоматизированной системы контроля и диспетчерского управления (АСКДУ), АСУ ТП для управления энергохозяйством на предприятии;
- внедрение частотных преобразователей с автоматическим управлением и регулированием электроприводов насосного и компрессорного оборудования;
- модернизация парка силовых трансформаторов с оптимизацией их загрузки;

- модернизация электрических сетей предприятия и оптимизация системы электроснабжения с учетом реконструкции и оптимизацией загрузки силовых трансформаторов предприятия;

- внедрение биогазовых технологий для собственного производства электрической энергии на собственные технологические нужды.

2.3 Выбор мероприятий по энергосбережению для организации АВК

На основании 1 главы и информации п.2.1 и п.2.2 данной работы в качестве базовых мероприятий для повышения энергоэффективности и энергосбережения в организации АВК рассмотрим организационные мероприятия, которые необходимо к внедрению с ожидаемым эффектом.

Таблица 9 – Организационные мероприятия АВК

№ п/п	Название организационного мероприятия	Описание ожидаемого эффекта от мероприятия	Отчетный результат выполнения мероприятия
1	Назначить ответственных лиц по мониторингу и контролю потребления энергоресурсов по подразделениям Предприятия. Закрепить зоны хозяйствования (ответственной эксплуатации) за объектами энергетических комплексов Предприятия и персональной ответственности за параметрами, распределения и потребления ТЭР.	Позволит снизить неэффективное использование ТЭР, создаст возможности для внедрения механизмов мотивации сотрудников и выработки у них модели бережливого поведения.	Приказ генерального директора Предприятия о назначении ответственных лиц, закреплении зон ответственной эксплуатации, установлении персональной ответственности за перерасход ТЭР. Расширение обязанностей, предусмотренных должностными инструкциями назначенных ответственных лиц, в части контроля потребления энергоресурсов.

Продолжение таблицы 9

2	Принять Положение о порядке формирования бюджета и учета затрат на проведение мероприятий по повышению энергоэффективности	Позволит профинансировать и реализовать в срок мероприятия программы энергосбережения, а также установить контроль за расходованием средств.	Выпуск на Предприятии Положения о порядке формирования бюджета и учета затрат на проведение мероприятий по повышению энергоэффективности. Финансирование мероприятий в соответствии с требованиями Положения.
3	Провести анализ и поиск новых рынков и поставщиков энергоресурсов с более выгодными условиями поставки	Позволит сэкономить денежные средства и/или дублировать поставщиков ТЭР	Пояснительная записка Генеральному директору о возможности приобретения ТЭР из альтернативных источников (по каждому из видов ТЭР, водных ресурсов).
4	Провести анализ энергетических и производственных комплексов Предприятия с целью их оптимизации и реорганизации для минимизации затрат ТЭР.	Позволит снизить потребление ТЭР и расходы на содержание имущества, а также перевести ряд объектов из области затрат в область прибыли.	Должно отражаться в рамках ежегодного формирования фактической отчетности по итогам внедрения мероприятий программы энергосбережения.
5	Организовать обучающие курсы по тематике энергосбережения, где отразить основные концепции экономии ТЭР, энергоаудита, учета потребления ТЭР, экономики и планирования энергосберегающих мероприятий. Утвердить ежегодный план-график обучения сотрудников и/или создать специальную программу обучения сотрудников Предприятия	Позволит комплексно подойти к вопросу энергосбережения и повышения энергетической эффективности, даст понимание целей энергоаудита и способы оценки его эффективности, а также закрепит в сознании у сотрудников Концерна курс на сбережение ТЭР и повышение энергетической эффективности	Должно отражаться в рамках ежегодного формирования фактической отчетности по итогам внедрения мероприятий программы энергосбережения.

6	Организовать специальную агитацию по энергосбережению и повышению энергетической эффективности на Предприятии.	Позволит выработать рациональную/энерг оэффективную модель поведения у персонала Предприятия, уйти от нерационального потребления топливно-энергетических и водных ресурсов, связанного с бесхозяйственностью.	Должно отражаться в рамках ежегодного формирования фактической отчетности по итогам внедрения мероприятий программы энергосбережения.
7	Закупить специальные приборы для выполнения замеров. Необходимый список приборов - портативный измеритель показателей качества электроэнергии (например, «Метрель» или «Ресурс»), тепловизор, инфракрасный пирометр, токовые клещи.	Позволит оперативно диагностировать и устранять дефекты, выявлять и предвосхищать причины аварийных ситуаций и сбоев в работе оборудования	Перечень измерительного оборудования с описанием характеристик, направленный в службу энергоменеджмента Концерна.

Таким образом, внедрение организационных мероприятий (таблица 9) на предприятии АВК, позволит мотивировать персонал на повышение энергоэффективности и энергосбережения в электрохозяйстве, что даст ощутимый эффект без крупных капитальных затрат.

И учитывая существенное потребление электроэнергии предприятием, на основании главы 1 данной работы удельный вес затрат на электроэнергию в структуре себестоимости воды составляет порядка 46%, оставлять все, так как было стало просто не возможно. Необходим комплексный подход в снижении энергопотребления предприятием. Для сравнения на МГУП «Мосводоканал» удельный вес затрат на электроэнергию в структуре себестоимости воды составляет порядка 7%, что в 6,5 раз меньше чем в организации АВК.

При этом в ходе написания работы было выявлено, что на предприятии практически не используется частотно-регулируемый привод (ЧРП) на электродвигателях насосов. Только насосные агрегаты №16 и 17 станции второго подъема оборудованы системой регулируемого привода выпуска 70 - х годов, система находится в работоспособном состоянии, но не может в силу своих технических характеристик обеспечить требуемый диапазон регулирования.

Хотя основные преимущества при применении частотно-регулируемого электропривода в насосных установках очевидны и практика его применения в других водоканалах на аналогичном оборудовании показывает:

- Снижение расхода электроэнергии до 60%;
- Экономия транспортируемого продукта до 25%;
- Снижение аварийности гидравлической сети за счет поддержания минимально необходимого давления;
- Снижение аварийности сети и снижение аварийности электрооборудования за счет устранения ударных пусковых токов;
- Уменьшение уровня шума;
- Простота автоматизации;
- Быстрая окупаемость при внедрении.

Так, в своей статье «Пути повышения энергоэффективности на объектах городского хозяйства на примере МГУП «Мосводоканал», начальник энергомеханического управления МГУП «Мосводоканал» Битиев А. В. отмечает, что:

«МГУП «Мосводоканал» является одним из самых энергоемких предприятий столицы - третьим после железнодорожного транспорта (2,0 млрд кВтч) и метрополитена (1,8 млрд кВтч). Годовое потребление электроэнергии на предприятии составляет около 1,5 млрд кВтч и удельный вес затрат на электроэнергию в структуре себестоимости воды составляет

порядка 7 %.

Продолжающееся снижение водопотребления и изменение характеристик работы городских водопроводных и канализационных сетей вынуждает предприятие быть более активным в части применения энергосберегающих технологий.

Одним из эффективных и быстро окупаемых мероприятий является оптимизация режимов работы насосного оборудования путем замены насосов, установки преобразователей частоты и внедрения объединенных систем автоматического управления, что позволяет ежегодно получать экономию до 20 млн. кВтч.

На сегодняшний день на объектах Мосводоканала установлены 15 высоковольтных и более 200 низковольтных преобразователей частоты, что обеспечивает экономию электроэнергии в количестве 30 млн. кВтч в год. Это направление является одним из приоритетных, и предприятие планирует и далее активно развивать его» [15].

Таким образом, исходя из положительного опыта внедрения частотно-регулируемого привода в 3 главе в качестве основного мероприятия по повышению энергоэффективности необходимо осуществить внедрение системы ЧРП на предприятии АВК.

Автоматическая система управления [20] – это самый современный и инновационный способ управления освещением. Технически состоит из двух уровней:

1. Верхний - панель диспетчерского управления освещением, находится на предприятии, в ответственности которого находятся осветительные сети. Контролируется дежурным или диспетчером [21]. На него стекается вся информация с нижнего уровня, и осуществляется изменение параметров или программ его работы.

2. Нижний - щит управления освещением находится на участках сетей освещения. Щиты коммутируют работу осветительных приборов и контролируют их состояние без присутствия работников.

Связь между верхним и нижним уровнями может осуществляться несколькими способами. Как правило, оборудование, поставляемое производителями поддерживает все функции. Поэтому предприятие выбирает вариант, наиболее выгодный для конкретной ситуации. Иногда в системе одновременно используют несколько каналов. Основные возможности системы автоматического управления освещения:

1. включение и выключение каждого источника освещения по команде;
2. программирование включения осветительных по времени или от состояния датчиков (освещенности и других), возможно введение почасового, календарного и сезонного графика работы;
3. переключение фаз на линиях питания осветительных приборов, в том числе и программно — по времени, или в зависимости от параметров питания на вводе в шкаф;
4. принудительная перезагрузка микропроцессорной системы шкафа управления.
5. контроль состояния линий подключения освещения (есть или нет напряжение его параметры, ток, наличие короткого замыкания, перекос фаз, косинус фи);
6. контроль состояния линий ввода (есть или нет напряжение его параметры, ток, перекос фаз, косинус фи);
7. контроль состояния контакторов и автоматических выключателей на выходах (включен/выключен);
8. контроль прибора учета расхода электроэнергии (показания, пики, тарифы);
9. контроль несанкционированного доступа в шкаф (при открытии без разрешения, или взломе отправляется информация диспетчеру);
10. состояние линий связи (уровень сигнала и т. п.);
11. диагностика неисправностей системы;

12. контроль возгораний, датчики сигнализируют о резком повышении температуры.

Автоматическая система управления освещением (АСУО) почти всегда имеет встроенный источник питания. При отключении электроснабжения, она в течении не менее чем часа остается на связи, и сообщает об изменениях параметров. Также стоит отметить, что почти всегда дублируется сохранение данных. Информация о ситуации записывается и хранится не только у диспетчерской аппаратуры, но и в оборудовании шкафов (щитов управления на местах). Если отсутствовала связь, то можно восстановить ход событий считать через память щита управления (как говорилось выше, он энергонезависим).

Автоматическая система управления освещением настолько универсальна, что в зависимости от комплектования каждого светильника различными модулями и датчиками может обеспечить работу светильников в индивидуальном порядке при приближении человека в полностью автоматическом режиме. При этом вся информация о состоянии, включения и выключения каждого светильника передается через GSM или internet каналы на диспетчерский пункт.

2.4 Выводы по главе 2

Рассмотренные во второй главе мероприятия в сфере водоснабжения и водоотведения наглядно показывают, что комплексные мероприятия по повышению надежности и энергоэффективности оборудования, сокращению трудоемкости обслуживания и ремонта оборудования, автоматизации и диспетчеризации всех технологических имеют высокую степень повышения энергоэффективности и энергосбережения в электрохозяйстве.

Мероприятия направленные на повышение энергоэффективности на основе рассмотренного положительного опыта других организации которые дадут существенный экономический эффект, это:

1. Внедрение современной системы передачи и обмена данными между ЛНС, РНС-1 и РНС-2, а так же очистных сооружений. Задачей системы является обмен информацией в режиме реального времени о состоянии оборудования, количестве перекачиваемых стоков и уровнях в резервуарах. Внедрение системы позволит оптимизировать режимы работы оборудования и, таким образом, снизить общее энергопотребление.

2. Внедрение системы частотно-регулируемого привода насосной группы станции ЛНС по перекачке условно чистых и загрязненных стоков.

3. Внедрение системы частотно-регулируемого привода насосы РНС-1;

4. Определение эффективности эксплуатации трансформаторов и оценки потерь электроэнергии в трансформаторах.

5. Приведение эксплуатации трансформаторов в соответствие с реальной электрической нагрузкой на подстанции и замена трансформаторов с неполной коэффициентом загрузки на менее мощные.

6. Внедрение мероприятий по повышению энергетической эффективности системы освещения организации АВК.

Необходимо отметить, что применение ЧРП в коммунальном хозяйстве, т.е переход от нерегулируемого асинхронного электропривода насосов и вентиляторов в системах водо- и воздухообеспечения городских РТС, котельных и центральных тепловых пунктах (ЦТП) к частотно-регулируемому позволяет экономить до 60% электроэнергии, а в системах водоснабжения до 25% потребления холодной воды и до 15% горячей воды.

Таким образом, реализация вышеуказанных мероприятий позволит повысить энергетическую эффективность работы предприятия и снизить потребление электрической энергии на технологические процессы по производству основной продукции не менее чем на 20 %.

3 Разработка мероприятий по внедрению энергосберегающих технологий

С целью улучшения эффективности работы системы водоснабжения насосных станций 1 -го и 2-го подъема предлагаются к реализации следующие мероприятия:

Замена группы насосов 20-НДС 800 кВт 6 кВ цеха ВДЗ, выработавших свой ресурс, на современные насосные агрегаты с высокими энергетическими характеристиками.

Оснащение вновь установленной группы насосов системой частотно - регулируемого привода.

Оснащение цеха ВДЗ современной системой управления на базе программируемого логического контроллера. Управление насосным оборудованием выполнить по параметру поддержания уровня в накопительных резервуарах цеха ОСВ.

Водоснабжение дачных поселков и ТЭЦ-3 по сырой воде выполнить с установкой отдельных насосных групп с применением систем частотно-регулируемого привода.

Выполнение секционирования напорного коллектора станции 2-го подъема с целью выделения линии питания ТЭЦ-3 по хоз. питьевой воде в отдельную группу.

Выполнение установки насосной группы для питания ТЭЦ-3 по хозпитьевой воде с системой частотно-регулируемого привода.

Вывести из эксплуатации устаревшую систему регулируемого электропривода насосов 16 и 17.

Установить автоматизированную систему управления станцией 2-го подъема, технологически увязанную с системой участка водозабора.

Внедрение современной системы передачи и обмена данными между ЛНС, РНС-1 и РНС-2, а так же очистных сооружений. Задачей системы является обмен информацией в режиме реального времени о состоянии

оборудования, количестве перекачиваемых стоков и уровней в резервуарах. Внедрение системы позволит оптимизировать режимы работы оборудования и, таким образом, снизить общее энергопотребление.

Оборудовать системой частотно-регулируемого привода насосные группы станции ЛНС по перекачке условно чистых и загрязненных стоков. При этом управление группой насосов условно чистых стоков выполнить по сигналу датчика уровня в пруде условно чистых стоков, а группой насосов загрязненных стоков - по уровню в приемном резервуаре РНС-1, либо по данным оператора РНС-1.

Провести модернизацию системы освещения предприятия АВК с внедрением энергосберегающих источников света.

Разработать мероприятия по замене существующих силовых трансформаторов на меньшую мощность при низком коэффициенте загрузки.

3.1 Замена существующих силовых трансформаторов на меньшую мощность при низком коэффициенте загрузки

Для определения эффективности эксплуатации трансформаторов и оценки потерь электроэнергии в трансформаторах, необходимо провести анализ соответствия установленной и потребляемой мощности трансформаторов. Решающим фактором в определении эффективности эксплуатации трансформаторов является их коэффициенты загрузки.

Независимо от мощности конкретного трансформатора, зависимость КПД от коэффициента загрузки имеет максимум, находящийся в среднем на уровне 45% от номинальной загрузки.

Эта особенность позволяет рассмотреть следующие варианты повышения эффективности для трансформаторной подстанции:

- если общая мощность, потребляемая нагрузкой, ниже уровня 40-50% от номинальной, в качестве меры энергосбережения целесообразно отключить один или несколько трансформаторов, чтобы довести загрузку остальных до оптимальной величины; в нашем случае применение данной

меры не является возможным ввиду подключения потребителя по первой категории электроснабжения. Допустимой мерой является лишь замена трансформаторов с неполной загрузкой на менее мощные.

- в противоположной ситуации (общая мощность, потребляемая нагрузкой, превышает 75% номинальной), достичь оптимального КПД трансформаторов можно лишь посредством установки дополнительных мощностей;

- при замене трансформаторов, исчерпавших ресурс, или модернизации трансформаторных подстанций предпочтительной является установка трансформаторов с пониженным уровнем потерь, что позволяет снизить потери на 20-60%.

Присоединенная трансформаторная мощность предприятия равна 137 108 кВА.

Заявленная мощность на 2018 год составляет 19,5 МВт. Следует привести эксплуатацию трансформаторов в соответствие с реальной электрической нагрузкой на подстанции. Предлагается заменить трансформаторы с неполным коэффициентом загрузки на менее мощные.

Коэффициент загрузки трансформаторов АВК в 2018 году представлен в таблице 10.

Коэффициенты мощности ($\cos\varphi$) трансформаторов АВК в 2018 году представлены в таблице 11.

Таблица 10 - Коэффициент загрузки силовых трансформаторов по максимальному Кз в 2018г, %

Наименование энергообъекта	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Мах в год
ОСК Т-1	36,1	40,1	35,6	36,3	50,8	35,9	44,8	53,7	31,2	54,4	48,9	36,5	54,4
ОСК Т-2	25,9	17,8	23,0	39,2	23,0	45,9	47,7	49,5	46,0	29,6	24,0	26,0	49,5
ОСВ Т-1	24,0	28,2	21,7	20,2	19,7	29,0	31,7	20,7	22,4	31,8	78,4	18,7	78,4
ОСВ Т-2	20,1	27,9	20,8	28,3	21,1	27,7	32,2	18,8	17,0	31,2	85,2	22,2	85,2
ВДЗ Т-1	33,1	31,3	30,2	48,5	37,3	33,3	54,5	33,2	28,1	28,0	35,3	26,7	54,5
ВДЗ Т-2	36,2	39,6	30,6	48,4	38,5	40,1	61,2	38,3	39,3	41,2	37,8	37,9	61,2
РНС Т-1	15,6	15,6	17,2	17,9	16,6	18,4	15,7	17,5	15,3	17,5	19,1	23,4	23,4
РНС Т-2	14,0	13,2	14,8	12,1	13,0	11,8	11,0	11,0	11,3	9,7	9,8	21,7	21,7

Таблица 11 - Коэффициенты мощности (cos φ) трансформаторов АВК в 2018 году

Наименование энергообъекта	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Среднее в год
ОСК Т-1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	0,87	0,80	0,73	0,67	0,70	0,72	0,99	0,87
ОСК Т-2	0,97	0,94	0,98	0,98	0,92	0,87	0,81	0,75	0,70	0,70	0,71	0,97	0,86
ОСВ Т-1	0,84	0,84	0,85	0,81	0,83	0,86	0,89	0,81	0,73	0,65	0,57	0,80	0,79
ОСВ Т-2	0,85	0,82	0,84	0,84	0,73	0,80	0,72	0,86	0,80	0,74	0,67	0,86	0,79
ВДЗ Т-1	1,00	1,00	1,00	0,88	1,00	0,99	1,00	1,00	0,94	1,00	0,98	0,98	0,98
ВДЗ Т-2	0,97	0,96	0,95	0,70	0,92	0,91	0,91	0,91	0,87	0,95	0,98	0,99	0,92
РНС Т-1	0,90	0,89	0,87	0,85	0,89	0,93	0,96	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,93
РНС Т-2	0,99	0,99	0,98	0,91	0,94	0,98	0,96	0,95	0,96	0,98	1,00	0,95	0,97

Предлагается провести замену устаревших и недогруженных силовых трансформаторов на современные трансформаторы с улучшенными характеристиками, например, типа ТМГ-12. Замена трансформаторов старой серии, исчерпавших полностью ресурс своей работы, позволит получить существенную экономию электроэнергии.

К достоинствам и преимуществам трансформаторов серии ТМГ 12 относится прежде всего сниженный уровень потерь холостого хода и короткого замыкания, установленный в соответствии с рекомендациями Европейского комитета электротехнической стандартизации (CENELEC), что позволяет существенно уменьшить затраты в процессе эксплуатации оборудования.

Известно, что трансформатор, работающий на высокую постоянную нагрузку (например, насосную станцию), должен иметь низкие потери короткого замыкания, а питающий сезонную нагрузку – пониженные потери холостого хода (при этом может иметь место некоторое повышение нагрузочных потерь).

Трансформаторы ТМГ-12 имеют самый низкий уровень потерь холостого хода и короткого замыкания из всех серийно выпускаемых в СНГ трансформаторов аналогичного назначения.

Эта особенность становится важным аргументом в пользу использования ТМГ-12 для снижения потерь электроэнергии и повышения энергоэффективности потребителя электроэнергии.

Так же у этих трансформаторов улучшены шумовые характеристики трансформаторов, что позволяет расширить область их применения.

Ввод нейтрали обмотки низкого напряжения трансформатора рассчитан на продолжительную работу с номинальным током, что соответствует последним требованиям Международной электротехнической комиссии и значительно повышает надёжность трансформаторов при несимметричных нагрузках.

Герметичное исполнение в сочетании с глубокой предварительной дегазацией трансформаторного масла и его заливкой под глубоким вакуумом обеспечивает высокую электрическую прочность главной и продольной изоляции.

Таким образом, не требуются испытания масла и, следовательно, отбор его проб, как при хранении, так и при вводе в эксплуатацию.

Не требуют обслуживания в процессе хранения и эксплуатации на протяжении всего срока службы.

Срок службы трансформатора не менее 25 лет. Таким образом, общее число трансформаторов, предлагаемых к замене – 8

Экономический эффект от мероприятия достигается благодаря экономии электроэнергии за счет снижения её потерь в трансформаторах при замене старого оборудования на новое, энергосберегающее, более оптимальное и с точки зрения загрузки мощностей. Простой срок окупаемости мероприятия составляет 5,0 года, дисконтированный – 4,9 года, а стоимость реализации мероприятия в ценах 2018 года – 6524,2 тыс. руб.

Из-за разницы в тарифах экономический эффект рассчитывается как сумма экономических эффектов на каждой из трансформаторных подстанций:

$$\mathcal{E}_{\text{тр}} = \mathcal{E}_{\text{тр}[П1]} + \mathcal{E}_{\text{тр}[П2]} + \mathcal{E}_{\text{тр}[П3]} = 1373,1 \text{ тыс.руб.}$$

Срок окупаемости всего мероприятия по замене трансформаторов с учетом общей стоимости оборудования равен:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{общ}}}{\mathcal{E}_{\text{тр}}} = \frac{6524,2}{1373,1} \approx 4,8 \text{ года}$$

3.2 Расчет и выбор частотных преобразователей

В ходе написания магистерской работы был сделан расчет экономической целесообразности внедрения ЧРП на станции второго подъема.

Электрическая мощность, потребляемая электродвигателем насоса, с установленным преобразователем частоты определялась по формуле:

$$P_{\text{ЧРП}} = 100 \cdot P_{\text{нас}} / \eta_{\text{ЧРП}}, \text{ кВт} \quad (1)$$

где, $\eta_{\text{ЧРП}}$ – коэффициент полезного действия преобразователя частоты (90-95), %;

$P_{\text{нас}}$ – мощность насоса, управляемого ЧРП:

$$P_{\text{нас}} = \left(\frac{G}{G_{\text{ном}}} \right)^3 \cdot P_{\text{ном}}, \quad (2)$$

где: G - фактическая производительность насоса (по замерам), $\text{м}^3/\text{ч}$;

$G_{\text{ном}}$ - номинальная производительность насоса (по паспорту), $\text{м}^3/\text{ч}$;

$P_{\text{ном}}$ - номинальная потребляемая электрическая мощность, кВт.

Экономия мощности равна:

$$P_{\text{эк}} = P_{\text{исх}} - P_{\text{ЧРП}}, \text{ кВт} \quad (3)$$

где: $P_{\text{исх}}$ - потребляемая мощность насосом без ЧРП, кВт. Экономия электрической энергии в год:

$$W_{\text{эк}} = \int_{t_1}^{t_2} P_{\text{эк}} dt = P_{\text{эк}} \cdot (t_2 - t_1), \text{ кВт}\cdot\text{ч}. \quad (4)$$

Ниже приведены таблицы замеров насосной установки (будни, выходные и праздничные дни).

Будни (с 07-00 05.03 по 06-00 06.03.2013г.) Цех ОСВ насосная станция 2-го подъема, в работе АД-8-20НДС-(3200м³/час, 500кВт), СД-11-20НДС-(3420м³/час, 800кВт), АД-16-24НДС-(6500м³/час, 1600кВт), давление ночь-5,2кг/см², день-5,6кг/см².

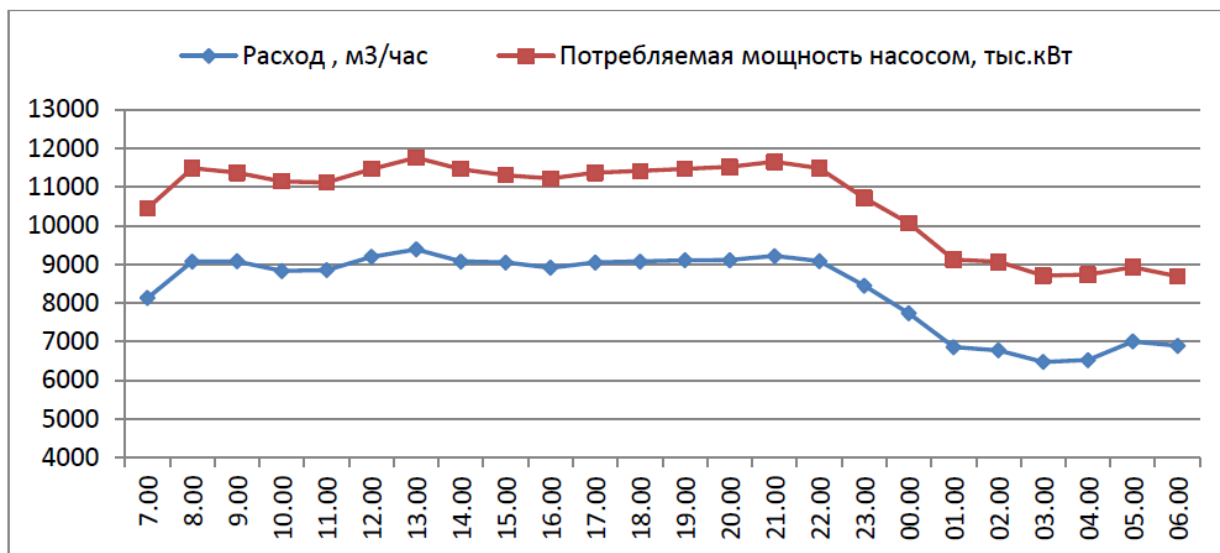


Рисунок 12 – Суточный расход воды и потребления электрической энергии насосным оборудованием цеха ОСВ

Таблица 12 - Замеров насосной установки в будни

Время	Расход, м3/час	Потребляемая мощность насосом, кВт	Примечание
7.00	8129	2320	8,11,16
8.00	9076	2410	8,11,16
9.00	9081	2290	8,11,16
10.00	8828	2320	8,11,16
11.00	8853	2270	8,11,16
12.00	9195	2270	8,11,16
13.00	9388	2370	8,11,16
14.00	9076	2390	8,11,16
15.00	9048	2260	8,11,16

Продолжение таблицы 12

16.00	8913	2310	8,11,16
17.00	9050	2320	8,11,16
18.00	9078	2340	8,11,16
19.00	9109	2360	8,11,16
20.00	9113	2410	8,11,16
21.00	9215	2440	8,11,16
22.00	9083	2410	8,11,16
23.00	8453	2270	8,11,16
00.00	7736	2330	8,11,16
01.00	6861	2260	8,11,16
02.00	6776	2290	8,11,16
03.00	6477	2230	8,11,16
04.00	6523	2210	8,11,16
05.00	7006	1920	8,11,16
06.00	6894	1800	11,16
за сутки	200961	54800 кВт-час/сут	-

Выходные и праздничные дни (с 07-00 23.02 по 06-00 24.02.2013г). Цех ОСВ насосная станция 2-го подъема, в работе АД-8-20НДС-(3200м³/час, 500кВт), СД 12-20НДС-(3420м³/час, 800кВт), АД-17-24НДС-(6500м³/час, 1600кВт), давление ночь-5,2кг/см², день-5,6кг/см².



Рисунок 13 – Суточный расход воды и потребления электрической энергии насосным оборудованием цеха ОСВ

Таблица 13 - Замеров насосной установки в выходные дни

Время	Расход , м3/час	Потребляемая мощность насосом, кВт	Примечание
7.00	6246	1760	12,17
8.00	7 282	1850	12,17
9.00	8 131	2020	12,17
10.00	8 716	2330	8,12,17
11.00	8 948	2460	8,12,17
12.00	8 663	2410	8,12,17
13.00	8 551	2380	8,12,17
14.00	8 484	2380	8,12,17
15.00	8 373	2330	8,12,17
16.00	8 240	2320	8,12,17
17.00	7 968	2300	8,12,17

Продолжение таблицы 13

18.00	8 023	2280	8,12,17
19.00	7 933	2270	8,12,17
20.00	7 624	2380	8,12,17
21.00	7 780	2510	8,12,17
22.00	8 005	2600	8,12,17
23.00	7 312	2530	8,12,17
00.00	7 291	2450	8,12,17
01.00	6 569	189	8,12,17
02.00	6 039	1730	12,17
03.00	5 560	1670	12,17
04.00	5 414	1640	12,17
05.00	5 826	1710	12,17
06.00	5 961	1710	12,17
за сутки	178939	50209 кВт-час/сут	-

В соответствии с приведенной выше методикой расчета экономической целесообразности внедрения ЧРП определяем (для группы работающих насосов):

Мощность насосов, управляемых ЧРП в будни:

$$P_{\text{нас}} = (200961/311680)^3 \cdot 2879 = 769 \text{ кВт},$$

Мощность насосов, управляемых ЧРП выходные и праздничные дни:

$$P_{\text{нас}} = (178939/289280)^3 \cdot 2733 = 645 \text{ кВт}.$$

Электрическую мощность с установленным преобразователем частоты в будни:

$$P_{\text{ЧРП}} = 100 \cdot 769 / 90 = 854 \text{ кВт.}$$

Электрическую мощность с установленным преобразователем частоты выходные и праздничные дни:

$$P_{\text{ЧРП}} = 100 \cdot 645 / 90 = 716 \text{ кВт.}$$

Экономия мощности в будни:

$$P_{\text{ЭК}} = 2283 - 854 = 1429 \text{ кВт,}$$

Экономия мощности в выходные и праздничные дни:

$$P_{\text{ЭК}} = 2094 - 716 = 1376 \text{ кВт.}$$

Экономия электрической энергии в год: будни (всего в году) $247 \cdot 24 = 5928$ часов, в выходные и праздничные дни (всего в году) $118 \cdot 24 = 2832$ часов будни:

$$W_{\text{ЭК}} = 1429 \cdot 5928 = 8\,471\,112 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Выходные и праздничные дни

$$W_{\text{ЭК}} = 1374 \cdot 2832 = 3\,891\,168 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Всего за год

$$W_{\text{ЭК}} = 12\,362\,280 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Процент экономии электроэнергии при внедрении ЧРП:

$$K_{\text{эк чрп}} = W_{\text{эк}} / W_{\text{нотр}} \cdot 100 = 12362280 / 19460262 \cdot 100 = 63\%$$

Проведем оценочный расчет срока окупаемости мероприятия по комплексной модернизации работы насосного оборудования АВК при изменении режима работы насосных станций с внедрением энергоэффективного насосного оборудования с частотно-регулируемым приводом.

- Стоимость гидравлического расчета режимов работы всей сети ~ 7 000 тыс.руб.
- Стоимость проектирования ~ 3 000 тыс.руб.
- Стоимость оборудования - четыре ЧРП 6-10кВ, 2000кВт ~ 16 000,0 тыс. руб.,
- Стоимость насосного оборудования ~ 56 262,64 тыс. руб.,
- Оборудование для автоматизации ~ 12 000,0 тыс. руб.,
- Строительно-монтажные работы ~ 13 000,0 тыс. руб.

Инвестиции, затраты на внедрение мероприятия по комплексной модернизации работы насосного оборудования водоканала $Z_{\text{инв}}$ составят:

$$Z_{\text{инв}} = 107 262,64 \text{ тыс.руб.}$$

Ожидаемую экономию $\Delta W_{\text{зод}}$ электроэнергии при внедрении мероприятия по комплексной модернизации работы насосного оборудования водоканала: перерасчету гидравлических режимов работы системы по давлению, расходу и напору; изменению режима работы насосных станций с внедрением энергоэффективного насосного оборудования с частотно-регулируемым приводом можно определить исходя из следующей информации:

- По расчетам после внедрения предложенных ЧРП экономический эффект только от уменьшения потребления электроэнергии составит 20,9%, от электроэнергии потребляемой ОСВ.

В соответствии с п.2.13. «Пособия (к СНиП 2.04.02-84) по проектированию автоматизации и диспетчеризации систем водоснабжения». Применение регулируемого привода стабилизирует давление в водопроводной сети, и за счет этого обеспечивается экономия электроэнергии на подачу воды, сокращаются утечки и непроизводительные расходы воды. Применение системы автоматического регулирования (САР) с регулируемым приводом, как правило, обеспечивает экономию электроэнергии на 5 — 15%, а в отдельных случаях — на 20%. Расход воды за счет сокращения утечек и непроизводительных расходов (сокращению потерь воды при ее передаче) уменьшается на 3 — 4%.

В соответствии с «Инструкцией по расчету экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода» разработанной Научно-исследовательским институтом электроэнергетики (АО ВНИИЭ) и Московским энергетическим институтом (МЭИ) в соответствии с программой работ по комплексной научно-технической программе «Создание и внедрение частотно-регулируемого электропривода (ЧРП) в ТЭЖ и в коммунальном хозяйстве», утвержденной Минтопэнерго России 19.12.1995 г.

В соответствии с расчетом экономической целесообразности внедрения ЧРП на станции второго подъема экономия электроэнергии может достигнуть 63%.

Исходя из имеющейся информации и принимая во внимание, что внедрение ЧРП будет происходить одновременно с установкой современного насосного оборудования по результатам пересчета гидравлических режимов работы насосной станции 2-го подъема и внедрением системы автоматического управления насосными группами принимаем ожидаемую экономию электроэнергии при внедрении мероприятия $\Delta W_{год}$ равной 15% от

электроэнергии потребляемой ОСВ.

Ожидаемая экономия электроэнергии составит:

$$\Delta W_{год} = 5\,706,72 \text{ тыс.кВт}\cdot\text{ч/год или } 13\,239,59 \text{ тыс.руб.}$$

Снижение потерь воды при ее передаче $R_{эк}$ за счет внедрения энергоэффективного насосного оборудования с частотно-регулируемым приводом и автоматизации системы водоснабжения принимаем равным 3% от величины передаваемого ресурса (воды).

Ожидаемая экономия воды составит:

$$R_{эк} = 2\,154,7 \text{ тыс.м}^3/\text{год или } 8\,695\,510 \text{ руб., при тарифе } 4,036 \text{ руб./ м}^3$$

Общая ожидаемая экономия электроэнергии и воды при внедрении данного мероприятия по энергосбережению будет составлять:

$$\Delta \mathcal{E}_{год} = 21\,935,10 \text{ тыс.руб.}$$

Ожидаемая окупаемость данного мероприятия по энергосбережению будет составлять:

$$T_{ок} = Z_{инв} / \Delta \mathcal{E}_{год} = 4,89 \text{ лет.}$$

Таким образом экономия электрической энергии составит 5 706,72 тыс.кВт·ч, или 13 239 590 руб./год. Что составляет 7,02% от всей электрической энергии потребленной предприятием в 2018 г.

Инвестиции 107 262,64 тыс.руб. Срок окупаемости 4,89 года.

3.3 Замена светильников и автоматизация управления освещением на предприятии

Замена светильников с лампами ДРЛ на светильники с люминесцентными лампами для системы внутреннего освещения и на светильники с лампами ДНАТ для системы наружного освещения.

В настоящее время на производственных площадях предприятия используются светильники с лампами ДРЛ в количестве:

- ДРЛ-250Вт-375 шт. (наружное освещение),
- ДРЛ-400Вт-250 шт. (внутреннее освещение насосных станций).

Таблица 14 - Параметры рассматриваемых типов ламп

Параметры рассматриваемых типов ламп					
	Тип	Номинальная мощность, Вт	Потребляемая активная мощность, Вт	Средняя продолжительность горения, часов	Световой поток, Лм
РЛ	ДРЛ-250	250	280	12000	13000
	<u>ДРЛ-400</u>	<u>400</u>	<u>450</u>	<u>15000</u>	<u>24000</u>

Предлагается провести:

- замену светильников РСР 05 с лампами ДРЛ на светильники с люминесцентными лампами ЛСПО СТС 01-2x58-101 для системы внутреннего освещения;
- замену светильников с лампами ДРЛ на консольные светильники РКУ 13 с газоразрядной лампой ДНАТ 150W E40 для системы наружного освещения.

Светильник ЛСПО СТС 01-2x58-101 - это надежная и практичная модель энергосберегающего светильника, изготовленного из листовой стали. На корпус производитель нанес порошковую краску белого цвета. Отсутствие в его конструкции каких-либо деталей из пластмассы,

способствует долговечности данной модели. Свет яркий, но безвредный для зрения, так как очень близок к естественному свету, привычному для нашего глаза. Ассортимент выпускаемой продукции рассчитан на широкое применение в таких областях, как офисно–административное, уличное, магистральное, промышленное освещение, освещение в секторе ЖКХ и бытового освещения. Светильник прочен, надежен и очень экономичен. В минимальные сроки светильник окупает свою стоимость.

Стоимость одного светильника ЛСПО СТС 01-2x58 вместе с лампами составляет не более 2400 рублей.

Технические характеристики лампы ЛСПО СТС 01-2x58-101 приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Характеристики лампы ЛСПО СТС 01-2x58-101

Световой поток, Лм;	10400
Напряжение питания, В	160 - 300
Потребляемая мощность, Вт	116
Рабочая частота лампы, Гц	42000
Коэффициент мощности (cos φ)	0,98
Пульсация светового потока, не более, %	1,5
Коэффициент полезного действия, %	89
Диапазон рабочих температур, С°	от +15 до +50
Ресурс работы светильника, ч	не менее 90 000
Габаритные размеры в упаковке, мм	1610*420*130
Масса, не более кг	2,8
Гарантийный срок эксплуатации, мес	60

Лампа ДНАТ представляет собой натриевую газоразрядную лампу высокого давления, обладают самой высокой светоотдачей среди газоразрядных ламп и меньшим значением снижения светового потока при длительных сроках службы. Отметим другие преимущества ламп данного типа:

- стабильность светового потока;
- длительный срок горения - в полтора раза больше, чем у других газоразрядных ламп;

- исключительная эффективность освещения улиц во время тумана.

Таблица 16 – Сравнение характеристик различных типов ламп

Параметры рассматриваемых типов ламп					
	Тип	Номинальная мощность, Вт	Потребляемая активная мощность, Вт	Средняя продолжительность горения, часов	Световой поток, Лм
НАТ	ДНАТ-150	150	170	10000	14000
	<u>ДНАТ-250</u>	<u>250</u>	<u>290</u>	<u>15000</u>	<u>24000</u>

Цена светильника вместе лампой ДНАТ 150 составляет не более - 1835 руб.

Наружное освещение.

Суммарный световой поток от установленных светильников с лампами ДРЛ-250Вт-375 шт. составляет: 375шт. × 13000лм = 4 875 000лм,

Количество светильников РКУ 13 ДНАТ 150 Вт обеспечивающее такой световой поток:

$875\ 000\text{лм} / 14000\text{лм} = 348$ шт. То есть на 27 ламп меньше чем было установлено, но учитывая необходимость равномерного освещения оставляем на каждой опоре по одному светильнику и общее количество светильников РКУ 13 ДНАТ 150 Вт составит 375 шт.

Внутреннее освещение насосных станций

Суммарный световой поток от установленных светильников с лампами ДРЛ-400Вт-250 шт. составляет: 250шт. × 24000лм = 6 000 000лм

Количество светильников ЛСПО СТС 01-2х58-101 обеспечивающее такой световой поток: $6\ 000\ 000\text{лм} / 10400\text{лм} = 577$ шт.

Таблица 17 - Замена ламп ДРЛ 250-400 Вт

Наименование	Мощность светильников, кВт	Кол-во, шт.	Суммарная мощность, кВт	Тип	Мощность светильников, кВт	Кол-во, шт.	Суммарная мощность, кВт	Стоимость, руб.	Сумма, руб.
Наружное освещение									
ДРЛ-250	0,280	375	105,0	ДНАТ-150	0,170	375	63,75	1835	688 125
Внутреннее освещение насосных станций									
ДРЛ-400	0,450	250	112,5	ЛСПО 01-4x58	0,116	577	66,93	2400	1 384 800
Итого:	-	625	217,5	-	-	952	130,68	-	2 072 925

Приведем расчет затрат на реконструкцию освещения и срока окупаемости затрат.

Годовая экономия электроэнергии при замене РСП на люминесцентные светильники $\Delta W_{\text{год}}$ определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{год}} = \Delta P \cdot T_{\text{год}} = p_{\text{дрл}} - p_{\text{сдп}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (5)$$

где: ΔP - снижение установленной мощности источников света, кВт;

$T_{\text{год}}$ - годовое число часов работы ОУ, ч. (для внутреннего освещения принимаем 2000ч, для наружного освещения принимаем 3650ч);

$p_{\text{дрл}}$ - мощность установленных ламп ДРЛ, кВт;

$p_{\text{сдп}}$ - мощность люминесцентных светильников, кВт.

Для внутреннего освещения:

$$\Delta W_{\text{внутр.}} = 112,5 - 66,93 \cdot 2000 = 91\ 140 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Для наружного освещения:

$$\Delta W_{\text{нар.}} = 105,00 - 63,75 \cdot 3650 = 150\ 562,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

$$\Delta W_{\text{год}} = \Delta W_{\text{внутр.}} - \Delta W_{\text{нар.}} = 241\ 702,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Годовая экономия финансовых затрат на оплату электроэнергии определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta W_{\text{год}} \cdot \text{ц}, \quad (6)$$

где ц - тариф на электроэнергию (на момент обследования) = 2,318 руб./кВтч.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 560\,266,4 \text{ руб.}$$

Затраты на реконструкцию освещения будут складываться из следующих затрат:

- затраты на покупку светильников и ламп в количестве 952 шт. - 2 072 925 руб;
- затраты на проектирование - 50 000 руб;
- затраты на демонтаж существующих светильников и монтаж новых светильников (20% от стоимости светильников) - 414 585 руб.

Общие затраты составят:

$$З = 2\,537\,510 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости составит:

$$T_{\text{год}} = З / \mathcal{E}_{\text{год}} = 4,53 \text{ года.}$$

Таким образом общая экономия электрической энергии составит: 241 702,5 кВт-ч/год, или 560 266,40 руб./год. Что составляет 0,3 % от всей электрической энергии потребленной предприятием в 2018 г.

Инвестиции 2 537 510 рублей. Срок окупаемости 4,53 года.

Замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы, в порядке

текущей эксплуатации.

В некоторых помещениях предприятия используются лампы накаливания (ЛН), которые имеют низкую световую отдачу и самый низкий срок службы (до 1000 ч). По предоставленным сведениям на предприятии используется 315 штук ламп накаливания.

Предлагаемый вариант.

Предлагается провести замену ЛН мощностью 60 Вт в количестве 315 штук на энергосберегающие лампы (КЛЛ) мощностью 11 Вт в существующих светильниках.

КЛЛ мощностью 11 Вт по световому потоку несколько превосходит ЛН 60 Вт, срок службы КЛЛ 10000 часов.

Экономический эффект.

Годовая экономия электроэнергии при замене ЛН на КЛЛ $\Delta W_{\text{год}}$ определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{год}} = \Delta P \cdot T_{\text{год}} \cdot k_c = p_{\text{ЛН}} - p_{\text{ЛЛ}} \cdot N \cdot T_{\text{год}} \cdot k_c, \quad (7)$$

где: ΔP - снижение установленной мощности источников света;

$T_{\text{год}}$ - годовое число часов работы ОУ;

k_c - коэффициент спроса максимума нагрузки;

$p_{\text{ЛН}}$ - единичная мощность ЛН;

$p_{\text{КЛЛ}}$ - единичная мощность КЛЛ;

N - количество ламп.

$$\Delta W_{\text{год}} = 21\,609 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Годовая экономия финансовых затрат определяется по формуле 6:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 52\,077,69 \text{ руб.},$$

При определении срока окупаемости данного мероприятия надо иметь

в виду, что сами светильники не меняются, а меняются только лампы КЛЛ взамен ЛН, замена ламп производится по мере их перегорания. Поэтому при определении стоимости инвестиции на выполнение этого мероприятия надо брать разницу между затратами на эксплуатацию светильников, которые уже существуют с лампами накаливания и будущими затратами на эксплуатацию тех же светильников, которые возникнут при установке энергосберегающих ламп в течение одного года.

Время работы освещения составляет 2000 часов в год, значит, лампы накаливания надо заменить два раза за год, а энергосберегающую лампу один раз в пять лет.

Затраты на приобретение энергосберегающих ламп в год составят:

$$Z_{лэ} = N \cdot k_{злэ} \cdot c_{лэ} \text{ Ц,} \quad (8)$$

где: $c_{лэ}$ - стоимость одной энергосберегающей лампы (130 руб.);

N - количество ламп = 315 шт;

$k_{злэ}$ - коэффициент, учитывающий количество замен ламп в год, для КЛЛ, $k_{злэ} = 1 \text{ клл} / 5 \text{ лет} = 0,2$;

$$Z_{лэ} = 8\,190 \text{ руб.}$$

Затраты на приобретение ламп накаливания в год составят:

$$Z_{лн} = N \cdot k_{злн} \cdot c_{лн}, \quad (9)$$

где: $c_{лн}$ - стоимость одной лампы накаливания (15руб.)

N - количество ламп = 315 шт.

$k_{злн}$ - коэффициент, учитывающий количество замен ламп в год, для ЛН, $k_{злн} = 1 \text{ лн} / 0,5 \text{ года} = 2$;

$$Z_{\text{ЛН}} = 9\,450 \text{ руб.}$$

Инвестиции, необходимые для покупки энергосберегающих ламп - $Z_{\text{ин}}$ определяются как разность между затратами на покупку ЛН и затратами на покупку ККЛ в течение одного года:

$$Z_{\text{ин}} = Z_{\text{лэ}} - Z_{\text{ЛН}} = -1260 \text{ руб.}$$

Разница отрицательная, и это означает, что это мероприятие имеет нулевой срок окупаемости.

Рассчитаем эксплуатационные затраты - $Z_{\text{эк}}$ на замену ламп (ЛН надо заменить два раза за год, против одного раза в пять лет для КЛЛ).

Примем стоимость работы по замене одной лампы равной 30 руб., тогда стоимость работы по замене ЛН в год будет равна:

$$Z_{\text{экЛН}} = 18\,900 \text{ руб.},$$

Стоимость работы по замене одной КЛЛ в год будет равна:

$$Z_{\text{экЛэ}} = 1\,890 \text{ руб.}$$

Стоимость эксплуатационных затрат по замене ЛН в год больше на 17010 руб. чем у КЛЛ.

Таким образом, стоимость эксплуатационных затрат (покупка и работа по замене ламп) приведенных к эксплуатации ОУ в течение одного года при проведении мероприятия по замене ЛН на КЛЛ для ЛН равна - 28 350 руб., а для ККЛ - 10 080 руб.

То есть при выполнении этого мероприятия по энергосбережению только разница эксплуатационных затрат дает экономию 18270 руб., следовательно стоимость инвестиций принимается равной нулю.

При расчете срока окупаемости принимаем затраты на приобретение энергосберегающих ламп $Z_{ин} = 8\,190$ рублей и срок окупаемости мероприятия будет равен:

$$T_{ок} = Z_{ин}/\mathcal{E}_{год} = 0,164 \text{ лет}$$

Таким образом общая экономия электрической энергии составит 21 609 кВт·ч/год, или 52 077,69 руб./год. Что составляет 0,02% от всей электрической энергии потребленной предприятием в 2018г.

Инвестиции 8190 рублей. Срок окупаемости 0,164 лет.

Замена люминесцентных ламп 20Вт и 40Вт на люминесцентные лампы 18Вт и 36Вт, в порядке текущей эксплуатации.

В потолочных светильниках административных корпусов предприятия используются люминесцентные лампы 20Вт и 40Вт, всего их 1 906 штук (из них 1624 шт. - люминесцентные лампы 20Вт и 282 шт. - люминесцентные лампы 40Вт). Сегодня промышленность выпускает люминесцентные лампы 18Вт и 36Вт улучшенной цветопередачи с такими же (как у ламп 20Вт и 40Вт) установочными размерами, с аналогичным световым потоком. Снижение мощности ламп с 20Вт до 18Вт и с 40Вт до 36Вт не влияет на работу пускорегулирующей аппаратуры светильника.

Предлагаемый вариант.

Предлагается провести замену люминесцентных ламп 18Вт вместо люминесцентных ламп 20Вт и 36Вт вместо 40Вт в процессе текущей эксплуатации.

Экономический эффект.

Годовая экономия электроэнергии при замене люминесцентных ламп, на люминесцентные лампы меньшей мощности $\Delta W_{год}$ определяется по выражению (7), таким образом, годовая экономия электроэнергии при замене люминесцентных ламп 18Вт на люминесцентные лампы 20Вт, составит:

$$\Delta W_{\text{год}} = 5\,391,68 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Годовая экономия финансовых затрат составит:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 12\,997,91 \text{ руб.}$$

Годовая экономия электроэнергии при замене люминесцентных ламп 36Вт на люминесцентные лампы 40Вт, составит:

$$\Delta W_{\text{год}} = 1\,872,48 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Годовая экономия финансовых затрат составит:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 4\,512,68 \text{ руб.}$$

При определении срока окупаемости данного мероприятия надо иметь в виду, что сами светильники не меняются, а меняются только лампы, замена люминесцентных ламп на лампы меньшей мощности производится по мере их перегорания. Поэтому при определении стоимости инвестиции на выполнение этого мероприятия надо брать разницу в цене между уже существующими затратами на люминесцентные лампы 20Вт и 40Вт и будущими затратами на люминесцентные лампы 18Вт и 36Вт. Разность стоимости люминесцентных ламп 18Вт и 20Вт не превысит $\mathcal{Z}_{\text{ин}} = 3150$ руб, а разность стоимости люминесцентных ламп 36Вт и 40Вт не превысит $\mathcal{Z}_{\text{ин}} = 3\,250$ руб.

Срок окупаемости определяются по выражению:

$$T_{\text{ок}} = \mathcal{Z}_{\text{ин}} / \mathcal{E}_{\text{год}} \quad (10)$$

Срок окупаемости составит 0,252 лет при замене люминесцентных

ламп с 20 на 18 Вт и 0,749 лет при замене люминесцентных ламп с 40 на 36 Вт.

Автоматизация управления освещением (установка датчиков движения) в коридорах, туалетах и других помещениях предприятия.

Существующее положение.

В коридорах и переходах корпусов предприятия освещение осуществляется потолочными светильниками. Включаются светильники все сразу одноклавишным выключателем. И даже когда в коридорах, туалетах, на лестницах и в других помещениях предприятия никого нет, светильники продолжают гореть.

Предлагаемый вариант.

Предлагается провести автоматизацию управлением освещения в коридорах и переходах предприятия путем установки датчиков движения (присутствия). Один светильник на этаже посередине каждого коридора необходимо оставить включенным по старой схеме, как дежурный, другие включать через датчики движения (присутствия).

По предоставленным сведениям на предприятии суммарная установленная мощность светильников в административно бытовых корпусах равна 12,2 кВт. Примем часть светильников, которая будет подключаться через датчики движения равной 15% от установленной мощности светильников, что составляет 1,83 кВт.

Принимаем годовое число часов работы этих светильников $T_{\text{год}}=2000$ ч. Соответственно годовой расход электроэнергии на эти светильники, с учетом коэффициента загрузки 0,8 составит 2928 кВт·ч. При внедрении автоматизации управления освещением (установке датчиков движения) экономится 25-50 % от потребляемой электроэнергии данной группой потребителей.

В нашем случае принимаем годовую экономию от внедрения автоматизации управления освещением (установке датчиков движения) равной 40% от потребляемой электроэнергии данной группой потребителей.

Годовая экономии электроэнергии данного мероприятия составит:

$$\Delta W_{\text{год}} = 1\,171,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}, \text{ или } 2715 \text{ руб.}$$

Считаем, что установка одного датчика движения обойдется в 500 руб., а общее количество датчиков движения, которые необходимо установить для нашего случая будет составлять 9 штук.

Для наружного и внутреннего монтажа, автоматически включает источники света при появлении человека в зоне охвата. цена: 299 руб.

Затраты на материалы, оборудование и электромонтажные работы составят:

$$З = 7191 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости составит:

$$T_{\text{ок}} = З_{\text{ин}} / \Delta W_{\text{год}} = 2,65 \text{ года}$$

Общая экономия электрической энергии составит: 1171,2 кВт·ч/год, или 2715 руб./год. Что составляет 0,001 % от всей электрической энергии потребленной предприятием в 2018 г. Инвестиции 7191 рублей. Срок окупаемости 2,65 года.

3.4 Выводы по главе 3

В данной главе разработаны основные мероприятия по повышению энергетической эффективности и энергосбережения предприятия АВК. Проведены технико-экономические расчеты по результатам которых сделаем вывод, что предлагаемые мероприятия, такие как:

1. Внедрение системы частотно-регулируемого привода насосной группы станции ЛНС по перекачке условно чистых и загрязненных стоков.

2. Внедрение системы частотно-регулируемого привода насосы РНС-1;
3. Приведение эксплуатации трансформаторов в соответствие с реальной электрической нагрузкой на подстанции и замена трансформаторов с неполной коэффициентом загрузки на менее мощные.
4. Внедрение мероприятий по повышению энергетической эффективности системы освещения организации АВК.

Имеют высокую степень энергоэффективности и энергосбережения, при этом применение ЧРП на насосном оборудовании позволит экономить до 30% электроэнергии на предприятии АВК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрена энергоэффективность работы предприятия в сфере водоснабжения и водоотведения, рассчитаны основные мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности, которые позволят вывести на новый технологический уровень предприятие АВК.

В ходе написания работы были проанализированы сведения о предприятии, об объемах производства, особенностях технологического процесса водоснабжения и водоотведения, системы электроснабжения, режимы работы технологического оборудования и фактического потребления электрической энергии, и затрат на ее покупку.

Также были рассмотрены вопросы энергоэффективности и энергосбережения в сфере водоснабжения и водоотведения, а также рассмотрены основные мероприятия по энергосбережению основываясь на успешном опыте крупных предприятий в сфере ЖКХ.

По результатам проведенного анализа, для предприятия АВК были разработаны мероприятия по повышению энергоэффективности и энергосбережению, которые дадут максимальный экономический и технологический эффект, такие как:

1. Внедрение системы частотно-регулируемого привода насосных станции ЛНС и РНС-1.
2. Приведение эксплуатации трансформаторов в соответствие с реальной электрической нагрузкой на подстанции и замена трансформаторов с неполной коэффициентом загрузки на менее мощные.
4. Внедрение мероприятий по повышению энергетической эффективности системы освещения организации АВК.

Внедрение данных мероприятий приведут к существенному снижению затрат на услуги по водоснабжению и водоотведению, что окажет влияние на их качество.

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/oryginal/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.