

Аннотация

В выпускной квалификационной работе проведено электроэнергетическое обследование ООО «РегионТеплоСервис». Результаты проведенного исследования отражают существующий уровень электропотребления, состояние электроиспользующего оборудования, резервы энергосбережения и план мероприятий по их реализации.

В процессе обследования была собрана, проанализирована и оценена следующая информация:

- фактическое потребление электроэнергии за базовый год и финансовые затраты на ее оплату (за базовый период принят 2016 год);
- установленные мощности всех электроприемников, характеристики и режимы работы основного электропотребляющего оборудования;
- нормативно-расчетное потребление энергоресурсов (энергетические балансы).

Для анализа основных технологических параметров, влияющих на потребление энергоресурсов, в ходе обследований использовались данные измерений, полученные как установленными на объекте стационарными, так и переносными приборами.

Цель работы – повышение энергоэффективности системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис» за счет улучшения качества электрической энергии в точке присоединения к электрической сети и снижения затрат на электрическую энергию. Задачи работы: анализ системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис»; разработка мероприятий по повышению энергоэффективности системы электроснабжения предприятия; технико-экономическое обоснование принятых решений.

Объект работы - ООО «РегионТеплоСервис». Предмет работы – система электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис».

Пояснительная записка выполнена на 48 стр. Графический материал представлен на 6 листах формата А1.

Содержание

	Введение	4
1	Анализ системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис»	6
2	Анализ системы учета электроэнергии ООО «РегионТеплоСервис»	9
3	Установленная мощность электроприемников ООО «РегионТеплоСервис»	10
4	Анализ электропотребления ООО «РегионТеплоСервис»	18
5	Анализ системы внутреннего освещения ООО «РегионТеплоСервис»	19
6	Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис»	24
6.1	Реконструкция системы внутреннего освещения ООО «РегионТеплоСервис»	24
6.2	Организация мониторинга энергоресурсов ООО «РегионТеплоСервис»	37
6.3	Стабилизация напряжения в сети 0,4 кВ предприятия	38
7	Экономическая эффективность проекта	40
8	Расчет молниезащиты зданий ООО «РегионТеплоСервис»	44
	Заключение	46
	Список использованных источников	47

Введение

Предприятие ООО «РегионТеплоСервис» (обособленное подразделение компании «Регион») занимается производством теплоизолированных пенополиуретаном труб (ППУ) и фасонных изделий в полиэтиленовой и оцинкованной оболочке, а также полиэтиленовых труб и фитингов для водоснабжения, канализации и газопроводов, скорлуп ППУ и спиральновитых труб из оцинкованной стали. Мощность предприятия позволяет удовлетворить потребности Самарской области со значительным резервом и предоставляет возможность поставки конкурентоспособной по цене и качеству продукции в другие регионы России и Ближнего Зарубежья [2, 18-20].

Основной проблемой ООО «РегионТеплоСервис» стала ненадёжность снабжения электроэнергией со стороны источника питания – подстанции «Комсомольская». Подстанция «Комсомольская» осуществляет электроснабжение нагрузок города по одной ВЛ 110 кВ, а нагрузка на ВЛ 110 кВ растет из-за роста строительства коттеджей и производственной зоны поселка Шлюзовой. Электрооборудование подстанции «Комсомольская» устарело, переключения РПН силовых трансформаторов выполняется не автоматически, а вручную дежурным персоналом, из-за чего происходят многочисленные поломки электрооборудования с прерыванием электроснабжения потребителей. Все это отрицательно сказывается на электроснабжении потребителей ООО «РегионТеплоСервис».

Поэтому тема выпускной квалификационной работы, направленная на повышение энергоэффективности системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис», является актуальной.

Цель работы – повышение энергоэффективности системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис» за счет улучшения качества электрической энергии в точке присоединения к электрической сети и снижения затрат на электрическую энергию.

В соответствии с поставленной целью задачами работы являются:

- анализ системы электроснабжения предприятия;
- анализ баланса потребляемой электроэнергии предприятием;
- разработка мероприятий по повышению энергоэффективности системы электроснабжения предприятия;
- технико-экономическое обоснование разработанных мероприятий, направленных на повышение качества электрической энергии в точке присоединения к электрической сети и снижения затрат на электрическую энергию.

1 Анализ системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис»

Основные виды деятельности ООО «РегионТеплоСервис»:

- производство теплоизолированных пенополиуретаном труб (рисунок 1.1);
- производство фитингов для водоснабжения, канализации и газопроводов, скорлуп ППУ и спиральновитых труб из оцинкованной стали.



Рисунок 1.1 - Трубопроводы из полиэтилена, производимые ООО «РегионТеплосервис»

Принципиальная схема электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис» приведена на рисунке 1.1.

Предприятие запитано от ТП-15а, находящейся на балансе ЗАО «Квант» г. Тольятти. Электроснабжение ООО «РегионТеплоСервис» осуществляется по двум фидерам (ф.8 от Т1 и ф.33 от Т2) напряжением 0,4

кВ кабелями марки 2ААБ (3х95+ 1х16). На ТП-15а установлены два трансформатора типа ТМН мощностью 1600 кВА, коэффициент загрузки 0,6.

Электроснабжение потребителей ООО «РегионТеплоСервис» осуществляется от распределительных щитов 0,4 кВ типа ЩО 70. На отходящих фидерах установлены автоматические выключатели серии А3124 или рубильники РСР-4 с предохранителями. Отходящие фидеры выполнены кабелями марок АВВГ_{нг}(4х10), АВВГ_{нг}(4х16), АВВГ_{нг}(4х25), ВВГ_{нг}(4х120), ВВГ_{нг}(4х95).

Общий учёт активной и реактивной электроэнергии ведётся на вводах 0,4 кВ ТП-15а счётчиками ЦЭ6803В. Технический учёт электроэнергии на предприятии не ведётся.

На ООО «РегионТеплоСервис» заканчивается модернизация производства с установкой нового технологического оборудования (экструдеры W-631 и W-633, заливочные машины) по изготовлению теплоизолированных пенополиуретаном труб. По требованиям поставщика технологического оборудования на паспортное значение напряжения 0,4 кВ. Поэтому напряжение электрической сети предприятия с качеством соответствующим ГОСТ 32144-2013 [2] не способно обеспечить питание электрооборудования оборудования с требуемыми параметрами напряжения. Требуется установка стабилизаторов напряжения.

2 Анализ системы учета электроэнергии ООО «РегионТеплоСервис»

На электрической принципиальной схеме ТП-15а на вводах 0,4 кВ установлены счетчики активной и реактивной электроэнергии ЦЭ6803В, с помощью которых ведется коммерческий учет электроэнергии.

На рисунке 2.1 представлена динамика месячного потребления активной электроэнергии ООО «РегионТеплоСервис» за 2016 год по данным энерголаборатории предприятия.

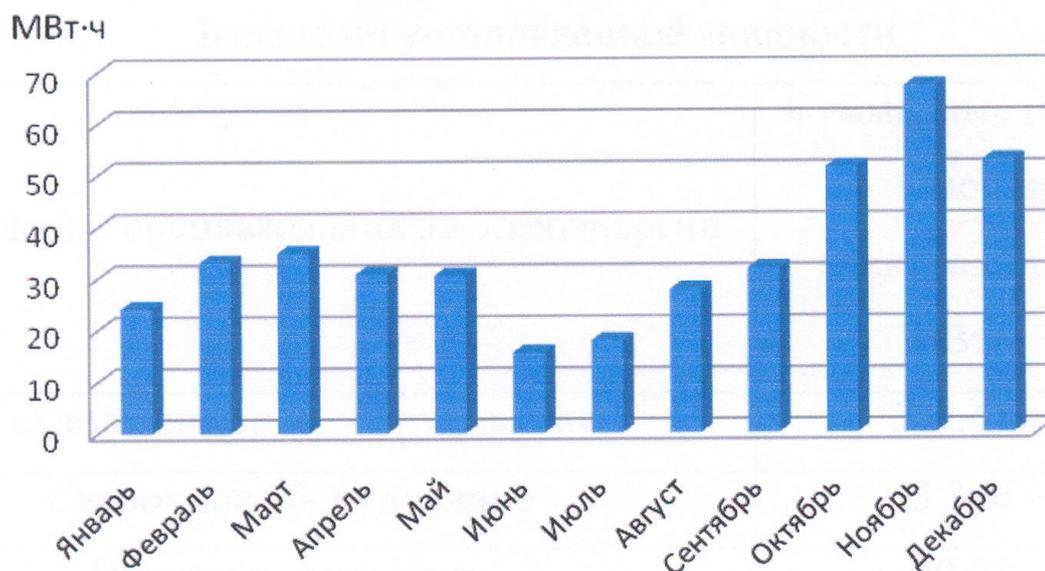


Рисунок 2.1 - Динамика потребления электрической энергии ООО «РегионТеплоСервис» за 2016 год

3 Установленная мощность электроприемников ООО «РегионТеплоСервис»

Исследуемый объект имеет один корпус в два этажа с пристройкой. В корпусе расположены различные помещения, среди которых производственные цеха, мастерские, служебные и вспомогательные помещения.

На первом этаже корпуса располагается основное технологическое оборудование - экструдеры W-631 и W-633, заливочные машины, сварочные установки. Также в цехе имеются двигатели, токарные, шлифовальные, фрезерные и др. станки. Этим и обусловлен тот факт, что суммарная мощность электроприемников первого этажа в 30-40 раз превышает суммарные мощности электроприемников на других производственных этажах.

Все помещения имеют естественное боковое освещение через окна в наружных стенах. Часть вспомогательных помещений не имеют естественного света и оборудуются только средствами искусственного освещения.

В таблице 3.1 представлены перечень силового электрооборудования ООО «РегионТеплоСервис», установленные мощности электроприемников, обследование системы освещения, а также расчетное электропотребление предприятия. Все расчеты выполнены по методикам, изложенным в [8,13,14,17].

Таблица 3.1 – Установленные мощности электроприемников ООО «РегионТеплоСервис»

Этаж, узел питания	Назначение	Наименование силового электрооборудования	Кол-во, шт	P_{Σ} , кВт	Ки	$T_{г}$, час	$W_{сг}$, кВт час
1	2	3	4	5	6	7	8
1 этаж ТП-15а 1 1 1	Лаборатория	Универсальный станок	2	2,22	0,8	1584	2813,1
		Компьютер	1	0,74	0,8	1584	937,7
		Принтер (лазерный)	1	0,55	0,25	128	429,9
		Компрессор (ПВ=50%)	1	5	0,7	1584	766,6
		Вертикальный сверлильный станок 2М1	1	2,2	0,14	128	39,4
		Телефон-факс	1	0,3	0,2	1584	95,
	Производственное помещение	Заливочная машина	1	20	0,5	128	1144,6
		Сварочный источник	1	21	0,25	128	601,5
		Экструдер W-631	1	120	0,25	128	2715,3
		Экструдер W-633	1	120	0,2	128	2715,3
		Машина контактной сварки (ПВ=50%)	1	70	0,25	128	1583,9
		Машина контактной сварки в вакууме (ПВ=50%)	1	72	0,25	128	1629,7
		Компрессор (ПВ=50%)	1	3,5	0,65	128	205,9
		Насосы подачи воды	6	200	0,25	128	4525,8
		Кран (ПВ=8%)	1	11	0,25	128	135,4
		Сушилка	1	300	0,25	128	4293,2
		Ванна охлаждения робот (ПВ=20%)	1	38	0,25	128	429,9
		Двигатель Т1С1	1	25	0,5	128	117,9
		Двигатель Т1С1	1	10	0,7	128	896
		Двигатель 13МВМ2+	1	0,5+1,2	0,7	128	148,3
Токарный станок-автомат	1	180	0,2	128	4608		
Точильный станок	1	13,3	0,12	128	204,28		

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
1 этаж, РП1	Центр качества	Кондиционер	1	1,5	0,7	704	739,2
		Компьютер	3	2,22	0,8	1584	283,1
		Принтер (лазерный)	1	0,55	0,3	1584	263,6
		Ванна вакуумной калибровки	1	0,3	0,2	1584	95,0
		Сушилка	1	42	0,2	1584	7666,5
		Устройство маркировки	1	1,5	0,7	704	739,2
		Токарный станок К62	1	8,7	0,12	128	133,6
		Вертикальный сверлильный станок 2М135	1	2,2	0,14	128	39,42
		Заливочный стол	1	8,7	0,12	128	133,3
		Шлифовальный круглый станок	1	4	0,35	128	246,4
1 этаж, РП2	Лаборатория механической обработки	Токарный станок	1	8,7	0,12	128	133,6
		Станок фрезерный	1	1,5	0,12	128	23,4
		Сварочный аппарат	1	2	0,5	128	128
		Гидростанция	1	1,5	0,3	128	57,6
		1А616 Токарный станок	1	6,5	0,12	128	998,4
		Токарный станок	2	20	0,2	128	307,2
		Учебное оборудование ТВ-7	1	1,1	0,25	128	35,2
		Горизонтально-фрезерный станок	1	6	0,14	128	161,2
		Горизонтально-шлифовальный станок	1	4,35	0,35	128	194,8
		Вертикально-фрезерный станок	2	3	0,14	128	53,7
		Шлифовальный круг наждак	1	3	0,35	128	134,4
		Универсально заточный станок	2	4	0,12	128	61,44
		Токарный станок РАМО	1	5	0,12	128	76,8
		Зубострогальный станок	1	10	0,12	128	25,3
		Зубодробильный станок	1	11,5	0,12	128	176,6
Настольно-сверлильный станок	1	1,5	0,14	128	26,8		
Вертикально-сверлильный станок	1	5	0,14	128	19,6		
Оптико-шлифовальный станок	1	3,7	0,12	128	56,8		

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
1 этаж, РПЗ	Столовая	Витрина	1	0,3	0,6	8760	1576,8
		Холодильник	2	0,3	0,6	8760	1576,8
		Микроволновая печь	1	3	0,5	1968	2952
		Электроплита	2	16	0,6	2968	9446,4
		Электрочайник	1	2,42	0,5	1968	2381,2
1 этаж, РП4	Пункт охраны	Сигнализация с оповещением	1	2,42	0,2	4500	2178
		Мониторы наблюдения	4	6,8	0,8	8760	1576,8
		Привод ворот	2	0,3	0,6	8760	1576,8
1 этаж, РП5	Производственное помещение	OERLIKON	1	125	0,5	128	8000
		Сварочный аппарат	1	30,9	0,5	128	1250,74
		Шлифовальный станок	1	1,1	0,35	132	50,82
		Сушилка	1	1,5	0,75	128	144
		Вытяжная вентиляция	10	11	0,9	904	8949,6
		Листовые ножницы для резки металла	1	19,5	0,12	128	299,2
		Фрезерно-отрезной станок	1	4	0,12	128	61,4
		Машина для гибки труб	1	7,1	0,12	128	168,9
		Электроталь 1,5т (ПВ=25%)	1	1,6	0,3	128	30,7
		Шлифовальный станок наждак	1	1,1	0,35	128	49,2
		Вертикально-сверлильный станок	1	0,27	0,14	128	4,8
		Шлифовальный станок	1	1,1	0,35	128	49,8
		Место программирования	1	20,2	0,2	128	517,12
		Сварочный аппарат ВДН-550 (ПВ=40%)	4	123,6	0,5	128	500,9
		Вентилятор	4	18,7	0,9	904	15211
		Компьютер	1	0,74	0,8	1584	937,7
		Вальцовочный станок	1	1,1	0,35	128	49,2
Машина сварки прямых стыков	1	0,27	0,14	128	4,8		
Радиально-сверлильный станок	1	7,1	0,12	128	168,9		
Зубодробильный станок	1	11,5	0,12	128	176,6		

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
1 этаж, РП5	Производственное помещение	Машина шовной сварки	4	123,6	0,5	128	500,9
		Машина точечной сварки	4	123,6	0,5	128	500,9
		Заливочная машина	1	1,1	0,35	128	49,8
		Шлифовальный станок	2	2,2	0,35	128	98,5
		Универсальный гидравлический пресс	1	3	0,6	128	230,4
		Сушка	1	1,5	0,75	128	144
		Сварочный выпрямитель	5	167,5	0,5	128	7580,8
		Сварочный трансформатор	5	225	0,3	128	5464,4
		Машина сварки прямых стыков	1	30,9	0,5	128	1250,7
		Стационарная сварочная установка	1	30,9	0,05	128	1250,7
		Установка для отсоса дымовых газов	10	80	0,9	904	65088
1 этаж, РП6	Препараторская	Кондиционер	4	6	0,9	904	5329,8
		Вентиляторы	4	6	0,9	904	5329,8
		Розетки					
		Телефон-факс	1	0,3	0,2	1548	232,2
		Компьютер	2	1,48	0,8	1584	1875,6
		Принтер	1	0,55	0,3	1584	261,3
		Электрочайник	1	2,42	0,2	1584	766,6
		Сушильный шкаф	1	1,5	0,75	128	144
		Вытяжка лаборатории	2	2,2	0,35	128	98,5
		Место программирования	1	20,2	0,2	128	517,1
		Токарный станок К62	1	8,7	0,12	128	133,6
		Вертикальный сверлильный станок 2М135	1	2,2	0,14	128	39,42
		Шлифовальный станок	2	2,2	0,35	128	98,5
ИТОГО 1 этаж			129	2360,5			218089

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
2 этаж РП 7	Препараторская	Вытяжка лаборатории	2	2,2	0,35	128	98,5
		Сушильный шкаф	1	2	0.3	128	76,8
		Спектрофотометр	1	0.3	0.3	128	115,2
		Весы	1	0.008	0.3	128	1.024
		Поляриметр круговой	1	0.255	0.3	128	97,9
		Перемешивающее устройство	1	0.3	0.3	128	11,5
		Холодильник	1	0.3	0.6	8760	1576.8
		Место программирования	1	20,2	0,2	128	517,1
		Сушильный шкаф	1	2	0.3	160	96
		Компьютер	1	0.74	0.8	1584	937,8
		Принтер	1	0.55	0.3	1584	261,3
		Копировальный аппарат	1	0.55	0.2	1584	174,2
		Электрочайник	1	2,4	0.2	1584	766,6
		Электрорадиатор	1	1.5	0.6	904	813,6
		Хроматограф	1	3.2	0.3	160	153,6
		Спектрофотометр	1	0.3	0.3	160	14,4
		Иономер лабораторный	1	0.005	0.3	160	0.24
		Водонагреватель	2	0.005	0.3	160	0.24
		Магнитная мешалка	1	0.005	0.3	160	0.48
		Фотометр	1	0.005	0.3	160	0.24
		Фурье-спектометр	1	1.5	0.3	160	72
		Иономер	1	0.005	0.3	160	0,24
		Сушильная печь	1	2.4	0.3	160	115,2
		Шкаф сушильный	1	2	0.3	160	96
		Дистиллятор воды	1	0.38	0.3	160	18,24
		Встряхиватель	1	0.3	0.3	160	14,4
		Весы	1	0.008	0.3	160	0,38
Вытяжка	4	6	0,9	904	5329,8		
Кондиционер	4	6	0,9	904	5329,8		

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
2 этаж РП 7	Административные помещения	Компьютер	2	1.48	0.8	1584	1875.4
		Электрочайник	1	2.42	0.2	1584	766.6
		Копировальный аппарат	1	0.55	0.2	1584	174.2
		Принтер	1	0.55	0.3	1584	261.3
		Принтер	1	0.55	0.3	1584	261.3
		Холодильник	1	0.3	0.6	8760	1576.8
		Электрорадиатор	1	2	0.6	904	1084.8
		Копировальный аппарат	1	0.55	0.2	1584	174.2
		Телефон-факс	2	0.6	0,2	1584	190.8
		Компьютер	2	1.48	0.8	1584	937.1
		Принтер	1	0.55	0.3	1584	261.3
		Электрочайник	1	2.42	0.2	1584	766.6
		Электрорадиатор	1	1.5	0.6	904	813.6
		Копировальный аппарат	1	0.55	0.2	1584	174.24
		Компьютер	1	0.74	0.8	1584	937.7
		Музыкальный центр	1	0.1	0.4	1584	63.36
		Принтер	1	0.55	0.3	1584	261.6
		Микроволновая печь	1	3	0.2	1584	950.4
		2	туалет	Сушильный аппарат	1	2.42	0.2
2	коридор	-					
ИТОГО 2 этаж			67	61,87			20066
ИТОГО по корпусу				2213,7			418204

Суммарная установленная мощность электроприемников ООО «РегионТеплоСервис» (без освещения) – 2213,7кВт; с освещением – 2663,8 кВт.

Наибольшая доля приходится на технологическое оборудование - 71%, административные помещения – 12%, к следующим весовым категориям можно отнести компрессоры –5%, насосное оборудование – 4%, сварочное оборудование – 2,6%. Остальные категории электроприемников не превышают 5%.

4 Анализ электропотребления ООО «РегионТеплоСервис»

Структура установленных мощностей позволяет перейти к определению расчетно-нормативного потребления электрической энергии по направлениям использования ООО «РегионТеплоСервис» с учетом коэффициентов использования (рисунок 4.1).

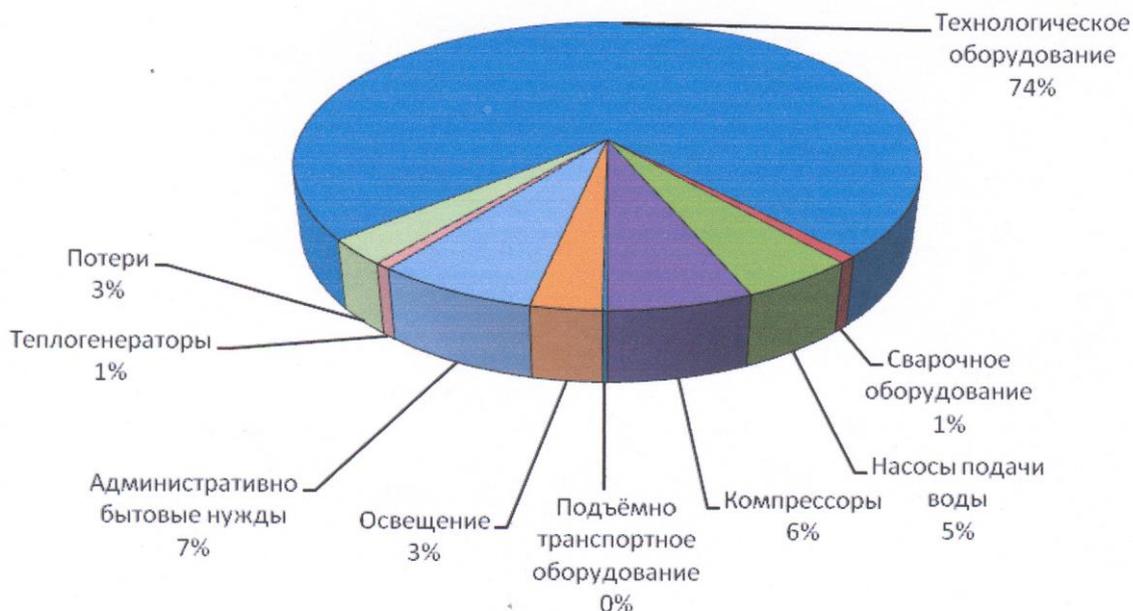


Рисунок 4.1 - Баланс потребления электроэнергии на ООО «РегионТеплоСервис»

Диаграмма показывает, что на предприятии наибольшая доля электропотребления приходится на технологическое оборудование – 74%, на компрессоры приходится 6%, насосы подачи воды – 5%, освещение - 3%.

Очевидно, что требуется оптимизация структуры электропотребления на предприятии и рациональное использование электроэнергии.

5 Анализ системы внутреннего освещения ООО «РегионТеплоСервис»

В таблицах 5.1 и 5.2 представлено обследование системы внутреннего освещения предприятия 1 и 2 этажей.

В настоящее время на предприятии находится более 40% осветительных установок, смонтированных по устаревшим нормативным документам, которые не могут обеспечить требуемый уровень показателей освещенности. Техническое состояние искусственного освещения корпусов с точки зрения санитарно-технической, экологической, эстетической, электропожаробезопасной эксплуатации и обеспечения эвакуации людей следует оценивать как неудовлетворительное и не соответствует нормам [4,5].

Для оценки эффективности систем освещения производственных и административных помещений ООО «РегионТеплоСервис» было проведено визуальное обследование. В таблице 5.3 приведены результаты замеров освещенности помещений производственных и административных помещений ООО «РегионТеплоСервис». Измерения производились с в декабре месяце в дневное (12.00) и вечернее время (19.00) цифровым люксметром Light 1401. Измерения освещенности производственных и административных помещений ООО «РегионТеплоСервис» проводились согласно рекомендациям [7].

Таблица 5.1 - Обследование системы внутреннего освещения предприятия, этаж 1

Назначение	Площадь помещения, м ²	Цвет, материал стен помещения	Кол-во светильников в искусств. освещения, шт.	Кол-во ламп		Суммарная мощность		Марка и тип светильника/тип ламп
				Всего, шт.	Работающих, шт.	Руст, кВт	Фактическая, кВт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Производственное помещение	242,0	Светло-желтый, водоэмульсионная краска	44	88	88	3,52	3,52	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Лаборатория	98,28	Светло-синий, водоэмульсионная краска	8	16	14	0,64	0,56	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Столовая	41,22	Светло-синий, водоэмульсионная краска	4	8	8	0,32	0,32	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Пункт охраны	12,02	Светло-синий, водоэмульсионная краска	2	4	4	0,16	0,16	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Производственное помещение	156,56	Светло-желтый, водоэмульсионная краска + железо	18	36	30	1,44	1,2	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Подсобное помещение	13,03	Светло желтый, водоэмульсионная краска	3	6	5	0,24	0,2	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Центр качества	156,56	Светло желтый + железо, водоэмульсионная краска	11	22	20	0,88	0,8	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Лаборатория	156,56	Светло желтый, водоэмульсионная краска	15	30	28	1,2	1,12	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Производственное помещение	156,56	Светло желтый, водоэмульсионная краска	15	30	29	1,2	1,16	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Шлифовальная мастерская	41,22	Светло желтый, водоэмульсионная краска	4	8	7	0,32	0,28	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лаборатория	71,85	Белый, водоэмульсионная краска	2	2	2	0,15	0,15	ЛН-75
Вентиляционная камера		Белый, водоэмульсионная краска	2	2	2	0,15	0,15	ЛН-75
Коридор		Белый, масляная краска	13	13	13	0,52	0,52	ЛПО-1х40/ЛБ-40, ЛД-40
Туалет		Белый, водоэмульсионная краска	3	3	2	0,225	0,15	ЛН-75
Мастерская		Светло желтый, водоэмульсионная краска	1	2	2	0,08	0,08	ЛПО-2х40/ЛБ-40, ЛД-40
Лаборатория	27,42	Светло желтый, водоэмульсионная краска	3	6	6	0,24	0,24	ЛПО-2х40/ЛБ-40, ЛД-40
Подсобное помещение		Светло-желтый, водоэмульсионная краска	1	1	1	0,04	0,04	ЛПО-1х40/ЛБ-40, ЛД-40
<i>Итого по 1 этажу</i>			230	437	398	17,725	16,13	

Таблица 5.2 - Обследование системы внутреннего освещения предприятия, этаж 2

Назначение	Площадь помещения, м ²	Цвет, материал стен помещения	Кол-во светильников в искусств. освещения, шт.	Кол-во ламп		Суммарная мощность		Марка и тип светильника/тип ламп
				Всего, шт.	Работающих, шт.	Руст, кВт	Фактическая, кВт	
Препараторская	242,0	Светло-желтый, водоэмульсионная краска	44	88	88	3,52	3,52	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Административное помещение	98,28	Белый, водоэмульсионная краска	8	16	14	0,64	0,56	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Административное помещение	41,22	Белый водоэмульсионная краска	4	8	8	0,32	0,32	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Административное помещение	12,02	Белый водоэмульсионная краска	2	4	4	0,16	0,16	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Административное помещение	156,56	Белый водоэмульсионная краска + железо	18	36	30	1,44	1,2	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Подсобное помещение	13,03	Белый водоэмульсионная краска	3	6	5	0,24	0,2	ЛПО-2x40/ЛБ-40, ЛД-40
Туалет	20,6	Светло-зеленые, водоэмульсионная краска	3	3	3	0,23	0,23	ЛН-75
Коридор	217,67	Белый, масляная краска	17	17	17	0,68	0,68	ЛПО-1x40/ЛБ-40, ЛД-40
<i>Итого по 2 этажу</i>			108	206	197	11,15	11,15	

Таблица 5.3 - Результаты измерений освещенности производственных и административных помещений ООО «РегионТеплоСервис»

Назначение помещения	Замеры на рабочей поверхности 12.00/19.00 E ₁ , Лк	Примечание
Производственное помещение	186/208	
Производственное помещение	187/200	
Коридор	26	
Административное помещение	242/238	
Административное помещение	301/280	
Производственное помещение	248/242	
Коридор	46	
Лестничная клетка	21	30% не работает
Лестничная клетка	32	20% не работает
Подсобное помещение	40	20% не работает
Подсобное помещение	33	

6 Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис»

В результате проведенного анализа рекомендуются следующие мероприятия по повышению энергоэффективности системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис» в соответствии с рекомендациями [3]:

- реконструкция системы внутреннего освещения ООО «РегионТеплоСервис»;
- организация мониторинга энергоресурсов ООО «РегионТеплоСервис»;
- стабилизация напряжения в сети 0,4 кВ предприятия.

6.1 Реконструкция системы внутреннего освещения ООО «РегионТеплоСервис»

Предлагаются замена существующих устаревших светильников с люминесцентными лампами на новые светильники с энергоэкономичными светодиодными лампами мощностью 36 и 58 Вт.

Светильники со светодиодными лампами:

- светильник имеет повышенную светоотдачу благодаря работе люминесцентных источников света на повышенной частоте;
- снижение потребления электроэнергии на 25-30% по сравнению с устаревшими светильниками с люминесцентными лампами;
- свечение ламп не мигающее, не утомляет зрение при длительной нагрузке;
- отсутствие стробоскопического эффекта;
- небольшие массогабаритные показатели (масса не более 200 г).

Рассмотренные варианты установки светильников при анализе реконструкции освещения приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Рассматриваемые варианты реконструкции освещения

Рассматриваемый вариант	Вариант 1	Вариант 2
Марки светильников	PRB/S 258; FAROS FL	TOP 258 FAROS FG

Светильники FAROS FL и FAROS FG (пылезащищенные для производственных помещений) приведены на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Светильники FAROS FL и FAROS FG (пылезащищенные для производственных помещений)

Светильники PRB/S 418 и TOP 258 (для административных помещений) приведены на рисунке 6.2.



Рисунок 6.2 - Светильники PRB/S 418 и TOP 258 (для административных помещений)

Характеристики системы внутреннего освещения ООО «РегионТеплоСервис» после реконструкции приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Характеристики системы внутреннего освещения ООО «РегионТеплоСервис» после реконструкции

Нормир. освещенность Ен, Лк	Тип светильника после реконструкции	Мощность лампы после реконструкции, Вт	Кол-во светильников после реконструкции	Кол-во ламп в светильнике	Установленная мощность, кВт	Потреб. электроэнергия в год, кВт·ч
Вариант 1						
300 / 250 / 150	PRB/S	58	322	4	37,35	70595,28
	FAROS FL	58	67	2	3,89	7344,54
Итого по варианту 1			389		41,24	77939,82
Вариант 2						
300 / 250 / 150	TOP 258	58	318	2	36,88	69703,2
	FAROS FG	36	56	2	4,03	7616,7
Итого по варианту 2			374		42,35	77319,9

Принимаем к установке вариант 2.

Светотехнические расчеты реконструкции для производственных и бытовых помещений ООО «РегионТеплоСервис»

Схема расположения светильников до реконструкции в производственных помещениях приведена на рисунках 6.3 – 6.5.

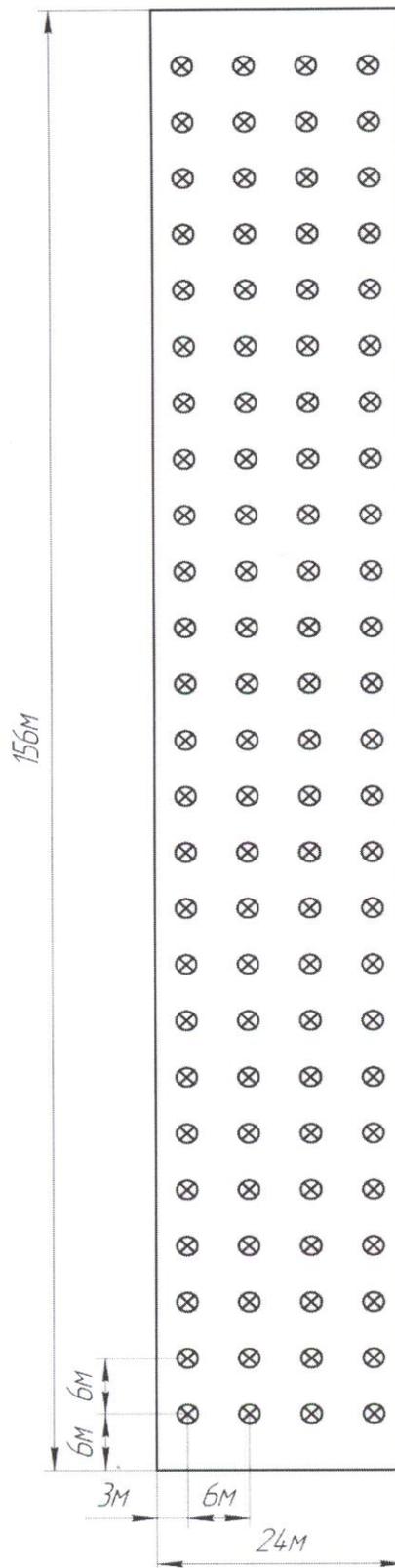


Рисунок 6.3 – Схемотехнический расчет расположения светильников до реконструкции в помещении 1

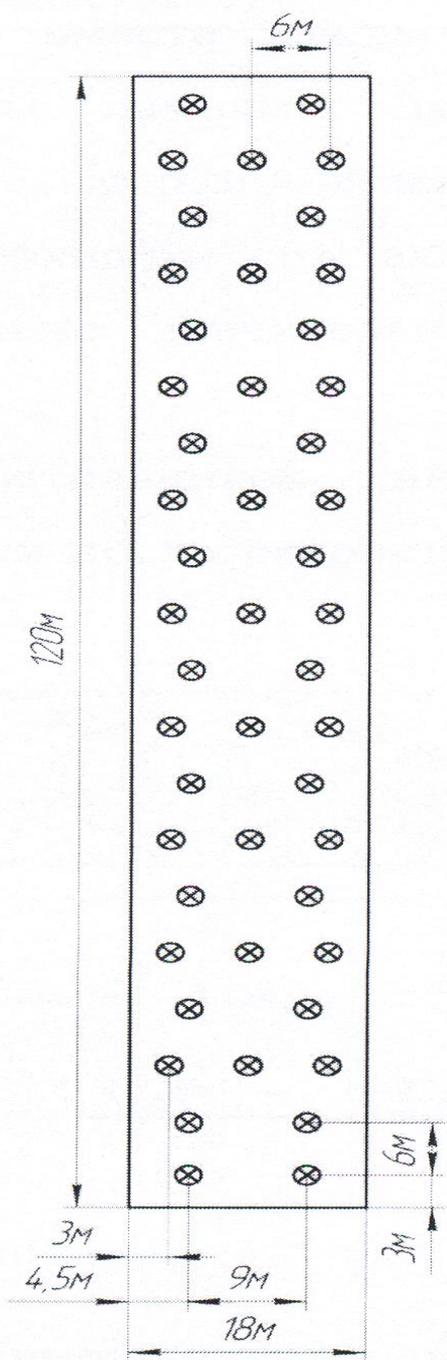


Рисунок 6.4 - Схемотехнический расчет расположения светильников до реконструкции в помещении 2

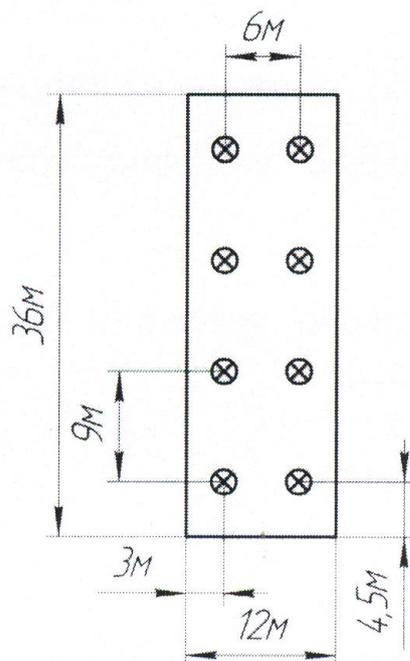
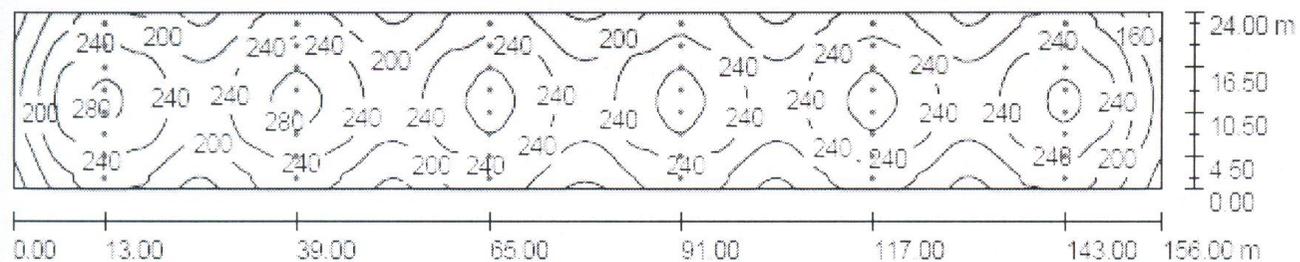


Рисунок 6.5 - Схемотехнический расчет расположения светильников до реконструкции в помещении 3

В производственных помещениях предлагается установить вместо каждых 2-х ЛПО с лампами ЛЛ-40 Вт светильники FAROS FL и FAROS FG со светодиодными лампами, имеющими большую световую эффективность. В результате данной замены, освещенность рабочей поверхности придет в норму, а также значительно уменьшится установленная мощность данной системы.

Распределение освещенности после реконструкции при расчётах на программе DIALux после реконструкции, приведены на рисунках 6.6 – 6.8.

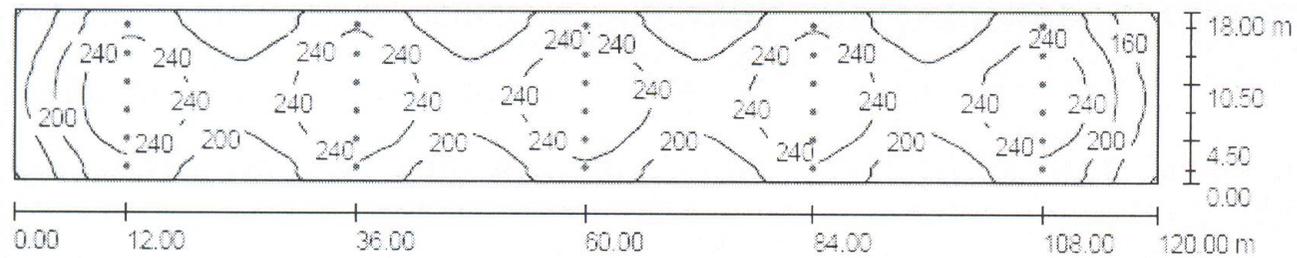


Высота помещения: 12.000 м, Монтажная высота: 11.600 м,
Показатель техсохранения: 0.80

Значения в Lux, Масштаб 1:1116

Поверхность	ρ [%]	$E_{\text{ср}}$ [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{ср}}$
Рабочая плоскость	/	224	106	295	0.47
Полы	20	218	118	269	0.54
Потолок	70	51	31	83	0.61
Стенки (4)	50	122	36	1499	/

Рисунок 6.6 - Распределение освещенности после реконструкции в производственном помещении 1



Высота помещения: 12.000 м, Монтажная высота: 11.600 м,
Показатель техсодержания: 0.80

Значения в Lux, Масштаб 1:858

Поверхность	ρ [%]	$E_{\text{ср}}$ [lx]	$E_{\text{мин}}$ [lx]	$E_{\text{макс}}$ [lx]	$E_{\text{мин}} / E_{\text{ср}}$
Рабочая плоскость	/	219	116	277	0.53
Полы	20	211	123	250	0.58
Потолок	70	51	31	77	0.61
Стенки (4)	50	121	37	1386	/

Рисунок 6.7 - Распределение освещенности после реконструкции в производственном помещении 2

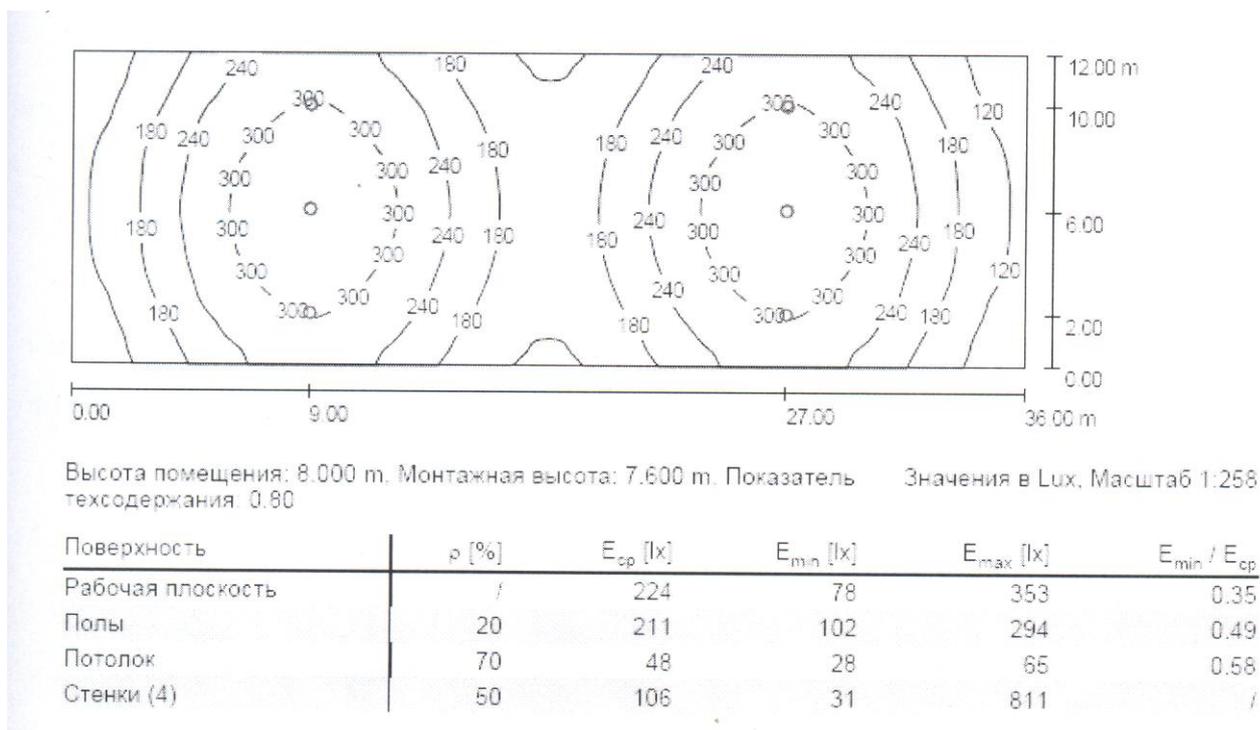


Рисунок 6.8 - Распределение освещенности после реконструкции в лаборатории

Внедрение автоматизированного управления освещением административными помещениями на ООО «РегионТеплоСервис»

Системы автоматизированного управления освещением (САУО) серийно выпускаются за рубежом в течение уже почти 10 лет. За это время изменились как возможности непосредственно регулирующего оборудования (ПРА и т.д.), так и сами принципы построения и классификации систем. В настоящее время сложилась довольно четкая классификация и стандартизация САУО и их составных частей [14].

Существующий ассортимент автоматизированных СУО делится на три принципиальных класса:

- САУО светильника - простейшая малогабаритная система конструктивно являющаяся частью светильника и управляющая только им, либо одной группой нескольких близлежащих светильников.

- САУО помещения - самостоятельная система, управляющая одной или несколькими группами светильников в одном или нескольких помещениях и находящаяся вблизи управляемой ОУ;

- САУО здания - централизованная компьютеризированная система управления, охватывающая освещение и другие системы целого здания или группы зданий.

Автоматизированный светильник, т.е. светильник в комплекте с САУО и датчиками, поставляется только компанией Thorn Orno Oy (Финляндия), модель Optus Sensa. Светильник работает с двумя компактными люминесцентными лампами мощностью 40 Вт, оснащен решеткой из матового алюминия и имеет размеры 700x256x106 мм. Встроенная в светильник САУО включает питание ламп, когда в радиусе 2,5 м от светильника появляется человек и отключает питание через 12 мин после выхода людей за пределы этого радиуса. Кроме этого САУО автоматически плавно регулирует яркость ламп в светильнике в зависимости от интенсивности естественного света и вообще отключает лампы, если естественного света достаточно. Минимальная яркость включенных ламп светильника Orno Sensa равна 25% максимальной. Возможная экономия энергии при использовании этого светильника может составлять около 60%.

Большинство компаний-производителей САУО светильников изготавливают эти системы в виде отдельных блоков, которые могут быть встроены в светильники различных типов. Например, компания Philips Lighting (Нидерланды) предлагает две системы такого типа: Trios Luxsense и Trios Multisense. Первая из систем позволяет автоматически поддерживать освещенность в помещении на заданном уровне. Конструктивно Trios Luxsense представляет собой цилиндрический корпус размером 19x25 мм с гибкими выводами, подключаемыми прямо к регулировочным входам

электронных ПРА (до 20 ПРА на одну СУО). Для закрепления на колбе лампы диаметром 26 мм или на одной из пластин решетки светильника СУО комплектуется специальной скобой. Ожидаемая экономия энергии за счет системы Trios Luxsense (35+10)%.

Система Trios Multisense, кроме отслеживания уровня естественного света также учитывает присутствие людей в помещении (включение светильника мощностью 180 ВА при входе радиусом 3 м вокруг датчика) и работает с пультами дистанционного управления на ИК-лучах. Конструктивно система представляет собой датчик, закрепляемый на решетке светильника и электронный блок, внешне похожий на ПРА. Монтаж СУО предельно упрощен, так как присоединение шнура датчика к блоку выполняется с помощью стандартного разъема RJ-12 (так называемый телефонный разъем). Регулируемый выход допускает подключение до 60 электронных ПРА.

Компания ETAP GmbH (ФРГ) выпускает самую малогабаритную из существующих СУО – ELS. Система выполняет единственную функцию плавного регулирования потока ламп в светильнике в зависимости от естественного света, при этом, не требуя внешнего электропитания. Управляющий выход в виде гибких выводов рассчитан на подключение к одному электронному ПРА. Система изготавливается в металлическом корпусе диаметром 13 и высотой 40 мм и крепится на колбе лампы диаметром 26 мм металлической пружинной скобой. Энергосбережение с системой ELS составляет от 30 до 70%.

К СУО светильников также относится система KSV-S компании Altenburger Electronic GmbH (ФРГ). Выполненная в корпусе, аналогичному корпусу электронного ПРА, система сопрягает со входом ПРА выход стенного датчика освещенности (тип SLF/WD/DS, выпускаемый той же компанией) и потенциометра ручной регулировки (470 кОм). Один комплект KSV-S – фотодатчик позволяет управлять максимум 10 регулируемыми ПРА.

Независимость управления светильниками, являющаяся основной особенностью СУО светильников, может стать и недостатком ОУ. Это

происходит, например, когда в большом помещении остается один работающий человек. При этом все светильники, кроме одного прямо над человеком, могут погаснуть, что создает в помещении некомфортную обстановку. С учетом этого обстоятельства компанией Stompton Lighting(США) создана система интеллект/MLS, в которой информация от датчика движения используется не только светильником, в котором этот датчик установлен, но и ближайшими к нему светильниками. Сигналы между отдельными СУО светильников в этом случае передаются по специальной двухпроводной шине.

Компания Servodan A/S (Дания) выпускает комплект из нескольких блоков, совместно образующих СУО помещения Luxstat. Первый из блоков (Luxstat Control) позволяет плавно регулировать U одной из трех групп светильников (в зависимости от модификации блока) по сигналам соответственно от одного до трех фотодатчиков. Luxstat Control позволяет управлять не более, чем 50 регулируемыми ПРА и 6 блоками Luxstat Dimmer, являющимися возможной частью системы.

Блок Luxstat Dimmer осуществляет регулирование мощности нагрузки практически любого типа мощностью до 750 ВА. Для увеличения допустимой мощности нагрузки фирма предлагает блок Luxstat Extension, подключаемый в качестве нагрузки к блоку Luxstat Dimmer и увеличивающий мощность на 750 ВА/блок. Объявлено также, что передачу сигналов между блоками Luxstat Control и Luxstat Dimmer можно осуществлять через централизованную систему управления той же компании, основанную на персональном компьютере.

Конструктивно все блоки выполнены в виде электроустановочных приборов, рассчитанных на установку в распределительные шкафы стандарта DIN (DIN Rait).

6.2 Организация мониторинга энергоресурсов ООО «РегионТеплоСервис»

Для мониторинга энергоресурсов ООО «РегионТеплоСервис», в первую очередь электрической энергии, предлагается установить систему «Меркурий ЭНЕРГОУЧЕТ», включающую в себя счетчики коммерческого и технического учета электроэнергии на основании счетчиков Меркурий (рисунки 6.9 и 6.10) компании «INCOTEX» [22]. Система работает с приборами учета всех энергоресурсов и позволяет осуществлять сбор информации по электропотреблению за каждый час, день, неделю, месяц и хранить ее на сервере.

Приборы учета электроэнергии:

- заменить на вводах 0,4 кВ трансформаторов подстанции ТП-15а;
- установить счетчики технического учета электроэнергии на отходящих фидерах всех распределительных пунктов 0,4 кВ, питающих технологическое оборудование по группам наибольшего потребления.

Все устанавливаемые приборы учета имеют цифровой выход.

Внедрение системы «Меркурий ЭНЕРГОУЧЕТ» позволит предприятию перейти на двуставочный тариф при оплате за электроэнергию, что снизит затраты на электроэнергию ориентировочно на 15%. Экономия за счет внедрения системы «Меркурий ЭНЕРГОУЧЕТ» составит 150 тыс. руб. в год. Реальный экономический эффект будет больше за счет того, что будет осуществляться постоянный мониторинг потребления электроэнергии во всех важных точках потребления электроэнергии.



Рисунок 6.9 – Счетчики Меркурий

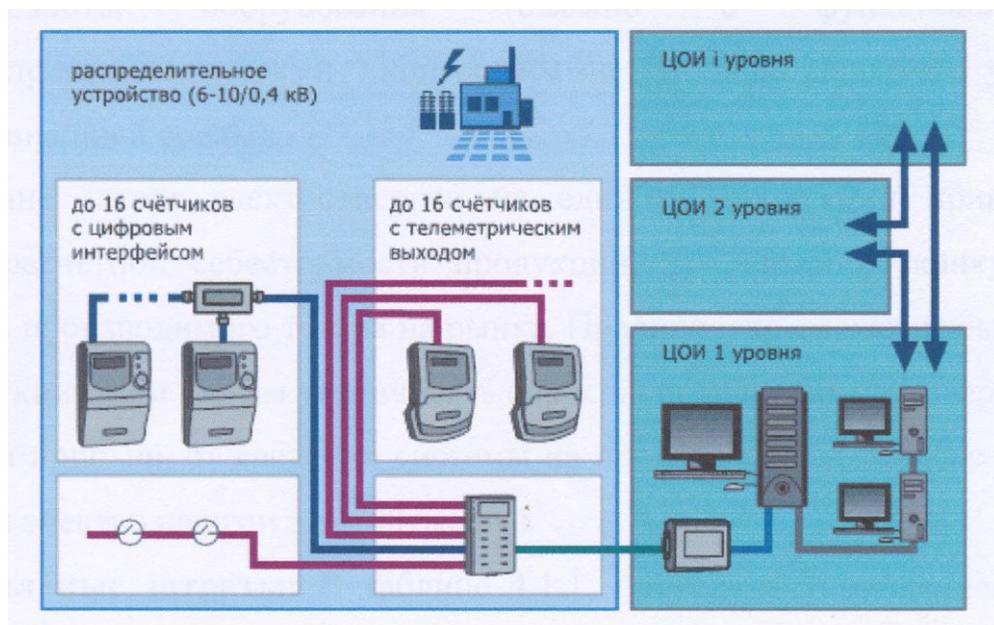


Рисунок 6.10 – Модуль сбора данных от счетчиков системы «Меркурий ЭНЕРГОУЧЕТ»

6.3 Стабилизация напряжения в сети 0,4 кВ предприятия

На предприятии наблюдаются частые отключения электроэнергии и понижения напряжения, что оказывает негативное влияние на дорогостоящее оборудование (экструдеры W-631 и W-633, заливочные машины) по изготовлению теплоизолированных пенополиуретаном труб. По требованиям поставщика технологического оборудования на паспортное значение

напряжения 0,4 кВ.). Это связано изношенность оборудования на подстанции «Комсомольская», которая является источником внешнего электроснабжения предприятия.

Для этого на предприятии предлагается установить стабилизаторы напряжения серии HYBRID [23]. Стабилизаторы напряжения серии HYBRID изготавливаются на мощности 200 – 2500 кВА. Модели отличаются друг от друга только системой охлаждения и системой управления Вид стабилизатора HYBRID представлен на рисунке 6.11.

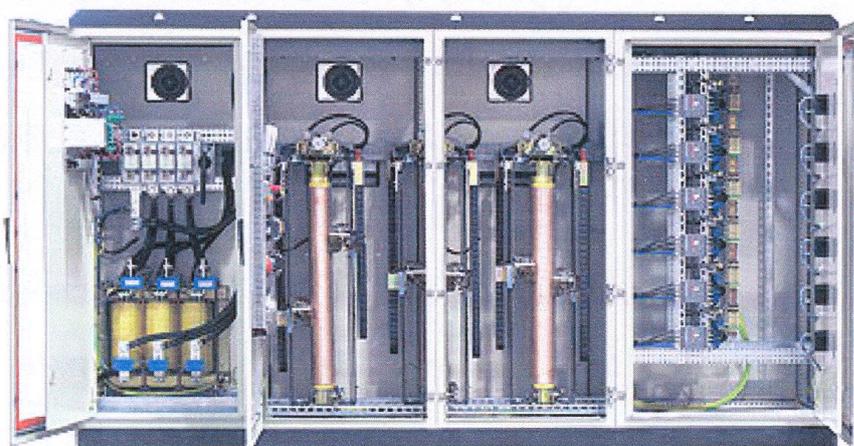


Рисунок 6.11 - Вид стабилизатора HYBRID

7 Экономическая эффективность проекта

Ущерб на ООО «РегионТеплоСервис» до внедрения рассмотренных мероприятий по повышению энергоэффективности системы электроснабжения приведены на диаграмме 7.1 и в целом составляют 16,56 млн.руб.

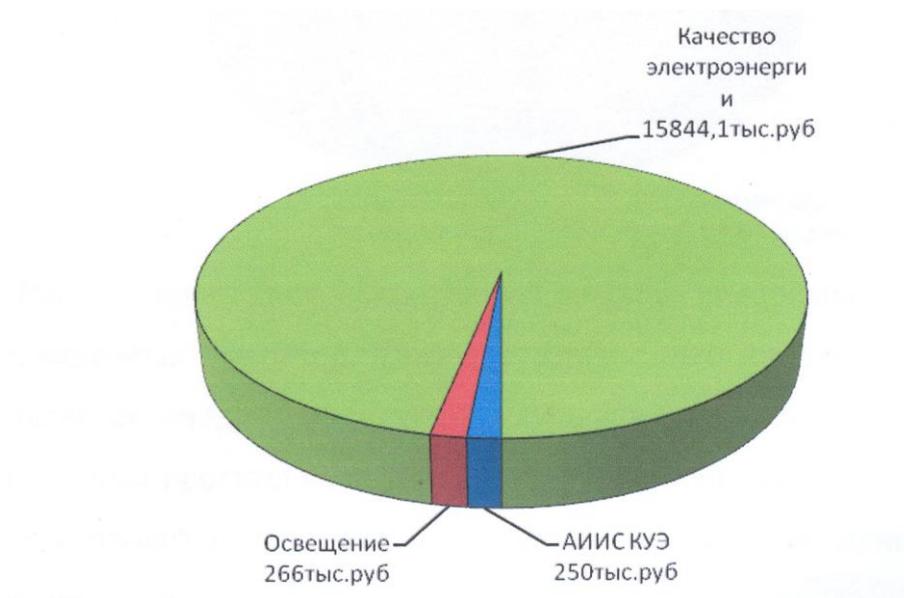


Рисунок 7.1 - Ущерб на ООО «РегионТеплоСервис»

Выполним расчет экономической эффективности от:

1 проекта - реконструкция системы внутреннего освещения ООО «РегионТеплоСервис»;

2 проекта - организация мониторинга энергоресурсов ООО «РегионТеплоСервис»;

3 проекта - стабилизация напряжения в сети 0,4 кВ предприятия.

Экономические показатели проекта 1 – реконструкция производственных и административных помещений приведена в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Экономические показатели проекта 1

Показатели проекта	Значения показателей
Марка светильников	TOP 258 FAROS FG
Стоимость, тыс.руб.	252; 14,7
Количество	186
Капиталовложения, тыс.руб.	266,7 тыс. руб.
ΣР уст, кВт	42,35
Затраты на монтаж - демонтаж, тыс. руб.	40
Инвестиции в проект (общая стоимость реконструкции), тыс. руб.	306,7
Экономия электроэнергии, тыс. руб.	266
Снижение затрат (доходы от проекта), тыс. руб./год.	202,16
Бездисконтный срок окупаемости проекта, лет	1,52

Экономические показатели проекта 2 – организация мониторинга энергоресурсов ООО «РегионТеплоСервис» приведена в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Экономические показатели проекта 2

Показатели проекта	Значения показателей
Затраты на установку системы «Меркурий ЭНЕРГОУЧЕТ» «Меркурий ЭНЕРГОУЧЕТ», тыс. руб.	334,88
Полные затраты с учетом разработки и монтажа, тыс. руб.	418,88
Снижение затрат (доходы от проекта), тыс. руб./год.	200
Бездисконтный срок окупаемости проекта, лет	2.2

Экономические показатели проекта 3- стабилизация напряжения в сети 0,4 кВ предприятия приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Экономические показатели проекта 3

Показатели проекта	Значения показателей
Затраты на установку стабилизаторов HYBRID, тыс. руб.	4642,837
Полные затраты с учетом разработки и монтажа, тыс. руб.	5803,543
Снижение затрат (доходы от проекта), тыс. руб./год.	12041,5
Бездисконтный срок окупаемости проекта, лет	0,5

Общие инвестиции в предложенные проекты 1-3 приведены на рисунке 7.2 и в сумме составит 6,529 млн. руб.

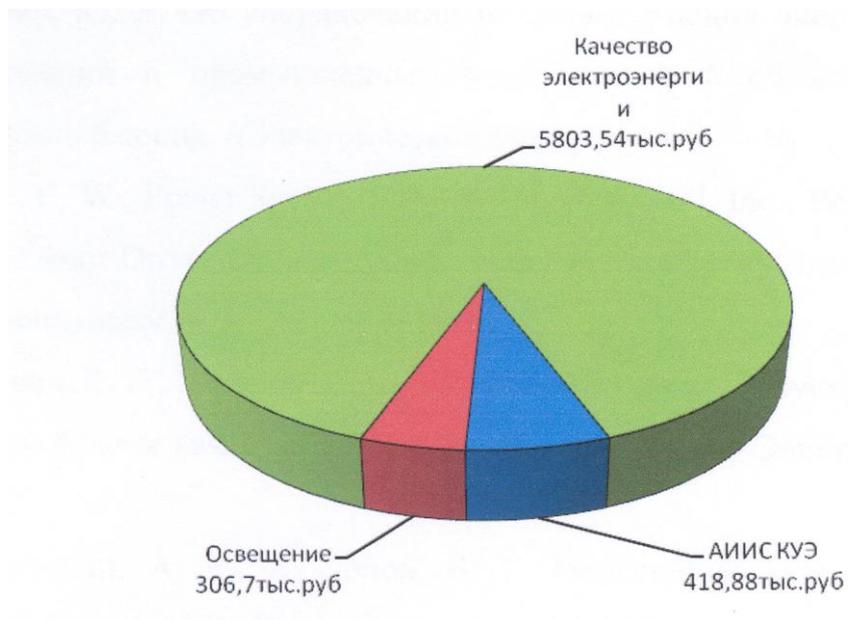


Рисунок 7.2 - Общие инвестиции в проекты 1-3

Прибыль от внедрения рассмотренных проектов 1-3 приведена на рисунке 7.3 и в сумме составит 5,240 млн. руб.

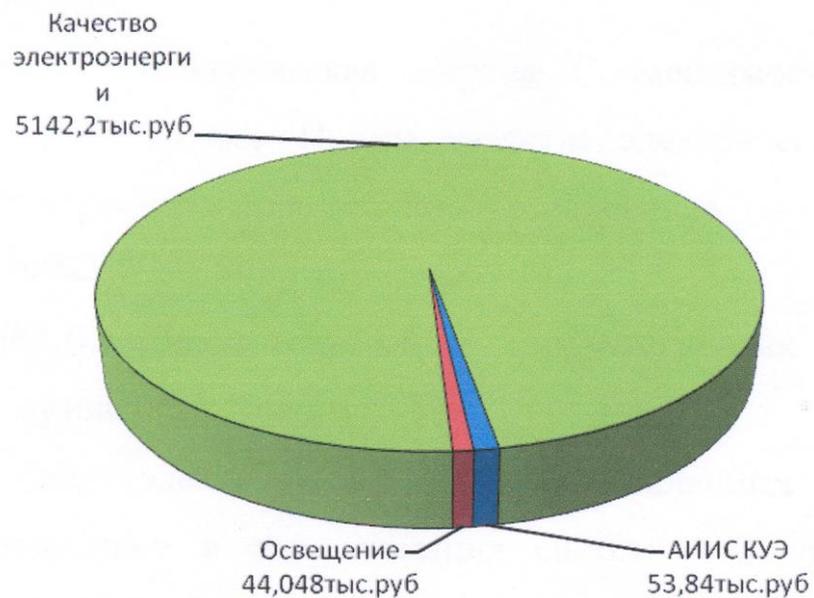


Рисунок 7.3 - Прибыль от внедрения проектов 1-3

8 Расчет заземления зданий ООО «РегионТеплоСервис»

Защитное заземление рассчитано методом коэффициентов использования электродов.

Порядок расчета заземления [6,16]:

Допустимое сопротивление заземляющего устройства составит $R_3 \leq 4 \text{ Ом}$ [1].

Удельное сопротивление грунта $\rho = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Длина и диаметр стержней: $l = 3 \text{ м}$; $d = 14 \text{ мм}$;

Глубина заложения полосы: $t = 0,5 \text{ м}$;

Расчетный периметр корпуса предприятия:

$$L = (A+B) \cdot 2 = 297,6 \text{ м}.$$

Расчет защитного заземления корпуса предприятия приведен в таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Расчет защитного заземления корпуса предприятия

Расчетное сопротивление	Величина
$\rho_{расч} = \rho \cdot K_c$	110 Ом·м
$R_c = \frac{110}{2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0.012} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 3 + 5}{4 \cdot 3 - 5} \right)$	24,8 Ом
$N_c = \frac{R_c}{R_3 \cdot \eta}$	10
$R_2 = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi \cdot l_2} \cdot \left(\lg \frac{l_2^2}{d \cdot t} \right) = \frac{110}{2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 105} \cdot \left(\lg \frac{105^2}{0.012 \cdot 0.5} \right)$	2.3 Ом
$R_u = \frac{R_c \cdot R_2}{R_c \cdot \eta_2 + R_2 \cdot \eta_8}$	3, 1 Ом

Согласно проведенным расчетам

$$R_u \leq R_3$$

$$3,180\text{М} \leq 40\text{М}$$

Что соответствует требованиям ПУЭ [1].

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен комплексный анализ системы электроснабжения ООО «РегионТеплоСервис», включая анализ системы учета электроэнергии, системы внутреннего освещения, а также системы качества напряжения на зажимах ответственных электроприемников. Проведена полная инвентаризация электроприемников производственных и бытовых помещений предприятия, которая позволила составить диаграммы электропотребления всех помещений. Выполнены инструментальные обследования системы электроснабжения и освещения, проведен анализ качества электроэнергии. Разработаны мероприятия, выполнение которых позволит снизить электропотребление корпусов, а следовательно и финансовые затраты на электроэнергию. Инвестиции в проекты составят 6,529 млн. руб. Прибыль, получаемая от внедрения проектов, составит 5,240 млн. руб.

Самым эффективным проектом является внедрение системы стабилизации напряжения в электрической сети 0,4 кВ. Все остальные проекты являются также эффективными и внедрение их на предприятие позволит существенно повысить энергоэффективность системы электроснабжения предприятия и снизить финансовые затраты на электроэнергию.

Список использованных источников

- 1 Правила устройства электроустановок. 7-е издание. – Новосибирск : Сибирское Университетское Издательство, 2009.
- 2 ГОСТ Р 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 2014-01-07. – М. : Стандартинформ, 2013.
- 3 Федеральный закон РФ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» №262-ФЗ от 23 ноября 2011 г.
- 4 СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. - М.: 2011.
- 5 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. - М.: Изд-во ЭНАС, 2003.
- 6 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. – М.: Издательство «Омега-Л», 2007.
- 7 Методика проведения инструментальных обследований при энергоаудите. - Н.Новгород: НИЦЭ, 2012.
- 8 Киреева, Э.А. Электрооборудование электрических станции и подстанций / Э.А. Киреева. – М.: КНОРУС, 2017. Вагин, Г.Я. Методика нормирования расхода электроэнергии предприятий / Под общ. ред. Г.Я. Вагина – Г. Новгород : Изд-во НГТУ, 2016.
- 9 Аткинсон, Б. Стандарты в области освещения / Б. Аткинсон // Светотехника. – 2013. - №1.- С. 18-23.
- 10 Быстрикин, К.А. Метод расчета естественного освещения помещений с учетом света, отраженного территорией, и определение экономической эффективности / К.А. Быстрикин // Светотехника. - 2014.- №10. – С. 32-33.
- 11 Киреева, Э.А. Полный справочник по электрооборудованию и

электроснабжению (с примерами расчетов) / Э.А. Киреева, С.В. Шерстнев; под общ. ред. С.В. Шерстнева. – М. : КНОРУС, 2017.

12 Конюхова, Е.А. Электроснабжение : учебник для вузов / Е.А. Конюхова. – М. : Издательский дом МЭИ, 2014.

13 Концепция построения автоматизированных систем управления освещением общественных зданий / Под общ. ред. Ю.А. Гребенко, // Светотехника. - 2013. – №4. – с. 8–11.

14 Управление качеством электроэнергии / И.И. Карташев, В.Н. Тульский Р.Г., Шамонов и др.; под ред. Ю.В. Шарова. 3-е изд. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017.

15 Техника безопасности в электроэнергетических установках/ Под ред. П.А. Долина. – М. : Энергоатомиздат, 2015.

16 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.

17 Bagginl, A. Handbook of Power Quality / A. Bagginl. - John Wiley and Sons Ltd, 2008.

18 George, J. Power Systems Harmonic. Fundamentals Analysis and Filter Design / J. George. Springer-Verlag, 2011.

19 Каталог продукции ЗАО «Элеткрокабель» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cable.ru/zavod/elektrokabel> (30.04.2017).

20 Каталог продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.electroprofi.ru/lt/pdf> (30.04.2017).

21 Каталог продукции компании «INCOTEX» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.incotexcom.ru/ME_po.htm (30.04.2017).

22 Каталог стабилизаторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.стабилизатор.рф> (30.04.2017).