

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

Институт энергетики и электротехники

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение
(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Реконструкция системы электроснабжения ТЦ «Русь-на-Волге»

Студент

М.И. Ващенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.Г. Сорокин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

«___» _____ 2017 г.

Тольятти 2017

Аннотация

Название выпускной квалификационной работы: Реконструкция системы электроснабжения ТЦ «Русь на Волге».

Данная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 60 страниц, 1 рисунка, 5 таблиц, списка источников, в том числе аннотации на иностранном языке, одного приложения, и чертежей на 6 листах формата А1. Объектом работы является торговый центр.

Данная работа может быть разделена на следующие логически взаимосвязанные разделы: описание объекта, выбор номинального напряжения, расчеты электрических нагрузок (силовые и осветительные), выбор мощности трансформаторов, предложения по энергосбережению, включающие, внедрение системы АСКУЭ, замену ламп в светильниках, реконструкцию трансформаторных подстанций, предложение по проведению энергоаудита. Основной целью работы является улучшение использования электроэнергии. Проводилось исследование по использованию общей потребляемой мощности, в данный момент. Проводился анализ, в котором рассматривалось, насколько актуально оборудование, используемое для обеспечения электроэнергией рассматриваемого ТЦ. По результатам проведенных анализов, были предложены меры по улучшению энергосбережения. А именно, к этим мерам относятся: более современная и автоматизированная система контроля и учета электроэнергии, более мощное оборудования, для внутренних КТП, так как данное оборудование уже давно не является актуальным, замена осветительного оборудования, для уменьшения потребления электроэнергии, проведение регулярного (раз в 5 лет) энергетического обследования, для выявления проблемных моментов и их дальнейшего устранения. Можно сделать следующий вывод: необходимо постоянно следить за потреблением электроэнергии и регулярно обновлять всё оборудование, связанное с ее потреблением.

Abstract

The title of the graduation work is "Reconstruction of the electricity system department store "Rus' na Volge"".

This graduation work consists of an explanatory note of 60 pages, including 1 figure, 5 tables, list of sources, including ones in English, one application and drawings of 6 sheets of A1 format. The object of this work is the department store.

This work can be logically divided into the following interrelated sections: a description of the object, the choice of the nominal voltage, the calculation of electrical loads (power and lighting), the selection of power transformers, suggestions on energy saving, including the introduction of the AMR(automated meter reading and control), the replacement of lamps in light fixtures, reconstruction of transformer substations, the proposal for energy audit. The main aim of this work is to improve the use of electricity. The study was conducted on the use of the total input power at the moment. Analyses which addressed how important the equipment used to provide electricity to the shopping center were carried out. The results of the analyses have been proposed measures to improve energy efficiency. Specifically, these measures include: a more modern and automated system of control and accounting of electricity, more powerful hardware, for internal PTS(Packed Transformer Substation), as this equipment is no longer relevant, replacement of lighting equipment to reduce electricity consumption, carrying out regular (every 5 years) energy surveys to identify problematic issues and their further elimination. You can make the following conclusion: it is necessary to monitor constantly the electricity consumption and regularly update all hardware associated with its consumption.

Содержание

Введение.....	5
1 Описание объекта проектирования.....	8
2 Выбор номинального напряжения.....	9
3 Расчет электрических нагрузок по ТЦ.....	10
3.1 Силовая часть.....	11
3.2 Осветительная часть.....	20
4 Выбор числа и мощности трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.....	25
5 Предложения по энергосбережению.....	29
5.1 Внедрение системы АСКУЭ.....	29
5.2 Замена ламп в светильниках.....	31
5.3 Замена на светодиоды в рекламных щитах.....	39
5.4 Реконструкция трансформаторных подстанций КТП-1 и 2.....	41
5.5 Предложение по проведению энергоаудита.....	52
5.6 Предложение по применению электропроводящих смазок в соединениях.....	57
Заключение.....	58
Список использованных источников.....	59
Приложение	62

Введение

В силу того, что энергетика является основой экономики нашей страны, особую роль играет электроэнергетика, которая, в свою очередь, оказывает большое воздействие на весь прогресс, не только в промышленном производстве, но и в других областях жизни нашего общества.

Электроэнергия является отличным видом служебной энергии, более того, самым распространенным и с удобными и отработанными системами передачи и распределения.

Сама электроэнергия образуется за счет других видов энергии, при помощи соответствующих установок преобразования, на таких объектах, как ГЭС, ТЭС, АЭС и т.д. Далее электроэнергия с этих станций поступает к потребителям с помощью систем.

Для передачи электроэнергии в необходимом объеме и с соответствующим качеством существуют системы электроснабжения промышленных предприятий состоящие из сетей напряжения до 1000 В и выше, а так же трансформаторных, распределительных и преобразовательных подстанций. Так же в передаче электроэнергии имеют место линии электропередач, которые, в свою очередь классифицируются: по роду тока, по напряжению, по нейтрали, по виду прокладки.

Так как у потребителей электроэнергии существуют определённые особенности, например, надежность питания, качество электроэнергии и т.д. основной задачей электроснабжения является грамотная организация передачи электроэнергии от источника к потребителю.

Кроме того электроснабжение включает в себя разработку электрических систем для приёмников различных категорий, с точки зрения технико-экономической выгоды и возможности подробного обоснования выбранной системы.

В данной квалификационной работе будет произведена реконструкция системы электроснабжения одного из электроприёмников, торгового центра «Русь на Волге», с целью уменьшения большого потребления электроэнергии, в последствие, экономии затрат на неё. Работа включает в себя: предложения по модернизации осветительной части, предложения по замене системы контроля и учёта потребления электроэнергии.

1 Описание объекта проектирования

Профиль деятельности объекта проектирования - торговый центр.

Здание данного торгового центра представляет собой трёхэтажный прямоугольный объем с подземным этажом. Так же в торговом центре есть 4,5,6 офисные этажи с меньшими прямоугольными объёмами, и техническими установками на крыше.

Наружные стены торгового центра выполнены из навесных панелей типа «Сэндвич», представляющих собой трёхслойную структуру, с витражами. Цоколь здания является железобетонным. Общая площадь всего здания составляет 81670,8 кв м.

Общее число обслуживающего персонала составляет 119 человек. В здании имеются три комплектные двухтрансформаторные подстанции, типа 2КТП-1000/10/0,4 кВ, с сухими трансформаторами типа ТСЗ мощностью 1000 кВА каждый. Данные подстанции установлены в подвале, каждая из которых расположена в отдельном помещении.

Местоположение подстанций:

КТП-1 - в осях 2-3/В-Ж, на отм.-3,900;

КТП-2 – в осях 21-22/С-Ф, на отм.-6,000;

КТП-3 – в осях 14-17 за осью III в сторону Ленинского проспекта на отм.-6,000.

Электроснабжение ТЦ «Русь-на-Волге» осуществляет ЗАО «Самарская сетевая компания». Источником электроэнергии является РП-7 10 кВ ОГТЦ ЗАО «Самарская сетевая компания».

Граница балансовой принадлежности между потребителем и поставщиком электрической энергии проходит:

- КТП-1,2 по кабельным наконечникам отходящих линий 0,4 кВ.
- КТП-3 по кабельным наконечникам отходящих линий 10 кВ от РП-7 ОГТЦ ЗАО «Самарская сетевая компания».

2 Выбор номинального напряжения

В электроснабжении для любого типа электрических приёмников производится выбор номинального напряжения. Выбор номинального напряжения подразумевает определение необходимого напряжения для потребителей. В зависимости от того, какой объект планируется запитать, рассматриваются разные величины напряжений и учитываются общие рекомендации.

Также, номинальное напряжение делится на внутреннее и внешнее. И, чем больше величина передаваемого напряжения, тем на большее расстояние её можно передавать.

Все сети делятся на сети до 1 кВ и свыше 1 кВ. Сети до 1 кВ, относятся к внутренним сетям, свыше 1 кВ, к внешним. Во внешних сетях, свыше 1000 В, применяются напряжения: 6 кВ, 10 кВ, 20 кВ, 35 кВ, 110 кВ, 220 кВ, 330 кВ, 500 кВ, 750 кВ. Во внутренних сетях до 1000 В, применяются напряжения: 220/127 В, 380/220 В, 660/380 В.

Сети с напряжением 330 кВ, а иногда и 500 кВ, используются для электроснабжения очень больших энергоёмких предприятий, в качестве подводимых линий. Напряжения 110 кВ и 220 кВ используются, также, для крупных предприятий. Напряжение 35 кВ используется для определенных электроприёмников, с номинальным напряжением 35 кВ, на больших предприятиях, и выступает как основное напряжение на средних предприятиях. Напряжение 6 кВ, обычно, используется на предприятиях, где номинальное напряжение приёмников составляет 6 кВ, и в городских сетях, старого образца. Напряжение 10 кВ используется для запитки городов и средних предприятий.

В данном торговом центре, питаемом от РП №7, находящимся за ТЦ «Русь на Волге», на парковке, со стороны детского парка, подается напряжение 10 кВ, а напряжение потребляемое ТЦ составляет 0,4 кВ, что обеспечивается за счет понижающих трансформаторов, расположенных в подвале.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что для ТЦ, рассматриваемого в данной работе, внешнее напряжение берется 10 кВ. А внутреннее 380/220 В. При этом, напряжение 380 В используется для силовой части, а 220 В для осветительной.

3 Расчет электрических нагрузок по ТЦ

3.1 Силовая часть

Нагрузки электрических приемников делятся на силовую и осветительную часть. Питание может производиться по двум вариантам: от одних трансформаторов, от разных трансформаторов.

При питании от одного трансформатора существуют свои плюсы и минусы.

Плюсы заключаются в том, что электрическая схема становится проще, в силу этого, уменьшается число оборудования, соответственно, уменьшается и общая цена, необходимая для постройки подстанции. Кроме того, из-за равных нагрузок, возможно, уменьшение числа трансформаторов, что тоже уменьшает затраты.

Минусы состоят из: увеличенного сечения проводов, так как из-за реактивного сопротивления увеличиваются потери напряжения, снижение напряжения, в силу больших пусковых токов.

В данной работе расчет электрических нагрузок производился методом коэффициента максимума. Методику расчета данного пункта берем из методичек [10-14].

Расчет мощностей: активной, реактивной и полной, осуществлялся по формулам:

$$P_{\text{см}} = K_{\text{н}} \cdot P_{\text{н}}, \quad (1)$$

$$Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2)$$

$$S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2}, \quad (3)$$

где $K_{\text{н}}$ - коэффициент использования, $P_{\text{н}}$ - потребляемая мощность одного приёмника, $P_{\text{см}}$ - средняя активная мощность за наиболее загруженную смену, $\operatorname{tg} \varphi$ - определяем по имеющемуся $\cos \varphi$.

Расчет среднего коэффициента использования для электроприемников:

$$K_{и.ср} = \frac{P_{см.Σ}}{P_{н.Σ}}, \quad (4)$$

$$K_{и.ср} = 0,76,$$

где $P_{см.Σ}$ - суммарная мощность средних активных нагрузок, $P_{н.Σ}$ - суммарная мощность, потребляемая каждым приемником.

Расчет числа эффективных электроприемников по упрощенным вариантам, согласно условию:

$$n_{Э} = \frac{(P_{HΣ})^2}{P_{HΣ}^2} \quad (5)$$

В соответствии с практикой проектирования принимается $K_M' = 1,1$ при $n_{Э} \leq 10$.

Расчет активной, реактивной и полной мощности соответственно:

$$P_M = K_M \cdot P_{см}, \quad (6)$$

$$Q_M = K_M' \cdot Q_{см}, \quad (7)$$

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2}, \quad (8)$$

Занесем полученные значения в таблицу 1.

K_M берем исходя из таблицы (Приложения А), учитывая средний коэффициент использования и количество эффективных электроприемников.

Расчет токов по общей формуле:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{л}}, \quad (9)$$

где S_p – расчетная мощность РУ; $U_{л} = 380$ В – линейное напряжение сети.

Все полученные данные занесем в таблицу 1.

После расчета силовой нагрузки проведем расчет нагрузки осветительной в следующем пункте.

Хотелось бы отметить, что расчеты проводятся без учета площадей, сдаваемых в аренду, т.к. границы ответственности проходят по нижним контактам АВ в РЩ в РП, (более подробно расписано в пунктах 3.2, 4).

Таблица 1– Сводная ведомость нагрузок

Наименование оборудования	n	P _н , кВт	P _{нΣ} , кВт	K _п	cosφ	tgφ	P _{см} , кВт	Q _{см} , квар	п _э	K _м	P _м , кВт	Q _м , квар	S _м , кВА	I _p ,А
КПТ-3:														
Оборудование ВК-1	1	182	182	0,8	0,87	0,61	145,6	88,8			187,8	97,7	212	322,2
Оборудование ВК-2	1	175	175	0,8	0,87	0,61	140	98			180,6	107,8	210	319,1
Оборудование ВК-3	1	186,2	186,2	0,8	0,87	0,61	148,96	90,9			187,7	100	213	323,7
Оборудование ВК-4	1	209,1	209,1	0,8	0,87	0,61	167,3	102			215,8	112,2	243	369,3
Холодильные машины: ХМ-1,ХМ-2	2	395	790	0,78	0,8	0,75	616	462			794,6	508,2	943	1433,1
Насосные станции: ШРН, ШУ-Н	2	148	296	0,7	0,8	0,75	207	155,3			267	170,8	317	481,8
Видеонаблюдение	1	1,1	1,1	0,6	0,85	0,7	0,66	0,46			0,85	0,51	0,99	1,5
Орг. техника	4	1	4	0,7	0,9	0,44	2,8	1,23			3,6	1,35	3,84	5,8
Итого:		1297,4	1843,4	0,75			1428,32	998,7	4	1,29	1838	109	2141	3253,8

Продолжение таблицы 1

Наименование оборудования	n	P _{нб} кВт	P _{нз} кВт	K _и	cosφ	tgφ	P _{см} кВт	Q _{см} квар	n _э	K _м	P _м кВт	Q _м квар	S _м кВА	I _p ,А
РП-1:														
Тепловые завесы подвала	1	7	7	0,6	0,85	0,7	4,2	2,94			5,75	3,2	6,6	10
Тепловые завесы входов	2	4	8	0,6	0,85	0,7	4,8	3,36			6,6	3,7	7,6	11,5
Вентиляторы служебных помещений и сан. узлов	1	3	3	0,65	0,87	0,61	1,95	1,2			2,7	1,3	3	4,5
Эскалаторы	2	8	16	0,7	0,65	1,17	11,2	13			15,3	14,3	20,9	31,8
Оборудование теплоузлов	1	12	12	0,6	0,85	0,7	7,2	5,04			9,9	5,5	11,3	17
Оборудование ливневой насосной	1	15	15	0,7	0,8	0,75	10,5	7,9			10,8	8,7	13,9	21
Мастерские	1	3,75	3,75	0,2	0,5	1,73	0,75	1,3			1,03	1,4	1,74	2,6
Поломочные машины	1	1	1	0,85	0,75	0,88	0,85	0,74			1,2	0,8	1,44	2,2
Итого:		53,75	65,75	0,6			41,45	35,48	6	1,37	53,3	38,9	66	100,3
РП-3, РП-4:														
Тепловые завесы входов	2	5	10	0,6	0,85	0,7	6	4,2			6	4,6	7,6	11,6
Поломочные машины	2	2	2	0,85	0,75	0,88	1,7	1,5			1,7	1,7	2,4	3,6
Эскалаторы	2	10	20	0,7	0,65	0,93	14	13			14	14,3	20	30,4
Оборудование входных дверей	1	0,5	0,5	0,6	0,88	0,59	0,3	0,18			0,3	0,2	0,4	0,6
Итого:		17,5	32,5	0,7			22	18,9	2,1	-	22	20,8	30,3	46

Продолжение таблицы 1

Наименование оборудования	n	P _н , кВт	P _{нΣ} , кВт	K _и	cosφ	tgφ	P _{см} , кВт	Q _{см} , квар	п _э	K _м	P _м , кВт	Q _м , квар	S _м , кВА	I _p ,A
РП-5:														
Лифт-15,13,14	3	16	48	0,7	0,65	1,17	33,6	39,3			33,6	43,2	54,7	83,1
Лифт-1	1	7,1	7,1	0,7	0,65	1,17	4,97	5,8			4,97	6,4	8,1	12,3
Лифт-4,5	2	8,5	17	0,7	0,65	1,17	11,9	13,9			11,9	15,3	19,4	29,5
Оборудование АТС	1	1,6	1,6	0,8	0,95	0,33	1,28	0,42			1,28	0,46	1,4	2,1
Кондиционеры служебных помещений	3	2	6	0,65	0,93	0,41	3,9	1,6			3,9	1,4	4	6
Эскалаторы	2	10	20	0,7	0,65	0,93	14	13,02			14	14,3	20	30,4
Орг. техника	6	1	6	0,7	0,9	0,44	4,2	1,85			4,2	2,04	4,7	7,1
Холодильники	1	1,5	1,5	0,75	0,65	1,17	1,13	1,32			1,13	1,45	1,9	2,9
Поломоечные машины	1	1	1	0,85	0,75	0,88	0,85	0,75			0,85	0,83	1,2	1,8
Итого:		48,7	108,2	0,7			75,83	77,9	3,75	-	75,8	85,4	114,2	173,6
РП-6:														
Тепловые завесы подвала	2	7	14	0,6	0,85	0,7	8,4	5,9			8,4	6,5	10,6	16,1
Вентиляторы служебных помещений и сан. узлов	1	3	3	0,65	0,87	0,66	1,95	1,3			1,95	1,4	2,4	3,6
Поломоечные машины	1	1	1	0,85	0,75	0,88	0,85	0,75			0,85	0,83	1,2	1,8
Итого:		11	18	0,7			11,2	7,95	1,6	-	11,2	8,7	14,2	21,6

Продолжение таблицы 1

Наименование оборудования	n	P _н , кВт	P _{нΣ} , кВт	K _и	cosφ	tgφ	P _{см} , кВт	Q _{см} , квар	пЭ	K _м	P _м , кВт	Q _м , квар	S _м , кВА	I _p ,A
РП-7:														
Тепловые завесы подвала	1	7	7	0,6	0,85	0,7	4,2	2,9			4,2	3,2	5,3	8,1
Тепловые завесы входов	2	3	6	0,6	0,85	0,7	3,6	2,5			3,6	2,8	4,6	7
Оборудование входных дверей	1	0,5	0,5	0,6	0,88	0,59	0,3	0,18			0,3	0,2	0,4	0,6
Мастерские	1	3,75	3,75	0,2	0,5	1,73	0,75	1,3			0,75	1,4	1,6	2,4
Поломоечные машины	1	1	1	0,85	0,75	0,88	0,85	0,75			0,85	0,83	1,2	1,8
Итого:		15,25	18,25	0,6			9,7	7,6	3,3	-	9,7	8,4	12,8	19,5
РП-9:														
Тепловые завесы входов	2	3	6	0,6	0,85	0,7	3,6	2,5			3,6	2,8	4,6	7
Эскалаторы	2	8	16	0,7	0,65	1,17	11,2	13,1			11,2	14,4	18,2	27,7
Мониторы рекламы	1	1,1	1,1	0,85	0,9	0,44	0,94	0,4			0,94	0,44	1	1,5
Поломоечные машины	1	1	1	0,85	0,75	0,88	0,85	0,75			0,85	0,83	1,2	1,8
Итого:		13,1	24,1	0,8			16,6	16,8	1,97	-	16,6	18,5	24,9	37,8

Продолжение таблицы 1

Наименование оборудования	n	P _{нб} , кВт	P _{нΣ} , кВт	K _н	cosφ	tgφ	P _{смб} , кВт	Q _{смб} , квар	п _э	K _м	P _м , кВт	Q _м , квар	S _м , кВА	I _p ,A
РП-10, РП-10а:														
Лифт-8,9	2	7,1	14,2	0,7	0,65	1,17	9,94	11,6			9,94	12,8	16,2	24,6
Оборудование серверной	1	1,8	1,8	0,8	0,95	0,33	1,44	0,48			1,44	0,6	1,56	2,4
Кондиционеры служебных помещений	3	2	6	0,65	0,93	0,41	3,9	1,6			3,9	1,8	4,3	6,5
Вентиляторы служебных помещений и сан. узлов	2	3,5	7	0,65	0,87	0,61	4,55	2,8			4,55	3,1	5,5	8,4
Орг. техника	7	2	14	0,7	0,9	0,44	9,8	4,3			9,8	4,7	10,9	16,6
Холодильники	1	1,5	1,5	0,75	0,65	1,17	1,13	1,3			1,13	1,4	1,8	2,7
Поломоечные машины	1	1	1	0,85	0,75	0,88	0,85	0,75			0,85	0,83	1,2	1,8
Итого:		18,9	45,5	0,7			31,6	22,8	2,2	-	31,6	25,2	40,4	61,4
Итого на НН:											2058,2	1304,9	2433,8	3714
Потери:											48,68	243,38	148,2	
Итого на ВН:											2106,9	1548,3	2582	

3.2 Осветительная часть

Данный ТЦ представляет собой здание из трёх основных и трёх дополнительных этажей.

Первые три этажа имеют высоту 4,6 метра, при этом площадь каждого этажа индивидуальна (общие площади с учетом арендных):

- 1) этаж - $15453,9 \text{ м}^2$ ($120 \times 128,78$);
- 2) этаж - $15392,68 \text{ м}^2$ ($120 \times 128,27$);
- 3) этаж - $15425,9 \text{ м}^2$ ($120 \times 128,55$).

Индивидуальна и площадь 4 этажа, т.к. на нем предусмотрено две пристройки, высотой по 3 метра, а площадями: 1080 м^2 (60×18); 1500 м^2 (с учетом арендных) (72×30).

Оставшиеся два этажа 5 и 6, имеют одинаковую высоту, 3 метра, и площадь, 1080 м^2 (с учетом арендных) (60×18).

Кроме вышеперечисленного к основному зданию ТЦ относятся:

Атриум - высота 9 метров, площадь 9×72 , 648 м^2 ;

Галереи - по две галереи на трёх этажах, высотой по 4,6 метра, площадью: 132×6 , 792 м^2 , 132×12 , 1584 м^2 ;

Цоколь - высоты 4,6 метра, площадь $120 \times 90,5$, 10860 м^2 (с учетом арендных).

К дополнительному освещению будут относиться:

дирекция - высота 3 метра, площадь $22,7 \times 15$, $240,5 \text{ м}^2$;

наружное освещение;

рекламное освещение;

освещение лестничных маршей - три этажа с высотой 4,6 метра, площадью 6×6 , 36 м^2 ; 2 этажа с высотой 3 метра, площадью 6×6 , 36 м^2 ;

освещение служебных помещений.

Так как перечень осветительного оборудования рассматриваемого ТЦ уже имеется, выполняется дополнение основной таблицы, такими характеристиками, как: потребление в Вт одного светильника ($P_{\text{л}}$), cosφ для

каждого светильника. Берутся эти характеристики с сайта производителя, с которым сотрудничает «Русь на Волге».

Лампы, используемые в ТЦ:

- типа КЛЛ производителей Phillips (Osram) на 23 Вт,
- типа МГЛ производителей Phillips на 150 Вт,
- типа ДРЛ производителей Phillips (Osram) на 250 Вт,
- типа ЛЛ производителей Phillips (Osram) на 36 Вт.

Далее производится расчет активной, реактивной нагрузок, а также суммарной полной мощности нагрузки освещения по формулам:

$$P_{\text{осв}} = N \cdot n \cdot P_{\text{л}}, \quad (10)$$

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (11)$$

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{P_{\text{осв}}^2 + Q_{\text{осв}}^2}, \quad (12)$$

где n – количество ламп в светильнике; N – количество светильников.

Все полученные, дополнительные и ранее существующие данные сведём в таблицу 2.

Таблица 2 - Сводная ведомость по освещению

Функциональное назначение системы освещения	Количество светильников				Р, кВт	Q, квар	S, кВА
	с лампами накаливания	с лампами ДРЛ	с люминесцентны ми лампами	с компактными люминесцентны ми лампами			
	Cosφ=0,95	Cosφ=0,95	Cosφ=0,95	Cosφ=0,95			
	tgφ=0,33	tgφ=0,33	tgφ=0,33	tgφ=0,33			
	n=1 шт.	n=1 шт.	n=2 шт.	n=2 шт.			
	РЛ=150 Вт	РЛ=250Вт	РЛ=36 Вт	РЛ=23 Вт			
Внутреннее освещение всего, в том числе:							
Основное здание, в том числе:							
Первый этаж	6	52	265	342	43,94	14,5	
Второй этаж		63	239	238	33,43	11,03	
Третий этаж и фудкорт		30	412	157	31,52	10,4	
Цоколь		7	94		9,27	3,06	
Атриум		43			13,6	4,49	
Офисное здание 4,5,6 этажи			62		4,96	1,64	
Дирекция			45		3,6	1,2	
Наружное освещение							
Световые опоры, в том числе рынок		40			11,2	3,7	
Торшеры от ул. Фрунзе		10			1,5	0,5	
Въезд в подвал	2	1	8	13	1,38	0,46	

Балкон				46	5,52	1,8	
Рекламное освещение							
Баннеры	190				28,5	9,4	
Стенды			68		21,76	7,2	
Вывески	12			2	18	5,9	
Освещение лестничных маршей							
С цоколя на 6-й этаж осн.			12		0,96	0,32	
С цоколя на 6-й этаж эваку.			12		0,48	0,2	
С цоколя в отдел аренды			8		0,64	0,2	
Мраморная				8	1,76	0,6	
Л-2			8	8	2,4	0,8	
Освещение служебных помещений							
Складские помещения			105		8,4	2,8	
Помещения охраны			20		1,6	0,5	
Лифтовые	30		6	24	1,78	0,6	
КТП, РП			15		0,12	0,04	
Тепловые узлы			3		0,24	0,08	
Пожарная насосная			12		0,96	0,3	
Мастерские			24		1,92	0,6	
Вент. камеры	9	10	12		4	1,3	
Сан. узлы			39		3,12	1,03	
ИТОГО	249	256	1469	838	256,56	84,7	270,2

Так как расчеты производились без учета арендаторских площадей, а их расчет необходим для дальнейшего выбора трансформаторов, расчеты были выполнены с тем условием, что арендатором предоставляется 50 Вт на один квадратный метр.

1 этаж: $11600 \times 50 = 580$ кВт

2 этаж: $11550 \times 50 = 577,5$ кВт

3 этаж: $11570 \times 50 = 578,5$ кВт

4 этаж: $2000 \times 50 = 100$ кВт

5 этаж: $810 \times 50 = 40,5$ кВт

6 этаж: $810 \times 50 = 40,5$ кВт

Цоколь: $8150 \times 50 = 407,5$ кВт

Мощность, потребляемая арендными площадями составляет 2324,5 кВт.

Также, кроме вышеизложенного, существует внешнее рекламное освещение, поделим его на три части:

Цветная лента с количеством светильников 534 по 0,04 кВт, с общей потребляемой мощностью в 21,36 кВт,

Рекламные коробки с 276 светильниками в одном коробе (их всего 69) по 0,0096 кВт и общей потребляемой мощностью в 82,8 кВт,

Лампы с цоколем E27 с количеством ламп 3100 по 0,023 кВт и общей мощностью 71,3 кВт.

4 Выбор числа и мощности трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности

Все трансформаторы делятся на повышающие и понижающие. Повышающие трансформаторы стоят в местах получения электроэнергии и необходимы они для повышения напряжения на выходе, их принцип заключается в количестве двух обмоток: первичной и вторичной, за счет которых и происходит изменение напряжения, в силу того, что у обмоток разное количество витков. Понижающие же трансформаторы находятся в систем электроснабжения всех потребителей и служат, также, для изменение напряжения на выходе, но нужны они для выхода пониженного напряжения, система у них такая же как и у повышающих трансформаторов, две обмотки, с разными количествами витков.

В данном пункте будут рассчитаны количество и мощность трансформаторов, с учетом уже существующих трех КТП, находящихся в подвале ТЦ, также, нужно брать в учет, что трансформаторы должны работать в параллельном режиме, в связи с частыми переключениями. Кроме вышесказанного, КТП, находящиеся в подвалах, имеют определенные ограничения по мощности, в связи со своим местоположением. Методику расчета мы берем из методичек [1-4].

Так как полная мощность 5473 кВт ($S_{расч}$), необходимо распределить ее на 6 трансформаторов, тогда составляются расчеты.

Для проведения расчетов, необходимо понимать, что существует уже 6 трансформаторов, обозначим их количество буквой «п», желаемый коэффициент загрузки 0,5...0,6, обозначим буквой k_3 .

Если желаемый коэффициент брать минимальным 0,5, мощность трансформаторов определяется по формуле:

$$\begin{aligned} S_{тр. \Sigma} &= S_{расч} \cdot 2 \\ S_{тр. \Sigma} &= 5473 \cdot 2 = 10748 \text{ МВА} \end{aligned} \tag{13}$$

Для расчета мощности одного трансформатора:

$$S_{\text{тр.ном.}} = \frac{S_{\text{тр.}\Sigma}}{n} \quad (14)$$

$$S_{\text{тр.ном.}} = \frac{10748}{6} = 1791 \text{ МВА}$$

Так как ближайшая мощность трансформатора составляет 2500 МВА, а трансформаторы с такой мощностью нельзя ставить в подвалах ТЦ, если возможно скопление народа в размере от 50 человек над ним, а некоторые КТП находятся прямо под кассами магазина, желательно взять трансформаторы на 1600 МВА. Стоит отметить, что и вариант с трансформаторами на 1600 МВА, вполне подойдет, но при этом, коэффициент загрузки будет несколько больше, но находиться в допустимом диапазоне. Что видно из следующих формул:

$$S_{\text{тр.ном.}} = \frac{S_{\text{расч.}}}{n \cdot k_3}, \quad (15)$$

$$S_{\text{тр.ном.}} = \frac{5374}{6 \cdot 0,56} = 1600 \text{ МВА},$$

$$k_3 = \frac{S_{\text{расч.}}}{n \cdot S_{\text{ном}}}, \quad (16)$$

$$k_3 = \frac{5374}{6 \cdot 1600} = 0,56.$$

Исходными данными являются:

$P_{p\Sigma} = 4136 \text{ кВт}$; $Q_{p\Sigma} = 3431 \text{ квар}$; $S_{p\Sigma} = 5374 \text{ кВА}$.

По справочным данным определяем для ТСЗ-1600:

$\Delta P_{xx} = 2,2 \text{ кВт}$

$\Delta P_{кз} = 8,1 \text{ кВт}$

$S_n = 1600 \text{ кВА}$

$$U_{кз}=5,5 \%$$

$$I_{кз}=1,2 \%$$

Потери в трансформаторах:

$$\Delta P_T = N_T \cdot (P_{xx} + K_3^2 \cdot P_{кз}), \quad (17)$$

$$6 \cdot (2,2 + 0,56^2 \cdot 8,5) = 29,2 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_T = N_T \cdot (i_0 + K_3^2 \cdot U_{кз}) \cdot \frac{S_H}{100}, \quad (18)$$

$$6 \cdot (1,2 + 0,56^2 \cdot 5,5) \cdot 16 = 198,7 \text{ квар}$$

Расчетная нагрузка с учетом потерь в трансформаторах:

$$P_p = P_{p\Sigma} + \Delta P_T, \quad (19)$$

$$4136 + 29,2 = 4165,2 \text{ кВт},$$

$$Q_p = Q_{p\Sigma} + \Delta Q_T, \quad (20)$$

$$3431 + 198,7 = 3629,7 \text{ квар}$$

Реактивная мощность в часы минимума нагрузки:

$$Q_{\min} = 50\% \cdot Q_p = 1815 \text{ квар},$$

- по типовому годовому графику электрических нагрузок.

1. Экономически обоснованные значения реактивной мощности в часы максимума энергосистемы:

$$Q'_{\text{эл}} = Q_p - 0,7 \cdot Q_{\text{сд}}, \quad (21)$$

$$Q'_{\text{эл}} = 3629,7 \text{ квар},$$

$$Q''_{\text{эл}} = \alpha P_p, \quad (22)$$

$$Q''_{\text{эл}} = 1166,3 \text{ квар},$$

где $\alpha = 0,28$; $Q_{\text{сд}} = 0$.

Из-за пониженного напряжения в часы максимальных нагрузок принимаем меньшее из значений: $Q_{\varepsilon 1} = 1166,3$ квар.

2. Экономически обоснованные значения реактивной мощности в режиме наименьших нагрузок:

$$Q'_{\varepsilon 2} = Q_{\min} + Q_k, \quad (23)$$

$$Q'_{\varepsilon 2} = 1815 \text{ квар},$$

$$\text{где } Q_k = 0$$

$$Q''_{\varepsilon 2} = Q_{\min} - Q_{\text{кд}} = Q_{\min} - (Q_p - Q_{\varepsilon 1}), \quad (24)$$

$$1815 - (3629 - 1166,3) = -648,4 \text{ квар}$$

Из-за повышенного напряжения в часы минимальных нагрузок принимаем значение мощности:

$$Q_{\varepsilon 2} = 1815 \text{ квар}$$

3. Суммарная мощность компенсирующих устройств:

$$Q_{\text{ку. max}} = 1,1 \cdot Q_p - Q_{\varepsilon 1}, \quad (25)$$

$$Q_{\text{ку. max}} = 1,1 \cdot 3629,7 - 1166,3 = 2826,4,$$

$$Q_{\text{ку. min}} = Q_{\min} - Q_{\varepsilon 2}, \quad (26)$$

$$Q_{\text{ку. min}} = 1815 - 1815 = 0$$

Следовательно, все КУ должны быть регулируемые.

Произведем выбор числа и мощности цеховых трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.

Рассмотрим вариант с трансформаторами типа ТС31600 кВА.

Число трансформаторов: $N_T = 6$ штук.

Реактивная мощность, которая должна быть передана из сети 6/10 кВ в сеть напряжением до 1кВ и не должна компенсироваться:

$$Q_{\varepsilon \text{н}} = Q_{\varepsilon 1} - (Q_p - Q_{p\Sigma}), \quad (27)$$

$$1166,3-(3629,7-3431)=967,6 \text{ квар}$$

Реактивная мощность, которая может быть передана из сети 6/10 кВ в сеть напряжением до 1кВ:

$$Q_T = \sqrt{(N_T \cdot K_3 \cdot S_{H.T})^2 - P_{P\Sigma}^2}, \quad (29)$$

$$\sqrt{(6 \cdot 0,56 \cdot 1600)^2 - 4136^2} = 3434,4 \text{ квар}$$

Мощность КУ, устанавливаемых на стороне до 1кВ:

$$Q_{\text{ку.н}} = Q_{P\Sigma} - Q_T, \quad (30)$$

$$Q_{\text{ку.н}} = 3431 - 3434,4 = -3,4 \text{ квар}$$

Установка КУ нецелесообразна.

5 Предложения по энергосбережению

5.1 Внедрение системы АСКУЭ

Цель внедрения любой Автоматизированной Системы Коммерческого Учёта Электроэнергии (АСКУЭ) - получение подробных данных о расходе энергоресурсов предприятия. В данный момент большинство предприятий производят разработку энергосберегающих мероприятий и их осуществление. Энергосбережение производится различными способами, некоторые из них, также, указаны в статьях [5-9].

АСКУЭ производит подробный сбор и анализ информации, касающейся потребления энергии.

Хотелось бы отметить, что, несмотря на обширное мнение, по поводу того, что системы АСКУЭ, в основном, применяются на промышленных предприятиях, рынок предоставляет большой выбор систем коммерческого учета, для потребителей всех видов и потребляемых мощностей.

В данной работе, для рассмотрения была выбрана и описана система АСКУЭ, производителя «ЭМИС-ЭЛЕКТРА».

АСКУЭ «ЭМИС-ЭЛЕКТРА» предоставляет своим заказчикам всё необходимое, в том числе, оборудование, программное обеспечение.

Данная организация является хорошо зарекомендованной на рынке систем АСКУЭ, предоставляет отличный сервис и качество, возможность просмотреть ранее выполненные проекты, ознакомиться с услугами, задать все необходимые вопросы, и обсудить нюансы с каждым заказчиком.

АСКУЭ «ЭМИС-ЭЛЕКТРА» специализируется, на сетях 0,4 кВ, что является актуальным решением, для рассматриваемого ТЦ «Русь на Волге».

Узнав точное количество счетчиков на изучаемом объекте, были сделаны следующие выводы и расчеты:

- Если рассчитать внедрение системы АСКУЭ на данном объекте, исходя из цен, указанных на сайте производителя, «ЭМИС-ЭЛЕКТРА», полная стоимость установки будет:

1,5 млн. рублей, (расчеты указаны в конце пункта).

- Годовое потребление ТЦ составляет: 11000,0 тыс. кВт·час. Цена энергии, в среднем 7 рублей за кВт·час, следовательно годовая оплата за электроэнергию: 77 млн. рублей.

- Каждый счетчик имеет определенную погрешность, в данном ТЦ, погрешность счетчиков составляет $\pm 1\%$, если брать годовое потребление, получается, что погрешность составляет почти 770 000 рублей.

- Кроме вышесказанного, не менее важным фактором является, то, что рабочий персонал: инженер-энергетик и бригада электриков, вынуждены ежемесячно проходить, по каждому отделу, снимая показания собственноручно. Что является, фактором, отвлекающим их от основных обязанностей, и очень трудоемким процессом.

- Посмотрев на расчеты данного пункта, можно сделать вывод, что срок окупаемости, при установке системы АСКУЭ, составляет около 5 лет ± 2 года, и является, вполне, приемлемым решением, учитывая, перспективу существования данного ТЦ.

- Также, улучшится работоспособность персонала, по отношению к основным задачам.

В ТЦ находятся 295 счетчиков, 177 - трёхфазные, 118 - однофазные.

При этом в стоимость установки системы АСКУЭ входят следующие обязательные моменты: установка специальных счетчиков:

- составление индивидуального проекта не более 40000 рублей;
- однофазные - 1500 рублей, трехфазные- 2000 рублей;
- необходимость подключения каждого счетчика к системе (цена за один счетчик 1000 рублей);
- шкаф автоматизации, вместе с установкой до 75000 рублей;
- программное обеспечение системы (с настройкой) 58000 рублей;
- акт объекта по введению в эксплуатацию 10000 рублей;
- тех. обслуживание (годовое, с приборами в размере 75 штук) 35000 рублей;

- аудит АСКУЭ (с приборами в размере 75 штук) 15000 рублей.

Конечно, далеко не каждая организация готова выделить столько средств на модернизацию системы контроля за потреблением, однако, если рассматривать АСКУЭ с перспективой на будущее, то можно сделать вывод, что этот вариант является довольно надежным и достаточно быстро себя окупает, кроме того, облегчает работу персоналу.

5.2 Замена ламп в светильниках

В данном пункте более подробно расписаны светильники, по всему зданию, внесены дополнительные светильники и произведен расчет, по которому можно сделать вывод, что светильники целесообразно заменить.

Произвелся расчет активной, реактивной нагрузок, а также суммарной полной мощности нагрузки освещения по формулам, ранее использовавшимся и описанным:

$$\begin{aligned}P_{\text{осв}} &= N \cdot P_{\text{л}}, \\Q_{\text{осв}} &= P_{\text{осв}} \cdot \text{tg}\varphi, \\S_{\text{осв}} &= \sqrt{P_{\text{осв}}^2 + Q_{\text{осв}}^2}\end{aligned}$$

$\cos\varphi$ всех светильников 0,95, следовательно $\text{tg}\varphi = 0,33$.

Рассчитанные данные сведены в таблицу 3.

Таблица 3 - Ведомость по освещению после замены

№	Этаж		Тип	Р _л , Вт	Кол-во ламп	Р _{осв} , кВт	Q _{осв} , квар	S _{осв} , кВА
1	1	старая галерея старые	СД	15	132	1,98		
	1	старая галерея старые (дежурное освещения)	СД	31	5	0,155		
	1	старая галерея новые	СД	31	68	2,108		
	1	атриум	СД	15	67	1,005		
	1	старая галерея возле банка, (дежурное освещения)	СД	15	3	0,045		
	1	центр со 2-го этажа	СД	120	6	0,72		
	1	гирлянды атриума	СД	150	4	0,6		
	1	новая галерея ГКЛ+грильято	СД	15	244	3,66		
	1	новая галерея ГКЛ+грильято, (дежурное освещение)	СД	15	10	0,15		
	1	цветные	СД	150	30	4,5		
	1	световые короба	СД	300	23	6,9		
	1	входная группа цирк	СД	30	8	0,24		
	1	входная группа аптека	СД	30	8	0,24		
	1	гирлянды аптека,цирк	СД	60	2	0,12		
	1	гирлянды по периметру проемов (эскалаторов)	СД	500	1	0,5		
	1	переход между галереями	СД	15	32	0,48		
	1	входная группа фрунзе	СД	15	6	0,09		

Продолжение таблицы 3

	1	входная группа ленинский	СД	15	8	0,12		
	1	проход к Грильке	СД	31	3	0,093		
	1	роторная дверь	СД	7	12	0,084		
	1	мужской туалет	СД	31	5	0,155		
	1	женский туалет	СД	31	5	0,155		
	1	коридор Суши-Бум	СД	15	12	0,18		
	1	пилоны рекламные	ЛЛ	360	2	0,72		
	1	вывеска бизнес центр	СД	60	1	0,06		
	1	световые панели	СД	150	4	0,6		
	1	навигация	СД	60	4	0,24		
	1	туалет для инвалидов	СД	31	1	0,031		
		Итого		2298	706	25,931	8,56	27,3
	2	галерея гкл	СД	15	360	5,4		
	2	галерея гкл (дежурное освещения)	СД	15	10	0,15		
		атриум (1,2,3) линия	МЛ(ДРЛ)	160	12	1,92		
	2	атриум (1,2,3) линия	ДРЛ	250	15	3,75		
	2	галерея грильятто	СД	15	98	1,47		
	2	цветные	СД	150	20	3		
	2	световые короба	СД	300	23	6,9		
	2	гирлянды по периметру проемов (эскалаторов)	СД	500	1	0,5		

Продолжение таблицы 3

	2	РП 3,4	ЛЛ	20	8	0,16		
	2	световые панели	СД	150	3	0,45		
	2	проход к лифтам	СД	15	5	0,075		
	2	пилоны рекламные	ЛЛ	360	1	0,36		
	2	проход к лестнице Л2	СД	15	16	0,24		
	2	навигация	СД	60	3	0,18		
	2	эвакуационный проход м/у галереями	СД	20	10	0,2		
		Итого		2045	585	24,755	8,17	26,1
	3	галерея гкл	СД	15	318	4,77		
	3	галерея грильятто	СД	15	88	1,32		
	3	цветные	СД	150	15	2,25		
	3	подсветка потолка	МГЛ	150	10	1,5		
	3	проход к лифтам	СД	15	6	0,09		
	3	световые короба	СД	300	23	6,9		
	3	гирлянды по периметру проемов (эскалаторов)	СД	500	1	0,5		
	3	гирлянды-люстры (эскалатор)	СД	1500	1	1,5		
	3	световые панели	СД	150	4	0,6		
	3	вывеска бизнес центр	СД	60	1	0,06		
	3	туалет мужской	СД	31	6	0,186		
	3	туалет женский	СД	31	6	0,186		

Продолжение таблицы 3

		Итого		2917	479	19,862	6,55	20,9
	4	фудкорты низкая зона	СД	15	50	0,75		
	4	фудкорты высокая зона	СД	31	48	1,488		
	4	фудкорты фонари (балкон)	СД	7	30	0,21		
	4	бизнес центр	СД	15	10	0,15		
	4	бизнес центр (аварийное)	ЛЛ	20	16	0,32		
	4	отдел аренды	ЛЛ	20	84	1,68		
	4	администрация	СД	31	14	0,434		
	4	администрация	ЛЛ	20	100	2		
	4	туалет БЦ	СД	15	4	0,06		
	3	световые панели	СД	60	1	0,06		
	4	проход в администрацию	СД	15	10	0,75		
		Итого		249	367	7,902	2,61	8,3
1	5	коридор рабочее освещение	СД	15	21	0,315		
2	5	коридор аварийное освещение	ЛЛ	20	12	0,24		
3	5	туалет БЦ	СД	15	4	0,06		
		Итого		50	37	0,615	0,2	0,66
1	6	коридор рабочее освещение	СД	15	21	0,315		
2	6	коридор аварийное освещение	ЛЛ	20	12	0,24		
		Итого		35	33	0,555	0,18	0,58

Продолжение таблицы 3

1	цоколь	Аварийное освещение подвала	СД	31	30	0,93		
2	цоколь	Рабочее освещение подвала	ЛЛ	20	220	4,4		
3	цоколь	Освещение проезда хол склад	ДРЛ	250	7	1,75		
4	цоколь	Дебаркадер Эльдорадо	ЛЛ	36	8	0,288		
5	цоколь	Дебаркадер около склада картона	ЛЛ	36	18	0,648		
6	цоколь	Дебаркадер около склада адидаса	ЛЛ	20	20	0,4		
7	цоколь	РП 1,6,	ЛЛ	36	14	0,504		
8	цоколь	склады арендаторов	ЛЛ	36	64	2,304		
9	цоколь	склад Л.И.	ЛЛ	36	10	0,36		
10	цоколь	холодные склады	ЛЛ	36	36	1,296		
9	цоколь	склад картона	ЛЛ	36	6	0,216		
10	цоколь	пожарная насосная	ЛЛ	36	20	0,72		
11	цоколь	оперативный дежурный	ЛЛ	20	52	1,04		
12	цоколь	проход в галлерею цоколя	ЛЛ	20	8	0,16		
13	цоколь	сантехники	ЛЛ	36	16	0,576		
14	цоколь	электрики	ЛЛ	20	32	0,64		
15	цоколь	плотники	ЛЛ	36	16	0,576		
16	цоколь	дворники	ЛЛ	20	12	0,24		
17	цоколь	КПП	ЛЛ	20	24	0,48		
18	цоколь	теплоузел 1	СД	31	3	0,093		

Продолжение таблицы 3

19	цоколь	теплоузел 2	ЛЛ	36	3	0,108		
20	цоколь	ливневая насосная	ЛЛ	36	3	0,108		
21	цоколь	освещение въезда 1 ворота	МГЛ	150	1	0,15		
22	цоколь	около лифтов	СД	31	4	0,124		
23	цоколь	около эскалатора	СД	36	1	0,036		
24	цоколь	галерея	СД	26	24	0,624		
25	цоколь	цветные	СД	36	3	0,108		
26	цоколь	проход с 1 этажа на дебаркадер Эльдорадо	ЛЛ	20	12	0,24		
27	цоколь	проход от старых лифтов к лестнице	ЛЛ	20	12	0,24		
28	цоколь	мужской туалет	СД	31	3	0,093		
29	цоколь	женский туалет	СД	31	3	0,093		
		Итого			685	19,545	6,45	20,6
1		Лестница Эльдорадо	ЛЛ	36	24	0,864		
2		Лестница Л1	СД	15	20	0,3		
3		Лестница Л2	СД	15	16	0,24		
4		Лестница Л2	ЛЛ	20	32	0,64		
5		Лестница в отдел аренды	ЛЛ	36	24	0,864		
6		Лестница БЦ	СД	18	6	0,108		
7		Лестница БЦ	ЛЛ	36	14	0,504		
8		Лестница БЦ-Перекресток	ЛЛ	36	22	0,792		

Продолжение таблицы 3

		Итого			158	4,312	1,43	4,54
1	улица	Реклама на фасаде	МГЛ	150	300	45		
2	улица	Въезд в подвал	КЛЛ	26	12	0,312		
3	улица	Консоли	СД	150	11	0,165		
4	улица	Ромашки	ДНАТ	250	44	11		
		Итого			367	56,477	18,64	59,5
		Всего				159,96		

5.3 Замена на светодиоды в рекламных щитах

В данном пункте хотелось бы отметить важность замены на светодиодные лампы отдельно рекламных щитов, находящихся на улице, так как эти щиты потребляют большое количество энергии и возможен расчет экономии по данному пункту.

Условно разделим все щиты на 3 подраздела и назовем их: цветная лента, рекламные коробки, лампы E27.

Цветная лента:

Стоимость материалов для замены ламп - 263200 рублей,

Стоимость работ, необходимых для замены - 126972 рублей,

Всего затраты выходят 390172 рубля.

Потребляемая мощность в данный момент - 21,36 кВт, с учетом того, что 534 светильника потребляют по 0,04 кВт каждый,

Мощность, потребляемая светодиодной лентой, составляет 4,032 кВт, с учетом 168 штук, потребляемых по 0,024 кВт каждая.

Разница между потребляемыми мощностями составляет 17,328 кВт.

Если брать по 10 часов работы в сутки и в среднем 30 дней в месяцах, экономия составит 5198,4 кВт·час в месяц, что в денежной единице составляет 36386 рубля в месяц экономии.

Данная реконструкция окупит себя менее чем за 10 месяцев.

Рекламные коробки:

Стоимость всех материалов для замены коробов - 701385 рублей,

Стоимость всех работ, необходимых для замены - 157220 рублей,

Общие затраты на замену выходят 858605 рублей.

Потребляемая мощность составляла 82,8 кВт, с учетом 69 штук, по 1,2 кВт потребления каждый.

Мощность светодиодов после реконструкции 18,282 кВт, с учетом 69 коробов, 276 штук в каждом и потреблении по 0,00096 кВт.

Разница между мощностями составляет 64,518 кВт.

Если брать как и по цветной ленте 10 часов, 30 дней в месяце, разница потребления мощностей составляет 19355,4 кВт·час в месяц.

Переведя в денежную единицу получается 135489 рублей в месяц.

Окупаемость данной реконструкции составляет полгода.

Лампы E27:

Стоимость материалов - 792790 рублей,

Потребляемая мощность составляет - 71,3 кВт, с учетом 3100 ламп, по 0,023 кВт каждая,

Мощность светодиодных ламп 23,25 кВт, с учетом 3100 ламп, по 0,0075 кВт каждая.

Разница мощностей составляет 48,05 кВт.

В месяц эта разница составляет 15856 кВт·час.

При этом в денежных единицах это составляет 110992 рубля экономии в месяц.

Срок окупаемости данной реконструкции составляет 7 месяцев.

5.4 Реконструкция трансформаторных подстанций КТП-1 и 2

Трансформаторные подстанции КТП 1 и 2 2х1000 кВА введены в эксплуатацию в 1982 и 84 г.г. соответственно и морально и физически устарели (не работают секционные автоматы, нет релейной защиты, селективности, не работают измерительные приборы, отсутствует противопожарная сигнализация), что может привести к пожару, о чем было неоднократно сообщено балансодержателю. Данное оборудование находится на балансе ЗАО «Самарская сетевая компания» и являются их собственностью. Границы раздела балансовой принадлежности проходят по конечникам отходящих линий 0.4 кВ от автоматов подстанций. Узлы учета установлены на секциях шин 0.4 кВ через трансформаторы тока после вводных автоматов от трансформаторов. Потери, связанные с устаревшим оборудованием также отражаются на показаниях счетчика в большую сторону. В 2007 году в ТЦ «Русь на Волге» была произведена реконструкция электрощитовых с заменой старых вводных и распределительных панелей на современные (кроме РП-7,14,16), что позволяет производить оперативные переключения под нагрузкой без участия ЗАО «Самарская сетевая компания».

Питающие линии 10 кВ от РП-7 ЗАО «Самарская сетевая компания» до КТП-1,2 выполнены кабелем на котором находится большое количество муфт из-за долгой эксплуатации, что не удовлетворяет надежности системы электроснабжения. Подключение выполнено следующим образом:

Фидер 1 - секции 1 КТП 1 и 2

Фидер 2 - секции 2 КТП 1 и 2

Перечень всех фидеров приведен ниже в таблице 4.

Таблица 4 - Перечень всех фидеров

Начало линии	Конец линии	Марка и сечение кабеля
КТП 3 Ф2	ВК-1	АВБбШв 2х(3х150+1х70)
КТП 3 Ф3	ХМ-1	АВБбШв 4х(3х150+1х70)
КТП 3 Ф4	ВК-3	АВБбШв 3х(3х150+1х70)
КТП 3 Ф5	РЩ Насосная ХМ кровля	АВБбШв 2х(3х120+1х70)
КТП 3 Ф6	ВК-4	АВБбШв 2х(3х150+1х70)
КТП 3 Ф9	Щит собств. нужд КТП-3	АВВГ 3х50+1х25
КТП 3 Ф10	РЩ Насосная ВК кровля	АВБбШв 2х(3х150+1х70)
КТП 3 Ф11	Пож. насосная	АВБбШв 4х185
КТП 3 Ф12	ВК-2	АВБбШв 2х(3х150+1х70)
КТП 3 Ф13	ХМ-2	АВБбШв 4х(3х150+1х70)
КТП 3 Ф14	Распр. Щит контейнерная площадка (рынок)	АВБбШв 4х185
КТП 3 Ф15	ХМ-3	АВБбШв 4х(3х150+1х70)
КТП-1 ф2	РП-3	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-1 ф3	РП-8	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-1 ф4	РП-4	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-1 ф5	РП-5	АВБбШв 5х(4х185)
КТП-1 ф7	РП-2 (Перекресток)	АВБбШв 2х(4х185)
КТП-1 ф8	РП-6	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-1 ф11	РП-8	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-1 ф12	РП-2 (Перекресток)	АВБбШв 2х(4х185)
КТП-1 ф14	РП-4	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-1 ф16	РП-5	АВБбШв 5х(4х185)
КТП-1 ф17	РП-3	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-1 ф18	РП-6	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-2 ф4	РП-10 А	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-2 ф5	РП-10	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-2 ф6	РП-1	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-2 ф8	РП-9	АВБбШв 5х(4х185)
КТП-2 ф9	РП-7	АВВГ 5х(4х185)

Продолжение таблицы 4

КТП-2 ф11	РП-1	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-2 ф13	РП-9	АВБбШв 5х(4х185)
КТП-2 ф14	РП-10 А	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-2 ф15	РП-10	АВБбШв 4х(4х185)
КТП-2 ф16	РП-7	АВВГ 5х(4х185)

КТП-3 пож. безоп.

Начало линии	Конец линии	Марка и сечение кабеля
ШР ВК-1	1 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.1	ВВГнг 4х70
ШР ВК-1	ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ВВГнг 5х6
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ШР задвижек на пож. водопроводах	ВВГнг 5х6
ШР ВК-3	1 РП ДУ 1,2,3 зон; подпора воздуха лифтов	ВВГнг 2х(4х120)
1 РП ДУ 1,2,3 зон; подпора воздуха лифтов	2 РП ДУ подвала; подпор воздуха лестн. маршей	ВВГнг 2х(4х120)
КТП-3 Ф 5	ДУ 6.3 подвал	ВВГнг 4х35
ШР ВК-4	1 РП ДУ 2 дымоудаление 2 зона	ВВГнг 4х70
Пож. насосная	ДУ 6.1. подвал	ВВГнг 4х35
ШР ВК-2	2 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.2	ВВГнг 4х120
1 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.1	ЯУ ДУ 1.1	ВВГнг 5х16
ЯУ ДУ 1.1	ХТ ДУ 1.1	ВВГнг 4х10
ХТ ДУ 1.1	М ДУ 1.1	РКГМ 4(1х10)
1 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.1	ЯУ ДУ 1.1(3)	ВВГнг 5х10
ЯУ ДУ 1.1(3)	ХТ ДУ 1.1(3)	ВВГнг 4х6
ХТ ДУ 1.1(3)	М ДУ 1.1(3)	РКГМ 4(1х6)

Продолжение таблицы 4

1 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.1	ЯУ ДУ 1.4	ВВГнг 5х16
ЯУ ДУ 1.4	ХТ ДУ 1.4	ВВГнг 4х10
ХТ ДУ 1.4	М ДУ 1.4	РКГМ 4(1х10)
1 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.1	ЯУ ДУ 1.9	ВВГнг 5х10
ЯУ ДУ 1.9	ХТ ДУ 1.9	ВВГнг 4х6
ХТ ДУ 1.9	М ДУ 1.9	РКГМ 4(1х6)
2 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.2	ЯУ ДУ 1.5	ВВГнг 5х10
ЯУ ДУ 1.5	ХТ ДУ 1.5	ВВГнг 4х6
ХТ ДУ 1.5	М ДУ 1.5	РКГМ 4(1х4)
2 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.2	ЯУ ДУ 1.6	ВВГнг 5х10
ЯУ ДУ 1.6	ХТ ДУ 1.6	ВВГнг 4х6
ХТ ДУ 1.6	М ДУ 1.6	РКГМ 4(1х4)
2 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.2	ЯУ ДУ 1.7	ВВГнг 5х2,5
ЯУ ДУ 1.7	ХТ ДУ 1.7	КВВГнг 10х2,5
ХТ ДУ 1.7	М ДУ 1.7	РКГМ 4(1х4)
2 РП ДУ 1 дымоудаление 1 зона ч.2	ЯУ ДУ 1.8	ВВГнг 5х2,5
ЯУ ДУ 1.8	ХТ ДУ 1.8	КВВГнг 10х2,5
ХТ ДУ 1.8	М ДУ 1.8	РКГМ 4(1х4)

Продолжение таблицы 4

ШР ВК-1	П 1.1	КГ 4x25
ШР ВК-1	В 1.1	КГ 4x16
ШР ВК-1	П 1.2	КГ 4x25
ШР ВК-1	В 1.2	КГ 4x16
ШР ВК-1	П 1.3	КГ 4x25
ШР ВК-1	В 1.3	КГ 4x16
ШР ВК-1	ШР ВК-1.1	АВВГнг 5x10
ШР ВК-1.1	Насос утилизатора 1	КГ 4x2.5
ШР ВК-1.1	Насос калорифера 1	КГ 4x2.5
ШР ВК-1.1	Насос утилизатора 2	КГ 4x2.5
ШР ВК-1.1	Насос калорифера 2	КГ 4x2.5
ШР ВК-1.1	Насос утилизатора 3	КГ 4x2.5
ШР ВК-1.1	Насос калорифера 3	КГ 4x2.5
ШР ВК-2	П 2.1	КГ 4x25
ШР ВК-2	В 2.1	КГ 4x16
ШР ВК-2	П 2.2	КГ 4x25
ШР ВК-2	В 2.2	КГ 4x16
ШР ВК-2	П 2.3	КГ 4x25
ШР ВК-2	В 2.3	КГ 4x16
ШР ВК-2	ШР ВК-2.1	АВВГнг 5x10
ШР ВК-2.1	Насос утилизатора 1	КГ 4x2.5
ШР ВК-2.1	Насос калорифера 1	КГ 4x2.5
ШР ВК-2.1	Насос утилизатора 2	КГ 4x2.5
ШР ВК-2.1	Насос калорифера 2	КГ 4x2.5
ШР ВК-2.1	Насос утилизатора 3	КГ 4x2.5
ШР ВК-2.1	Насос калорифера 3	КГ 4x2.5
ШР ВК-3	П 3.1	КГ 4x25
ШР ВК-3	В 3.1	КГ 4x16
ШР ВК-3	П 3.2	КГ 4x25
ШР ВК-3	В 3.2	КГ 4x16
ШР ВК-3	П 3.3	КГ 4x25

Продолжение таблицы 4

ШР ВК-3	В 3.3	КГ 4х16
ШР ВК-3	ШР ВК-3.1	АВВГнг 5х10
ШР ВК-3.1	Насос утилизатора 1	КГ 4х2.5
ШР ВК-3.1	Насос калорифера 1	КГ 4х2.5
ШР ВК-3.1	Насос утилизатора 2	КГ 4х2.5
ШР ВК-3.1	Насос калорифера 2	КГ 4х2.5
ШР ВК-3.1	Насос утилизатора 3	КГ 4х2.5
ШР ВК-3.1	Насос калорифера 3	КГ 4х2.5
РЦ Насосная ХМ кровля	Насос 5	КГ 4х16
РЦ Насосная ХМ кровля	Насос 6	КГ 4х16
РЦ Насосная ХМ кровля	Насос 7	КГ 4х16
РЦ Насосная ХМ кровля	Насос 8	КГ 4х16
РЦ Насосная ВК кровля	Насос 1	КГ 4х16
РЦ Насосная ВК кровля	Насос 2	КГ 4х16
РЦ Насосная ВК кровля	Насос 3	КГ 4х16
РЦ Насосная ВК кровля	Насос 4	КГ 4х16
ШР ВК-4	П 4.1	КГ 4х25
ШР ВК-4	В 4.1	КГ 4х16
ШР ВК-4	П 4.2	КГ 4х25
ШР ВК-4	В 4.2	КГ 4х16
ШР ВК-4	П 4.3	КГ 4х25
ШР ВК-4	В 4.3	КГ 4х16
ШР ВК-4	ШР ВК 4.1	АВВГнг 5х10
ШР ВК 4.1	Насос утилизатора 1	КГ 4х2.5

Продолжение таблицы 4

ШР ВК 4.1	Насос калорифера 1	КГ 4х2.5
ШР ВК 4.1	Насос утилизатора 2	КГ 4х2.5
ШР ВК 4.1	Насос калорифера 2	КГ 4х2.5
ШР ВК 4.1	Насос утилизатора 3	КГ 4х2.5
ШР ВК 4.1	Насос калорифера 3	КГ 4х2.5
ШР ВК-4	1 РП ДУ 2	ВВГнг 4х70
1 РП ДУ 2	ЯУ ДУ 2.1	ВВГнг 5х16
ЯУ ДУ 2.1	ХТ ДУ 2.1	ВВГнг 4х10
ХТ ДУ 2.1	М ДУ 2.1	РКГМ 4(1х10)
1 РП ДУ 2	ЯУ ДУ 2.2	ВВГнг 5х10
ЯУ ДУ 2.2	ХТ ДУ 2.2	ВВГнг 4х6
ХТ ДУ 2.2	М ДУ 2.2	РКГМ 4(1х6)
1 РП ДУ 2	ЯУ ДУ 2.3	ВВГнг 5х6
ЯУ ДУ 2.3	ХТ ДУ 2.3	ВВГнг 4х4
ХТ ДУ 2.3	М ДУ 2.3	РКГМ 4(1х4)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ДУ 1.2	ВВГнг 5х50
ЯУ ДУ 1.2	Я ДУ 1.2	ВВГнг 4х35
Я ДУ 1.2	М-ДУ 1.2	РКГМ 4(1х10)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ДУ 1.3	ВВГнг 5х10
ЯУ ДУ 1.3	Я ДУ 1.3	ВВГнг 4х10
Я ДУ 1.3	М-ДУ 1.3	РКГМ 4(1х10)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ДУ 2.4	ВВГнг 5х50
ЯУ ДУ 2.4	Я ДУ 2.4	ВВГнг 4х35
Я ДУ 2.4	М-ДУ 2.4	РКГМ 4(1х10)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ДУ 2.4(3)	ВВГнг 5х10
ЯУ ДУ 2.4(3)	Я ДУ 2.4(3)	ВВГнг 4х10
Я ДУ 2.4(3)	М-ДУ 2.4(3)	РКГМ 4(1х10)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ДУ 3.1	ВВГнг 5х50
ЯУ ДУ 3.1	Я ДУ 3.1	ВВГнг 4х35
Я ДУ 3.1	М-ДУ 3.1	РКГМ 4(1х10)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ДУ 3.2	ВВГнг 5х25
ЯУ ДУ 3.2	Я ДУ 3.2	ВВГнг 4х25

Продолжение таблицы 4

Я ДУ 3.2	М-ДУ 3.2	РКГМ 4(1х16)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ДУ 3.3	ВВГнг 5х4
ЯУ ДУ 3.3	Я ДУ 3.3	ВВГнг 4х2,5
Я ДУ 3.3	М-ДУ 3.3	РКГМ 4(1х2,5)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ДУ 3.3	ВВГнг 5х4
ЯУ ДУ 3.3	Я ДУ 3.3	ВВГнг 4х2,5
Я ДУ 3.3	М-ДУ 3.3	РКГМ 4(1х2,5)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ПД6	ВВГнг 5х6
ЯУ ПД6	ЯУ ПД8	ВВГнг 4х2,5
ЯУ ПД6	ХТ ПД6	ВВГнг 5х6
ХТ ПД6	М-ПД6	КГнг 4х4
ЯУ ПД8	ХТ ПД8	КВВГнг 10х2,5
ХТ ПД8	М-ПД8	КГнг 4х1,5
1 РП ДУ 1,2,3 зон	ЯУ ДУ 3.4	ВВГнг 5х4
ЯУ ДУ 3.4	Я ДУ 3.4	ВВГнг 4х2,5
Я ДУ 3.4	М-ДУ 3.4	РКГМ 4(1х2,5)
1 РП ДУ 1,2,3 зон	2РП ДУ3,01,ПД	ВВГнг 2(4х120)
2РП ДУ3,01,ПД	ЯУ ДУ 3.5.1	ВВГнг 5х16
ЯУ ДУ 3.5.1	Я ДУ 3.5.1	ВВГнг 4х16
Я ДУ 3.5.1	М-ДУ 3.5.1	РКГМ 4(1х10)
2РП ДУ3,01,ПД	ЯУ ДУ 3.5.2	ВВГнг 5х16
ЯУ ДУ 3.5.2	Я ДУ 3.5.2	ВВГнг 4х16
Я ДУ 3.5.2	М-ДУ 3.5.2	РКГМ 4(1х10)
2РП ДУ3,01,ПД	ЯУ ДУ 6.2	ВВГнг 5х50
ЯУ ДУ 6.2	Я ДУ 6.2	ВВГнг 4х35
Я ДУ 6.2	М-ДУ 6.2	РКГМ 4(1х25)
2РП ДУ3,01,ПД	ЯУ ДУ 8.1	ВВГнг 5х6
ЯУ ДУ 8.1	Я ДУ 8.1	ВВГнг 4х6
Я ДУ 8.1	М-ДУ 8.1	РКГМ 4(1х6)
2РП ДУ3,01,ПД	ЯУ ПД 1	ВВГнг 5х4
ЯУ ПД1	ХТ ПД 1	ВВГнг 4х4

Продолжение таблицы 4

ХТ ПД 1	М-ПД 1	КГ 4х2,5
2РП ДУ3,01,ПД	ЯУ ПД 2	ВВГнг 5х4
ЯУ ПД 2	ХТ ПД 2	ВВГнг 4х4
ХТ ПД 2	М-ПД 2	КГ 4х2,5
2РП ДУ3,01,ПД	ЯУ ПД 3	ВВГнг 5х4
ЯУ ПД 3	ХТ ПД 3	ВВГнг 4х4
ХТ ПД 3	М-ПД 3	КГ 4х2,5
2РП ДУ3,01,ПД	ЯУ ПД 4	ВВГнг 5х4
ЯУ ПД 4	ХТ ПД 4	ВВГнг 4х4
ХТ ПД 4	М-ПД 4	КГ 4х2,5
2РП ДУ3,01,ПД	ЯУ ПД 2	ВВГнг 5х4
ЯУ ПД 5	ХТ ПД 5	ВВГнг 4х4
ХТ ПД 5	М-ПД 5	КГ 4х2,5
2РП ДУ3,01,ПД	ШР ПД лифтов	ВВГнг 4х25
ШР ПД лифтов	ЯУ ПД 10	ВВГнг 5х2,5
ШР ПД лифтов	ЯУ ПД 13	ВВГнг 5х6
ШР ПД лифтов	ЯУ КПУ ПД 10-13	ВВГнг 5х2,5
ЯУ ПД 10	ХТ ПД 10	ВВГнг 4х2,5
ХТ ПД 10	М-ПД 10	КГнг 4х2,5
ЯУ ПД 11	ХТ ПД 11	ВВГнг 4х2,5
ХТ ПД 11	М-ПД 11	КГнг 4х2,5
ЯУ ПД 12	ХТ ПД 12	ВВГнг 4х4
ХТ ПД 12	М-ПД 12	КГнг 4х4
ЯУ ПД 13	ХТ ПД 13	ВВГнг 4х6
ХТ ПД 13	М-ПД 13	КГнг 4х6
ЯУ КПУ ПД 10-13	Кп-1	ВВГнг 3х1,5
Кп-1	Кп-2	ВВГнг 3х1,5
Кп-1	1УА-КПУ/ПД 10, 2УА-КПУ/ПД 10	ВВГнг 3х1,5
Кп-2	1УА-КПУ/ПД 12, 2УА-КПУ/ПД 12	ВВГнг 3х1,5

Продолжение таблицы 4

Кп-2	1YA-КПУ/ПД 13, 2YA-КПУ/ПД 13, 3YA-КПУ/ПД 13, 4YA-КПУ/ПД 13	ВВГнг 3х1,5
ЯУ КПУ ПД 10-13	1YA-КПУ/ПД 11, 2YA-КПУ/ПД 11	ВВГнг 3х1,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ЯУ-КВП-П-3.1(3-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ЯУ-КВП-П-3.1(3-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ЯУ-КВП-П-3.2(3-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-	ЯУ-КВП-В-3.4(3-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ЯУ-КВП-В-2.2,П-2.2(2-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ЯУ-КВП-В-2.1,П-2.1(2-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ЯУ-КВП-В-2.1,П-2.1,В-2.4,П-2.4(2-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ЯУ-КВП-1(1-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ЯУ-КВП-2(1-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР клапанов ОГЗ и ДУ в РП-3	ЯУ-КВП-3/1(1-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
Щит собств. нужд КТП-3	ЩС пульта охранной и пож. сигнализации	ВВГнг 5х6
ШР задвижек на пож. водопроводах	ЯУ задвижки N1-(1-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N1- (1-го этажа)	ЯУ задвижки N2-(1-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N2	ЯУ задвижки N3-(1-го этажа)	ВВГнг 3х2,5

Продолжение таблицы 4

ШР задвижек на пож. водопроводах	ЯУ задвижки N4(2-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N4(2-го этажа)	ЯУ задвижки N5(2-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N5(2-го этажа)	ЯУ задвижки N6(2-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ШР задвижек на пож. водопроводах	ЯУ задвижки N7(3-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N7(3-го этажа)	ЯУ задвижки N8(3-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N8(3-го этажа)	ЯУ задвижки N9(3-го этажа)	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N1	Двигатель задвижки N1	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N2	Двигатель задвижки N2	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N3	Двигатель задвижки N3	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N4	Двигатель задвижки N4	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N5	Двигатель задвижки N5	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N6	Двигатель задвижки N6	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N7	Двигатель задвижки N7	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N8	Двигатель задвижки N8	ВВГнг 3х2,5
ЯУ задвижки N9	Двигатель задвижки N9	ВВГнг 3х2,5

При выходе из строя одного из трансформаторов или в момент производства профилактических ремонтных работ компанией «Самарская сетевая компания» на своем оборудовании когда они отключают поочередно каждый фидер, что приводит к отключению по одному трансформатору на каждой подстанции ТЦ «Русь-на-Волге» (1 раз в квартал) приходится ограничивать в потреблении электроэнергии арендаторов, из-за нехватки нагрузочной способности трансформаторов, что вызывает недовольство и выставление штрафных санкций в не обеспНа основании вышеизложенного рекомендуем:

- Заменить трансформаторы с 1000 кВА на 1600, что позволит производить оперативные переключения персоналом ТЦ «Русь на Волге» без ограничения мощности арендаторов с возможностью эксплуатации подстанции определенное время на одном работающем трансформаторе

- Заменить подстанционное оборудование 0,4 кВ на более современное.

Данные мероприятия являются крупнозатратными и возможны два варианта, но в обоих случаях будет необходим дополнительный выкуп мощности в размере 1,5-2 МВт, т.к уже в режиме пиковых нагрузок общая мощность потребления 3-х КТП превышает 3 МВт (выкупленная мощность):

Вариант 1 Замена за счет средств ЗАО«Самарская сетевая компания».

Вариант 2 Замена за счет средств ТЦ «Русь на Волге».

При этом возникают вопросы по технологическому присоединению (согласно постановлению правительства РФ от 27 декабря 2004 г. N 861 в ред. Постановлений Правительства РФ от 31.08.2006 N 530, от 21.03.2007 N 168, от 26.07.2007 N 484, от 14.02.2009 N 114, от 14.02.2009 N 118, от 21.04.2009 N 334, от 15.06.2009 N 492, от 02.10.2009 N 785, от 03.03.2010 N 117) а именно:

- определение границ балансовой и эксплуатационной ответственности
- определение места установки узла учета (в данный момент узлы учета установлены на секциях шин 0.4 кВ через трансформаторы тока после вводных автоматов и потери в трансформаторах и питающих кабельных линиях не учитываются, но при переносе на сторону 10 кВ все эти потери будут учитываться). В настоящее время началось производство трансформаторов с пониженным уровнем потерь.



Рисунок 1 - Уровень потерь и КПД трансформатора в зависимости от коэффициента 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% P_n , в качестве меры энергосбережения целесообразно отключить один или несколько трансформаторов, чтобы довести загрузку остальных до оптимальной величины;

- при замене трансформаторов, исчерпавших ресурс, или модернизации трансформаторных подстанций предпочтительной является установка трансформаторов с пониженным уровнем потерь, что позволяет снизить потери на 10-30%;

- из опыта работы энергоснабжающих организаций следует, что рекомендованная загрузка трансформаторов 50 (+5) %;

- отсутствие персонала и инструментальной базы для эксплуатации высоковольтного оборудования (в данный момент эксплуатируется персоналом ЗАО «Самарская сетевая компания» по договору). Договор на эксплуатацию можно заключить с любой другой организацией имеющей соответствующее право как по КТП-3;

- возможность перехода на новый тариф оплаты за электроэнергию, согласно балансовой принадлежности

В любом случае оборудование эксплуатируется 30 лет и его замена крайне необходима.

5.5 Предложение по проведению энергоаудита

Работы по обязательному энергетическому обследованию должны выполняться в рамках Федерального закона № 261-ФЗ от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1830-р от 01.12.2009 «Об утверждении плана мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в Российской Федерации»;

Энергетическая стратегия России на период до 2030 года от 13.11.2009 № 1715-р.

Обязательное энергетическое обследование предполагает:

- описание характеристик объектов;
- ознакомление с системами: электроснабжения, теплоснабжения и водоснабжения;
- проведение анализа по использованию, с целью рассмотрения, насколько эффективно используются вышеперечисленные снабжения.
- предложения по проведению мероприятий, для снижения потребления воды, тепла и энергии;
- составление энергетического паспорта.

По окончании такого обследования необходимо составление и предоставление проанализированной информации и энергетического паспорта.

Данный вид энергетического обследования должен проводиться регулярно, и проводят его, для того, чтобы решать перечень определенных задач:

- понимания, насколько, в данный момент, рационально используется потребление воды, тепла и энергии, возможно, выявление каких-либо проблем, соответственно, предложения по мероприятиям, для их устранения;
- определение величин энергопотребления, по результатам проведенного анализа, если возможно, сокращение энергопотребления;

- улучшение отношений, на основании договора, с компаниями, предоставляющими энергию.

Первый раз энергоаудит в данной ТЦ был проведен в 2011 году. Энергоаудит должен проводится каждые 5 лет, следовательно, пора его проводить.

Виды отчетности, проводимые в настоящее время, должны сохраняться, несмотря на энергетический паспорт.

Перечень работ, проводимых при энергоаудите:

Существуют пять основных этапов, которые необходимо проводить при энергетическом обследовании: ознакомительный, подготовительный, измерительный (испытательный), аналитический обобщающий, этап формирования выводов и заключений.

Ознакомительный этап включает в себя:

- сбор общей информации по потреблению тепла, энергии и воды, на объекте, где проводят энергетическое обследование (возможно, различные схемы, диаграммы и т.д.);

- анализ, собранной ранее информации, с последующим составлением подробного списка работ, для того, чтобы сравнить и рассчитать энергоэффективность, в данный момент и на будущую перспективу;

- проведение анализа полноты выполнения регламентных работ, результаты которых являются исходными для проведения энергообследования.

Далее проводят подготовительный этап, включающий в себя работы по подготовке к проведению последующих этапов: измерительного и аналитического.

В измерительный (испытательный) этап входят:

- нужные измерения, с помощью стандартных штатных приборов, возможно, дополнительных;

- анализ полученных результатов;

- грамотная компоновка результатов, для удобства дальнейшего анализа и обработки.

Аналитический этап включает в себя:

- обработка информации, по результатам измерений;
- сравнение между фактическими результатами и нормативными;
- при необходимости (т.е. большого несоответствия между фактическими результатами и нормативными), определение причин;
- рассмотрение сберегающего потенциала, для каждого вида ресурса отдельно.

Обобщающий этап включает в себя:

- возможное дополнение работ, проводимых для определенных энергосберегающих мероприятий. Разработка и организация технических мер, по улучшению работы оборудования и предприятия целиком;
- проводится анализ разработанных мер по выполнению требований нормативных документов и по исключению мероприятий, не удовлетворяющих требованиям нормативных документов;
- расчет экономической составляющей, в связи с выполнением предложенных мероприятий по улучшению;
- расчет затрат, необходимых для всех работ, также, расчет сроков выполнения данных работ;
- определяется экономия, в связи с выполнением рассчитанных выше работ, расчет их окупаемости.

Этап по формированию выводов и заключений, подразумевает:

- предоставление подробного отчета, в связи с проведение энергоаудита;
- составление энергетического паспорта и топливо-энергетического баланса энергообъекта;
- составление перечня рекомендуемых мероприятий с указанием расчётных значений энергетической и экономической эффективности от их проведения и сроков окупаемости.

5.6 Предложение по применению электропроводящих смазок в соединениях

Смазка предназначена для снижения и стабилизации электрического сопротивления разборных контактных соединений из однородных и разнородных металлов, в местах соединений кабельных наконечников к шинам распределительных устройств, линейных автоматов трансформаторных подстанций и коммутационных аппаратов в соответствии с ГОСТ 10434-82.

ДОСТОИНСТВА:

- Анतिकоррозионное покрытие металлических контактов;
- Снижение электрического сопротивления;
- Стабилизация электрического сопротивления;
- Повышение надежности работы электрооборудования;
- Увеличение времени работы электрооборудования;
- Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях;
- Антипожарное покрытие металлических контактов;

Заключение

В данной работе были выполнены расчеты, для последующего составления предложений по реконструкции системы электроснабжения ТЦ «Русь на Волге».

Работа была направлена на улучшения системы электроснабжения, также, экономии энергии, потребляемой рассматриваемым ТЦ.

Предложения по улучшению, включали в себя:

- внедрение системы АСКУЭ, для улучшения качества контроля, за всеми потреблением электроэнергии;

- замена ламп в светильниках, для уменьшения расхода электроэнергии.

- реконструкция КТП, для улучшения качества электроэнергии, и предотвращения аварийных ситуаций.

- предложение по проведению энергоаудита, с целью подробного выявления проблемных моментов и их устранение.

Список использованных источников

1. Вахнина, В.В. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий: учеб.пособие / В.В. Вахнина. – Тольятти: ТГУ, 2006. – 69 с.
2. Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению / В.П. Шеховцов. – 2-е изд. – М.: ФОРУМ, 2012. – 136с.
3. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 352 с
4. Янукович, Г.И. Электроснабжение сельского хозяйства. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности "Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства" / Г.И. Янукович и до. - Мн.: ИВЦ Минфина, 2013. - 448 с.
5. Cheaper energy prices on a platter for the UK, 05 Jan 2017 (4356 символовспробелами), <https://www.engerati.com/article/cheaper-energy-prices-platter-uk>
6. China's renewable energy growth useless without infrastructure , 07 Dec 2016 (2140 символов с пробелами), <https://www.engerati.com/article/china%E2%80%99s-renewable-energy-growth-useless-without-infrastructure>
7. Many energy markets creating more efficiency, 15 Dec 2016 (3800 символовспробелами), <https://www.engerati.com/article/many-energy-markets-creating-more-efficiency>
8. How much do you know about Tesla's solar roof? , 06 Jan 2017 (2800 символовспробелами), <https://www.engerati.com/article/how-much-do-you-know-about-tesla%E2%80%99s-solar-roof>

9. Methodologies and tools for evolving DSO roles for renewable energy integration in distribution networks, 29 Sep 2016 (3400 символов пробелами), <https://www.engerati.com/article/methodologies-and-tools-evolving-dso-roles-renewable-energy-integration-distribution-networks>

10. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: Учебно – методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования – Тольятти: ТГУ, 2007.

11. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. – 214 с.

12. Сивков, А.А. Основы электроснабжения. учеб. для вузов / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск: Юрайт, 2016.- 173 с.

13. Хорольский, В.Я. Надежность электроснабжения. учеб. для вузов / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. - М.: Форум, 2013. - 128 с.

14. Хорольский, В.Я. Эксплуатация систем электроснабжения. учеб. пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. - М.: Форум, 2013.- 288 с.

15. Рожин, А.Н. Внутрицеховое электроснабжение. учеб. пособие / А.Н. Рожин, Н.С. Бакшаева. - Киров: Изд-во Вяткинского гос. ун-та, 2012.-258 с.

16. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование. учеб. пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова. - СПб.: Лань, 2014.-192 с.

17. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование предприятий. учеб. пособие / Э.А. Киреева.- М.: Кнорус, 2013.- 368 с.

18. Янукович, Г.И. Электроснабжение сельского хозяйства. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности "Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства" / Г.И. Янукович и до. - Мн.: ИВЦ Минфина, 2013. - 448 с.

19. Рождествина, А.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий (для бакалавров) / А.А. Рождествина. - М.: КноРус, 2013. - 368 с.

20. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Т.В. Анчарова, Е.Д. Стебунова, М.А. Рашевская. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с.

Приложение

$n_{эф}$	Коэффициент максимума $K_{ж}$ при $K_{н}$									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14	1,05
5	3,25	2,87	2,42	2,0	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12	1,04
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,1	1,04
7	2,88	2,48	2,1	1,8	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09	1,04
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,4	1,3	1,2	1,08	1,04
9	2,56	2,2	1,9	1,65	1,47	1,37	1,28	1,18	1,08	1,03
10	2,42	2,1	1,84	1,6	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07	1,03
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,23	1,15	1,07	1,03
14	2,10	1,85	1,67	1,45	1,32	1,25	1,20	1,13	1,07	1,03
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03
20	1,84	1,65	1,5	1,34	1,24	1,2	1,15	1,11	1,06	1,03
25	1,71	1,55	1,40	1,28	1,21	1,17	1,14	1,10	1,06	1,03
30	1,62	1,46	1,34	1,24	1,19	1,16	1,13	1,10	1,05	1,03
35	1,55	1,41	1,30	1,21	1,17	1,15	1,12	1,09	1,05	1,03
40	1,50	1,37	1,27	1,19	1,15	1,13	1,12	1,09	1,05	1,03
45	1,45	1,33	1,25	1,17	1,14	1,12	1,11	1,08	1,04	1,02
50	1,40	1,30	1,23	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,04	1,02
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,03	1,02
70	1,27	1,22	1,17	1,12	1,10	1,10	1,09	1,06	1,03	1,02
80	1,25	1,20	1,15	1,11	1,10	1,10	1,08	1,05	1,03	1,02
90	1,23	1,18	1,13	1,10	1,09	1,09	1,08	1,05	1,02	1,02