

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://studservis.ru/gotovye->

%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8

**Тип работы:** ВКР (Выпускная квалификационная работа)

**Предмет:** Энергетика

Введение 6

1. Теоретически основы проектирования и оптимизации режимов энергосистем промышленных предприятий 9

1.1 Общие сведения об объекте проектирования 9

1.2 Характеристика заданий и системы энергоснабжения 11

1.3 Постановка задачи проектирования 12

Выводы по главе 13

2. Анализ системы электроснабжения предприятия ООО «Завод Москабель» 14

2.1 Система электроснабжения 14

2.2 Регламент инструментальных измерений 17

2.3 Система электроснабжения 18

2.3.1 Трансформаторы 18

2.3.2 Электропривод 22

2.3.3 Конденсаторные установки и кабельные линии 25

2.3.4 Система освещения предприятия 25

2.3.5 Система учета электрической энергии 26

2.3.6 Расчет потерь электроэнергии 28

3. РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ЗАВОД МОСКАБЕЛЬ» 48

3.1 Отключение трансформаторов в часы минимальной нагрузки. 48

3.2 Установка частотно-регулируемого привода. 50

3.3 Модернизация системы освещения. 51

3.4 Контроль показателей качества электроэнергии 52

3.5 Замена коммутационной аппаратуры 54

3.6 Внедрение автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) 56

4. ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ 58

4.1 Расчет стоимости электроэнергии 58

4.2 Годовая экономия и срок окупаемости разработанных мероприятий 58

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 63

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 64

Общие сведения об объекте проектирования

Дочернее предприятие группы компаний "Москабельмет" ООО "Завод Москабель" образовано на базе цеха по производству силовых кабелей ЗАО "Москабельмет".

ООО "Завод Москабель" производит широкий спектр силовых кабелей с бумажной пропитанной и пластмассовой изоляцией, в том числе бронированного типа и самонесущие изолированные провода (СИП). Общество с ограниченной ответственностью «Завод Москабель» (ООО «Завод Москабель») расположено по адресу: 111024, Москва, 2-я Кабельная улица, 2, стр. 2.

Структура затрат предприятия на энергоресурсы

В данном подразделе представлена структура и анализ затрат предприятия на покупку энергоресурсов и воды за базовый 2021 год.

ООО «Завод Москабель» потребляет следующие виды ресурсов:

- Электрическая энергия;
- Тепловая энергия (в виде воды);
- Газ

– Холодная вода.

Выше перечисленные энергоресурсы и вода поставляются в ЗАО «Москабельмет», согласно договору аренды № ОУИМ/2020/70 от 01.08.2010 г.

Теплоснабжение, горячее водоснабжение, холодное водоснабжение осуществляются сетями, стоящими на балансе ЗАО «Москабельмет». Границами балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности за коммуникации являются стены арендуемых помещений. В табл. 1.1 приведены экономические показатели основного производственного комплекса ООО «Завод Москабель».[6]

Таблица 1.1 – Экономические показатели ООО «Завод Москабель» (Центральная производственная площадка)

Отопительная вода используется в осенне-зимний период на нужды отопления и приточной вентиляции для обогрева производственных и офисных помещений.

Приборы учета энергоресурсов находятся на балансе головной организации ЗАО «Москабельмет».

На рисунке 1.1 отражена структура затрат основного производственного комплекса в 2021 году.

Рисунок 1.1 Структура затрат ООО «Завод Москабель» в 2021 году (Центральная площадка)

Как видно из рисунка 1.1, затраты распределились следующим образом:

- электрическая энергия – 58%;
- природный газ – 30%;
- вода – 12%.

Наиболее энергозатратным ресурсом для Центральной площадки являются электроэнергия (58%).

## 1.2 Характеристика заданий и системы энергоснабжения

Ход экономических реформ и структурных преобразований экономики России в существенной мере определяется состоянием технологической базы основных отраслей производства. Важнейшим направлением государственной инвестиционной политики является всемерная поддержка процессов технологического перевооружения отраслей, обеспечивающих значительное повышение конкурентоспособности отечественного производства.

Оценки энергосберегающих технологий могут быть осуществлены как индивидуальные оценки энергосберегающей эффективности и выбор наукоемкой технологии для реализации за счет собственных источников инвестиций предприятия, так и обоснование предложений по включению соответствующих технологий в состав целевых инновационных программ и проектов, поддерживаемых из бюджетных инвестиционных источников региональных и федеральных органов управления.

## 1.3 Постановка задачи проектирования

Как правило, на трансформаторных подстанциях предприятий ведется постоянный учет расхода электроэнергии, оборудован ее коммерческий входной учет, на распределительных устройствах для внутренних потребителей установлены электросчетчики. В таблице 1.2 представлено влияние увеличения  $\cos\varphi$  на снижение реактивных потерь.

Таблица 1.2 – Влияние увеличения  $\cos\varphi$  на снижение реактивных потерь

Прежний  $\cos\varphi$  0,5 0,5 0,6 0,6 0,7 0,7 0,8

Новый  $\cos\varphi$  0,8 0,9 0,8 0,9 0,8 0,9 0,9

Снижение тока, % 37,5 44,5 25 33 12,5 22 11

Снижение потерь по сопротивлению, % 61 69 43,5 55,5 23 39,5 21

Перечень мероприятий, позволяющих повысить  $\cos\varphi$ :

- ☐ Увеличение загрузки асинхронных двигателей.
- ☐ При снижении до 40% мощности, потребляемой асинхронным двигателем, переключать обмотки с треугольника на звезду. Мощность двигателя при этом снижается в 3 раза.
- ☐ Применение ограничителей времени работы асинхронных двигателей и сварочных трансформаторов в режиме ХХ.
- ☐ Замена асинхронных двигателей синхронными.
- ☐ Нагрузка трансформаторов должна быть более 30% номинальной мощности.
- ☐ Технические средства компенсации реактивной мощности:

## Выводы по главе

В данной главе приводится обоснование актуальности проводимого исследования, дается краткая характеристика объекта исследования, а также формулируются задачи проектирования. Для выполнения поставленных задач по оптимизации энергоснабжения на предприятии ООО «Завод Москабель» необходимо провести глубокий анализ работы системы электроснабжения предприятия, оценить величину потребляемых ресурсов за отчетный период и величину потерь электрической энергии на различных ступенях системы электроснабжения.

На основе проведенного анализа системы энергоснабжения предприятия ООО «Завод Москабель» следует разработать перечень организационно-технических мероприятий направленных на оптимизацию работы системы энергоснабжения предприятия и снижения потерь.

В заключении необходимо оценить технико-экономическую эффективность разработанных мероприятий.

## 2. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ЗАВОД МОСКАБЕЛЬ»

### 2.1 Система электроснабжения

Электроснабжение ООО «Завод Москабель» осуществляется на основании Договора энергоснабжения № ОУИМ/2020/70 от 01.08.2010 г.

Схема электроснабжения ООО «Завод Москабель» в нормальном режиме на границе эксплуатационной ответственности с энергоснабжающей организацией соответствует II категории надёжности.

На Рисунке 2.1 представлена структурная схема электроснабжения предприятия.

Количество понижающих трансформаторов на балансе предприятия – 7 шт., суммарной установленной мощностью 5430 кВА. Разрешенная договорная нагрузка по сетевым условиям энергосистемы составляет 3500 кВА. Максимальная установленная мощность без учета освещения на 2021 год составляла 6346,5 кВт с количеством ЭП 870 шт. Суммарная установленная мощность осветительной нагрузки составила 1091,98 кВт. Среднегодовая заявленная мощность – 2575 кВт.

Анализ потребления электроэнергии

В данном подразделе рассматривается потребление электрической энергии на основании отчетных данных ООО «Завод Москабель».

В табл. 2.1 и табл. 2.2. представлены данные показателей потребления электроэнергии и затрат на электроэнергию ежемесячно за период 2018-2021 гг. для основного производства предприятия (Центральная площадка).

На Рисунке 2.1 отражена динамика потребления активной и реактивной энергии и  $\cos\phi$  ежемесячно за период 2018-2021 гг.

Рисунок 2.1 Структурная схема электроснабжения основного производственного комплекса ООО «Завод Москабель»

Из графика, изображенного на Рисунке П1.2 в приложении 1 следует, что максимум потребления активной электроэнергии приходится на декабрь месяц 2018, 2019 и 2021 гг. и на февраль 2020. Наибольшее значение зафиксировано в декабре 2019 года, в натуральном выражении это составляет 636,86 тыс. кВт•ч. Минимум приходится на август месяц 2018 и 2019 гг. и на июнь месяц 2020 и 2021 гг. Наименьшее значение зафиксировано в августе 2018 года, в натуральном выражении это составляет 406,96 тыс. кВт•ч. Резкие перепады линии потребления активной энергии связаны потребностью в отоплении в зимние месяцы, а также увеличением времени использования освещения. Различное потребление в зимние месяцы связано со среднемесячной температурой воздуха. Также различное потребление в разные года в одни и те же периоды связано с особенностями технологического процесса, объемом заказов на производство основной продукции, а также глобальными социально-политико-экономическими процессами в мире.

Из кривого изменения  $\cos\phi$  видно, что среднемесячные значения находились в пределах нормы (нормированное значение  $\cos\phi \leq 0,4$ ) [13]. Резкие изменения  $\cos\phi$  связано с особенностями технологического процесса и использованием компенсирующих устройств только с ручным управлением.

На Рисунке 2.2 отражена годовая динамика потребления активной энергии и затрат на электроэнергию.

## Рисунок 2.2 Динамика потребления электроэнергии, затрат и цены за период 2018-2021 годы

Из графика следует, что максимум потребления электроэнергии приходится на 2021 год, в натуральном выражении это составляет 6260,75 тыс.кВт•ч, минимум приходится на 2018 год – 5936,89 тыс.кВт•ч. Линии тренда потребления электроэнергии указывает на тенденцию значительного увеличения показателя к концу периода. Объемы затрат на оплату потребляемой электроэнергии также увеличиваются, но с меньшим темпом. Это связано с изменением цен на электроэнергию в течении периода. На Рисунке 2.3 отражена динамика средних значений потребления активной энергии за период 2018-2021 гг.

## Рисунок 2.3 Динамика средних значений потребления активной энергии за период 2019-2021 гг.

Из Рисунке 2.3 видно, что потребление электроэнергии увеличивалось с 2019 г. до конца 2020 г. Это связано с такими факторами, как уменьшение влияния кризиса и с заказами на конкретный вид продукции. Максимальное значение – 530,24 тыс. кВт•ч, а минимальное - 494,74 тыс. кВт•ч. Таким образом, вариация среднемесячного потребления электрической энергии в период с 2018 г. по 2021 г. не превышает 3,83%, а в среднем составляет 1,26%.

## 2.2 Регламент инструментальных измерений

Инструментальное обследование системы электроснабжения производится с целью:

- восполнение отсутствующей информации, которая необходима для оценки эффективности использования электроэнергии;
- использования результатов измерений при расчете потерь в сетях 6 кВ;
- оценки уровня компенсации реактивной мощности;
- определения фактических характеристик работы наиболее энергоемких потребителей;
- выявления и локализации причин снижения показателей эффективности работы обследуемого оборудования.

В ходе проведения обследования используются следующие приборы:

- стационарные приборы (приборы коммерческого и технического учета) для снятия параметров электрической нагрузки;
- переносные приборы, перечисленные в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Перечень используемых приборов

Наименование прибора Характеристики Измеряемые параметры

ПЭМ-02М

(Прибор энергетика многофункциональный) Класс точности 1% напряжение, ток, активная и реактивная мощность, коэффициент мощности.

Энерготестер ПКЭ Класс точности 1% напряжение, ток, активная и реактивная мощность, коэффициент мощности; показатели качества электроэнергии

## 2.3 Система электроснабжения

### 2.3.1 Трансформаторы

На территории предприятия находятся две трансформаторные подстанции – ТП-1730 и ТП-1970 – запитанные кабельными линиями от ПС-12 (35/6 кВ) и ПС-165 (110/6 кВ) сетей «Мосэнерго».

В табл. 2.5 представлены сведения о трансформаторах, установленных на подстанциях предприятия.

Таблица 2.5 – Общие сведения по трансформаторам предприятия

| Номер тр-ра | Тип тр-ра | Год ввода в эксплуатацию | Количество тр-ров | Суммарная мощность подстанции, кВА | Напряжение, кВ |
|-------------|-----------|--------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------|
|             |           |                          |                   |                                    | высшее/низшее  |

ТП 1730

T1 ТМ-560/10 1965 1 560 6/0,4

T2 ТМ-560/10 1958 1 560 6/0,4

T3 ТМ-750/10 1965 1 750 6/0,4

T4 ТМ-560/10 1958 1 560 6/0,4

ТП1970

T1 ТМГ11-1000/6 2020 1 1000 6/0,4  
T2 ТМГ11-1000/6 2008 1 1000 6/0,4  
T3 ТМГ11-1000/6 2019 1 1000 6/0,4  
Всего: - - 7 5430 -

Загрузка трансформаторов.

Расчет коэффициентов загрузки в будние и выходные (праздничные) дни рассмотрим на примере трансформатора Т-1 расположенного в ТП-1730.

В табл. 2.6 приведены данные для расчета коэффициентов загрузки трансформаторов

Таблица 2.6 – Исходные данные для расчета коэффициента загрузки Т-1 ТП-1730 в будние и выходные дни  
Временной интервал Будний день Выходной день

Wа, кВтч Wр, кварч Wа, кВтч Wр, кварч

|                |          |       |       |        |
|----------------|----------|-------|-------|--------|
| 00:00-01:00    | 36,82    | 6,62  | 28,60 | 3,11   |
| 01:00-02:00    | 36,82    | 6,62  | 30,36 | 5,77   |
| 02:00-03:00    | 41,57    | 12,29 | 28,32 | 1,43   |
| 03:00-04:00    | 40,38    | 9,45  | 29,92 | 7,44   |
| 04:00-05:00    | 41,57    | 15,12 | 35,36 | 4,10   |
| 05:00-06:00    | 48,70    | 9,45  | 37,99 | 5,44   |
| 06:00-07:00    | 70,08    | 15,12 | 25,89 | 6,10   |
| 07:00-08:00    | 96,21    | 18,91 | 35,54 | 4,87   |
| 08:00-09:00    | 175,79   | 26,47 | 44,94 | 8,42   |
| 09:00-10:00    | 200,73   | 26,47 | 34,15 | 5,32   |
| 10:00-11:00    | 201,92   | 19,85 | 37,59 | 9,32   |
| 11:00-12:00    | 188,85   | 22,69 | 39,76 | 4,51   |
| 12:00-13:00    | 172,22   | 17,01 | 33,62 | 1,22   |
| 13:00-14:00    | 188,85   | 18,91 | 43,76 | 14,53  |
| 14:00-15:00    | 169,85   | 13,23 | 42,74 | 16,36  |
| 15:00-16:00    | 166,28   | 13,23 | 31,43 | 6,21   |
| 16:00-17:00    | 128,28   | 16,07 | 47,39 | 7,54   |
| 17:00-18:00    | 89,08    | 13,23 | 32,91 | 6,35   |
| 18:00-19:00    | 70,08    | 16,07 | 25,89 | 3,62   |
| 19:00-20:00    | 48,70    | 9,45  | 37,99 | 4,44   |
| 20:00-21:00    | 43,95    | 6,62  | 36,23 | 3,11   |
| 21:00-22:00    | 40,38    | 9,45  | 34,92 | 4,44   |
| 22:00-23:00    | 59,39    | 9,45  | 31,94 | 4,14   |
| 23:00-00:00    | 35,63    | 6,62  | 33,16 | 5,34   |
| Итого за сутки | 2392,117 | 338,4 | 840,4 | 143,13 |

Коэффициент загрузки трансформаторов определяем по формуле:

(1)

где  $S_{ср}$  - среднесуточное значение полной мощности, кВА;

$S_{ном}$  - номинальная мощность трансформатора, кВА.

Результаты вычислений сведены в табл. 2.7.

В период замеров (сутки) коэффициенты загрузки трансформаторов 6/0,4 кВ в будние дни были в пределах 0,13-0,22,3. Эти значения  $K_z$  находятся несколько ниже рекомендуемых ГОСТ 14209-85. В табл. 2.3.3 приведены значения  $tg\phi$  на фидерах трансформаторов. Наименьшее значение  $tg\phi$  в будние дни равно 0,15, в выходные – 0,17. Наибольшее значение  $tg\phi$  в будние дни – 0,2, в выходные – 0,34. Эти значения находятся в пределах нормы.

Таблица 2.7 – Коэффициенты загрузки трансформаторов

№ тр-ра.  $S_n$ , кВА  $S_{ср.}$ , кВт  $Q_{ср.}$ , квар  $tg\phi$   $K_z$ .

раб.дни вых. и праздн. дни раб.дни вых. и праздн. дни раб.дни вых. и праздн. дни раб.дни вых. и праздн. дни

ТП-1730

T-1 560 99,7 35,02 15,1 5,96 0,15 0,17 0,18 0,06

T-2 560 73,3 - 14,1 - 0,19 - 0,13 -  
T-3 750 140,9 - 21,4 - 0,15 - 0,19 -  
T-4 560 99,3 36,7 19,1 9,9 0,19 0,27 0,18 0,07  
ТП-1970  
T-1 1000 204,9 75,7 39,4 23,2. 0,19 0,31 0,21 0,08  
T-2 1000 163,7 24,9 - 0,15 - 0,17 -  
T-3 1000 225,2 83,18 45,1 28,3 0,2 0,34 0,23 0,09

Примечание - Коэффициенты загрузки трансформаторов Т-2 и Т-3 в ТП-1730 и Т-2 в ТП-1970 указаны с учетом, что они отключены от сети в будние дни с 18-00 до 07-00, в предпраздничные с 17-00, в выходные, и праздничные дни

В табл. 2.8 представлены коэффициенты загрузки трансформаторов в рабочие дни в соответствии с режимом их работы.

1. Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. - 2009. - № 48. - Ст. 5711.
2. Федеральный закон от 26 марта 2003 года № 35 ФЗ «Об электроэнергетике» с последующими изменениями // Собрание законодательства РФ. - 2003. - № 13. - Ст. 1178.
3. Постановление Правительства Российской Федерации № 340 от 15 мая 2010 г. «Об установлении требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности» // Собрание законодательства РФ. - 2010. - № 21. - Ст. 2606.
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13.11.2009 г. № 1715-р «Об энергетической стратегии России на период до 2030 года» // Собрание законодательства РФ. - 2009. - № 48. - Ст. 5836.
5. Распоряжение Министерства энергетики Российской Федерации от 16.01.2009 г. № 02-011 «О совершенствовании деятельности в области организации проведения энергообследований (энергоаудитов)» [Электронный ресурс] // Консультант Плюс [Офиц. сайт]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=536506>(дата обращения: 10.05.2023).
6. Приказ Минпромэнерго РФ от 04.07.2006 N 141 "Об утверждении Рекомендаций по проведению энергетических обследований (энергоаудита)" // Еженедельник промышленного роста. - 2006. -№ 28.
7. Инструкция по организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по расчёту и обоснованию нормативов удельного расхода топлива на отпущенную электрическую энергию от тепловых электрических станций и котельных, утвержденная приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 30 декабря 2008 года № 323 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. - 2009. - № 16.
8. Приказ Минэнерго РФ от 30.12.2008 N 326 (ред. от 01.02.2010) "Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 12.02.2009N 13314) // Российская газета. - 2010.
9. Положение о проведении энергетического обследования предприятий, учреждений и организаций. - Минск: ГП Белэнергосбережение, 2004.
10. Правила устройства электроустановок. 7-е издание/ Ред. А.М. Меламед М.: НЦ ЭНАС, 2018. - 552 с.
11. ГОСТ 13109–97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - М.: Издательство стандартов, 1997. - 34 с.
12. ГОСТ Р 51317.4.30–2008. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии. - М.: Стандартинформ, 2009. - 60 с.
13. ГОСТ Р 54149-2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - М.: Стандартинформ, 2019. - 20 с.
14. Трубы в ППУ [Электронный ресурс] // Компания «В ППУ» [Офиц. сайт]. URL: <http://vppu.ru/> (дата обращения: 20.11.2020).
15. Сергеев Н.Н. Использование энергосберегающих технологий в хозяйственной деятельности промышленных предприятий // Вестник Удмуртского Университета. Серия «Экономика и право». - 2018.-

16. Плущевский М.Б. Основы общей концепции нормативно-технического обеспечения ресурсосбережения в промышленности. — Киев.: Общество «Знание». 2002. С. 12.
17. Прайс-лист компании «Элком»: Частотные преобразователи Hyundai [Электронный ресурс] // Компания «Элком» [Официальный сайт]. URL: [http://www.elcomspb.ru/pricelist/automat/invertors/invertors\\_hyundai/](http://www.elcomspb.ru/pricelist/automat/invertors/invertors_hyundai/) (дата обращения: 7.05.2023).
18. Прайс-лист интернет-магазина «Каталог Света»: Энергосберегающие лампы [Электронный ресурс] // Интернет-магазин «Каталог Света» [Официальный сайт]. URL: [http://www.katalog-sveta.ru/shop/lampi\\_energoberegaushie/](http://www.katalog-sveta.ru/shop/lampi_energoberegaushie/) (дата обращения: 7.12.2020).
19. Прайс-лист компании «ВторжениеОпт»: Лампа натриевая высокого давления GE LU150/100/T/40 [Электронный ресурс] // Компания «ВторжениеОпт» [Официальный сайт]. URL: [http://oovvtorzhenie.pulscen.ru/goods/8080383-lampa\\_natriyevaya\\_vysokogo](http://oovvtorzhenie.pulscen.ru/goods/8080383-lampa_natriyevaya_vysokogo) (дата обращения: 7.05.2023).
20. Каталог компании «Землестрой» [Электронный ресурс] // Компания «Землестрой» [Официальный сайт]. URL: <http://www.землестрой.рф/catalog> (дата обращения: 7.05.2023).
21. Прайс-лист компании «Тепломир»: Danfoss Радиаторные терморегуляторы и запорные радиаторные клапаны [Электронный ресурс] // Компания «Тепломир» [Официальный сайт]. URL: <http://teplomir-spb.ru/danfoss1> (дата обращения: 7.05.2023).
22. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей / И.Г. Карапетян, Д.Л. Файбисович, И.М. Шапиро. Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2005. – 320 с.
23. Инструментальный энергоаудит – особенности и виды [Электронный ресурс] // URL: <http://www.energo-pasport.com/wordpress/instrumentalnyj-energoaudit-osobennosti-i-vidy.html>
24. Отчёт об энергетическом обследовании ООО «Завод Москабель». [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mkm.ru/ck/contacts.php>

<https://studservis.ru/gotovye->

5D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8