

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

Институт химии и энергетики  
(наименование института полностью)

---

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»  
(наименование)

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

---

Энергосбережение и энергоаудит  
(направленность (профиль) / специализация)

---

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Проведение энергетического обследования предприятия малого бизнеса

Студент

Н.Д. Галушко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, С.В. Шаповалов

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

Консультант

к.п.н., доцент, А.В. Кириллова

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

Тольятти 2021

## Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассмотрен вопрос проведения энергетического обследования предприятия малого бизнеса. Рассматриваемый объект выполняет важнейшую задачу, заключающуюся в производстве сельскохозяйственной продукции для населения Ульяновской области. Качество выпускаемой продукции зависит от качества электрической энергии, поэтому повышению энергетической эффективности предприятия уделяется большое внимание.

При проведении энергетического обследования была составлена краткая характеристика объекта обследования, определены фактические электрические нагрузки, сформирован перечень энергоэффективных мероприятий, внедрение которых поможет существенно снизить нерациональный расход электрической энергии.

В состав выпускной квалификационной работы входит пояснительная записка и графическая часть. Пояснительная записка выполнена на 60 страницах формата А4, содержит: 28 рисунков, 7 таблиц, список используемой литературы (34 позиций), приложение А. Графическая часть – 6 чертежей формата А1.

## **Abstract**

The title of the graduation work is «Conducting an energy audit of a small business».

The senior paper consists of an introduction, four parts, a conclusion, tables, list of references including foreign sources and the graphic part on 6 A1 sheets.

The key issue of the thesis is to increase the energy efficiency of the power supply system of an educational institution in Togliatti. We touch upon the problem of irrational use of electrical energy, as well as the problem of replacing the existing commercial metering system for electrical energy with an automated commercial metering system.

The aim of the work is to formulate measures aimed at improving the energy efficiency of the power supply system based on the results of an energy survey.

The graduation work may be divided into several logically connected parts which are: determination of places of irrational consumption of electrical energy; substantiation of measures to improve energy efficiency; modernization of the system of commercial metering of electricity consumption; economic efficiency of the proposed activities.

Finally, we present the work on the results of calculations of the economic efficiency of the considered measures, which will significantly save on electricity, as well as significantly improve energy efficiency.

In conclusion we'd like to stress this work is relevant in solving the problem of increasing the energy efficiency of the power supply system of a small business enterprise, but also similar technological and design solutions can be applied to other enterprises of the Russian Federation.

## Содержание

Введение.....	5
1 Состав и метод обследования.....	7
2 Анализ полученных данных от ООО «ПК - АгроВолга» .....	8
2.1 Краткое описание системы электроснабжения ООО «ПК - АгроВолга» и анализ структуры потребления ООО «ПК - АгроВолга» .....	8
2 Проведение энергетического обследования.....	23
2.1 Тепловизионная съемка.....	30
2.2 Замеры потребления мощности по самым загруженным КЛ-0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» .....	30
2.3 Замеры на насосной станции ЖКХ. Анализ результатов .....	33
2.4 Анализ системы учета потребления электрической энергии .....	37
2.5 Осмотр ВЛ-0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» .....	43
3 Мероприятия по результатам анализа предоставленных данных и энергообследования .....	46
3.1 Внедрение системы АИИС КУЭ .....	48
3.2 Дополнительные мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.....	52
4 Экономическая эффективность .....	53
Заключение.....	55
Список используемой литературы.....	56
Приложение А Результаты тепловизионного обследования.....	61

## Введение

Повышение энергетической эффективности предприятий малого и среднего бизнеса является актуальной задачей [19], так как расходы на энергоресурсы, могут в таких компаниях занимать существенную долю производственных затрат, что существенно сказывается на себестоимость выпускаемой продукции или предоставляемых услуг [5].

Внедрение энергоэффективных технологий и повышение энергетической эффективности предприятия невозможно без четкого выстраивания системы энергоменеджмента, создания программы повышения энергоэффективности и её реализации [8].

Любая программа повышения энергоэффективности предприятия формируется по результатам проведения энергетического обследования (энергоаудита) [10]. Выводы и результаты, отраженные в отчетной документации после проведения энергоаудита, напрямую влияют на достижение высоких показателей энергоэффективности предприятия, поэтому высокое качество проведения энергетического обследования предприятия малого и среднего бизнеса, является фундаментом достижения коммерческого успеха в будущем [15].

Актуальность темы выпускной квалификационной работы заключается в формировании мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности предприятия ООО «ПК - АгроВолга», которые имеют прикладной характер.

В рамках выпускной квалификационной работы предоставлен объект, на котором будет проведено энергетическое обследование.

Целью данной выпускной квалификационной работы, является формирование мероприятий направленных на повышение энергоэффективности системы электроснабжения по результатам проведения энергетического обследования.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- получить объективные данные об объеме и структуре потребления электрической энергии предприятия;
- определить потенциал энергосбережения и повышение рационального использования электрической энергии;
- определение мест нерационального использования электрической энергии;
- разработать мероприятия, по мониторингу потребления электрической энергии и создания системы контроля энергохозяйства ООО «ПК - АгроВолга»;
- разработать перечень организационных и технических мероприятий, направленных на снижение затрат на покупку электрической энергии, эффективное использование ресурсов, повышение системы мониторинга электропотребления ООО «ПК - АгроВолга».

Основными документами, которыми необходимо руководствоваться при проведении энергетического обследования отображены в списке используемой литературы [6 - 9, 12 - 14].

## 1 Состав и метод обследования

Энергетическое обследования предприятия разбивается на три этапа [7]:

- Сбор необходимой информации, статистических данных об электропотреблении, договора с энергоснабжающими организациями и сетевыми организациями, схемы электрических соединений системы электроснабжения и т.д [15].

- Проведение инструментального обследования организации.

- Формирование отчетной документации по результатам проведения энергетического обследования, в которой отражены мероприятия направленные на повышение энергетической эффективности обследуемого предприятия.

В ходе проведения энергетического обследования были проведены замеры на ТП и присоединениях в РУ по стороне 0,4 кВ.

Обследование ВЛ-0,4 кВ по территории ООО «ПК - АгроВолга».

Данные предоставленные ООО «ПК - АгроВолга»:

- Акты объема поставленной потребителю электрической энергии с января по декабрь 2020 года и с января по март 2021 года;

- Договор энергоснабжения №130282ЭО между ООО «ПК - АгроВолга» и ОАО «Ульяновскэнерго» от 01.12.2016 года 22 стр. с двумя Приложениями на 19 листах.

В ходе проведенного обследования 25.04.2021 года использовалось следующее оборудование:

- Токоизмерительные клещи FLUKE 319,
- Анализатор качества электрической энергии РЕСУРС-UF-2 М(А),
- Оборудование для фотофиксации проведения измерений,
- Тепловизор Testo.

## **2 Анализ полученных данных от ООО «ПК - АгроВолга»**

### **2.1 Краткое описание системы электроснабжения ООО «ПК - АгроВолга» и анализ структуры потребления ООО «ПК - АгроВолга»**

Электроснабжение ООО «ПК - АгроВолга» осуществляется от двух Фидеров №1 и №2 ПС 35/10 «Бекетовка». От данных фидеров по воздушным линиям 10 кВ идет распределение электроэнергии до ТП 10/0,4 кВ, от данных ТП через отходящие воздушные линии ВЛ-0,4 кВ и кабельные линии 0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» идет распределение электроэнергии непосредственно по территории ООО «ПК - АгроВолга».

Электрохозяйство ООО «ПК - АгроВолга» имеет протяженную распределенную сеть по стороне 0,4 кВ [3]. Это обусловлено, тем что предприятие расположено на большой территории, с большим количеством зданий и сооружений необходимых для осуществления своей деятельности [4].

Служба главного энергетика на предприятии отсутствует.

Снятие показаний с счетчиков осуществляется вручную при обходе специалистом ответственным за обслуживание электрохозяйства.

Все данные по итогам месяца заносятся в акты объема поставленной потребителю электрической энергии, на основании которых рассчитываются с гарантирующим поставщиком ПАО «Ульяновскэнерго» за фактическую поставленную электроэнергию ООО «ПК - АгроВолга» и субабонетнам ООО «ПК - АгроВолга».

На основании актов объема поставленной потребителю электрической энергии с января по декабрь 2020 года и с января по март 2021 года проведем анализ потребления ООО «ПК - АгроВолга».

Первоначально, всю информацию занесем в таблицу 1.

Таблица 1 - Сводные данные потребления электроэнергии ООО «ПК - АгроВолга» за 2020 год

Наименование потребителя	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Итого за 2020г
Общее потребление ООО «ПК - АгроВолга» (кВт.ч)													
Потребление по Ф1 (по данным приборов учета на ПС 35/10 кВ «Бекетовка»)	45708.0	41455.7	44251.6	38496.2	36547.1	32238.6	33224.9	31248.9	31975.1	37883.5	45374.6	50598.0	469002.2
В том числе:													
Собственное производство ООО «ПК - АгроВолга», в т.ч.:	39161.0	34641.7	37524.6	32460.2	30600.1	26322.6	28117.9	26021.9	26779.1	31696.5	39458.6	44711.0	397495.2
Собственная скважина (без счетчика)	8928.0	8064.0	8928.0	8640.0	8928.0	8640.0	8928.0	8928.0	8640.0	8928.0	8640.0	8928.0	105120.0
Глубинный верх (со счетчиком)	4345.0	4850.0	4049.0	4133.0	4817.0	4150.0	4051.0	4345.0	3695.0	4065.0	4090.0	4082.0	50672.0
Производство ООО «ПК - АгроВолга»	25888.0	21727.7	24547.6	19687.2	16855.1	13532.6	15138.9	12748.9	14444.1	18703.5	26728.6	31701.0	241703.2
Субабоненты по Ф1, в т.ч.:	6547	6814	6727	6036	5947	5916	5107	5227	5196	6187	5916	5887	71507.0
Субабонент "СТФ"	1860	2580	2040	1500	1260	1380	420	540	660	1500	1380	1200	16320.0

Продолжение таблицы 1

Субабонент «глубинный №2» насос ЖКХ	4687	4234	4687	4536	4687	4536	4687	4687	4536	4687	4536	4687	55187.0
Потребление по Ф2	18250	20069	20856	21418	14172	8172	2277	12210	9470	13551	17740	14670	172855.0
В том числе:													
Собственное производство													
ООО «ПК - АгроВолга», в т.ч.:	7930	9929	10716	11578	2832	2832	1737	3210	3470	3891	5680	5790	69595.0
Административно-хоз. ЭП ООО «ПК - АгроВолга»	730	2369	2436	1858	1212	1272	897	2010	2390	2091	2500	2670	22435.0
Гараж ООО «ПК - АгроВолга»	7200	7560	8280	9720	1620	1560	840	1200	1080	1800	3180	3120	47160
Субабоненты по Ф2, в т.ч.:	10320	10140	10140	9840	11340	5340	540	9000	6000	9660	12060	8880	103260
Ферма №1	10320	10140	9900	9300	10380	5340	480	5100	4500	9600	11220	8700	94980
Зерноток-3	0	0	240	540	960	0	60	3900	1500	60	840	180	8280
Итого потребление АгроВолга	47091.0	44570.7	48240.6	44038.2	33432.1	29154.6	29854.9	29231.9	30249.1	35587.5	45138.6	50501.0	467090.2
В том числе:													
По фидеру Ф1	39161.0	34641.7	37524.6	32460.2	30600.1	26322.6	28117.9	26021.9	26779.1	31696.5	39458.6	44711.0	397495.2
По Фидеру Ф2	7930	9929	10716	11578	2832	2832	1737	3210	3470	3891	5680	5790	69595.0

На основании данных таблицы 1 рассмотрим динамику потребления по фидерам (показаниям приборов учета) в 2020 году (рисунок 1).

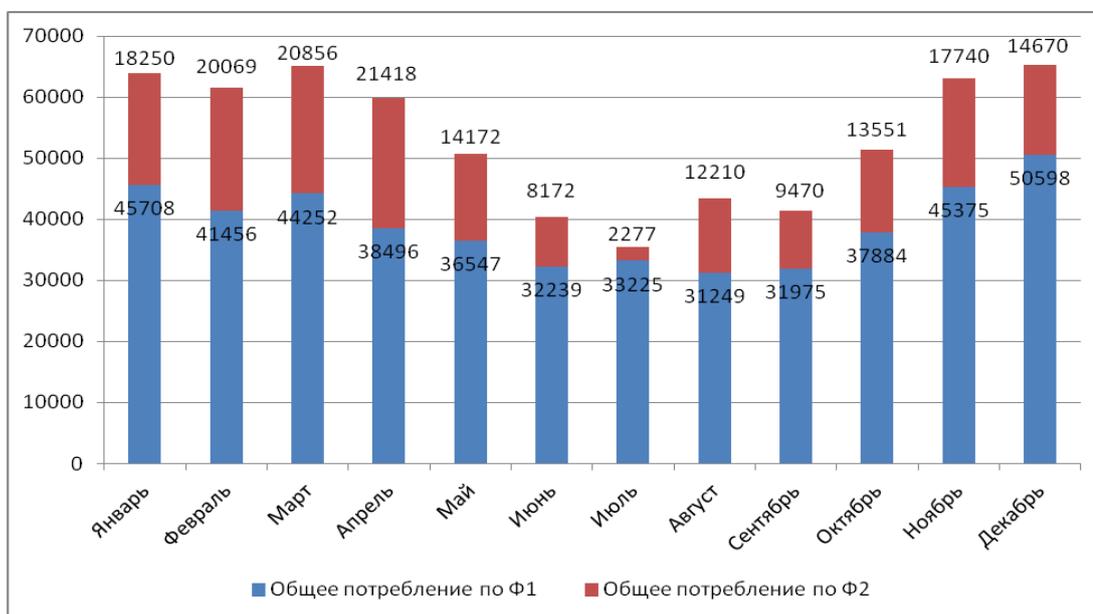


Рисунок 1 – Динамика потребления по фидерам за 2020 года

На рисунке 2 представим динамику потребления за 1 квартал 2021 года (данные по приборам учета)

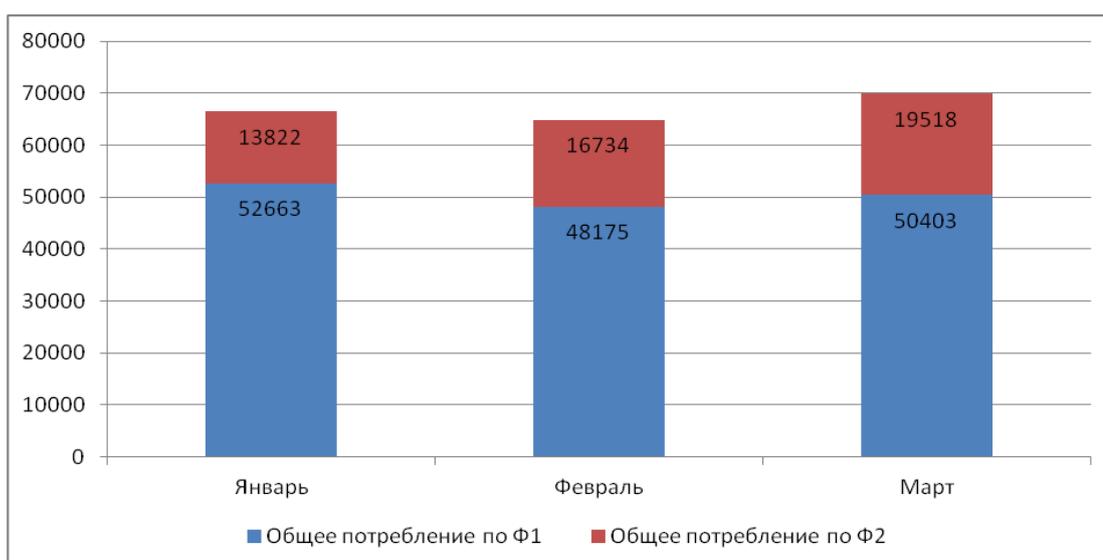


Рисунок 2 – Динамика потребления по фидерам с января по март 2021 г.

Из рисунка 1 видно, что максимальное потребление электрической энергии в 2020 году наблюдается в декабре 2020 года 65286 кВтч, при этом в марте 2020 года величина потребления составила 65108 кВтч, что на 178 кВтч ниже, чем максимальное потребление в 2020 году.

На основании полученных данных видно, что по территории ООО «ПК - АгроВолга» наибольшее потребление электрической энергии наблюдается в марте и декабре 2020 года и в марте 2021 года.

За 3 месяца 2021 года (рисунок 2) максимальное потребление электрической энергии было зафиксировано в марте 2021 года и составило 69921 кВтч, что на 4635 кВтч (на +7,1%) выше чем максимальное потребление в 2020 году, и на 4813 кВтч (на +7,4%) выше чем в марте 2020 года. Таким образом видно, что по территории ООО «ПК - АгроВолга» наблюдается существенный прирост потребления электрической энергии начиная с декабря 2020 года.

Динамика потребления по месяцам 2021 года относительно 2020 на основании данных таблицы 1 составила в январе 2021 года +4,0% (на 2527 кВтч), в феврале 2021 года +5,5% (на 3384 кВтч), в марте 2021 года +7,4% (на 4813 кВтч) относительно аналогичных периодов прошлого года, а нарастающим итогом с начала 2021 года динамика потребления за 3 месяца составила +5,6% (на 10724 кВтч), что сопоставимо с потреблением потребителя со среднечасовым потреблением 5 кВт.

$$P_{\text{ср}} = \frac{10724}{744 + 672 + 720} = 5 \text{ кВт.}$$

Рассмотрим динамику потребления электрической энергии ООО «ПК - АгроВолга» и субабонентов ООО «ПК - АгроВолга» в 2020 году и за 1 квартал 2021 года (рисунок 3).

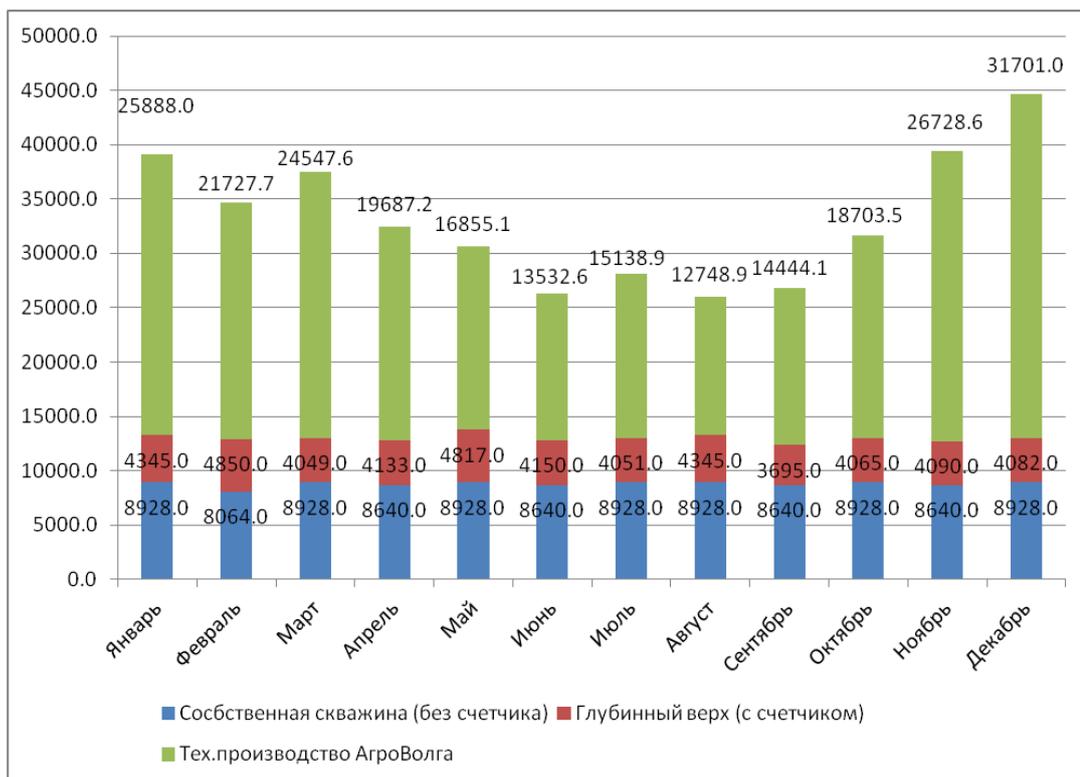


Рисунок 3 – Динамика потребления в 2020 году с разбивкой по потребителям ООО «ПК - АгроВолга» (без учета субабонентов) по Ф1

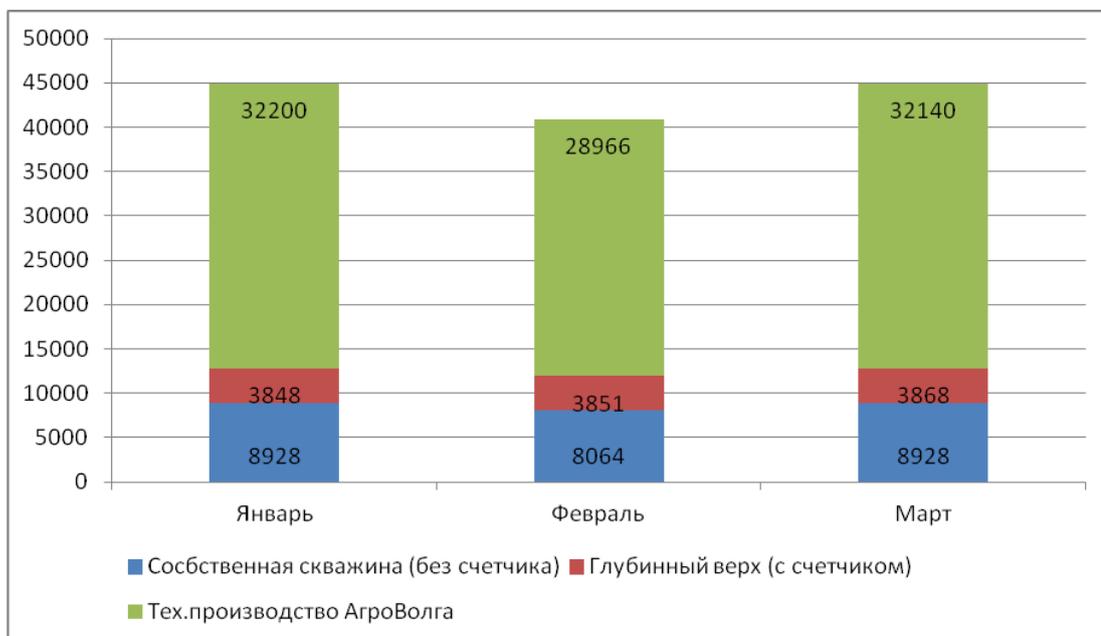


Рисунок 4 - Динамика потребления в 1 квартале 2021 года с разбивкой по потребителям ООО «ПК - АгроВолга» (без учета субабонентов) по Ф1

На приведенной динамике (рисунки 3, 4) видно, что начиная с ноября 2020 года по предприятию ООО «ПК - АгроВолга» потребление электрической энергии существенно увеличилось, в части потребителей «тех.производство».

По данным ООО «ПК» АгровВолга», причина увеличения потребления ничем не обосновано, так как не было ни каких изменений режима работы предприятия.

Проведя анализ потребления по Ф1 отметим, что начиная с ноября 2020 года наблюдается существенное увеличение потребления на собственные технологические нужды ООО «ПК - АгроВолга», если в январе 2020 года потребление электроэнергии не тех.нужды 2020 года составило 25888 кВтч, то уже в январе 2021 года этот показатель составил 32200 кВтч, что на 6312 кВтч (+24,4%) выше.

Динамика потребления на собственные технологические нужды ООО «ПК - АгроВолга» по месяцам 2021 года относительно 2020 на основании данных рисунков 3 и 4 составила в январе 2021 года +24,4% (на 6312 кВтч), в феврале 2021 года +33,3% (на 7238 кВтч), в марте 2021 года +30,9% (на 7592 кВтч) относительно аналогичных периодов прошлого года, а нарастающим итогом с начала 2021 года динамика потребления за 3 месяца составила +29,3% (на 21142 кВтч), что сопоставимо с потреблением потребителя со среднечасовым потреблением 10 кВт.

$$P_{\text{ср}} = \frac{21142}{744 + 672 + 720} = 10 \text{ кВт.}$$

Приведем динамику потребления субабонентов подключенных к сетям ООО «ПК - АгроВолга» по Фидеру №1 (рисунок 5, рисунок 6).

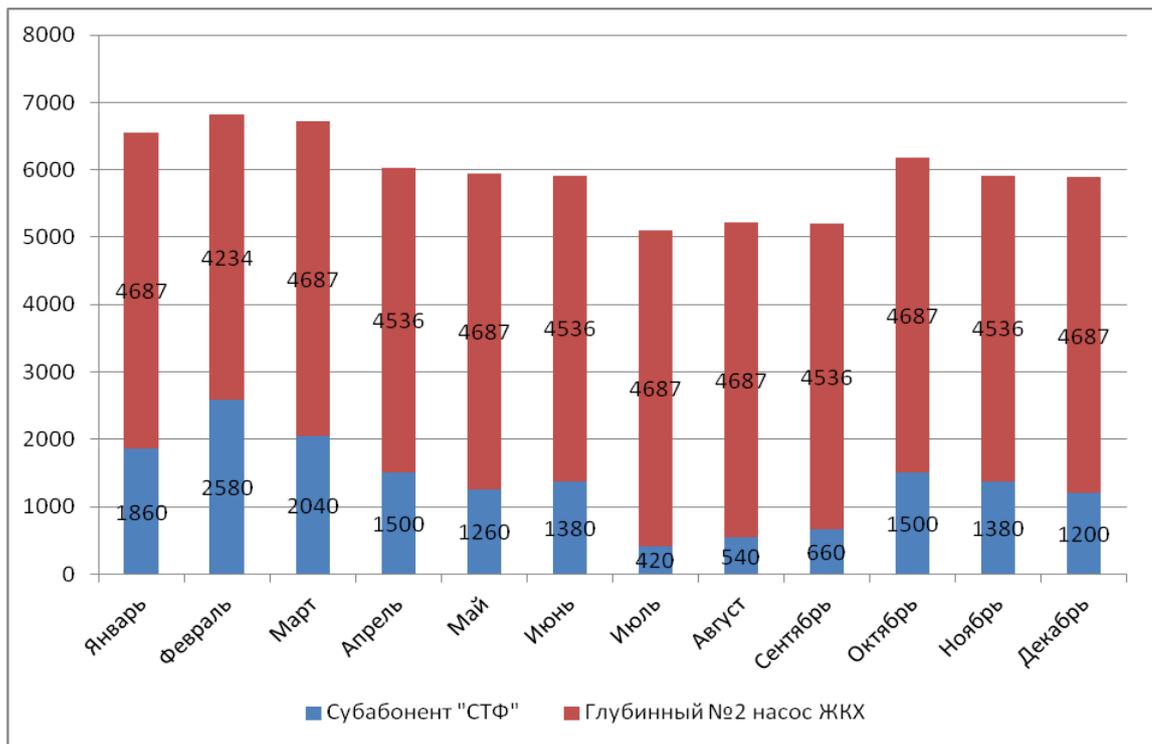


Рисунок 5 – Динамика потребления субабонентов по Ф1 в 2020 году

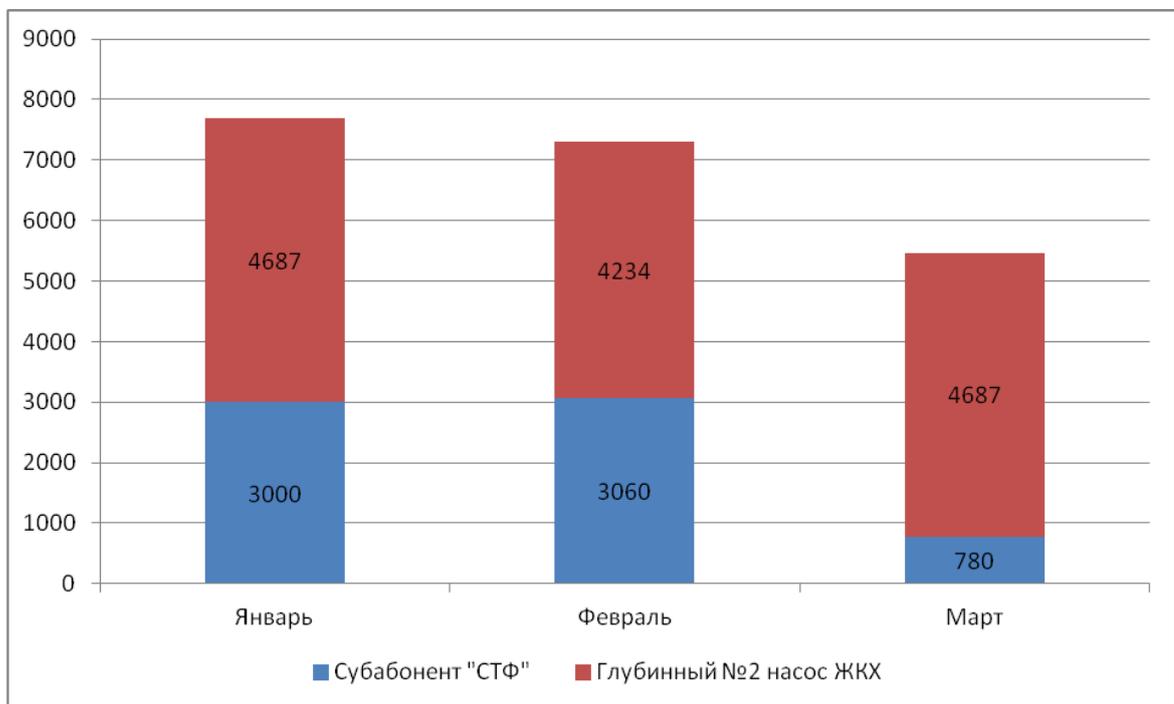


Рисунок 6 – Динамика потребления субабонентов по Ф1 в 1 квартале 2021 года

На основании данных рисунков 5 и 6, можно сказать, что динамика потребления субабонентов имеет стабильный характер. Наибольшее потребление зафиксировано в феврале 2020 года с суммарным потреблением субабонентов 6814 кВтч, в 2021 году максимальное потребление отмечено в январе 2021 года с величиной потребления 7687 кВтч, что на 874 кВтч (+12,8%) выше, чем максимальное потребление в 2020 году.

Динамика потребления субабонентов по месяцам 2021 года относительно 2020 на основании данных рисунков 5 и 6 составила в январе 2021 года +17,4% (на 1140 кВтч), в феврале 2021 года +7,0% (на 480 кВтч), в марте 2021 года -18,7% (на 1260 кВтч) относительно аналогичных периодов прошлого года, а нарастающим итогом с начала 2021 года динамика потребления за 3 месяца составила +1,8% (на 360 кВтч), что не сопоставимо с динамикой потребления по Ф1 (рисунок 3).

На рисунке 7 представлена структура потребления по потребителям Ф1 за 2020 год.

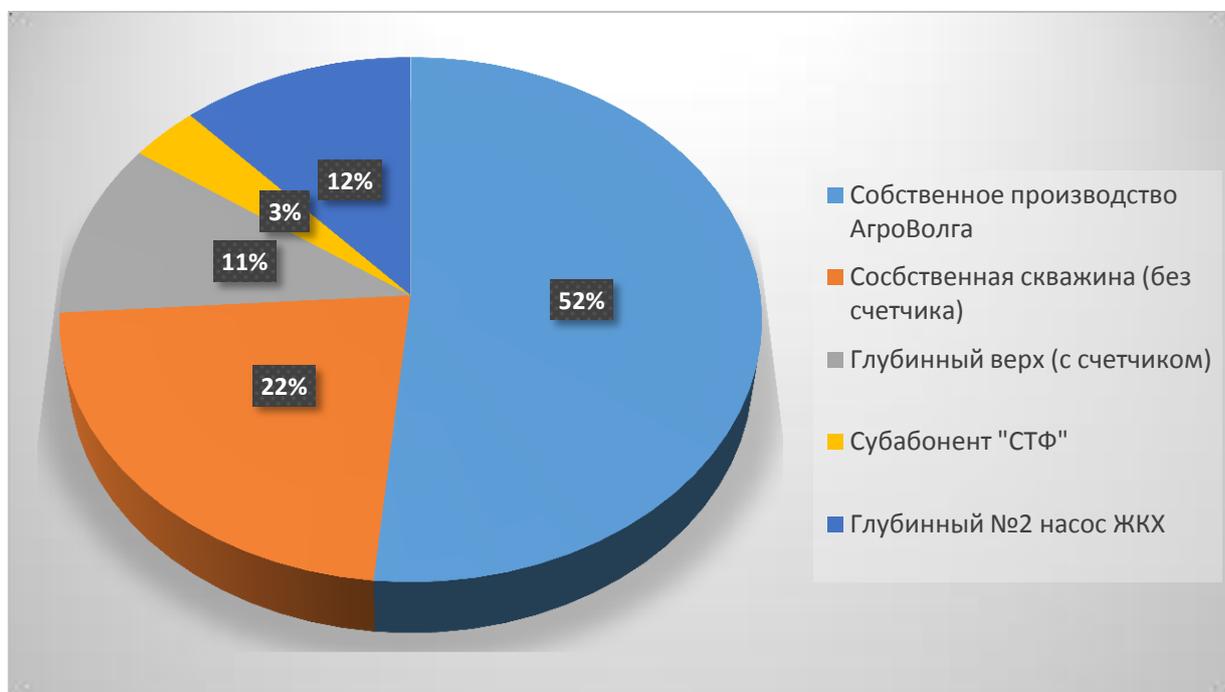


Рисунок 7 – Структура потребления электрической энергии потребителями по Ф1 за 2020 год

На рисунке 8 представлена структура потребления по Ф1 за 1 квартал 2021 года. Из структуры (рисунок 8) видно, что доля потребления ООО «ПК - АгроВолга» на собственное производство существенно увеличилась, при этом ни каких технологических изменений по предприятию не было. Исходя из этого, можно сделать вывод, что на территории ООО «ПК - АгроВолга» имеются потребители с нерациональным использованием электроэнергии [21], при этом режим их работы (в сторону увеличения потребления электрической энергии) изменился в ноябре 2020 года.

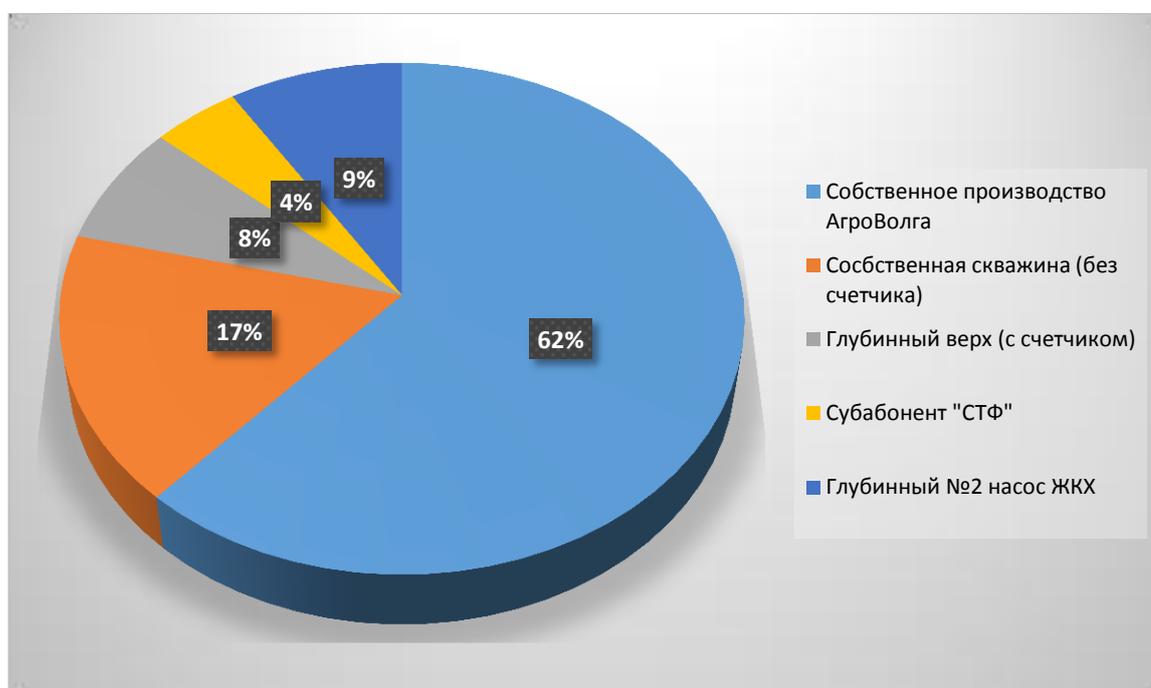


Рисунок 8 - Структура потребления электрической энергии потребителями по Ф1 за в 1 квартале 2021 год

Рассмотрим динамику потребления электрической энергии по Ф2 (рисунок 9).

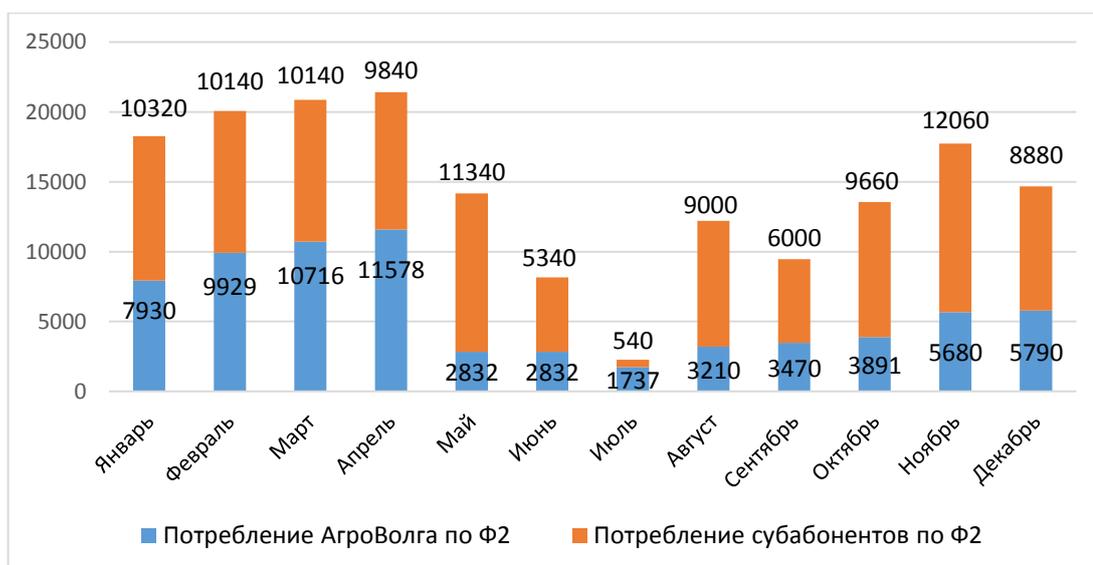


Рисунок 9 – Динамика потребления электрической энергии по Ф2 в 2020 году

Динамика потребления потребителей Ф2 по территории ООО «ПК-АгроВолга» имеет сезонный характер. Основной объем потребления приходится на январь – апрель месяца.

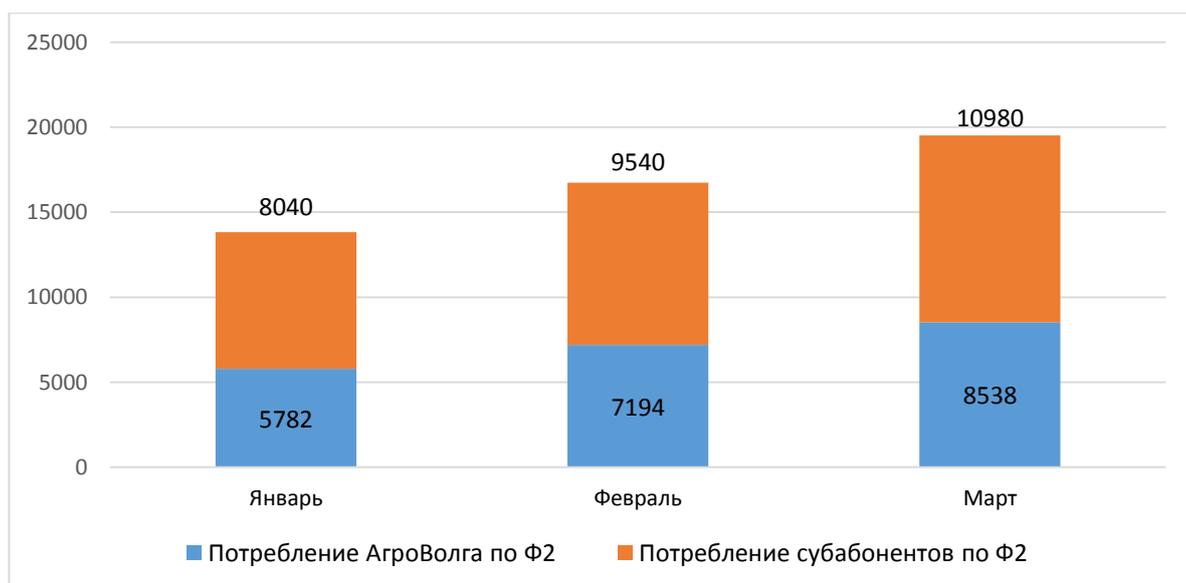


Рисунок 10 - Динамика потребления электрической энергии по Ф2 в 1 квартале 2021 года

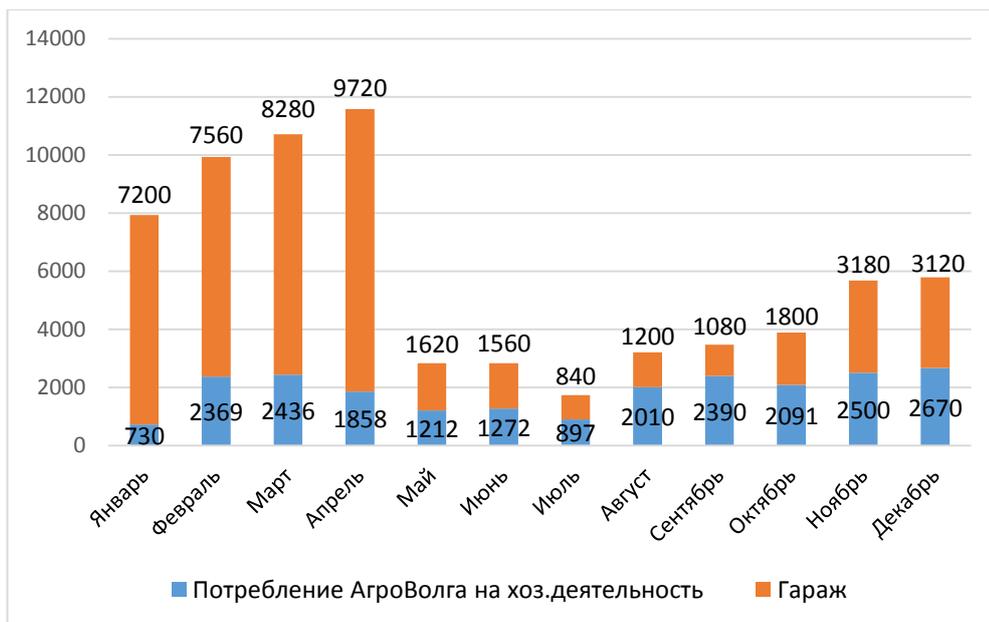


Рисунок 11 – Динамика потребления в 2020 году с разбивкой по потребителям ООО «ПК - АгроВолга» (без учета субабонентов) по Ф2

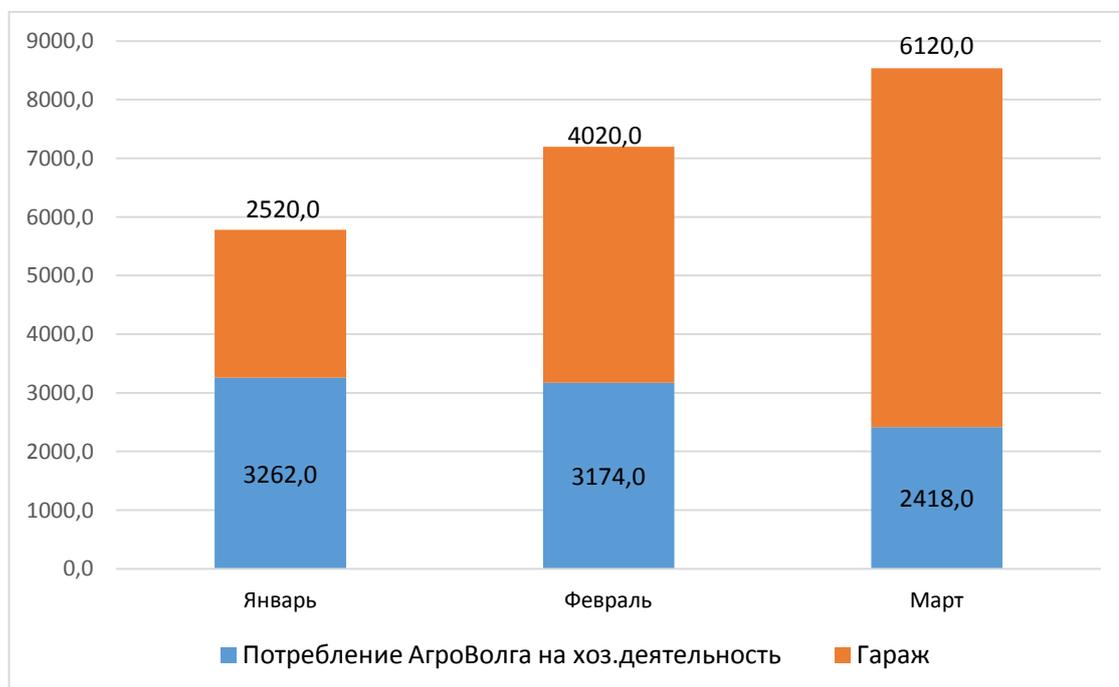


Рисунок 12 – Динамика потребления в 1 квартале 2021 года с разбивкой по потребителям ООО «ПК - АгроВолга» (без учета субабонентов) по Ф2

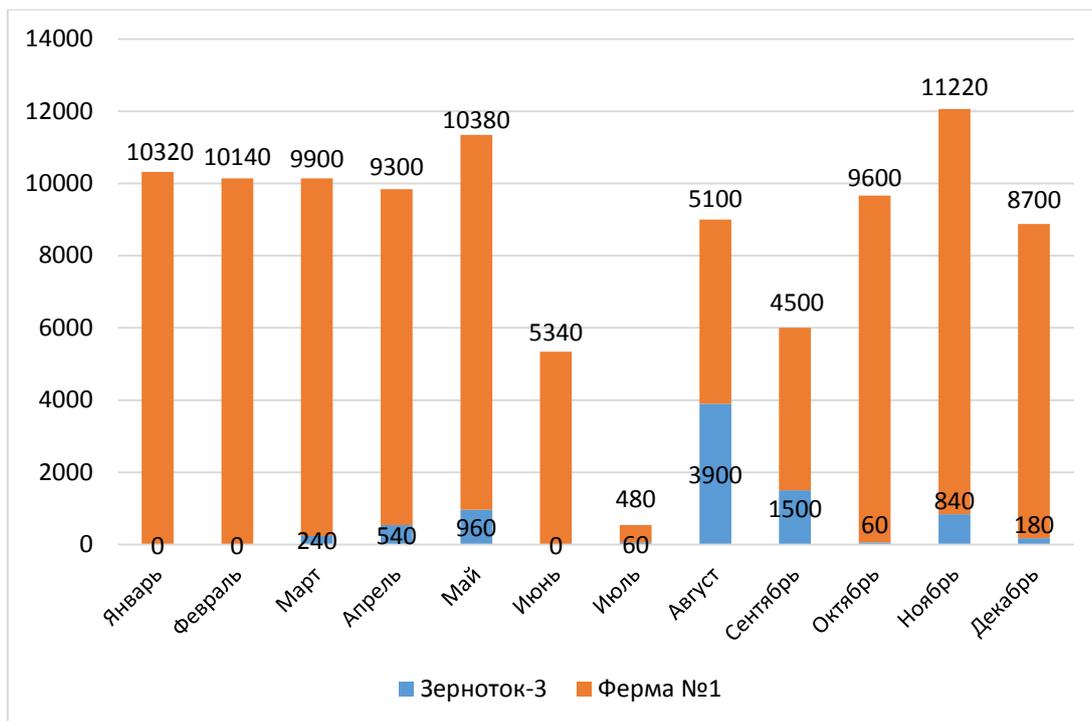


Рисунок 13 - Динамика потребления субабонентов по Ф2 в 2020 году

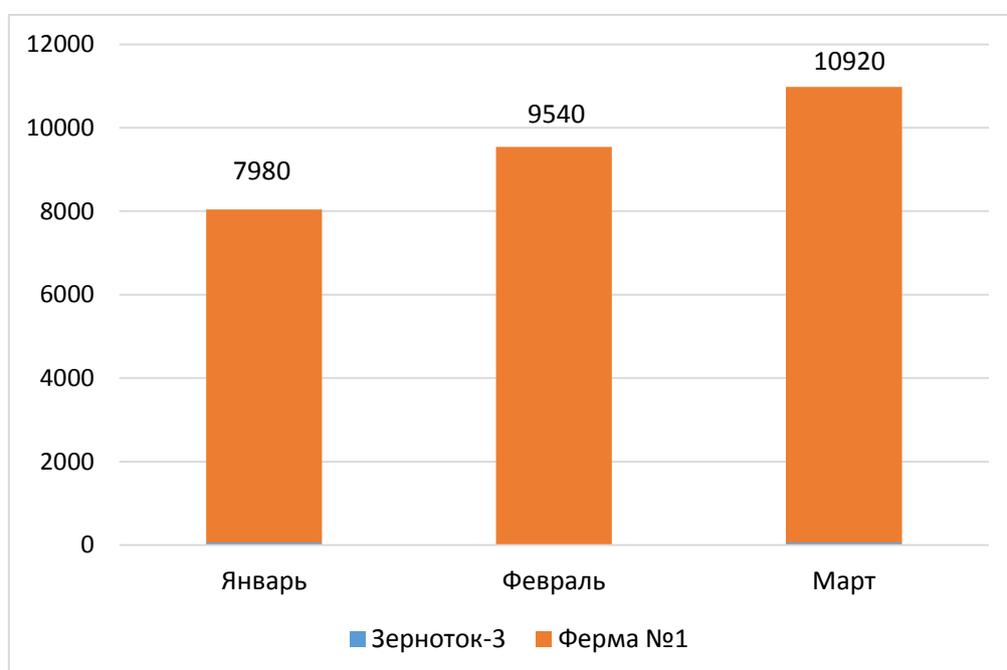


Рисунок 14 - Динамика потребления субабонентов по Ф2 в 1 квартале 2021 года

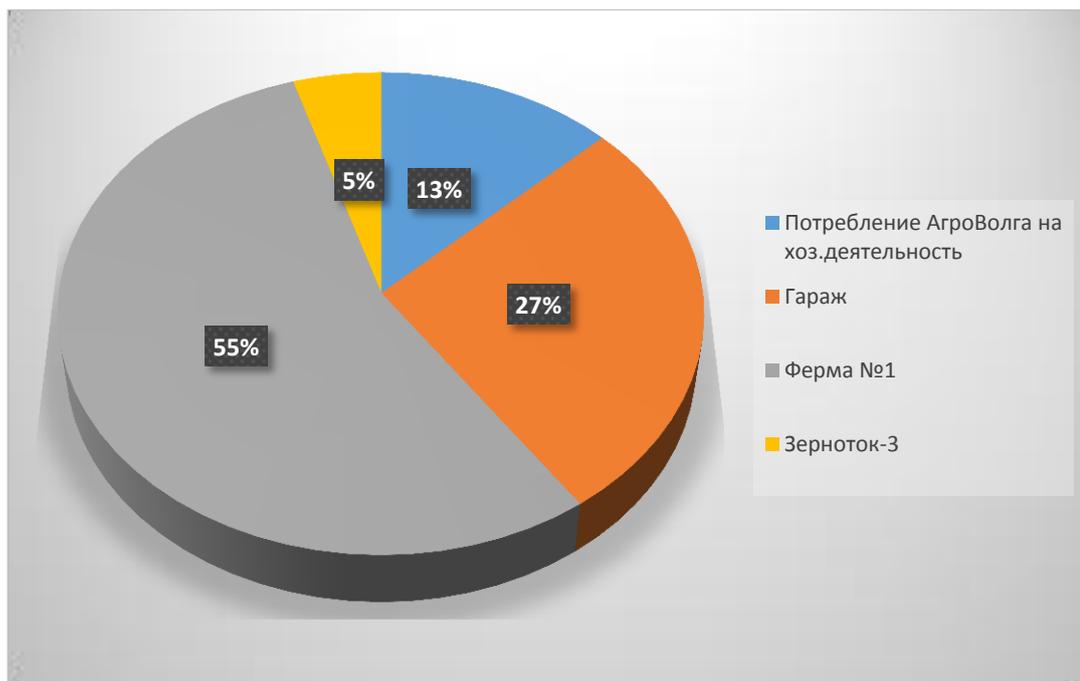


Рисунок 15 - Структура потребления электрической энергии потребителями по Ф2 за 2020 год

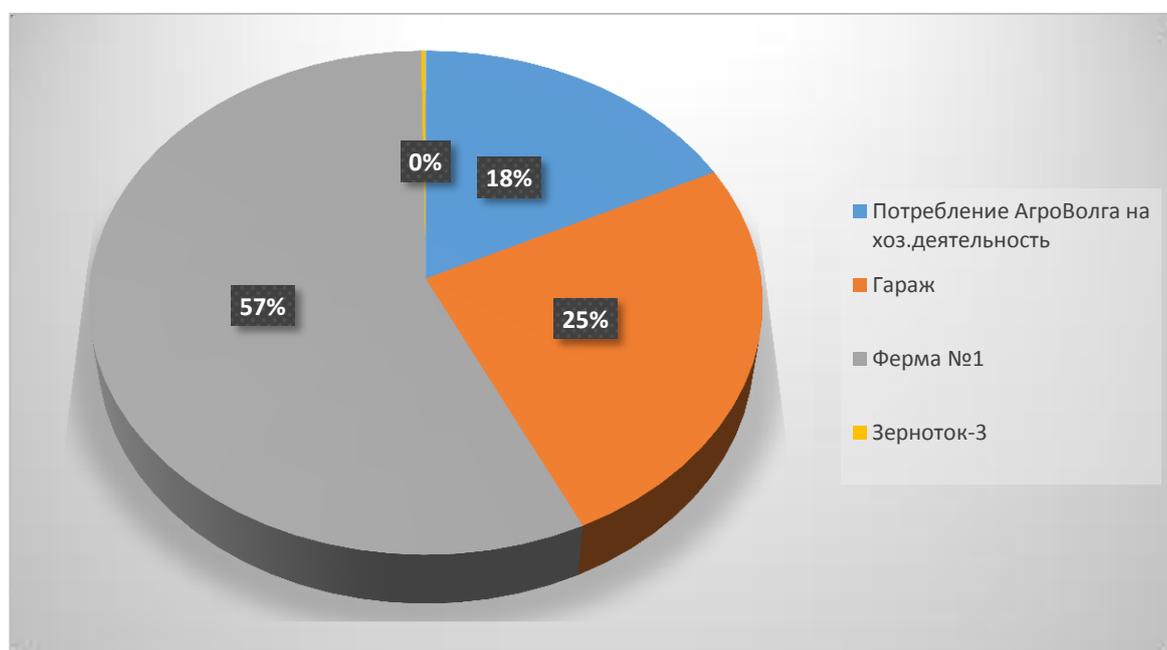


Рисунок 16 - Структура потребления электрической энергии потребителями по Ф2 за 1 квартал 2021 года

Основным потребителем по Ф2 является «Ферма №1» (субабонент), на данного потребителя приходится более 55% от все потребляемой электроэнергии по Ф2 (рисунки 15, 16).

Необходимо отметить, что основная доля потребления непосредственно ООО «ПК - АгроВолга» по Ф2 приходится на «Гараж» (рисунки 11 и 12).

### **Выводы:**

- По фидеру №1 наблюдается существенное потребление на собственное производство ООО «ПК - АгроВолга» начиная с ноября 2020 года.

- Динамика потребления электроэнергии нарастающим итогом с начала 2021 года за 3 месяца составила +29,3% (на 21142 кВтч), что сопоставимо с потреблением потребителя со среднечасовым потреблением 10 кВтч

- Необоснованно высокое потребление по Ф2 потребителя ООО «ПК - АгроВолга» «Гараж».

- На предприятии отсутствует комплексная система мониторинга учета потребления электрической энергии по предприятию ООО «ПК - АгроВолга».

- Отсутствует перечень электроприемников ООО «ПК - АгроВолга» с паспортными данными по установленной мощности.

- Не все субабоненты подключенные к сетям по 0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» имеют приборы учета (таблица 4), в связи с этим расчет потребленной электрической энергией за расчетный период по данным потребителям специалисты ООО «ПК - АгроВолга» используют дорасчетные формулы - «глубинный вверх №2» - насос МУП (см. Акты объема поставленной потребителю электрической энергии ООО «ПК - АгроВолга»). Данные дорасчеты необходимо устранить, за счет совершенствования системы технического учета потребления электрической энергии.

## 2 Проведение энергетического обследования

Энергетическое обследование (ЭО) было проведено 25.04.2021 года.

В ходе проведенного обследования использовалось следующее оборудование:

- Токоизмерительные клещи FLUKE 319 [32];
- Анализатор качества электрической энергии РЕСУРС-UF-2 М(А);
- Оборудование для фотофиксации проведения измерений;
- Тепловизор Testo [31].

При проведении энергообследования токоизмерительными клещами FLUKE 319 были замерены токовые нагрузки в фазных проводах (таблица 2), к которым был организован собственником доступ.



Рисунок 17 – Узел учета КТП Б1-03/250 «СТФ»

Таблица 2 – Токовые нагрузки в фазных проводах (результаты измерений токоизмерительными клещами FLUKE 319, РЕСУРС-UF-2 М(А))

№ п/п	Точка присоединения	Источник питания (наименование питающих линий)	Описание точки присоединения	Уровень напряжения в точке присоединения (кВ)	Максимальная мощность по договору (кВт)	Токовая нагрузка в фазе А	Токовая нагрузка в фазе В	Токовая нагрузка в фазе С	Расчетная нагрузка, кВт	Примечание
1	АВ№1, КТП Б1-05/40 кВ А, ВЛ-10кВ №1, ПС 35/10 Бекетовка»	ВЛ-10кВ №1 ПС 35/10 "Бекетовка "	Водокачка с. Бекетовка	0,4	7,5	11,81	11,78	11,79	7,22	-
2	АВ№1, КТП Б1-03/250 кВА, ВЛ-10кВ№1, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №1 ПС 35/10 "Бекетовка"	СТФ№1 с. Бекетовка	0,4	33,72	0,58	4,44	7,66	-	-
3	АВ№2, КТП Б1-03/250 кВА, ВЛ-10кВ№1, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10 кВ №1 ПС 35/10 "Бекетовка"	СТФ№2 с. Бекетовка	0,4	33,72	18,87	18,88	18,34	-	-
4	АВ №1, КТП Б1-01/100 кВ А, ВЛ-10кВ№1, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №1 ПС 35/10 "Бекетовка"	Пилорама, с. Бекетовка	0,4	44,1	-	-	-	-	На момент ЭО здание не функционировало

Продолжение таблицы 2

5	АВ№2, КТП Б1-01/100 кВ А, ВЛ-10кВ№1, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №1 ПС 35/10 "Бекетовка "	АЗС с. Бекетовка	0,4	10,5	0,0	0,1	0,0	-	-
6	АВ№1, КТП Б1-02/2х400 кВА, ВЛ-10кВ№1, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №1 ПС 35/10 "Бекетовка "	Комплекс с. Бекетовка	0,4	480,17	115	115	115	82,6	-
7	АВ№2, КТП Б1-02/2х400 кВА, ВЛ-10кВ№1, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №1 ПС 35/10 "Бекетовка"	Кормоцех с. Бекетовка	0,4	5	51	51	51	36,72	-
8	оп.№9, ВЛ-0,4кВ №2, КТП Б2-01/160 кВА, ВЛ-10кВ№2, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка"	Правление с. Бекетовка	0,4	23,6	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует
9	оп.№9, ВЛ-0,4кВ №2, КТП Б2-01/160 кВА, ВЛ-10кВ№2, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	Магазин, Склад с. Бекетовка	0,4	2,4	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует

Продолжение таблицы 2

10	оп.№14, ВЛ-0,4кВ №1, КТП Б2-01/160 кВА, ВЛ-10кВ№2, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	Столовая с. Бекетовка	0,4	49,67	-	-	-	-	На момент ЭО здание не функционировало
11	АВ№1, КТПБ2-03/400 кВА, ВЛ-10кВ№2, ПС35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка"	Мастерские с. Бекетовка	0,4	262,1	-	-	-	-	На момент ЭО здание не функционировало
12	А В №2, КТП Б2-03/400 кВА, ВЛ-10кВ №2, ПС35/10) "Бекетовка"	ВЛ-10 кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	Машинный двор с. Бекетовка	0,4	54,25	-	-	-	-	На момент ЭО здание не функционировало
13	оп.№3, ВЛ-0,4кВ №1, КТПБ2-04/400 кВА, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	Коровник №1 с. Бекетовка	0,4	20	-	-	-	-	На момент ЭО здание не функционировало
14	оп №11, ВЛ-0,4 к В №1 КТПБ2-04/400 кВА, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	Коровник "импульс" с. Бекетовка	0,4	22,9	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует

Продолжение таблицы 2

15	оп.М5, ВЛ-0,4 к В №1 КТПБ2-04/400 кВА, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	Профилакторий с. Бекетовка	0,4	14	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует
16	оп.№12, ВЛ-0,4 к В №1 КТП Б2-04/400 кВА, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка"	Комплекс доращивания с. Бекетовка	0,4	14,7	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует
17	оп.№13, ВЛ-0,4 кВ №1 КТПБ2-04/400кВА, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	Телятник, с. Бекетовка	0,4	8,2	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует
18	оп.№3, ВЛ-0,4 кВ №2, КТП Б2-04/400 кВА, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка"	коровник №2 с. Бекетовка	0,4	20	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует
19	оп.№3, ВЛ-0,4 кВ №2, КТП Б2-04/400 кВА, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	насосная с. Бекетовка	0,4	7	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2

20	АВ№1, КТПБ2-05/160 кВА, ВЛ-10 кВ№2, ПС35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка"	ЗАВ-20 с. Бекетовка	0,4	32,75	-	-	-	-	-
21	А В №2, КТП Б2-05/160 кВА, ВЛ-10 кВ№2, ПС35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка"	склады с. Бекетовка	0,4	17,1	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует
22	АВ№1, КТП Б2-06/400 кВА, ВЛ-10 кВ№2, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	ЗАВ-40 с. Бекетовка	0,4	120	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует
23	АВ№2, КТП Б2-06/400 кВА, ВЛ-10 кВ №2, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	Мельница с. Бекетовка	0,4	273,7	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует

Продолжение таблицы 2

24	АВ№1, КТП Б2-07/400 кВА, ВЛ-10 кВ№2, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ №2 ПС 35/10 "Бекетовка "	ЗАВ-40 с. Бекетовка	0,4	171	-	-	-	-	Замеры не проводились. Доступ к фазным проводам отсутствует
25	АВ№2, КТП Б2-07/400 кВА, ВЛ-10кВ№2, ПС 35/10 "Бекетовка"	ВЛ-10кВ№2 ПС 35/10 "Бекетовка"	склады с. Бекетовка	0,4	85,7	-	-	-	-	-

## **2.1 Тепловизионная съемка**

Тепловизионная съемка контактных соединений в ВРУ предприятия является одним из основных этапов инструментального обследования предприятия [11]. Данное обследование позволяет обнаружить дефекты, такие как люфт в болтовых соединениях питающих и отходящих кабельных линий с шинами ВРУ 0,4 кВ, чрезмерный нагрев проводников из-за высокой токовой нагрузки, нарушение изоляции проводов и кабелей [16].

При проведении тепловизионной съемки были обнаружены ряд дефектов, которые указаны в приложении А (рисунок А.1-рисунок А.4).

## **2.2 Замеры потребления мощности по самым загруженным КЛ-0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга»**

Энергетическое обследование (ЭО) было проведено 25.04.2021 года.

В ходе проведенного обследования использовалось следующее оборудование:

- Токоизмерительные клещи FLUKE 319;
- Анализатор качества электрической энергии РЕСУРС-UF-2 М(А);
- Оборудование для фотофиксации проведения измерений.

При проведении энергообследования анализатором качества электрической энергии РЕСУРС-UF-2 М(А) были проведены замеры нагрузки активной и реактивной мощности в фазных проводах на присоединениях «Комплекс» и «Кормоцех» в РУ-0,4 кВ КТП Б1- 02/2х400 кВА, к которым был организован собственником доступ (рисунки 19 – 22).

По результатам замеров максимальная потребляемая мощность по присоединению «Комплекс» составила 80 кВт, что ниже максимальная мощность по договору (таблица 2). По присоединению «Кормоцех» максимальная потребляемая мощность зафиксирована 31 кВт, что выше максимальной мощности по договору (таблица 2) в несколько раз.

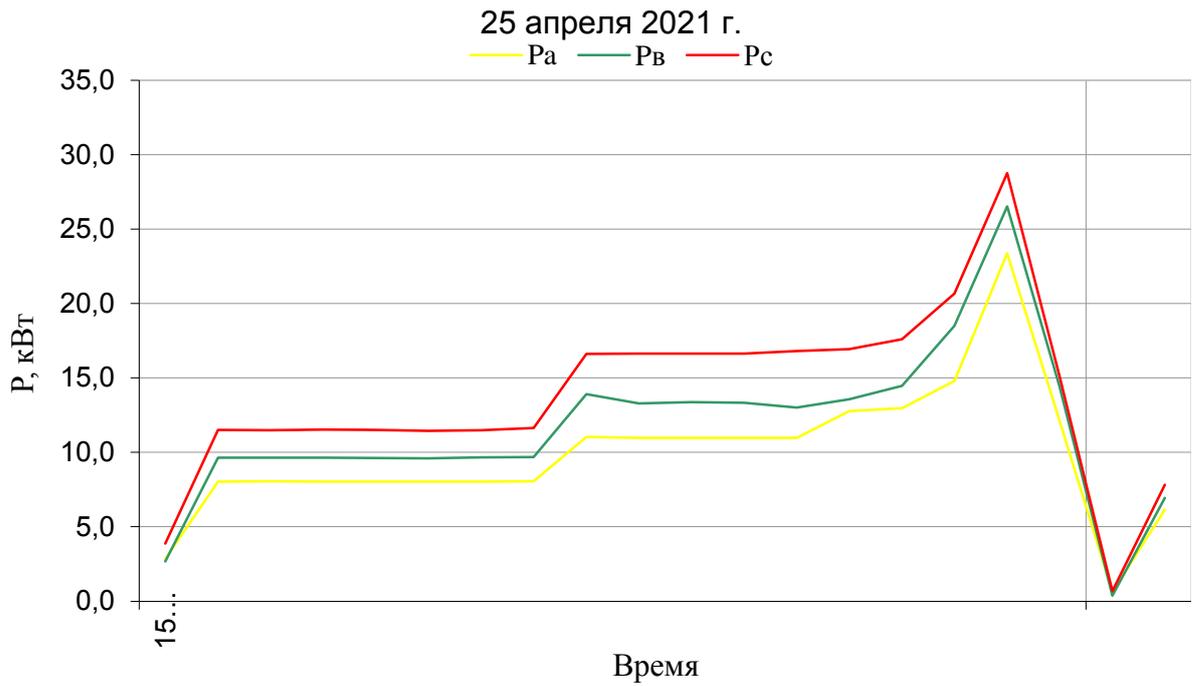


Рисунок 18 - Графики активной фазной мощности на присоединении «Комплекс» ООО «ПК - АгроВолга»

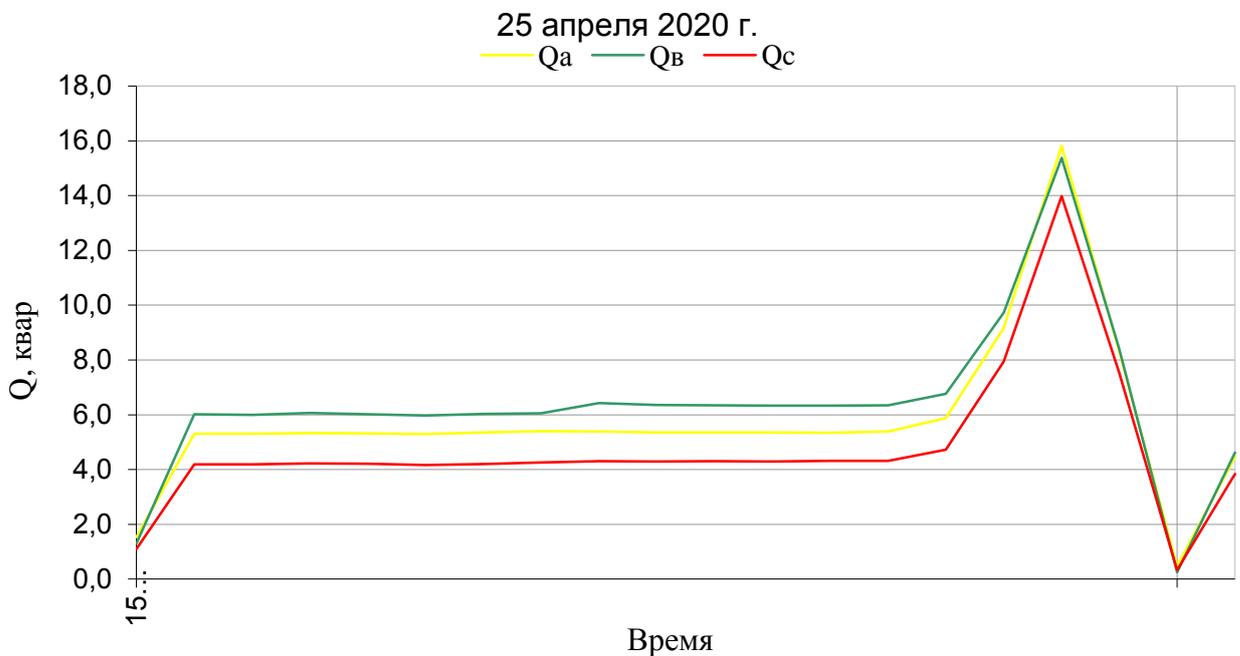


Рисунок 19 – Графики реактивной фазной мощности на присоединении «Комплекс» ООО «ПК - АгроВолга»

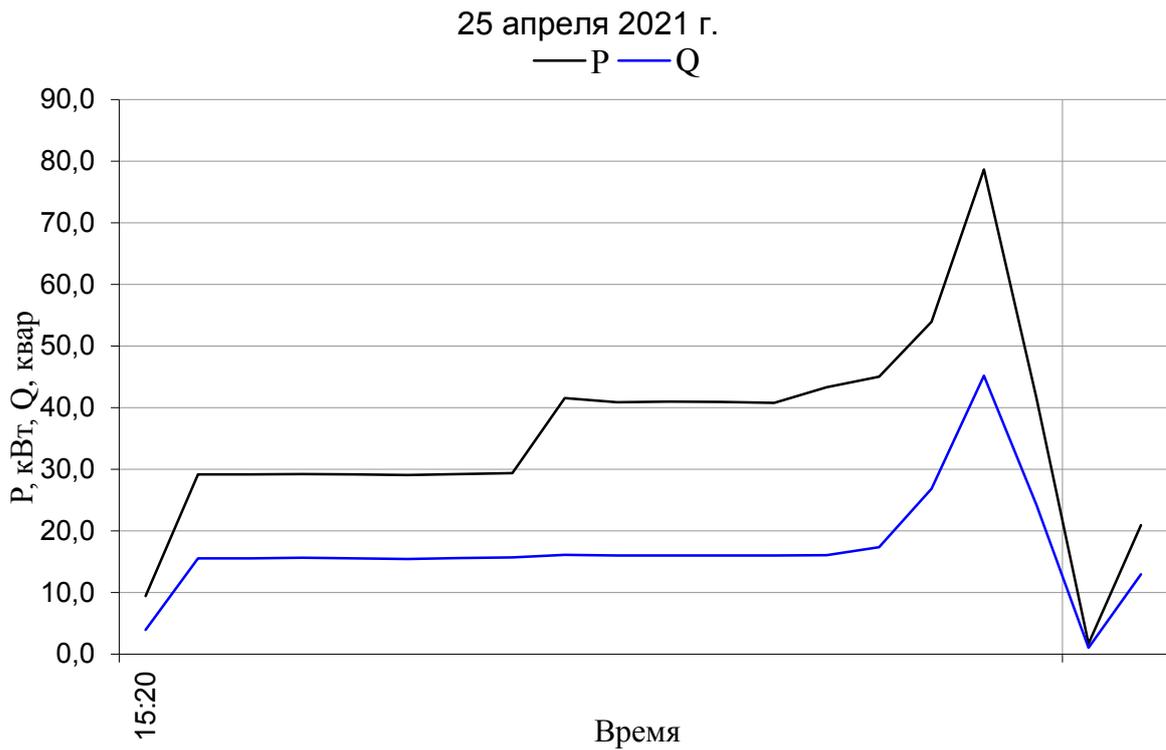


Рисунок 20 - Графики активной и реактивной трехфазной мощности на присоединении «Комплекс» ООО «ПК - АгроВолга»

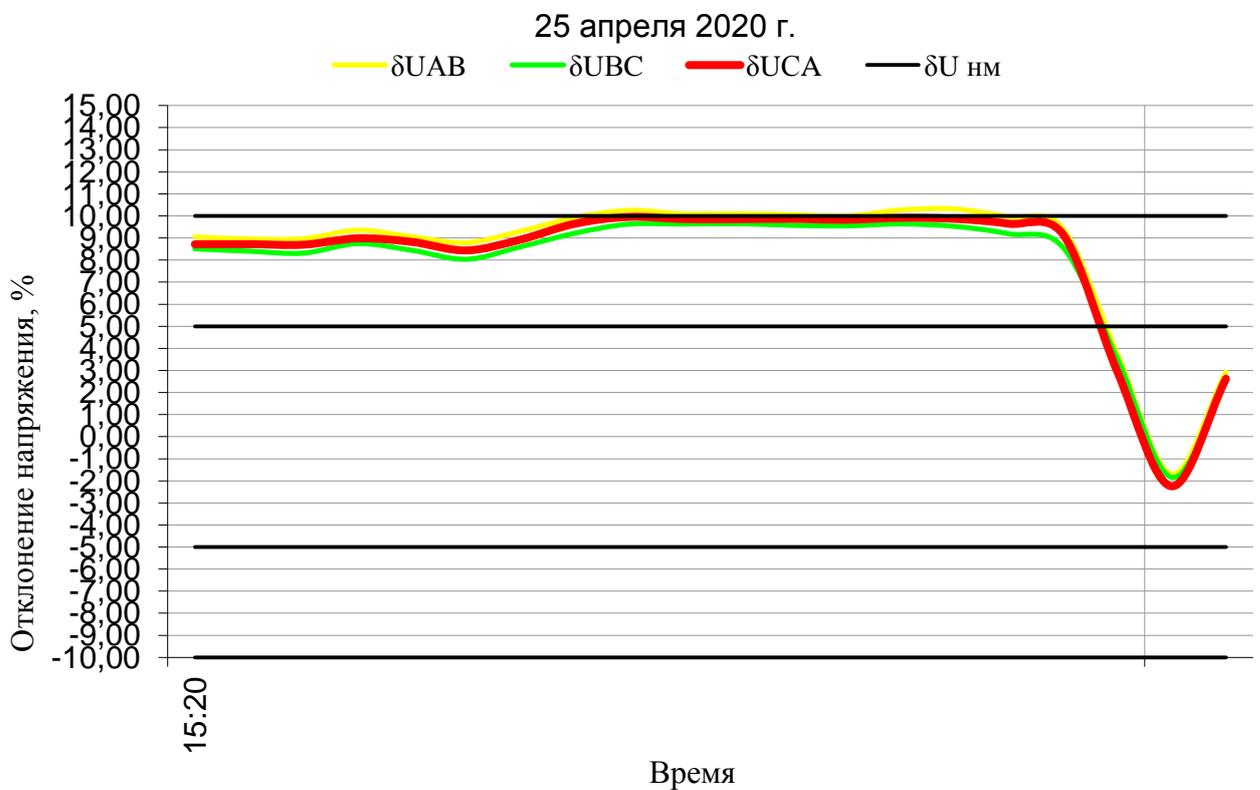


Рисунок 21 – Графики отклонений междуфазных напряжений на присоединении «Комплекс» ООО «ПК - АгроВолга»

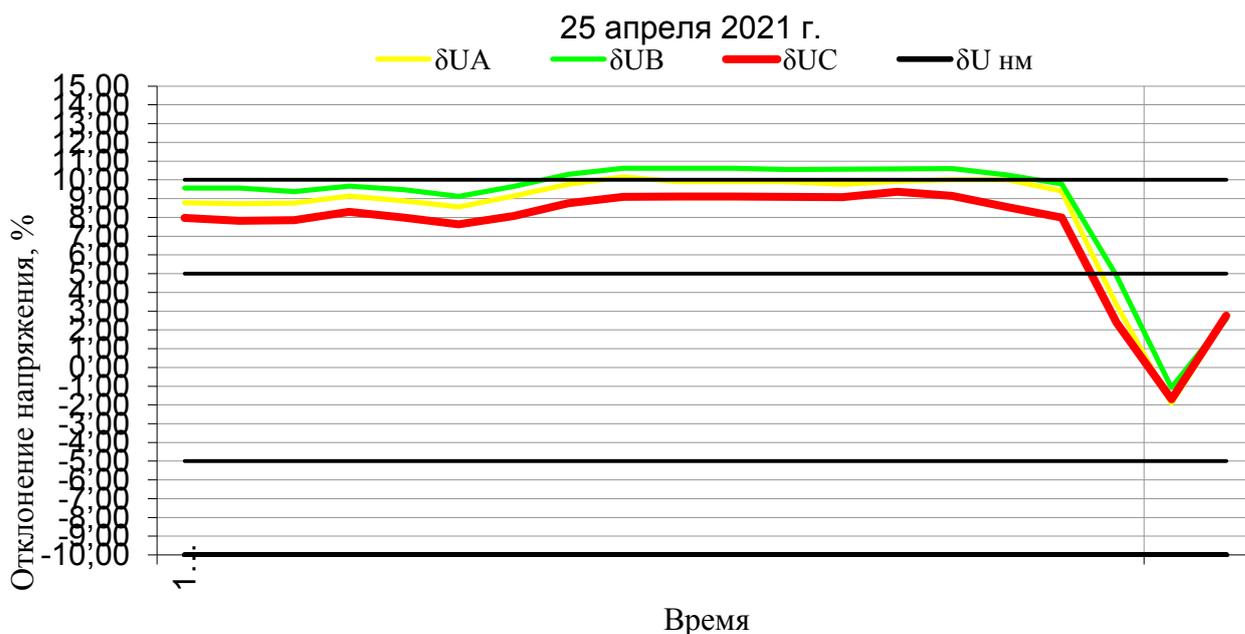


Рисунок 22 - Графики отклонений фазных напряжений на присоединении  
«Комплекс» ООО «ПК - АгроВолга»

### 2.3 Замеры на насосной станции ЖКХ. Анализ результатов

В ходе проведения энергообследования ООО «ПК - АгроВолга», было выявлено превышение потребления активной мощности сверх договорных объемов по «Ермоловскому коммунальщику» МУП [6, 7].

Таблица 3 – Результаты измерений токоизмерительными клещами FLUKE 319, РЕСУРС-UF-2 М(А)

№ п/п	Определяемый показатель Инструментальных измерений (тип прибора)	Единицы измерения	Результаты инструментальных измерений
1	Токовая нагрузка в фазе А, клейма автомата (С1) (FLUKE 319)	А (Ампер)	19,28
2	Токовая нагрузка в фазе В, клейма автомата (С2) (FLUKE 319)	А (Ампер)	20,2

Продолжение таблицы 3

3	Токовая нагрузка в фазе С, клемма автомата (С3) (FLUKE 319)	А (Ампер)	20,51
4	Междуфазное напряжение АВ (FLUKE 319)	В (Вольт)	413,0
5	Междуфазное напряжение ВС (FLUKE 319)	В (Вольт)	413,0
6	Междуфазное напряжение АС (FLUKE 319)	В (Вольт)	413,0
7	Коэффициент мощности на вводном автомате насосного оборудования ООО «ПК - АгроВолга» (РЕСУРС-UF-2 М(А))	-	0,87

При проведении обследования [8, 9] анализатор качества РЕСУРС-UF-2 М(А) был установлен на вводном автомате АВ №1 «Кормоцех» ООО «ПК - АгроВолга» «Фидер №1 Бекетовка», от которого запитаны две насосные установки – одна принадлежит ООО «ПК - АгроВолга», вторая установлена в отдельно стоящем здании и принадлежащая организации МУП (Ермоловский коммунальщик) - «Глубинный верх №2».

С помощью токоизмерительных клещей FLUKE 319 проведены следующие замеры [12]: токовая нагрузка в фазных вводных проводах насосной установки МУП и междуфазное напряжение на зажимах автоматического выключателя. Результаты замеров внесены в таблицу 3 и таблицу 1 «Протокола результатов проведения инструментальных измерений». На основании измеренных значений, представленных в таблице 3, проведем расчет фактического потребления активной мощности насосного оборудования:

Фактическая потребляемая мощность насосного оборудования:

$$P_{\text{факт нас}} = (3 \cdot U_{\text{фаз}} \cdot I_{\text{нагр}} \cdot \cos\varphi) / 1000 = (3 \cdot 238,5 \cdot 20 \cdot 0,87) / 1000 = 12,45 \text{ кВт}$$

где,  $I_{\text{нагр}}$  – токовая нагрузка фазных вводных проводов насосной установки МУП «Глубинный верх №2», замеренная токоизмерительными клещами FLUKE 319 равное  $\approx 20$  А (таблица 3);

$U_{\text{фаз}}$  – фазное напряжение в фазном вводном проводе равное  $U_{\text{меж.фаз}}/\sqrt{3} = 413/\sqrt{3}=238,5$  В;

$\cos\varphi$  – коэффициент мощности на вводном автомате ООО «ПК - АгроВолга» «Фидер №1 Бекетовка».

Таким образом установлено, что потребляемая мощность насосным МУП «Ермоловский коммунальщик» («Глубинный верх №2») выше договорных 6,3 кВт, как указано в «Актах об объеме поставленной потребителю электрической энергии» и составляет 12,45 кВт.



Рисунок 23 – Проведение измерений токоизмерительными клещами FLUKE 319 токовых нагрузок в фазных проводах насоса МУП «Глубинный верх №2»



Рисунок 24 – Проведение измерений токоизмерительными клещами FLUKE 319 токовых нагрузок в фазном проводе L1 насоса МУП «Глубинный вверху №2»



Рисунок 25 – Проведение измерений токоизмерительными клещами FLUKE 319 токовых нагрузок в фазном проводе L3 насоса МУП «Глубинный вверху №2»

В связи с выявленным высоким потреблением электрической энергии насоса МУП «Ермоловский коммунальщик» («Глубинный вверх №2»), необходимо сделать перерасчет потребления электроэнергии данным потребителем начиная с ноября 2020 года.

#### **2.4 Анализ системы учета потребления электрической энергии**

Система учета потребления электрической энергии является неотъемлемой частью системы электроснабжения любого предприятия [15]. Данная система необходима не только для регистрации показаний потребления электроэнергии предприятием, но также позволяет регулировать режим работы электроприемников предприятия за счет мониторинга потребления электрической энергии и определения участков с завышенным потреблением [20].

На исследуемом объекте система коммерческого [18] учета представлена счетчиками электрической энергии типа ЦЭ6850, СЭТЗа.02.34-03, СА4-ИБ60, ПСЧ-4А.05.2, Меркурий 230АМ-03. Показания потребления электрической энергии снимаются вручную специалистом ответственным за энергохозяйство.

Перечень приборов учета ООО «ПК - АгроВолга» представлен в таблице 4, данный перечень соответствует договору энергоснабжения между ООО «ПК - АгроВолга» и ОАО «Ульяновскэнерго» от 01.12.2016 года.

Таблица 4 – Перечень приборов учета электрической энергии ООО «ПК - АгроВолга»

№ п/п	Питающий центр, граница раздела	Макс. мощность, кВт по договору	Прибора учета, наим. объекта	Тип, номер прибора учета	Тр-р тока	Тр-р напряжения	Расчетный коэффициент	Ценовая категория (тариф), уровень напряжения	Сетевая организация
1	П/С «Бекетовка» 35/10 яч. №1 ТП-40кВА №05; 100кВА №01; 2*400кВА №02; 50кВА №03 болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б1-05/40 КЛ-0,4кВ в сторону водокачки с.Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б1-03/250, ВЛ-0,4кВ, КЛ-0,4кВ в сторону здания СТФ №1 с.Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №2, КТП Б1-03/250 , ВЛ-0,4кВ,КЛ-0,4кВ в сторону здания СТФ №2 с.Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б1-01/100 КЛ-0,4кВ в сторону здания пилорамы с.Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №2, КТП Б1-01/100 КЛ-0,4кВ в сторону здания АЗС с.Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б1-02/2*400 , ВЛ-0,4кВ и КЛ-0,4кВ на здании комплекса с.Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №2, КТП Б1-02/2*400,ВЛ-0,4кВ и КЛ-0,4кВ на здании кормоцеха с.Бекетовка;	614,71	яч.№1 (водокачка, СТФ1, СТФ2, пилорама, АЗС, комплекс, кормоцех. Ульяновская обл, Вешкаймский р-н, с. Бекетовка)	ЦЭ6850 №0055270709524323 (А)*	100/5	10000/100	2000	Прочие потребители Первая ценовая категория СН-2	ПАО "МРСК Волги"

Продолжение таблицы 4

	Ермоловский коммунальщик, МУП (договор №13023930 от 01.07.2010)	111	РУ-0,4 кВ в ТП 320/400кВА (котельная с. Бекетовка) *	СЭТ3а.02.34-03 №31714203.18 (А)*	400/5	-	80	-	-
		11	РУ-0,4кВ в здании (водокачка с. Бекетовка)	СА4-ИБ60 №010388 (А)*	-	-	1	-	-
		5,5	(водокачка с. Бекетовка)	Объем потребленной электрической энергии определяется расчетным способом, предусмотренным договором энергоснабжения (купли-продажи электрической энергии)					
2	п/с "Бекетовка" 35/10 яч. №2 ТП-160кВА №05 болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б2-05/160 КЛ-0,4кВ в сторону ЗАВ-20 с.Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №2, КТП Б2-05/160 КЛ-0,4кВ в сторону складов с.Бекетовка;	49,85	РУ-0,4кВ в ТП-160кВА (ЗАВ 20, складу. Ульяновская обл, Вешкаймский р-н, Бекетовка с)	ПСЧ-4А.05.2 №045112 (А)*	200/5	-	40	Прочие потребители Первая ценовая категория СН-2	ПАО "МРСК Волги"
3	п/с "Бекетовка" 35/10 яч. №2 ТП-160кВА №01 присоединение к магистральной ВЛ-0,4кВ №1, опоры №14 КТП Б2-01/160 КЛ-0,4кВ в сторону столовой с.Бекетовка	49,67	РУ-0,4кВ в здании (столовая с. Бекетовка)	ЦЭ6803В №07113612028477 18 (А)*	-	-	1	Прочие потребители Первая ценовая категория НН	ПАО "МРСК Волги"

Продолжение таблицы 4

4	п/с "Бекетовка" 35/10 яч. №2 ТП-160кВА №01 присоединение к магистральной ВЛ-0,4кВ №2, опоры №9 КТП Б2-01/160 КЛ-0,4кВ в сторону магазина, склада с. Бекетовка	2,4	РУ-0,4кВ в здании (магазин с. Бекетовка)	ЦЭ6803В №08517805000049 32 (А)*	-	-	1	Прочие потребители Первая ценовая категория НН	ПАО "МРСК Волги"
5	п/с "Бекетовка" 35/10 яч. №2 ТП-400кВА №06 болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б2-06/400 КЛ-0,4кВ в сторону ЗАВ-40 с. Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №2, КТП Б2-06/400 КЛ-0,4кВ в сторону мельницы с.Бекетовка;	393,7 *	РУ-0,4кВ в ТП-400кВА (ЗАВ-40, мельница. Ульяновская обл, Вешкаймский р-н, с. Бекетовка)	Меркурий 230АМ-03 №21990756 (А)*	400/5	-	80	Прочие потребители Первая ценовая категория СН-2	ПАО "МРСК Волги"
6	п/с "Бекетовка" 35/10 яч. №2 ТП-160кВА №01 присоединение к магистральной ВЛ-0,4кВ №2, опоры №9 КТП Б2-01/160 КЛ-0,4кВ в сторону правления с.Бекетовка	23,6	РУ-0,4кВ в здании (контора с. Бекетовка)	ЦЭ6803В №07112611024760 59 (А)*	-	-	1	Прочие потребители Первая ценовая категория НН	ПАО "МРСК Волги"

Продолжение таблицы 4

7	п/с "Бекетовка" 35/10 яч. №2 ТП-400кВА №03 болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1 КТП Б2-03/400кВА КЛ-0,4кВ в сторону зданий мастерских с.Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №2 КТП Б2-03/400кВА КЛ-0,4кВ, ВЛ-0,4кВ в сторону зданий машинного двора с.Бекетовка;	316,35	РУ-0,4кВ в ТП-400кВА (мастерские, машинный двор. Ульяновская обл, Вешкаймский р-н, Бекетовка с)	ЦЭ6803В №07082708010819 89 (А)*	300/5	-	60	Прочие потребители Первая ценовая категория СН-2	ПАО"МРСК Волги"
8	с "Бекетовка" 35/10 яч. №2 ТП-400кВА №04 присоединение к магистральной ВЛ-0,4кВ №1, опоры №3 КТП Б2-04/400 КЛ-0,4кВ в сторону коровника №1 с.Бекетовка; присоединение к магистральной ВЛ-0,4кВ №1, опоры №5 КТП Б2-04/400 КЛ-0,4кВ в сторону профилактория с.Бекетовка; присоединение к магистральной ВЛ-0,4кВ №1, опоры №11 КТП Б2-04/400 КЛ-0,4кВ в сторону коровника "Импульс" с.Бекетовка; присоединение к магистральной ВЛ-0,4кВ №1, опоры №12 КТП Б2-04/400 КД-0,4кВ с.Бекетовка; присоединение к магистральной ВЛ-0,4 кВ №1, опоры №13 КТП Б2-04/400 КЛ-0,4кВ в сторону телятника с.Бекетовка; присоединение к магистральной ВЛ-0,4кВ №2, опоры №3 КТП Б2-04/400 КЛ-0,4кВ в сторону коровника №2 с.Бекетовка; присоединение к магистральной ВЛ-0,4кВ №2, опоры №3 КТП Б2-04/400 КЛ-0,4кВ в сторону насосной с.Бекетовка;	106,8	РУ-0,4кВ в ТП-400кВА (ферма с.Бекетовка)	ПСЧ-4А.05.2 №073892 (А)*	300/5		60	Прочие потребители Первая ценовая категория НН	ПАО"МРСК Волги"

Продолжение таблицы 4

9	п/с "Бекетовка" 35/10 яч. №2 ТП-400кВА №07 болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б2-07/400 КЛ-0,4кВ в сторону ЗАВ-40 с.Бекетовка; болтовое соединение на нижних клеммах АВ №2, КТП Б2-07/400 КЛ-0,4кВ в сторону складов с.Бекетовка;	256,7	РУ-0,4кВ в ТП-400кВА (ЗАВ-40, склады. Ульяновская обл. Вешкаймский р-н. Бекетовка с)	ПСЧ-4А.05.2 №060746 (А)*	300/5 -	60	Прочие потребители Первая ценовая категория СН-2	ПАО"МРСК Волги"
---	---	-------	--	--------------------------	---------	----	--	-----------------

## 2.5 Осмотр ВЛ-0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга»

При проведении визуального обследования ВЛ-0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» видимых несанкционированных присоединений не обнаружено. При этом имеются замечания по присоединению «Гараж» (см. «выводы» к разделу 3 данного отчета).



Рисунок 26 – Заход отпайки ВЛ-0,4 кВ в здание «Гараж» ООО «ПК - АгроВолга»



Рисунок 27 - Отпайка ВЛ-0,4 кВ в здание «Гараж» ООО «ПК - АгроВолга»

## **Вводы:**

На основании результатов полученных в результате энергетического обследования, сделаем следующие выводы:

- Техническое состояние электропроводки присоединений «Водокачка с. Бекетовка» - Глубинный верх (Приложение А, рисунок А.1) и «Глубинный верх №2»-собственная скважина ООО «ПК - АгроВолга» (Приложение А, рисунок А.4), неудовлетворительное, при этом температура в соединении провода (присоединение «Глубинный верх №2»-собственная скважина) превышает максимально допустимое значение и зафиксировано на уровне +99°С, что является недопустимым. Данный дефект может привести к возгоранию проводки.

- Амперметр по присоединению Глубинный верх №2»-собственная скважина ООО «ПК - АгроВолга» некорректно отображает токовую фазную нагрузку насоса. В момент проведения ЭО токовая нагрузка в фазах составляла 20 А, при этом значение на амперметре отображалось 16 А.

- При проведении визуального обследования ВЛ-0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» видимых несанкционированных присоединений не обнаружено. При этом электрическое присоединение задания «Гараж» ООО «ПК - АгроВолга» к магистральным электрическим сетям 0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» неудовлетворительное. Необходимо заменить отпаечные провода ВЛ-0,4 кВ на провода СИП с заходом в само здание, а также провести комплексное обследование системы электроснабжения здания «Гараж» собственником для выявления нерационального потребления электрической энергии ЭП в здании «Гараж».

- В ООО «ПК - АгроВолга» отсутствует комплексная система технического учета потребления электрической энергии на собственное производство по Ф1, в связи с этим для формирования достоверного баланса потребления электрической энергии ООО «ПК - АгроВолга» необходимо установить во всех корпусах счетчики электрической энергии с классом точности не ниже 1,0.

- Отсутствует узел учета у субабонента МУП «Ермоловский коммунальщик» («Глубинный вверх №2»), при этом в ходе ЭО было выявлено превышение потребления электрической энергии насосом данного субабонента выше договорных значений на 6 кВт, за счет увеличения установленной мощности насоса с 6,3 кВт на 12,5 кВт, в связи с модернизацией данного насосного оборудования без уведомления собственника ООО «ПК - АгроВолга», что привело к увеличению потребления по присоединению «П/С «Бекетовка» 35/10 яч. №1» на собственное производство ООО «ПК - АгроВолга» (рисунок 3) начиная с ноября 2020 года.

- Необходимо сформировать отдел отвечающий за электрохозяйство на исследуемом предприятии [1];

- Необходимо внедрить автоматизированную информационно-измерительную систему коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ), для формирования статистической базы потребления электрической энергии во всех корпусах, выявление нерационального расхода электрической энергии в зданиях предприятия, контроля и оценки реализации внедряемых мероприятий по повышению энергоэффективности системы электроснабжения [25].

Далее рассмотрим мероприятия по результатам проведенного энергообследования предприятия малого бизнеса.

### **3 Мероприятия по результатам анализа предоставленных данных и энергообследования**

По результатам проведенного энергообследования и анализа предоставленной документации, собственнику для рассмотрения предлагаются следующие мероприятия:

- Организовать создание отдела «Главного энергетика» ООО «ПК - АгроВолга» с возложением обязанностей по формированию ежемесячных балансов электрической энергии на собственное производство ООО «ПК - АгроВолга», формированию перечня электроприемников по зданиям ООО «ПК - АгроВолга» с их установленной мощностью и точкам присоединений к электрическим сетям ООО «ПК - АгроВолга», своевременному выявлению ЭП с нерациональным потреблением электрической энергии, мониторингу технического состояния электрической сети 0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» и формирования перечня мероприятий по повышению энергосбережения и энергоэффективности потребления электрической энергии (и других видов энергии) исходя из текущего технического состояния системы энергоснабжения, формирования ежемесячного и ежеквартальных отчетов о техническом состоянии эл.сетей и о динамике электропотребления ООО «ПК - АгроВолга» и субабонентов с описанием причин выявленных отклонений [18].

- Сформировать комплексную систему технического учета потребления электрической энергии по стороне 0,4 кВ для формирования балансов потребления электрической энергии на собственное производство ООО «ПК - АгроВолга» и выявления потребителей с нерациональным потреблением электрической энергии, а также выявления несанкционированного подключения к электрическим сетям 0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» [13].

- Провода магистральных воздушных линии 0,4 кВ ООО «ПК - АгроВолга» заменить на провода типа СИП, для исключения

несанкционированного подключения к электрическим сетям ООО «ПК - АгроВолга».

- В срочном порядке провести замену существующих проводов отпаечного подключения здания «Гараж» к ВЛ-0,4 кВ на провода типа СИП с заходом непосредственно в здание «Гараж».

- Провести собственными силами (руководителю) обследование электропроводки здания «Гараж» с формированием перечня ЭП и установленной мощности ЭП здания «Гараж».

- Провести замену электропроводки [2], по присоединениям «Водокачка с. Бекетовка» - Глубинный верх (Приложение А, рисунок А.1) и «Глубинный верх №2»-собственная скважина ООО «ПК - АгроВолга» (Приложение А, рисунок А.4) с приведением ее в соответствие с ПУЭ [23].

- Исключить присоединение субабонентов к электрическим сетям ООО «ПК - АгроВолга» без системы учета потребления электрической энергии.

При переносе системы коммерческого учета с яч№1 ПС 35/10 кВ необходимо установить систему коммерческого учета на следующих 5 присоединениях ООО «ПК - АгроВолга»:

- «болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б1-05/40 КЛ-0,4кВ в сторону водокачки с.Бекетовка»,

- «болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б1-01/100 КЛ-0,4кВ в сторону здания пилорамы с.Бекетовка»,

- «болтовое соединение на нижних клеммах АВ №2, КТП Б1-01/100 КЛ-0,4кВ в сторону здания АЗС с.Бекетовка»,

- «болтовое соединение на нижних клеммах АВ №1, КТП Б1-02/2×400, ВЛ-0,4кВ и КЛ-0,4кВ на здании комплекса с.Бекетовка»;

- «болтовое соединение на нижних клеммах АВ №2, КТП Б1-02/2\*400, ВЛ-0,4кВ и КЛ-0,4кВ на здании кормоцеха с.Бекетовка».

При этом установить систему коммерческого учета у субабонета МУП «Ермоловский коммунальщик» («Глубинный вверх №2»).

Провести перерасчет за фактическую потребленную электрическую энергию субабонентом МУП «Ермоловский коммунальщик» («Глубинный вверх №2») начиная с декабря 2020 года с учетом тарифной стоимости эл. энергии за 1 кВтч.

Данные по Актам объема поставленной потребителю электрической энергии ООО «ПК - АгроВолга»:

Декабрь 2020 – 4687 кВтч;

Январь 2021 – 4687 кВтч;

Февраль 2021 – 4234 кВтч;

Март 2021 – 4687 кВтч.

Расчетные данные с учетом изменения установленной мощности насоса с 6,3 кВт на 12,5 кВт:

Декабрь 2020 – 9300 кВтч;

Январь 2021 – 9300 кВтч;

Февраль 2021 – 8400 кВтч;

Март 2021 – 9300 кВтч.

Суммарное потребление насосного оборудования за 4 месяца с декабря 2020 по март 2021 по Актам объема поставленной потребителю электрической энергии ООО «ПК - АгроВолга» составило 18295 кВтч.

Суммарное потребление с учетом изменения установленной мощности насоса с 6,3 кВт на 12,5 кВт за 4 месяца с декабря 2020 по март 2021 составило 36300 кВтч, что на 18005 кВтч выше по Актам объема поставленной потребителю электрической энергии ООО «ПК - АгроВолга», что в денежном выражении составляет более 100 тыс.руб.

### **3.1 Внедрение системы АИИС КУЭ**

Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ) повсеместно внедряются как на промышленных предприятиях [23].

Основные преимущества системы АИИС КУЭ по сравнению с существующей системой учета на обследуемом предприятии [30]:

- формирование статистической базы потребления электрической энергии во всех корпусах;
- выявление нерационального расхода электрической энергии в зданиях предприятия;
- подготовка документов для разработки дополнительных мероприятий по повышению энергоэффективности системы электроснабжения ООО «ПК-АгроВолга»;
- контроль и оценка реализации внедряемых мероприятий по повышению энергоэффективности системы электроснабжения;
- автоматическое формирования всех необходимых отчетов в энергоснабжающую организацию.

Типовая структура АИИС КУЭ представлена на рисунке 28 [32].

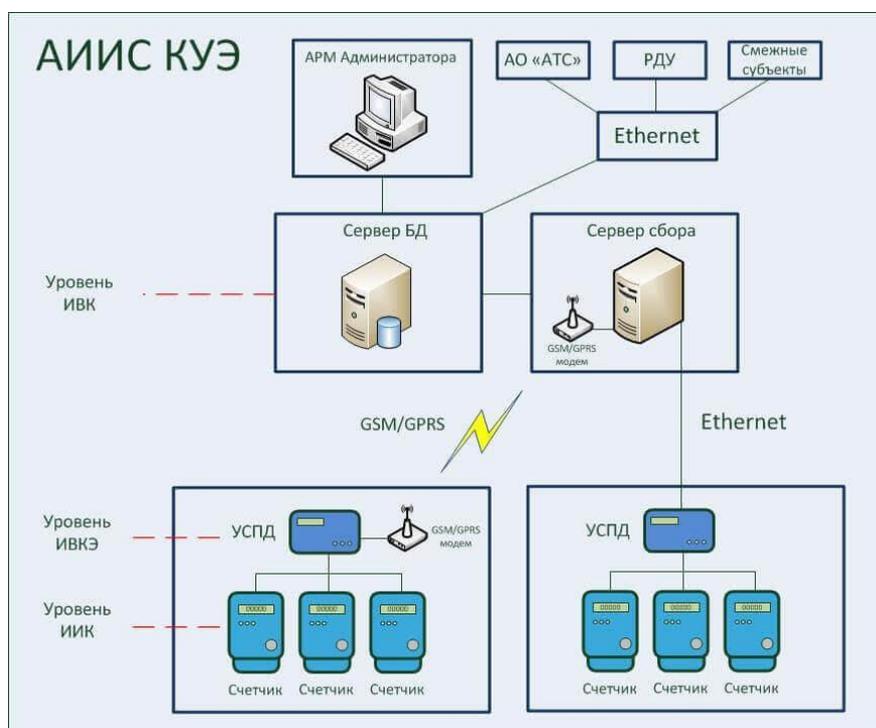


Рисунок 28 – Типовая структура АИИС КУЭ

Предлагаемая структура АИИС КУЭ для обследуемого предприятия состоит из:

- Счетчики электрической энергии производства НПО «МИР» типа С-03.Б, которые поддерживают интерфейс RS-485, интерфейс Ethernet 10/100BASE-TX;
- Устройство сбора и передачи данных, который предназначен для автоматического сбора информации с приборов учета электроэнергии типа С-03.Б;
- Серверное оборудование;
- АРМ для специалиста ответственного за энергохозяйство;
- Программный комплекс «Энергомир», который предназначен для сбора, отображения, хранения и обработки информации о состоянии сети напряжением от 0,4 кВ, получаемой от счетчиков электрической энергии типа С-03.Б через УСПД.

Перечень оборудования АИИС КУЭ представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень оборудования АИИС КУЭ

№ п/п	Наименование присоединения	Тип прибора учета	Тр-р тока	Наименование оборудования		
				УСПД-1	Серверное оборудование	АРМ энергетика, ПК «Энергомир»
1	РУ-0,4 кВ в ТП 320/400кВА (котельная с. Бекетовка) *	С-03.Б	400/5	УСПД-1	Серверное оборудование	АРМ энергетика, ПК «Энергомир»
2	РУ-0,4кВ в здании (водокачка с. Бекетовка)	С-03.Б	-			
3	АВ №1, КТП Б1-05/40 КЛ-0,4кВ в сторону водокачки с.Бекетовка»	С-03.Б	300/5			

Продолжение таблицы 5

4	АВ №1, КТП Б1-01/100 КЛ-0,4кВ в сторону здания пилорамы с.Бекетовка»	С-03.Б	300/5	УСПД-2	Серверное оборудование	АРМ энергетика, ПК «Энергомир
5	АВ №2, КТП Б1-01/100 КЛ-0,4кВ в сторону здания АЗС с.Бекетовка	С-03.Б	300/5			
6	АВ №1, КТП Б1-02/2×400, ВЛ-0,4кВ и КЛ-0,4кВ на здании комплекса с.Бекетовка	С-03.Б	300/5			
7	АВ №2, КТП Б1-02/2*400, ВЛ-0,4кВ и КЛ-0,4кВ на здании кормоцеха с.Бекетовка	С-03.Б	300/5			
8	МУП «Ермоловский коммунальщик» («Глубинный верх №2»)	С-03.Б	300/5			
9	РУ-0,4кВ вТП-160кВА (ЗАВ 20, складе. Ульяновская обл, Вешкаймский р-н, Бекетовка с) РУ-0,4кВ в здании (столовая с. Бекетовка)	С-03.Б	200/5			
10	РУ-0,4кВ в здании (магазин)	С-03.Б	-			
11	РУ-0,4кВ в ТП-400кВА (мельница)	С-03.Б	400/5			
12	РУ-0,4кВ в здании (контора с. Бекетовка)	С-03.Б				
13	РУ-0,4кВ в ТП-400кВА (мастерские, машинный двор.	С-03.Б	300/5			
14	РУ-0,4кВ в ТП-400кВА (ферма с.Бекетовка)	С-03.Б	300/5			
15	РУ-0,4кВ в ТП-400кВА (ЗАВ-40, склады. Ульяновская обл. Вешкаймский р-н.	С-03.Б	300/5	УСПД-3		

### **3.2 Дополнительные мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности**

Экономия электроэнергии:

- периодическая очистка окон и светильников (по утвержденному графику) (позволяет экономить электроэнергию до 10 % за счет сокращения времени включения искусственного освещения) [22];

- своевременная замена неисправных ламп в модулях общего освещения [26];

- разработка и соблюдение графика отключения общего освещения в светлое время суток по кабинетам [17];

- своевременное техническое обслуживание силового оборудования [23];

- исключение холостых режимов работы электрооборудования [25];

- своевременная замена неисправных электронагревательных элементов (экономия - 2-3 % потребления электронагревателей) [24];

- проведение работ по доведению до работников важности и необходимости энергосбережения. Например, следование плакату, повешенному рядом с выключателем: «УХОДЯ, ГАСИ СВЕТ!», дает гарантированный уровень экономии электроэнергии за счет снижения затрат на освещение.

#### **Вывод:**

Внедрение автоматизированной системы учета электрической энергии на базе АИИС КУЭ позволит выявлять места нерационального потребления электроэнергии.

#### 4 Экономическая эффективность

Внедрение системы АИИС КУЭ позволит получить следующий экономический эффект:

- Прямой эффект – «достигается за счет увеличения класса точности приборов учета, а также ухода от оплаты ресурсов по лимитам» [30].

- Косвенный эффект – «связан с тем, что появляется тех. учет и возможность отслеживать потребление ресурсов на конкретных участках, а значит снижать нерациональное потребление ресурсов, вводить удельные показатели потребления топливно-энергетических ресурсов и отслеживать их» [34].

Для должной организации системы коммерческого учета оценим приближенный объем финансирования [33], необходимый «для капитальных затрат на приборы учета, кабели, устройства сбора и передачи данных, серверное оборудование и систему обеспечения единого времени, программное обеспечение, предпроектные и проектные работы, монтажные работы. Данные оценки являются приближенными» [29].

Срок окупаемости аналогичных мероприятий на других предприятиях малого бизнеса [16], где уже имеются соответствующие проекты [16], составляет примерно 8 лет [31]. Расчет экономии по системам при реализации мероприятия по установке приборов учета представлен в таблице ниже.

$$C_{\text{общ}} = T_{\text{ок}} \cdot \Delta_{\text{общ}} = 8 \cdot 487,165 \approx 3\,900 \text{ тыс. руб.}$$

где,  $T_{\text{ок}}$  – срок окупаемости проекта, год;

$\Delta_{\text{общ}}$  – экономия на затраты эл.энергии в годовом выражении.

Таблица 6 - Расчет накладных расходов

Наименование затрат	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Затраты на основные материалы	7,80	0,2
Затраты на покупные и комплектующие изделия	35,49	0,91
Затраты на электроэнергию	15,60	0,4
Заработная плата исполнителей	2106,00	54
Отчисления на социальные нужды	514,80	13,2
Амортизационные отчисления	7,41	0,19
Накладные расходы	1212,90	31,1
Итого	3900,00	100

Занесем в таблицу 7 данные по энергосберегающим мероприятиям.

Таблица 7 - Перечень энергосберегающих мероприятий

№ п/п	Наименование мероприятий	Затраты, тыс.руб. (план)	Годовая экономия ТЭР (план)			Средний срок окупаемости (план), лет
			В натуральном выражении	Ед. измерения	В стоимостном выражении (тыс.руб)	
1	2	3	4	5	6	7
1	Внедрение системы АИИС КУЭ	3900	70	тыс.кВтч	487	8
2	Дополнительные мероприятия	365,4	10,5	тыс.кВтч	73,0	5,0
3	Итого	4265,4	80,58	тыс.кВтч	560	7,6

**Вывод:**

По результатам расчетов можно сделать вывод, что экономический эффект от мероприятий составит 560 тыс.руб. в год. [13].

## Заключение

В выпускной квалификационной работе рассмотрен вопрос проведения энергетического обследования предприятия малого бизнеса.

В ходе выполнения ВКР проведен анализ потребления электроэнергии электроприёмниками ООО «ПК-АгроВолга». Проведен анализ системы коммерческого учета электрической энергии и электрических сетей 0,4 кВ.

В работе подробно рассмотрен вопрос проведения инструментального обследования системы электроснабжения предприятия, по результатам которого выявлены участки нерационального расхода электрической энергии, а именно подключение насосной установки установленной мощности выше заявленной на 5 кВт.

На основании результатов тепловизионного обследования выявлены дефекты соединений электрического измерительного прибора активной мощности, который установлен на присоединении «Глубинный верх №2»-собственная скважина ООО «ПК - АгроВолга».

По результатам проведенного анализа потребления электрической энергии корпусами предприятия и инструментального энергетического обследования разработаны мероприятия по повышению энергетической эффективности системы электроснабжения исследуемого предприятия.

Рассмотрен вопрос внедрения автоматизированной системы учета электрической энергии, в результате экономических расчетов установлено, что срок окупаемости проекта составит 8 лет, а ежегодная экономия электрической энергии 70 тыс.кВтч, что в денежном выражении эквивалентно 478 тыс. руб. в год

Таким образом, реализация разработанных мероприятий позволит существенно снизить затраты исследуемого объекта на электрическую энергию.

Цели и задачи поставленные в ВКР достигнуты.

## Список используемой литературы

1. Балашова Е.Е. Инструменты мотивации персонала организации / Е.Е. Балашова, О.А. Трифионов// Молодой ученый. — 2016. — №11. — С. 1739-1741. — <https://moluch.ru/archive/115/30527/> (дата обращения: 05.04.2019).
2. Вахнина В.В. Электроэнергетика и электротехника. Выполнение магистерской диссертации: учебно-методическое пособие для студентов направления 13.04.02 / В.В. Вахнина, А.Н. Черненко, О.В. Самолина. – Тольятти: ТГУ, 2018. – 36 с.
3. Кокшаров В.А. Систематизация факторов энергоэффективности промышленного предприятия/ В.А. Кокшаров// Вестник Пермского университета Вып. 1(28). – 2016. – С. 147 – 156.
4. Лозенко В.К. Практика расчетов индикаторов энергоэффективности технологического оборудования по критериям Постановлений Правительства РФ №308 и №562 / В.К. Лозенко, Д.В. Михеев // «Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития»: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, Издательство ЦРНС, 2015. – С. 155–159.
5. Лозенко В.К. Развитие организационных механизмов – ключевой фактор инновационного прогресса в управлении энергоэффективностью / В.К. Лозенко, М.К. Агеев // Журнал «Контроллинг». – 2012. – №1 (43). – С. 55-61.
6. Об электроэнергетике. Федеральный закон Российской Федерации от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ.
7. Об энергетической стратегии РФ на период до 2030 г. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р.
8. Об энергосбережении. Федеральный закон Российской Федерации от 03апреля 1996 г. № 28-ФЗ.

9. О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889.

10. Попов Г.В. Определение индекса технического состояния силовых трансформаторов в процессе их эксплуатации/ Г.В. Попов, И.Б. Игнатъев// «Вестник ИГЭУ» Вып. 4, 2014.

11. Приказ Министерства Энергетики Российской Федерации от 30 июня 2014 года № 399 «Об утверждении методики расчёта значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях».

12. Приказ Минпромэнерго №141 от 04.07.2006 г. «Об утверждении рекомендаций по проведению энергетических обследований».

13. Российская федерация. Государственная программа. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года [Текст]: гос. программа: [Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 2446-р]

14. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Текст]: федер. закон: [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г.: одобр. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.]. – М.: - (Актуальный закон).

15. 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.

16. Сиваев С.Б. Создание и деятельность энергосервисных компаний и перфоманс-контрактов в России. Том 1: Энергосервис и перформанс контракты: возможности и проблемы их реализации в России/ С.Б. Сиваев; под ред. И.Г. Грицевич – Всемирный фонд дикой природы (WWF) – М., 2011. – 109 с.

17. Система технического обслуживания и ремонтов оборудования [Электронный ресурс]: <https://eam.su/1-sistema-texnicheskogo-obslyzhvaniya-i-remontov-oborudovaniya-2.html> (дата обращения: 19.09.2020)

18. Туликов А.В. Создание и деятельность энергосервисных компаний и перфоманс -контрактов в России. Том 2: Проекты подзаконных актов и других нормативных документов, регулирующих создание и деятельность энергосервисных контрактов и перфоманс-контрактов в России / А.В. Туликов; под ред. Грицевич И.Г. – Всемирный фонд дикой природы (WWF) Всемирный фонд дикой природы (WWF) – М., 2011. – 91 с.

19. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».

20. Фатхутдинов Р.И. Экономические аспекты энергосбережения/ Р. И. Фатхутдинов, А.З. Аюпова, Д.И. Баимова, Г.Ф. Галиева// Вопросы экономики и права. № 22017. - С. 64 – 69

21. ФЗ от 23.11.2009 г. № 261 (с изменениями на 29.12.2014 г.) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

22. Федеральный закон от 28 декабря 2013 года № 399-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

23. Федеральные правила (стандарты) аудиторской деятельности в Российской Федерации (с изменениями на 27.01.2011г.).

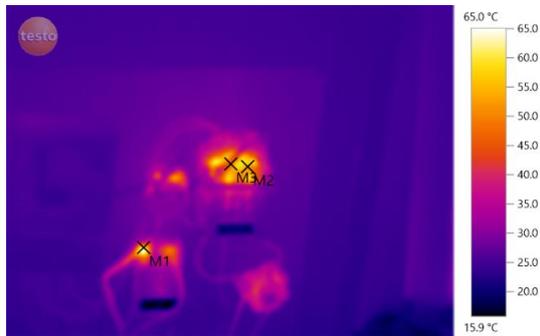
24. Шаповалов В.А. Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования: практикум/ В.А. Шаповалов. – Тольятти: Изд - во ТГУ, 2016. – 32 с.

25. Шаповалов С.В. Энергосбережение и энергосберегающие технологии: учеб. пособие / С.В. Шаповалов, О.В. Самолина, Н.А. Шаповалова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2012. – 99 с. : обл.
26. Bellido J. ESCO formation as enabling factor for smart cities development in European Union (UE): Spain case analysis [Text] / J. Bellido, B. Romero // Independent Journal of Management & Production. – 2015. - Vol. 6. - № 4. - PP. 866 – 884. – URL: <http://www.ijmp.jor.br/index.php/ijmp/article/view/325/252>
27. Ionescu M. The management of the energy companies [Text] / M. Ionescu // The Annals of the University of Oradea. Economic Sciences. – 2014. – Vol. XXIII. - Issue 1. - PP. 1184 – 1193. – URL: <http://anale.steconomieuoradea.ro/volume/2014/n1/131.pdf>
28. Guide to Energy Performance Contracting Best Practices [Text] - Department of Energy & Climate Change. - 2015. – URL: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/395076/guide\\_to\\_energy\\_performance\\_contracting\\_best\\_practices.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/395076/guide_to_energy_performance_contracting_best_practices.pdf)
29. Kott M. Efficiency of Electricity Utilisation in Households in the Context of European Energy Policy [Text] / M. Kott // Acta Energetica. - 2015. - Vol. 4. - № 25. - PP. 54 – 59. – URL: [http://www.actaenergetica.org/uploads/oryginal/pdf\\_import/b77a3196\\_Kott-Efficiency-of-Electricity.pdf](http://www.actaenergetica.org/uploads/oryginal/pdf_import/b77a3196_Kott-Efficiency-of-Electricity.pdf)
30. Laskurain I. Contribution to Energy Management of the Main Standards for Environmental Management Systems: The Case of ISO 14001 and EMAS [Text] / I. Laskurain, A. Ibarloza, A. Larrea, E. Allur // Energies. - 2017. - № 10. - URL: <http://www.mdpi.com/1996-1073/10/11/1758>
31. Mahapatra C. Energy Management in Smart Cities Based on Internet of Things: Peak Demand Reduction and Energy Savings [Text] / C. Mahapatra, A. Moharana, V. Leung // Sensors. - 2017. - URL: <http://www.mdpi.com/1424-8220/17/12/2812>

32. Păunescu C. Effective energy planning for improving the enterprise's energy performance [Text] / C. Păunescu, L. Blid // Management și Marketing. Challenges for the Knowledge Society. – 2016. – Vol. 11. - Issue 3. - PP. 512 – 531. - URL: <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/mmcks.2016.11.issue-3/mmcks-2016-0013/mmcks-2016-0013.pdf>
33. Practical Guide for Implementing an Energy Management System [Text] / United Nations Industrial Development Organization. – 2013. - URL: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Practical-Guide-EnMS-Implementation.pdf>
34. Rojas-Renteria J. An Electrical Energy Consumption Monitoring and Forecasting System [Text] / J. Rojas-Renteria, T. Espinoza-Huerta, F. Tovar-Pacheco, J. Gonzalez-Perez, R. Lozano-Dorantes // Engineering, Technology & Applied Science Research. – 2016. - Vol. 6. - № 5. - PP. 1130 – 1132. – URL: <http://www.etasr.com/index.php/ETASR/article/download/776/375>

## Приложение А

### Результаты тепловизионного обследования



а) термограмма

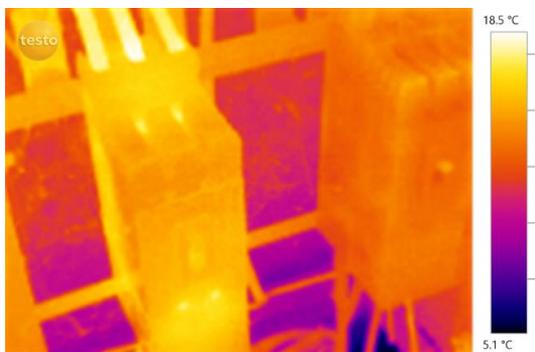


б) контактор

Рисунок А.1 - Термограмма 1. Контактор присоединения «Водокачка с. Бекетовка» - Глубинный верх

Таблица А.1 – Значения фактической температуры соединений контактора

№:	Темп. [°C]	Излуч.	Отраж. темп. [°C]	Примечание
M1	59.4	0.93	25.0	
M2	53.7	0.93	25.0	
M3	48.6	0.93	25.0	



а) термограмма

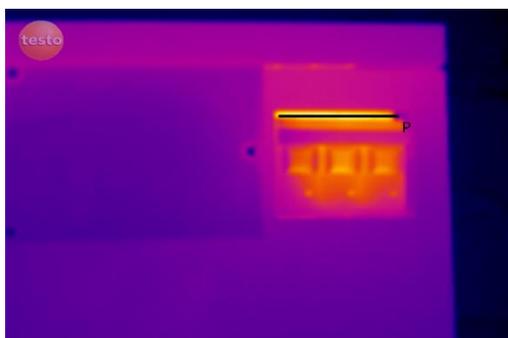


б) АВ№1 и АВ№2

Рисунок А.2 - Термограмма 2. АВ№1 и АВ№2 Кормоцех с.Бектовка

## Продолжение Приложения А

На основании рисунка А.2, можно сделать вывод, что температура токопроводящих шин находится в допустимых пределах. Максимальное значение зафиксировано на  $t + 18^{\circ}\text{C}$  на токопроводящей шине фазы В.



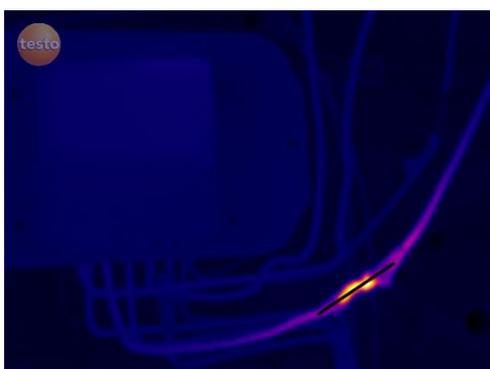
а) термограмма



б) Автоматический выключатель

Рисунок А.3 - Термограмма 3. Автоматический выключатель «Глубинный верх №2»-собственная скважина ООО «ПК - АгроВолга»

На основании рисунка А.2, можно сделать вывод, что температура на клеммах автоматического выключателя на уровне максимально допустимых значений. Максимальное значение  $t = +58^{\circ}\text{C}$ .



а) термограмма

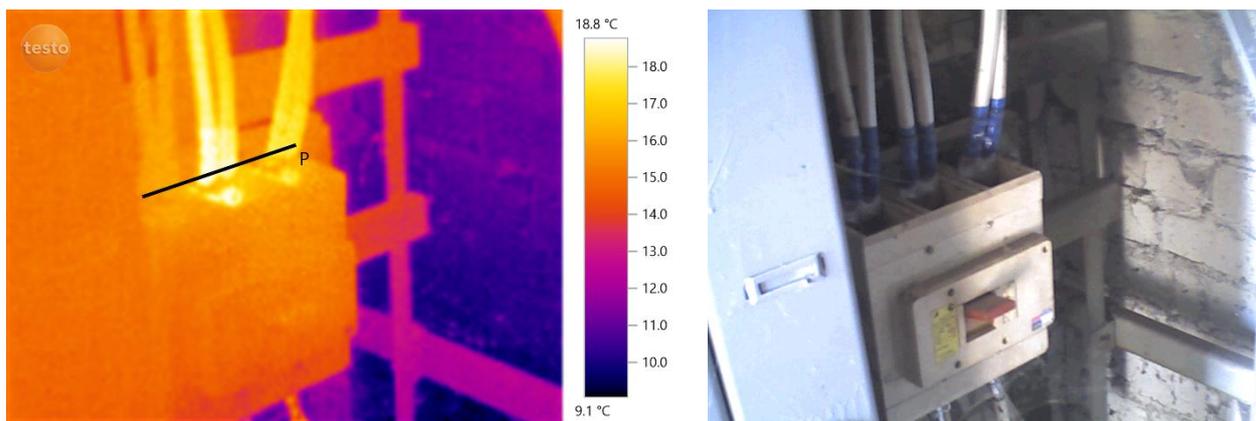


б) счетчик эл.энергии

Рисунок А.4 - Термограмма 4. Счетчик эл.энергии «Глубинный верх №2»-собственная скважина ООО «ПК - АгроВолга»

## Продолжение Приложения А

На основании рисунка А.4, можно сделать вывод, что температура в соединении провода превышает максимально допустимое значение  $+60^{\circ}\text{C}$ . Максимальное зафиксированное значение  $+99^{\circ}\text{C}$ . Данный дефект необходимо устранить.



а) термограмма

б) автоматический выключатель

Рисунок А.5 - Термограмма 5. Автоматический выключатель присоединения «Комплекс»

На основании рисунка А.4, можно сделать вывод, что температура токопроводящих жил находится в допустимых пределах. Максимальное значение зафиксировано на  $t +18,5^{\circ}\text{C}$  на токопроводящей жиле фазы В и в болтовом соединении АВ присоединения «Комплекс».