

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« ____ » _____ 2017 г.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 546

Исполнитель:
студент группы ЗЭС-403С

Н.М. Плотников

Руководитель:
докт. техн. наук, профессор,
профессор кафедры АЭЭС УрФУ

В.П. Обоскалов

Нормоконтролер:
ст. преподаватель кафедры ЭС

Т.В. Лискова

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 62 листа машинописного текста, 8 таблиц, 20 использованных источников литературы.

Ключевые слова: СЧЕТЧИК, НАСОС, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ, ТРАНСФОРМАТОР, АВТОМАТИКА, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ.

Объектом исследования является жилой дом.

Предметом исследования является электрооборудование жилого дома.

Цель работы: выполнить разработку электроснабжения жилого дома.

В выпускной квалификационной работе рассмотрен вопрос электрооборудования и электроосвещения комплекса жилого дома.

Произведена разработка линейной схемы системы электроснабжения жилого дома, квартиры, внедрена автоматическая система контроля и учета энергии, рассчитана система освещения, разработана система дымоудаления.

Рассмотрен раздел энергосбережения и разработан экономический раздел.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА	9
2. ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (АСКУЭ).....	33
3. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ.....	36
4. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ.....	39
5. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ	41
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	45
4. РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО МОНТАЖУ, ПУСКУ, РЕГУЛИРОВАНИЮ И ОБКАТКЕ ВВОДНО- РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	57
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	62

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нашей стране полностью сформировалась система рыночных отношений, появилась устойчивая ориентация развития страны на прогрессивные западные страны. При проектировании различных объектов это заставляет проектантов придерживаться определенных норм, правил, стандартов, которые действуют в этих странах.

В связи с чем при проектировании электроснабжения жилого дома актуальными стали такие вопросы как энергоэффективность (применение двухтарифных счетчиков, энергосберегающего оборудования, комбинированного освещения), безопасность (основная система уравнивания потенциалов, дополнительная система уравнивания потенциалов в ванной комнате, применение устройств защитного отключения, защитный проводник «РЕ»), надежность, соответствие нормам и требованиям, внедрение автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии.

Развитие автоматизированных систем контроля и учета потребляемых энергоресурсов в нашей стране приобретает все большую актуальность. Связано это со стремлением хозяйствующих субъектов к эффективному управлению производством, которое невозможно без влияния на такие составляющие затрат предприятия, как плата за потребленную электрическую, тепловую энергию, газ и прочие. Обеспечить такое влияние возможно только при постоянном мониторинге существующих энергетических нагрузок предприятия.

Объектом исследования является жилой дом.

Предметом исследования электрооборудование жилого дома.

Цель работы: выполнить разработку электроснабжения жилого дома.

Задачи работы:

- разработать линейную схему системы электроснабжения жилого дома;

- разработать систему электроснабжения квартиры;
- внедрить автоматическую систему контроля и учета энергии;
- рассчитать систему освещения;
- разработать систему дымоудаления.

Одним из эффективных направлений в энергосбережении является энергосбережение в области потребления электрической энергии. Рост интереса к системам учета энергоресурсов связан со следующими основными факторами:

- возрастанием энергоемкости продукции;
- усилением конкуренции на внутреннем и внешнем рынках;
- организацией оптового рынка электрической энергии и мощности;
- вступлением в действие новых тарифов на электрическую энергию.

В этих условиях предприятия всех отраслей промышленности не могут игнорировать такую составляющую себестоимости производимой продукции, как плата за потребленную электрическую энергию и мощность.

Сегодня генерирующие и электросетевые компании, решая задачи по оптимизации собственного производства, предоставляют предприятиям достаточные возможности для значительного снижения платы за пользование продукцией электроэнергетики. Однако для реализации этих возможностей необходим специальный инструмент - автоматизированная система учета и контроля электрической энергии и мощности - АСКУЭ.

Современные системы АСКУЭ предназначены для решения следующих задач:

- осуществление коммерческих отношений между энергоснабжающими и энергопотребляющими предприятиями и организациями;
- организация контроля предприятиями и его отдельными структурами установленных лимитов и норм расхода энергии;

- оперативное управление производством с целью распределения и использования энергии;
- составление энергобаланса предприятия, цехов, участков и потребляющих установок;
- определение фактического уровня полезного использования энергии и выявления путей его повышения;
- определение реального потребления энергии и других энергоносителей на единицу товарной продукции и принятия мер к установлению технически обоснованных удельных норм расхода энергоносителей;
- принятие оперативных решений по оптимизации режима энергопотребления в реальном масштабе времени.

Внедрение АСКУЭ позволит сократить затраты на оплату электрической энергии и мощности за счет:

- договорной составляющей, это позволит исключить договорную составляющую при расчетах за электроэнергию;
- тарифной составляющей, это позволит получить более выгодные тарифы;
- режимно-тарифной составляющей, это позволит минимизировать платежи в рамках одного и того же тарифа (зоны);
- технологической составляющей, это позволит исключить неэффективное использование оборудования АСКУЭ на уровне цехов и хозрасчета между ними;
- личной составляющей, это позволит исключить использование персоналом оборудования в личных целях;
- бесхозной составляющей - исключение энергопотерь (при введении внутреннего хозрасчета и стимулировании за экономию).

На сегодняшний день на рынке АСКУЭ представлено достаточно технических средств, которые в полной мере отвечают задачам коммерческого и технического учета потребления электрической энергии и мощности. Однако, если при помощи установки АСКУЭ предприятие

намерено не просто констатировать факт потребления того или иного количества энергии, а решить задачу эффективного и оперативного управления процессом потребления энергии, то технические средства должны обладать следующими характеристиками:

- интервал времени получения и хранения информации должен находиться в пределах 10-20 сек., что связано с необходимостью принятия оперативных решений внутри стандартных 30-минутных интервалов, которыми оперируют при расчетах энергоснабжающие организации;

- должна быть обеспечена передача телесигналов о состоянии и режимах работы электрооборудования;

- должна быть обеспечена оперативная передача телеизмерений;

- должна быть обеспечена возможность телеуправления для оперативного воздействия на оборудование энергохозяйства;

- должна быть обеспечена возможность учета неэлектрических энергоносителей, что позволит создать автоматизированную систему учета всех видов энергоносителей на единой технической и программной платформе.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

Характеристика объекта

Проект электрооборудования и электроосвещения комплекса жилого дома разработан в соответствии с ВСН 59 - 88, РД 34.20.185 - 94, ПУЭ, ГОСТов.

Комплекс жилого дома состоит из трех секций: А, Б, и В. Секция А - 12-этажная, секции Б и В - 9-этажные. В секции А находится 50 квартир, в секциях Б и В по 28 квартир. Все квартиры повышенной комфортности.

По степени надежности электроснабжения электроприемники комплекса жилого дома относятся:

- к 1-ой категории - противопожарные устройства (системы подпора воздуха, дымоудаления, пожарной сигнализации), эвакуационное освещение - 12-этажной блок - секции;

- ко 2-ой категории - остальные электроприемники жилого дома.

В проекте выполнены расчеты систем молниезащиты и заземления. Все сети жилого дома запроектированы трех - и пяти - проводными.

В жилом доме находится индивидуальный тепловой пункт (ИТП) и насосная. В доме, также запроектирована автоматическая система контроля и учета энергии поквартирно, которая снимает показания со всех счетчиков: электроэнергии, горячей воды, холодной воды и отопления.

В 12-этажной секции А, согласно СП 31-110-2003 запроектирована система дымоудаления.

Разработка линейной схемы системы электроснабжения жилого дома

Электроснабжение жилого дома выполнено двумя кабелями от ближайшей подстанции. Электрощитовая дома запроектирована на техническом этаже в подвале. Она состоит из: вводного устройства ВРУ1-13-20, распределительных устройств ВРУ 1-45-01 и ВРУ 1-47-00.

Электроприемники 1-ой категории должны иметь резервное питание, поэтому электроснабжение данных приемников должно выполняться через АВР. Запроектировали АВР марки ВРУ 1-17-70.

Для того чтобы произвести выбор аппаратуры защиты и управления, выбор проводов и кабелей, необходимо произвести расчет электрических нагрузок жилого дома.

Расчет электрических нагрузок жилого дома начинаем выполнять с расчета электрических нагрузок квартир. В доме запроектированы квартиры повышенной комфортности. В соответствии с СП 31-110-2003 расчетную нагрузку для данных квартир следует определять в соответствии с заданием на проектирование или в соответствии с заявленной мощностью и коэффициентами спроса и одновременности.

Установленные мощности квартир:

- однокомнатная квартира - 14 кВт;
- двухкомнатная квартира - 22 кВт;
- трехкомнатная квартира - 30 кВт.

Определяем расчетную мощность квартир

$$P_p = P_{уст} \cdot k_{спр}, \quad (1)$$

где $P_{уст}$ - мощность установленная, кВт;

$k_{спр}$ - коэффициент спроса, $k_{спр}=0,8$.

Для однокомнатной квартиры:

$$P_p = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ кВт.}$$

Для двухкомнатной квартиры

$$P_p = 22 \cdot 0,64 = 14,1 \text{ кВт.}$$

Для трехкомнатной квартиры

$$P_p = 30 \cdot 0,6 = 18 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную мощность стояков и вводов

$$P_{pn} = k_{одн} \cdot P_{p1} \cdot (N_1 + N_2 \cdot k_{н1} + N_3 \cdot k_{н2}), \quad (2)$$

где P_{p1} - расчетная мощность однокомнатной квартиры, кВт;

n - общее количество квартир стояков или вводов;

$k_{\text{одн}}$ - коэффициент одновременности, $k_{\text{одн}}=0,32$ [4];

N_1, N_2, N_3 - количество одно, двух и трехкомнатных квартир;

$K_{\text{н1}}$ - коэффициент несоответствия мощностей одно и двухкомнатных квартир;

$K_{\text{н2}}$ - коэффициент несоответствия мощностей одно и трехкомнатных квартир.

Определяем коэффициенты несоответствия:

$$K_{\text{н1}} = P_{\text{р2}} \div P_{\text{р1}};$$

$$K_{\text{н1}} = 14,1 \div 11,2 = 1,26;$$

$$K_{\text{н2}} = P_{\text{р3}} \div P_{\text{р1}};$$

$$K_{\text{н2}} = 18 \div 11,2 = 1,6.$$

Определяем расчетную мощность квартирных стояков секций Б и В.

Стояк, питающий 12 квартир

$$P_{\text{р12}} = 0,32 \cdot 11,2 \cdot (6 + 6 \cdot 1,26) = 70,8 \text{ кВт.}$$

Стояк, питающий 8 квартир

$$P_{\text{р8}} = 0,42 \cdot 11,2 \cdot (4 + 4 \cdot 1,26) = 57,3 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную мощность квартирных стояков секции А.

$$P_{\text{р10}} = 0,36 \cdot 11,2 \cdot (6 \cdot 1,26 + 4 \cdot 1,6) = 61,7 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную мощность общего количества квартир секций Б и В.

$$P_{\text{р56}} = 0,184 \cdot 11,2 \cdot (28 + 28 \cdot 1,26) = 162,4 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную мощность общего количества квартир секции А.

$$P_{\text{р10}} = 0,36 \cdot 11,2 \cdot (30 \cdot 1,26 + 20 \cdot 1,6) = 152,5 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную мощность лифтов секции А:

- мощность двигателя грузового лифта $P = 8$ кВт;
- мощность двигателя пассажирского лифта $P = 5$ кВт.

Определяем расчетную мощность грузового лифта

$$P_{\text{р}} = k_{\text{с}} \cdot P_{\text{уст}}, \tag{3}$$

где k_c - коэффициент спроса, $k_c = 1$ - для лифтов [4].

$$P_p = P_{уст} = 8 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную мощность пассажирского лифта

$$P_p = P_{уст} = 5 \text{ кВт.}$$

Определяем ток, протекающий по кабелю, питающему лифты

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}, \quad (4)$$

где $\cos\varphi$ - коэффициент мощности, $\cos\varphi = 0,8$ [4].

Определяем ток, протекающий по кабелю, питающему грузовой лифт

$$I = \frac{8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,65} = 19 \text{ А.}$$

Определяем ток, протекающий по кабелю, питающему пассажирский лифт

$$I = \frac{5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,65} = 12 \text{ А.}$$

Определяем расчетную мощность лифтов секций Б и В.

Мощность двигателя пассажирского лифта $P = 5$ кВт.

$$P_p = P_{уст} = 5 \text{ кВт.}$$

Определяем ток, протекающий по кабелю, питающему пассажирский лифт

$$I = \frac{5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,65} = 12 \text{ А.}$$

Определяем общую нагрузку лифтов

$$P_{рл} = k_{сл} \cdot \sum_i^n P_{ni}, \quad (5)$$

где $k_{сл}$ - коэффициент спроса лифта, $k_{сл} = 0,8$ [4].

$$P_{рл} = 0,8 \cdot (8 + 5 + 5 + 5) = 18,4 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную нагрузку индивидуального теплового пункта (ИТП).

Мощности электроприемников индивидуального теплового пункта приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Мощности электроприемников индивидуального теплового пункта

Наименование электроприемника	Мощность электроприемника, кВт
Подпиточный насос	1,5
Подпиточный насос	1,5
Циркуляционный насос	0,185
Циркуляционный насос	1,15
Циркуляционный насос	1,15
Щит автоматики	0,1
Счетчик тепла	0,2

Расчетную мощность электроприемников ИТП определяем по формуле

$$P_p = k_c \cdot \sum_i^n P_{ni}, \quad (6)$$

где k_c – коэффициент спроса, $k_c = 0,8$ [4].

$$P_{pИТП} = 0,8 \cdot (1,5 + 1,5 + 1,15 + 1,15 + 0,185 + 0,1 + 0,2) = 4,6 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную нагрузку насосной.

Суммарная мощность насосов

$$P_{pнас} = n \cdot P_{уст}, \quad (7)$$

где n – количество насосов.

$$P_{pнас} = 5 \cdot 0,7 = 3,5 \text{ кВт.}$$

Общая расчетная нагрузка потребителей коммунальной службы (Лифты + ИТП + Насосная):

$$P_p = P_{рл} + P_{pИТП} + P_{pнас};$$

$$P_p = 18,4 + 4,6 + 3,5 = 26,5 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную нагрузку на 1-ом вводе

$$P_{p1} = P_{p56} = 162,4 \text{ кВт.}$$

Определяем ток, протекающий по вводному кабелю

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}, \quad (8)$$

где $\cos\varphi$ - коэффициент мощности, $\cos\varphi = 0,98$ [4].

$$I = \frac{162,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98} = 252,2 \text{ А.}$$

Определяем расчетную нагрузку на 2-ом вводе

$$P_{p2} = P_{p50} + P_{pком} \cdot 0,9, \quad (9)$$

где $P_{pком}$ – мощность электроприемников коммунальных служб, кВт.

$$P_{p2} = 152,5 + 26,5 \cdot 0,9 = 176,3 \text{ кВт.}$$

Определяем ток, протекающий по вводному кабелю

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}, \quad (10)$$

где $\cos\varphi$ - коэффициент мощности, $\cos\varphi = 0,94$ [4].

$$I = \frac{176,3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,94} = 285,5 \text{ А.}$$

Определяем расчетную аварийную нагрузку

$$P_{рав} = 106 \cdot 1,943 + 0,9 \cdot 26,5 = 229,8 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетный аварийный ток

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}, \quad (11)$$

где $\cos\varphi$ - коэффициент мощности, $\cos\varphi = 0,95$ [4].

$$I = \frac{229,8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 368 \text{ А.}$$

Для приема и распределения электроэнергии, защиты оборудования от перегрузок и токов короткого замыкания в сетях переменного тока напряжением 380/220 В, частотой 50 Гц необходимо выбрать вводно-распределительные устройства (ВРУ).

Выбираем по аварийному току вводное устройство ВРУ 1-13-20, рассчитанное на ток $I_n = 400$ А, укомплектованное двумя вводными рубильниками $I_n = 400$ А, предохранителями на двух вводах $I_n = 400$ А и двумя аппаратами учета, включенными через трансформаторы тока.

Согласно п 7.10 СП 31-110-2003[4], дымоудаление, лифты, ИТП и насосная должны запитываться после аппарата управления на вводе (рубильник) и до аппарата защиты (предохранитель). Поэтому счетчики, установленные на вводно-распределительном устройстве ВРУ 1-13-20, будут вести учет потребляемой электроэнергии квартир.

Так как токи на вводах мы уже рассчитали, то можно выбрать аппараты защиты и учета для вводного ВРУ.

Произведем выбор предохранителей и плавких вставок для ввода 1.

Так как предохранитель у нас уже выбран ПН2-400, то выбираем плавкую вставку предохранителя.

Условия выбора по напряжению

$$U_{\text{пр}} \geq U_{\text{сети}};$$

$$U_{\text{пр}} \geq 380 \text{ В.}$$

Условия выбора по току

$$I_{\text{вст}} \geq I_{\text{нагр}};$$

$$I_{\text{вст}} \geq 252,2 \text{ А.}$$

Выбираем плавкую вставку на ток $I = 300 \text{ А}$.

Произведем выбор предохранителей и плавких вставок для ввода 2.

Так как предохранитель у нас уже выбран ПН2-400, то выбираем плавкую вставку предохранителя.

Условия выбора по напряжению

$$U_{\text{пр}} \geq U_{\text{сети}};$$

$$U_{\text{пр}} \geq 380 \text{ В.}$$

Условия выбора по току

$$I_{\text{вст}} \geq I_{\text{нагр}};$$

$$I_{\text{вст}} \geq 285,5 \text{ А.}$$

Выбираем плавкую вставку на ток $I = 300 \text{ А}$.

Выберем трансформаторы тока для ввода 1.

Трансформаторы тока выбираются по току нагрузки

$$I_1 \geq I_{\text{нагр}},$$

где I_1 – ток, на который рассчитана первичная обмотка.

$$I_1 \geq 252,2 \text{ А.}$$

Принимаем $I_1 = 300 \text{ А}$ и выбираем трансформатор тока с коэффициентом трансформации $n_x = 300/5 = 60$, марки ТОП 0,66-300/5 – 3 шт.

Выбор трансформаторов тока для ввода 2 аналогичен. Для ввода 2 выбрали трансформаторы тока ТОП 0,66-300/5 – 3 шт.

Произведем выбор счетчика, который предназначен для учета активной электрической энергии. Для обоих вводов принимаем трехфазный, двухтарифный счетчик СЭТ 4-2/1, 380 В, 5А, [20].

Выбираем по току нагрузки распределительные панели.

Для выбора распределительных панелей питания квартир секций Б и В необходимо рассчитать токи, которые протекают по стоякам, питающим квартиры и, исходя из данных расчетов, выбрать стандартную распределительную панель с аппаратами защиты.

Распределим количество квартир по стоякам. На этаже 4 квартиры, всего 7 этажей. Для каждой секции принимаем по три стояка, на одном стояке – 12 квартир, на двух других - 8 квартир.

Определяем расчетный ток стояков П1 и П2

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}, \quad (12)$$

где $\cos\varphi$ - коэффициент мощности, $\cos\varphi = 0,98$ [4].

$$I = \frac{70,8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98} = 110 \text{ А.}$$

Определяем расчетный ток стояков П3, П4, П5 и П6

$$I = \frac{42,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98} = 66 \text{ А.}$$

Условие выбора предохранителей:

$$U_{\text{пр}} \geq U_{\text{сети}};$$

$$I_{\text{пр}} \geq I_{\text{нагр}}.$$

Исходя из величины тока выбираем распределительную панель ВРУ1-45-01, состоящей из двух предохранителей ПН2-250 и семи предохранителей ПН2-100.

Определяем номинал плавких вставок предохранителей:

$$I_{\text{пр}} \geq I_{\text{нагр}}.$$

Для П1 и П2 принимаем $I_{вст} = 125$ А, для П3 - П6 принимаем $I_{вст} = 100$ А [20].

От второй распределительной панели будут запитываться секция А и общекоммунальные нагрузки дома. В секции А находится 50 квартир на 10 этажах, по 5 квартир на этаже. Распределим квартиры по стоякам - по 10 квартир на стояк.

Определяем расчетный ток стояков П10 - П14:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}; \quad (13)$$

$$I = \frac{61,7 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98} = 96 \text{ А.}$$

С этой же панели будут запитываться лифты, ИТП и насосная.

Определяем токи в стояках на лифты.

Стояк П15

$$I = \frac{8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,65} = 23 \text{ А.}$$

Стояк П16

$$I = \frac{5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,65} = 15 \text{ А.}$$

Стояк П17 – предохранитель данной группы защищает два лифта

$$I = \frac{5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,65} = 15 \text{ А.}$$

Суммарный ток, протекающий через предохранитель, равен

$$I = I_1 + I_2;$$

$$I = 15 + 15 = 30 \text{ А.}$$

Стояк П18

$$I = \frac{5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 12 \text{ А.}$$

Стояк П19

$$I = \frac{3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 7 \text{ А.}$$

Определяем ток в стояке питания мусоросброса

$$I = \frac{1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 7 \text{ А.}$$

В итоге принимаем панель ВРУ1-47-00, укомплектованную ПН2 5x100+5x100 [20].

Определяем плавкие вставки предохранителей

$$I_{\text{вст}} \geq I_{\text{нагр.}}$$

Для П10 – П14 принимаем $I_{\text{вст}} = 100 \text{ А}$.

Определяем плавкие вставки предохранителей для силовой нагрузки

$$I_{\text{вст}} \geq \frac{k_{\text{одн}} \cdot \sum_1^{n-1} I_p + I_{\text{п}}}{\alpha}, \quad (14)$$

где $k_{\text{одн}}$ – коэффициент одновременности, $k_{\text{одн}} = 0,9$ [4];

$I_{\text{п}}$ – пусковой ток, А;

α – коэффициент тяжести пуска, $\alpha = 1,6$ [20].

Для П15

$$I_{\text{п}} = I_y \cdot k_i, \quad (15)$$

где k_i – кратность пускового тока, $k_i = 5$ [4].

$$I_{\text{п}} = 24 \cdot 5 = 120 \text{ А.}$$

Определяем ток плавкой вставки для П15

$$I_{\text{вст}} \geq \frac{120}{1,6} = 75 \text{ А.}$$

Для П15 принимаем $I_{\text{вст}} = 80 \text{ А}$.

Для П16 принимаем $I_{\text{вст}} = 63 \text{ А}$.

Для П17 принимаем $I_{\text{вст}} = 80 \text{ А}$.

Для П18 принимаем $I_{\text{вст}} = 31,5 \text{ А}$.

Для П19 принимаем $I_{\text{вст}} = 31,5 \text{ А}$.

Для защиты линии, питающей мусоросброс, выбираем автоматический выключатель:

$$U_{\text{авт}} \geq U_{\text{сети}};$$

$$U_{\text{авт}} \geq 380 \text{ В};$$

$$I_{\text{авт}} \geq I_{\text{нагр.}}$$

$$I_{\text{авт}} \geq 1,8 \text{ А.}$$

Принимаем автоматический выключатель фирмы «Legrand» 380В, 16А [8].

Для учета коммунальной силовой нагрузки в ВРУ1-47-00 установим счетчик СЭТ4-2/2, 380В, 10-100А. Для выбора вводного защитного аппарата на секцию, питающую коммунальные потребители необходимо определить суммарный ток данной секции

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

Выбираем автоматический выключатель «Legrand» 380В, 63А [8].

В ИТП жилого дома находятся подпиточные насосы - 5 штук, которые необходимо защищать от ненормальных режимов и управлять ими. Для защиты насосов выберем автоматические выключатели, установленные в шкафу. Шкаф принимаем ШРН-12 (на 12 модулей) [20].

Определяем ток подпиточного насоса

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad (16)$$

где P – мощность насоса, P = 1,5 кВт.

$$I = \frac{1,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 3,5 \text{ А.}$$

По выше приведенному условию принимаем автоматический выключатель «Legrand» 220 В, 16 А [8].

Для остальных подпиточных насосов рассчитываем автоматические выключатели аналогичным образом (таблица 2).

Таблица 2 – Автоматические выключатели для защиты насосов

Наименование	Автоматический выключатель	
	Тип	Параметры
Вводной аппарат	«Legrand»	380 В, 20 А
Подпиточный насос №2	«Legrand»	220 В, 16 А
Подпиточный насос №3	«Legrand»	220 В, 16 А
Подпиточный насос №4	«Legrand»	220 В, 16 А
Подпиточный насос №5	«Legrand»	220 В, 16 А

Для управления насосами произведем выбор магнитных пускателей.

Для насоса №1

$$U_{\text{маг}} \geq U_{\text{сети}};$$

$$I_{\text{маг}} \geq I_{\text{нагр}}.$$

Значение тока насоса в силовой цепи мы определили, оно составляет $I=3,5\text{А}$, напряжение в питающей цепи насоса №1 составляет $U = 380\text{В}$. Принимаем магнитный пускатель ПМЛ 1230 – $I = 10\text{ А}$, с тепловым реле, с кнопками управления [20]. Тепловое реле защищает двигатель насоса от недопустимой перегрузки.

Определим ток теплового реле

$$I_{\text{тр}} \approx 1,25 \cdot I_{\text{р}}, \tag{17}$$

где $I_{\text{тр}}$ – ток теплового реле, А;

$I_{\text{р}}$ – расчетный ток, $I_{\text{р}} = 3,5\text{ А}$.

$$I_{\text{тр}} \approx 1,25 \cdot 3,5 \approx 5\text{ А}.$$

Выбор аппаратов управления для других насосов аналогичен, выбранные аппараты сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Аппараты управления подпиточными насосами

Наименование	Магнитный пускатель	
	Тип	Параметры
Подпиточный насос №2	ПМЛ 1230	380В, 10А, $I_{\text{тр}}=5\text{А}$
Подпиточный насос №3	ПМЛ 1230	380В, 10А, $I_{\text{хр}}=1,5\text{А}$
Подпиточный насос №4	ПМЛ 1230	380В, 10А, $I_{\text{тр}}=3,2\text{А}$
Подпиточный насос №5	ПМЛ 1230	380В, 10А, $I_{\text{тр}}=3,2\text{А}$

Произведем расчеты по насосной. В насосной жилого дома находятся 5 насосов мощностью $P = 0,7\text{ кВт}$. Для управления данными насосами предназначена система управления, которая поставляется комплектно с насосами. Поэтому нам предстоит выбрать только аппарат защиты для данной установки. Мощность насосной нам известна, ток протекающий в цепи питания насосов также определен из предыдущих

расчетов. Для защиты цепи выбираем силовой ящик ЯБПВУ со встроенным внутри блоком выключатель-предохранители. Номинальный ток ящика $I = 100$ А, выбор плавких вставок предохранителей выбираем исходя из расчетного тока по приведенным выше формулам.

Принимаем ток плавких вставок

$$I_{\text{вст}} = 25 \text{ А [20].}$$

Выбор сечений проводов и кабелей по нагреву и допустимой потере напряжения.

Произведем расчет для трасс, питающих квартиры и силовое электрооборудование жилого дома, отходящих от распределительных панелей ВРУ1-45-01 и ВРУ1-47-00.

Произведем расчет для стояка П1.

Определяем сечение стояка П1 по нагреву в зависимости от протекающего тока. Ток нам известен, $I = 110$ А. По таблице 1.3.4 ПУЭ выбираем медный провод сечением $S = 50 \text{ мм}^2$.

Отклонение напряжения от номинального на зажимах силовых электроприемников и наиболее удаленных ламп электроосвещения не должны превышать в нормальном режиме $\pm 2,5 \%$ [4].

Определяем сечение провода по допустимой потере напряжения

$$\Delta U = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U}, \quad (18)$$

где S – сечение провода, мм^2 ;

l – длина трассы, м;

γ – удельная электропроводность провода, $\text{м/Ом} \cdot \text{мм}^2$;

ΔU – допустимые потери напряжения, $\Delta U = \pm 2,5 \%$ U, В.

$$\Delta U = \frac{U \cdot 2,5\%}{100\%};$$

$$\Delta U = \frac{380 \cdot 2,5\%}{100\%} = 9,5 \text{ В.}$$

Определяем сечение провода по допустимой потере напряжения

$$S = \frac{70,8 \cdot 10^3 \cdot 45}{39 \cdot 9,5 \cdot 380} = 26 \text{ мм}^2.$$

По справочнику ближайшее большее сечение равно $S = 35 \text{ мм}^2$ [7].

Рассматривая оба расчета принимаем наибольшее значение $S = 50 \text{ мм}^2$ медного провода, т.е. три фазных провода и нулевой рабочий проводник – медные проводники сечением $S = 50 \text{ мм}^2$. Из пункта 1.7.126 ПУЭ [2] следует, что при сечении фазных проводников $S_{\phi} > 35 \text{ мм}^2$ сечение нулевого защитного проводника должно быть $S = S_{\phi} / 2$. Отсюда следует, что сечение нулевого защитного проводника равняется $S = 25 \text{ мм}^2$. Полная маркировка стояка П1 выглядит следующим образом ПВ - 4(1x50)+1x25.

Для стояков П2 - П24 расчет и выбор сечений проводов и кабелей аналогичен. Данные сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Номера стояков, марка провода и сечение

№ стояка	Марка провода	Сечение, мм		Длина, м	Маркировка стояка
		фазный	защитный		
П2	ПВ	50	25	26	ПВ-4(1x50)+1x25
П3	ПВ	35	16	53	ПВ-4(1x35)+1x16
П4	ПВ	35	16	59	ПВ-4(1x35)+1x16
П5	ПВ	35	16	34	ПВ-4(1x35)+1x16
П6	ПВ	35	16	40	ПВ-4(1x35)+1x16
П10	ПВ	35	16	32	ПВ-4(1x35)+1x16
П11	ПВ	35	16	41	ПВ-4(1x35)+1x16
П12	ПВ	35	16	47	ПВ-4(1x35)+1x16
П13	ПВ	35	16	53	ПВ-4(1x35)+1x16
П14	ПВ	35	16	59	ПВ-4(1x35)+1x16
П15	ПВ	10	10	65	ПВ-5(1x10)
П16	ПВ	10	10	65	ПВ-5(1x10)
П17	ПВ	16	16	45	ПВ-5(1x16)
П18	ПВ	4,0	4,0	30	ПВ-5(1x4,0)
П19	ПВ	4,0	4,0	21	ПВ-5(1x4,0)
П23-1	ПВ	1,5	1,5	85	ПВ-5(1x1,5)
П23-2	ПВ	1,5	1,5	60	ПВ - 5(1x1,5)
П24	ПВ	1,5	1,5	85	ПВ-5(1x1,5)

Определим сечение проводов, питающих распределительные панели для 56 квартир секций Б и В.

Суммарный ток, проходящий по этой трассе нам известен $I = 252,2$ А. По данному значению тока нагрузки выбираем из таблицы 1.3.4 ПУЭ медный провод сечением: фазный – $S = 95 \text{ мм}^2$, нулевой защитный – $S = 50 \text{ мм}^2$. Маркировка этой трассы ПВ - $4(1 \times 95) + 1 \times 50$. На допустимую потерю напряжения данную трассу не рассчитываем, т.к. длина трассы $l = 5$ м.

Аналогичный расчет производим по трассе, питающей распределительную панель секции А от ВРУ1-13-20. Принимаем ПВ- $4(1 \times 95) + 1 \times 50$.

Для питания секции, запитывающей силовые коммунальные нагрузки, принимаем ПВ- $5(1 \times 16)$.

Определяем сечение кабелей, питающих жилой дом от подстанции.

Так как в жилом доме существуют потребители первой категории, то от подстанции необходимо прокладывать 2 кабельных ввода, ввод №1 – питание секций Б и В, и ввод №2 - питание секции А. Причем вводы должны быть с двух разных секций шин подстанции для взаиморезервирования в случае исчезновения напряжения на одной из секций.

По току нагрузки и по допустимой потере напряжения выбираем на оба ввода питающие кабели марки ВБбШв- 4×240 [7], длина питающих вводов $l = 55$ м.

Проверка кабелей по условиям срабатывания защиты при однофазном коротком замыкании.

$$I_{\text{кз1}} = \frac{U}{Z_{\text{п}} + Z_{\text{т}}/3}, \quad (19)$$

где $Z_{\text{п}}$ – сопротивление петли фаза-ноль, Ом;

$Z_{\text{т}}$ – сопротивление трансформатора, Ом.

Определяем сопротивление петли фаза-ноль

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{уд}} \cdot l, \quad (20)$$

где $Z_{\text{уд}}$ – удельное сопротивление кабеля, Ом/м;

l – длина трассы.

$$Z_{\Pi} = 0,43 \cdot 0,055 = 0,2365 \text{ Ом.}$$

Определяем ток однофазного короткого замыкания

$$I_{\text{кз1}} = \frac{220}{0,2365 + 0,129/3} = 1598,8 \text{ А.}$$

Полученное значение превышает трехкратный ток плавкой вставки, т.е. выбранное сечение жил и марка кабеля удовлетворяют условию:

$$I_{\text{кз1}} \geq 3 \cdot I_{\text{вст}};$$

$$1598,8 \geq 3 \cdot 400 = 1200.$$

Весь расчет выполнен на основании правил и требований ПУЭ[12] и СН 31-110-2003.

Расчет молниезащиты

Молниезащита - комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных последствий, связанных с прямым ударом.

Производственные, жилые и общественные здания и сооружения в зависимости от их назначения, а также от интенсивности грозовой деятельности в районе их местонахождения должны иметь молниезащиту в соответствии с категориями устройства молниезащиты.

Данный жилой дом относится к III категории молниезащиты [9].

В настоящее время защита зданий и сооружений от прямых ударов молнии осуществляется при помощи молниеотводов различных модификаций. При защите сооружений III категории широко применяются сетчатые молниеотводы, обладающие достаточно высокой степенью надежности. Укладка сетки рациональна лишь на зданиях с горизонтальными крышами, где равновероятно поражение молнией любого их участка. Так как крыша проектируемого жилого дома горизонтальная, то принимаем сетчатый молниеотвод [10].

Сетка защищает поверхность, если выполняются следующие условия:

- проводники сетки проходят по краю крыши, крыша выходит за габаритные размеры здания;

- никакие металлические части не должны выступать за внешние контуры сетки, количество токоотводов должно быть не менее двух;
- шаг ячейки сетки должен быть не менее 12 метров [9].

Принимаем сетчатый молниеотвод из стального прута $d = 10$ мм с шагом ячейки сетки 10 метров и пятью токоотводами, выполненными из стального прута $d = 8$ мм и соединенными с контуром заземления. Сопротивление растеканию тока с заземлителя должно быть не более 10 Ом [9] и [10].

Расчет заземления

Для обеспечения безопасности людей осуществляют защитное заземление электроустановок. Заземлением называют преднамеренное электрическое соединение какой-либо части электроустановки с землей, выполняемое при помощи заземлителей и заземляющих проводников.

Контур заземления выполнен в виде стержней, вертикально забитых в землю из угловой стали 50x50x5, соединенных между собой стальной полосой 40x4. Верхние концы труб, и соединяющие их стальные полосы, находятся ниже уровня земли на $t_1 = 0,5$ м. Сопротивление одиночного стержня определяется по формуле:

$$R = \frac{R_0}{k \cdot \eta_c}, \quad (21)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, $\rho = 0,7 \cdot 10^4$ Ом · м;

k_c – коэффициент сезонности стержневого заземлителя, $k_c = 1,4$.

$$R_0 = 0,00318 \cdot 0,7 \cdot 10^4 \cdot 1,4 = 31,2 \text{ Ом.}$$

Принимаем количество стержневых заземлителей, равное 4.

Сопротивление всех стержней растеканию тока составит

$$R = \frac{R_0}{n \cdot \eta_c}, \quad (22)$$

где n – количество стержневых заземлителей, $n = 4$;

η_c – коэффициент использования, $\eta_c = 0,73$.

$$R = \frac{31,2}{4 \cdot 0,73} = 7,6 \text{ Ом.}$$

Длина протяженного заземлителя составляет 35 м, принимаем глубину заложения $t = 0,5$ м и ширину заземлителя 0,04 м.

Сопротивление протяжного заземлителя

$$R_{\text{пр}} = \frac{0,366}{l} \cdot \rho \cdot k_{\text{п}} \cdot \lg \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot t}, \quad (23)$$

где l - длина протяжного заземлителя, $l = 35$ м;

$k_{\text{п}}$ - коэффициент сезонности протяжного заземлителя;

b - ширина заземлителя.

$$R_{\text{пр}} = \frac{0,366}{3500} \cdot 0,7 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot \lg \frac{23500^2}{0,4 \cdot 50} = 8,9 \text{ Ом.}$$

Действительное сопротивление протяжного заземлителя

$$R = \frac{R_{\text{пр}}}{\eta_{\text{п}}} = \frac{8,9}{0,73} = 12,2.$$

Сопротивление всего заземляющего устройства

$$R_{\text{и}} = \frac{R_c \cdot R_{\text{п}}}{R_c + R_{\text{п}}} = \frac{3,8 \cdot 12,2}{3,8 + 12,2} = 8,3 \text{ Ом.}$$

Согласно ПУЭ сопротивление контура не должно превышать 10 Ом.

Поэтому принятое количество заземлителей обеспечит надежную защиту [12].

Заземляющий проводник (стальная полоса 40x4) соединяет контур заземления с главной заземляющей шиной (ГЗШ) жилого дома, находящейся в электрощитовой в вводной панели. ГЗШ предназначена для присоединения нескольких проводников с целью заземления и уравнивания потенциалов. В качестве ГЗШ принимаем шину РЕ, установленную в вводной панели ВРУ. Сечение шины РЕ должно быть: при сечении фазных проводников $S \geq 35 \text{ мм}^2$, половина сечения фазного проводника питающей линии - $S/2$ [3].

Питающий кабель ВБбШв - 4x240, сечение шины РЕ по меди

$$S_{\text{ре}} = S_{\text{ф}}/2, \quad (24)$$

где $S_{\text{ре}}$ – сечение шины РЕ, мм^2 ;

$S_{\text{ф}}$ – сечение фазной шины питающего кабеля, мм^2 .

$$S_{\text{ре}} = \frac{240}{2} = 120 \text{ мм}^2.$$

Допускается в качестве шины РЕ стальная шина, сечение стальной шины равняется

$$S_{pe} = 120 \cdot 8 = 960 \text{ мм}^2.$$

В целях экономии принимаем стальную шину РЕ из стального уголка 63х63х8.

На вводе в здание выполнена система уравнивания потенциалов. Защитное уравнивание потенциалов - электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности. Система уравнивания потенциалов заключается в присоединении к ГЗШ стальных коммуникаций здания, металлических частей строительных конструкций, систему центрального отопления, вентиляции, технологического стационарного оборудования. Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее: медных – 6 мм², алюминиевых – 162 мм², стальных – 50 мм². В качестве проводника основной системы уравнивания потенциалов принимаем стальную полосу 25х4. п. 1.7 и 7.1 ПУЭ [12].

Разработка системы электроснабжения квартиры

Учет электроэнергии квартир осуществляется двухтарифными счетчиками, установленными в квартирном щитке. Переключение тарифов производится с помощью устройства переключения тарифов (УПТ), установленного в электрощитовой жилого дома. Групповые осветительные сети квартир запроектированы кабелем ВВГнг-0,66 кВ в цветной изоляции с прокладкой в слое штукатурки, за гипсокартонными перегородками и в пустотах плит перекрытия: группы освещения - кабелем ВВГнг-3х1,5; группы штепсельных розеток - кабелем ВВГнг-3х2,5 [6].

Высота установки электроустановочных изделий от уровня чистого пола:

- выключателей 1,0 м

- штепсельных розеток в комнатах 0,3 м
- штепсельных розеток в кухнях 1,0 м
- осветительных коробок для подключения электроплит 0,4 м

Электроустановочные изделия (выключатели, штепсельные розетки) следует располагать на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов и приборов отопления [3].

Для обеспечения электробезопасности в квартирах предусмотрена прокладка 3-го и 5-го нулевого защитного провода в линиях, который присоединяется к частям, подлежащим заземлению (нулевой рабочий проводник сети на всем протяжении должен быть изолирован от частей, подлежащих заземлению).

Для обеспечения электробезопасности также предусмотрена дополнительная система уравнивания потенциалов. Она представляет собой соединение всех металлических частей, подлежащих заземлению в ванной комнате проводом ПВ 1x2,5мм² от ответвительной коробки с клеммником на 8 клемм: ванна, металлический поддон душа, стояки горячей и холодной воды, стиральную машину и всё электрооборудование. Питание к ответвительной коробке уравнивания потенциалов выполнить отдельным проводом ПВ 1x4,0 мм² в гофрированной трубе, не поддерживающей горение от шины заземления квартирного щита [12].

Произведем выбор аппаратов защиты для однокомнатной квартиры.

Выше нами была определена расчетная мощность однокомнатной квартиры, равная $P_{1p}=11,2$ кВт. Определим ток, протекающий по питающему кабелю:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}; \quad (25)$$

$$I = \frac{11,2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98} = 18 \text{ А.}$$

Для учета электроэнергии принимаем трехфазный, двухтарифный счетчик СЭТ 4-2, 380 В, 5-50 А.

Выбираем автоматический выключатель на отходящие группы.

Мощность электроплиты $P = 8$ кВт.

Определим ток, протекающий по питающему кабелю электроплиты

$$I = \frac{8 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,98} = 37 \text{ А.}$$

Условия выбора автоматического выключателя:

$$U_{\text{авт}} \geq U_{\text{сети}};$$

$$I_{\text{авт}} \geq I_{\text{нагр}};$$

$$U_{\text{авт}} \geq 220 \text{ В};$$

$$I_{\text{авт}} \geq 37 \text{ А.}$$

Выбираем автоматический выключатель марки «Legrand» 220 В, 40 А.

Для обеспечения электробезопасности на группы, питающие штепсельные розетки для подключения переносных электроприемников, необходимо устанавливать устройства защитного отключения (УЗО). На группу, питающую электроплиту УЗО, не устанавливаем, т.к. электроплита является стационарным электроприемником [3].

Произведем выбор автоматического выключателя и УЗО на группу, питающую стиральную машину.

Мощность стиральной машины $P=2$ кВт, определим ток:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi};$$

$$I = \frac{2 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,98} = 9,3 \text{ А.}$$

Выбираем автоматический выключатель марки «Legrand» 220 В, 16 А.

Стиральную машину можно посчитать за стационарную электроустановку, но так как она используется в помещении с повышенной опасностью, какой является ванная комната, то стиральную машину необходимо защитить УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА. Номинальный ток УЗО должен

быть на ступень больше тока номинального автоматического выключателя, т.к. автоматический выключатель способен выдерживать перегрузки продолжительное время, УЗО при перегрузках по току выходит из строя. Принимаем УЗО марки «Legrand» $U=220$ В, $I=25$ А, $I_{\text{ут}}=30$ мА [8].

Перед счетчиком, непосредственно включенным в сеть, для безопасной замены счетчика должен быть установлен коммутационный аппарат, позволяющий снять напряжение со всех фаз, присоединенных к счетчику. Таким аппаратом будет являться вводной автоматический выключатель. По условию селективности выбираем автоматический выключатель марки «Legrand» 380 В, 50А.

Для остальных групп квартирного щитка выбор автоматических выключателей и УЗО аналогичен, данные сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Аппараты защиты, установленные в квартирном щитке однокомнатной квартиры

№ группы	Автоматический выключатель	УЗО	Марка аппарата	Приемник
Ввод	380 В, 50 А		«Legrand»	
гр. 1	220 В, 16 А		«Legrand»	Освещение
гр. 2	220 В, 16 А	220 В, 40 А, 30 мА	«Legrand»	Розетки комнат
гр. 3	220 В, 16 А		«Legrand»	Розетки кухни
гр. 4	220 В, 16 А	220 В, 25 А, 30 мА	«Legrand»	Стиральная машина
гр. 5	220 В, 40 А		«Legrand»	Электроплита
гр. 6	220 В, 10 А		«Legrand»	Контроллер телеметрического учета

Произведем выбор аппаратов защиты для двухкомнатной квартиры.

Выше нами была определена расчетная мощность двухкомнатной квартиры, равная $P_{1p} = 14\text{кВт}$. Определим ток, протекающий по питающему кабелю квартиры:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi};$$

$$I = \frac{14 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98} = 22 \text{ А.}$$

Для учета электроэнергии принимаем трехфазный, двухтарифный счетчик СЭТ4-2, 380В, 5-50 А.

Выбор аппаратов защиты и учета для двухкомнатных квартир аналогичен выбору для однокомнатной квартиры и сведен таблицу 6.

Таблица 6 – Аппараты защиты, установленные в квартирном щитке двухкомнатной квартиры

№ группы	Автоматический выключатель	УЗО	Марка аппарата	Приемник
Ввод	380 В, 50 А		«Legrand»	
гр. 1	220 В, 16 А		«Legrand»	Освещение
гр. 2	220 В, 16 А	220 В, 40 А, 30 мА	«Legrand»	Розетки комнат
гр. 3	220 В, 16 А		«Legrand»	Розетки кухни
гр. 4	220 В, 16 А	220 В, 25 А, 30 мА	«Legrand»	Стиральная машина
гр. 5	220 В, 40 А		«Legrand»	Электроплита
гр. 6	220 В, 16 А		«Legrand»	Освещение
гр. 7	220 В, 10 А		«Legrand»	Контроллер телеметрического учета

Произведем выбор аппаратов защиты для трехкомнатной квартиры.

Выше нами была определена расчетная мощность трехкомнатной квартиры, равная $P_{1p} = 18 \text{ кВт}$. Определим ток, протекающий по питающему кабелю квартиры:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi};$$

$$I = \frac{18 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98} = 28 \text{ А.}$$

Для учета электроэнергии принимаем трехфазный, двухтарифный счетчик СЭТ4-2, 380 В, 5-50 А.

Выбор аппаратов защиты и учета для трехкомнатных квартир аналогичен выбору для однокомнатной квартиры и сведен таблицу 7.

Таблица 7 – Аппараты защиты, установленные в квартирном щитке трехкомнатной квартиры

№ группы	Автоматический выключатель	УЗО	Марка аппарата	Приемник
Ввод	380 В, 50 А		«Legrand»	
гр. 1	220 В, 16 А		«Legrand»	Освещение
гр. 2	220 В, 16 А	220 В, 40 А, 30 мА	«Legrand»	Розетки комнат
гр. 3	220 В, 16 А		«Legrand»	Розетки кухни
гр. 4	220 В, 16 А	220 В, 40 А 30 мА	«Legrand»	Стиральная машина
гр. 7	220 В, 16 А		«Legrand»	Розетки комнат
гр. 5	220 В, 40 А		«Legrand»	Электроплита
гр. 6	220 В, 16 А		«Legrand»	Освещение
гр. 8	220 В, 10 А		«Legrand»	Контроллер телеметрического учета

2. ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (АСКУЭ)

Рассмотрим комплекс жилого дома сначала без внедрения АСКУЭ. Комплекс жилого дома состоит из трех секций: А, Б, и В. Секция А - 12-этажная, секции Б и В - 9-этажные. Для освещения подъезда секции А требуется 13 лампочек по 100 Вт. В секциях Б и В - 10 лампочек по 100 Вт.

Предположим, что среднегодовая продолжительность работы лампочек 12 часов/сутки, тогда

$$P_1 = n \cdot P_{\text{л}} \cdot N \cdot t, \quad (26)$$

где n - количество лампочек в секциях А, Б, и В;

$P_{\text{л}}$ - мощность лампочек;

N - количество дней в году;

t - среднегодовая продолжительность работы лампочек.

$$P_1 = 33 \cdot 100 \cdot 365 \cdot 12 = 14454 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Основной целью проекта является электроснабжение жилого дома с внедрением энергосберегающего оборудования.

При решении задач, которые являются основными, решались и задачи экологического характера.

В проекте данного жилого дома применены следующие энергосберегающие мероприятия:

1. Внедрение системы АСКУЭ, что позволяет вести контроль и учет реального расхода горячей и холодной воды, тепла и электроэнергии.
2. Применение двухтарифных электросчетчиков.
3. Оснащение системы отопления счетчиками расходов.
4. Снижение теплопотребления за счет автоматизации системы отопления путём установки индивидуального теплового пункта (ИТП).
5. Оснащение системы ГВС счетчиками расходов горячей воды.
6. Установка счетчиков расхода воды.
7. Замена ламп накаливания люминесцентными лампами.
8. Замена люминесцентных ламп старой модификации на новые 36 Вт.

Все приведенные выше мероприятия значительно уменьшают потребление энергии в целом.

При внедрении АСКУЭ:

$$P_2 = n \cdot P_{л} \cdot N \cdot t, \quad (27)$$

где $t = 5$, так как встроены датчики движения.

$$P_2 = 33 \cdot 36 \cdot 365 \cdot 5 = 2170 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Экономия составит:

$$14454 - 2170 = 12284 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

или

$$100\% - \frac{2170}{14454} \cdot 100\% = 85\%.$$

В данном проекте жилого дома запроектирована автоматическая система контроля и учета энергии АСКУЭ. Система АСКУЭ предназначена для коммерческого учета энергоресурсов.

Система АСКУЭ обеспечивает поквартирный и поценовой учет всех основных видов энергоресурсов:

- электроэнергии в двухтарифном режиме;
- водопотребления (горячей и холодной воды);
- теплотребления и возможность учета других энергоресурсов;
- дистанционный многотарифный коммерческий учет и достоверный контроль потребления энергоресурсов;
- автоматизированный расчет потребления и возможность выписки электронных счетов абонентам для оплаты потребленных энергоресурсов;
- внутриобъектовый баланс поступления и потребления энергоресурсов с целью выявления очагов несанкционированного потребления;
- информирование потребителей о состоянии оплаты и потребления энергоресурсов;

- возможность изменения тарифов путем перепрограммирования технических средств, установленных на объектах учета, с обязательным документированием этого события техническими средствами;

- возможность наращивания функций без изменения общей структуры АСКУЭ, установленных на объектах учета.

Принцип действия АСКУЭ

Система АСКУЭ контролирует потребление жильцами электроэнергии в двухтарифном режиме с помощью двухтарифных электросчетчиков, потребление горячей и холодной воды с помощью датчиков расхода воды, потребление тепловой энергии с помощью комплекта термометров технических платиновых разностных. Датчики воды и температуры устанавливаются в квартире врезанием в трубопровод, счетчик электроэнергии устанавливается в квартирном щите. Рядом с квартирным щитом устанавливается вычислитель ТЕКОН-18, предназначенный для преобразования сигналов первичных измерительных преобразователей температуры, давления, объёмного расхода, а также первичных счетчиков электроэнергии, в значения количества тепловой и электрической энергии, объёма холодной, горячей, питьевой воды и природного газа, полученных потребителем, с централизованным управлением и сбором информации на центральный диспетчерский пункт.

3. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

В данном проекте жилого дома разработана система рабочего и эвакуационного освещения. Для освещения жилых комнат применена система комбинированного освещения. В спальнях комнатах установлены штепсельные розетки для подключения светильников местного освещения из расчета не менее одной на каждые 6 м^2 площади комнаты, не менее одной штепсельной розетки на 10 м коридора и не менее четырех розеток для бытового электрооборудования и местного освещения на кухне. Нормируемая освещенность жилой комнаты – 100 лк, кухни - 100 лк, ванны, уборные (пол) - 50 лк, ванная (вертикальная плоскость над умывальником) - 100 лк. Освещение лестничных клеток жилого дома, лифтовых холлов, технических этажей, тамбуров квартир, наружное освещение имеет автоматическое управление с помощью реле времени, установленного в блоке управления освещением в ВРУ 1-45-01 и с помощью фотореле, управляющего освещением в зависимости от показателей естественной освещенности с таким расчетом, чтобы освещенность лестниц была не ниже норм эвакуационного освещения.

Произведем расчет освещения жилой комнаты методом коэффициента использования.

Выбираем светильник ЛПО - 2x36.

Определим потребный поток ламп в светильнике:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_{\text{з}} \cdot S \cdot z}{n \cdot U_{\text{оу}}}, \quad (28)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормируемое значение освещенности, $E_{\text{н}} = 100 \text{ лк}$ [5];

$K_{\text{з}}$ – коэффициент запаса, $K_{\text{з}} = 1,5$ [5];

S – освещаемая площадь, $S = 15 \text{ м}^2$;

n – число светильников, $n = 1 \text{ шт.}$;

$U_{\text{оу}}$ – коэффициент использования светового потока;

z – коэффициент неравномерности светового потока, $z = 1,1$ [5].

Коэффициент использования светового потока определим по таблице [5]. Но для этого необходимо определить индекс помещения i_n , который зависит от длины помещения, ширины помещения и высоты подвеса светильника. Принимаем $i_n=0,7$ [5].

Также индекс помещения зависит от коэффициентов отражения поверхностей помещения: потолка r_p , стен r_c и пола r_n . По таблице [5] определяем $r_p=0,3$; $r_c=0,7$; $r_n=0,5$. Принимаем коэффициент использования светового потока $U_{oy}=0,52$. Подставляем значения в формулу

$$\Phi_{л} = \frac{100 \cdot 1,5 \cdot 15 \cdot 1,1}{1 \cdot 0,52} = 4760 \text{ лм.}$$

Применим светильник с энергоэкономичными лампами ЛБ 2x36, световой поток одной лампы $\Phi = 3050$ лм. Эти лампы обладают повышенным КПД разряда, уменьшенным потреблением электроэнергии, снижением затрат материалов при изготовлении. Для остальных помещений жилого дома расчет аналогичен. В технических помещениях приняты светильники с люминисцентными лампами, отличающиеся друг от друга степенью защищённости.

Расчет электрической осветительной сети

В соответствии с ПУЭ для питания светильников общего освещения должно применяться напряжение 380/220 В переменного тока при заземленной нейтрали. Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности - не выше 220 В, в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных - не выше 42 В. Помещениями с повышенной опасностью в жилом доме являются ИТП и насосная. Снижения напряжения по отношению к номинальному не должно у наиболее удаленных ламп превышать 5% у ламп рабочего освещения жилых зданий, наружного освещения и аварийного освещения. Аварийное освещение является электроприемником первой категории, поэтому необходимо аварийные светильники запитывать через АВР.

Выбор аппаратов защиты, сечения и марки проводов, счетчиков для учета потребления электроэнергии аналогичен расчету, приведенному в разделе 1.2. В качестве аппаратов защиты выбираем автоматические выключатели «Legrand» 220 В, 16 А. Для учета электроэнергии принимаем электросчетчик СЭТ4 - 2 380/220В, 5 - 60 А.

4. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ

Секция А является двенадцатиэтажной, поэтому на ней должна быть предусмотрена система дымоудаления [1]. Система дымоудаления по категории надежности электроснабжения относится к первой категории. Отсюда следует, что необходимо эту систему запитывать через АВР. В систему дымоудаления входят:

- приточный вентилятор подпора воздуха;
- вентилятор дымоудаления;
- щит автоматики;
- противодымные клапаны;
- система противопожарной сигнализации, состоящая из датчиков, сигнализирующих о пожаре из шахты дымоудаления.

Датчики сигнализации о пожаре и противодымные клапаны устанавливаются на каждом этаже.

Принцип действия системы дымоудаления

При возникновении пожара на одном из этажей, датчики сигнализации о пожаре фиксируют возгорание и посылают сигнал о пожаре на щит автоматики, где через промежуточное реле включаются вентиляторы подпора воздуха и вентилятор дымоудаления, а также открывается противодымный клапан на том этаже, где возник пожар. При этом лифты опускаются на первый этаж, а вентилятор подпора воздуха подаёт чистый воздух в шахту лифта, тем самым, препятствуя поступлению дыма в шахту лифта и через неё на другие этажи. Вентилятор дымоудаления находится в шахте лифта и при открывании противодымного клапана он начинает высасывать дым с этажа, где произошло возгорание. Управление системой дымоудаления осуществляется не только автоматически но и дистанционно с помощью кнопок управления, установленных на каждом этаже.

В качестве панели АВР принимаем панель ВРУ1-17-70 с трансформаторами тока ТОП-0,66, $k_T=50/5=10$ для подключения

электросчетчика СЭТ4-2/1, 380 В, 5 А. Выбор данных аппаратов был произведен исходя из мощности потребляемой системой дымоудаления.

Приточный вентилятор: $P = 18,5$ кВт, $I_p = 37,8$ А.

Вытяжной вентилятор: $P = 3$ кВт, $I_p = 7,8$ А.

Щит автоматики: $P = 0,5$ кВт, $I_p = 2,3$ А.

Аппараты защиты для системы дымоудаления устанавливаем в распределительный шкаф марки «Legrand» на 18 модулей. Выбор аппаратов защиты произведен аналогично расчетам, приведенным выше и сведены в таблицу 8.

Таблица 8 - Аппараты защиты и марки проводов системы дымоудаления

Потребитель	Автоматический выключатель		№ стояка	Марка, сечение провода
	марка	параметры		
Приточный вентилятор	«Legrand»	380 В, 50 А	П20	ПВ-5(1x10)
Вытяжной вентилятор	«Legrand»	380 В, 16 А	П21	ПВ-5(1x4,0)
Щит автоматики	«Legrand»	220 В, 16 А	П22	ПВ - 3(1x1,5)

5. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Качественные изменения в деятельности в области энергосбережения обеспечиваются реальной возможностью создания эффективно работающего механизма согласованных действий по внедрению рационального использования энергии в энергоснабжающих организациях и у потребителей всех категорий. Такой механизм должен основываться на осознанной каждой из сторон необходимости формирования системы управления эффективным использованием энергии.

Новым видом деятельности является участие (выполнение) энергоснабжающей организации в реализации энергосберегающих мероприятий у потребителя.

Начать придется с опровержения мифа о том, что энергоснабжающей организации выгодно поставлять как можно больше электрической (тепловой) энергии, потому как она получит больше денег. В нынешней экономической ситуации дело обстоит совсем по-другому, потому что потребитель потребителю - рознь. Особые группы потребителей (население, жилищные и бюджетные организации, сельскохозяйственные потребители) платят по специальным, в основном заниженным, тарифам и отличаются невысокой платежной дисциплиной. Тем самым, указанные потребители, использующие электрическую (тепловую) энергию по тарифам, ниже фактической стоимости ее производства, передачи и распределения, формируют выпадающие (недополученные) доходы энергоснабжающей организации, которые приходится компенсировать за счет перекрестного субсидирования, и формируют энергоснабжающей организации дебиторскую задолженность за счет неплатежей. Экономический смысл энергосбережения в отношении этих, особых групп потребителей - это снижение потребления указанных групп до уровня их платежеспособности с доведением их потребления до уровня нормативного, обеспечивающего комфортные условия проживания и производства (работы).

Тем самым, энергоснабжающей организации выгодно, прежде всего, с

финансовой точки зрения, внедрять энергосберегающие технологии (со снижением объемов потребления) у особых групп потребителей, таких, как население, жилищные и бюджетные организации, сельскохозяйственные потребители. Резерв электрической (тепловой) энергии, полученный за счет этой деятельности (энергосбережения) у особых групп потребителей, выгодно реализовывать промышленным и непромышленным потребителям, оплачивающим энергию по фактической стоимости и тем более в срок.

Реализация мероприятий по энергосбережению у потребителя (2-й уровень управления энергосбережением) осуществляется силами энергоснабжающей организации. Финансирование данных мероприятий у потребителя планируется осуществлять первоначально за счет составляющей в тарифах энергоснабжающей организации, а на последующих этапах - на кредитно-возвратной основе. В дальнейшем, при смягчении действующей методической базы тарифообразования и придания ей большей гибкости, финансирование мероприятий по энергосбережению у потребителя энергоснабжающая организация будет осуществлять за счет скидок с тарифов на электрическую (тепловую) энергию.

Заинтересованность энергоснабжающей организации в реализации энергосберегающих технологий у себя и у потребителей состоит в снижении затрат и росте товарной продукции, созданию новых видов деятельности (услуг) для улучшения (стабилизации) своего экономического состояния.

Заинтересованность потребителей в реализации у себя энергосбережения состоит в снижении затрат на оплату электрической (тепловой) энергии, бюджеты получают ощутимую экономию, а у региональной энергетической комиссии появляется возможность в установлении экономически обоснованных тарифов для особых групп потребителей.

Успешная реализация проекта позволит решить целый ряд вопросов социальной направленности и экономического развития территорий.

В проекте данного жилого дома применены следующие энергосберегающие мероприятия:

1. Внедрение системы АСКУЭ, что позволяет вести контроль и учет

реального расхода горячей и холодной воды, тепла и электроэнергии.

Рассмотрим комплекс жилого дома сначала без внедрения АСКУЭ. Комплекс жилого дома состоит из трех секций: А, Б, и В. Секция А - 12-этажная, секции Б и В - 9-этажные. Для освещения подъезда секции А требуется 13 лампочек по 100 Вт. В секциях Б и В - 10 лампочек по 100 Вт.

Предположим, что среднегодовая продолжительность работы лампочек 12 часов/сутки, тогда

$$P_1 = n \cdot P_{л} \cdot N \cdot t, \quad (29)$$

где n - количество лампочек в секциях А, Б, и В;

$P_{л}$ - мощность лампочек;

N - количество дней в году;

t - среднегодовая продолжительность работы лампочек.

$$P_1 = 33 \cdot 100 \cdot 365 \cdot 12 = 14454 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Основной целью проекта является электроснабжение жилого дома с внедрением энергосберегающего оборудования.

При решении задач, которые являются основными, решались и задачи экологического характера.

В проекте данного жилого дома применены следующие энергосберегающие мероприятия:

- внедрение системы АСКУЭ, что позволяет вести контроль и учет реального расхода горячей и холодной воды, тепла и электроэнергии;
- применение двухтарифных электросчетчиков;
- оснащение системы отопления счетчиками расходов;
- снижение теплопотребления за счет автоматизации системы отопления путём установки индивидуального теплового пункта (ИТП);
- оснащение системы ГВС счетчиками расходов горячей воды;
- установка счетчиков расхода воды;

- замена ламп накаливания люминесцентными лампами;
- замена люминесцентных ламп старой модификации на новые 36

Вт.

Все приведенные выше мероприятия значительно уменьшают потребление энергии в целом.

При внедрении АСКУЭ:

$$P_2 = n \cdot P_{л} \cdot N \cdot t, \quad (30)$$

где $t = 5$, так как встроены датчики движения.

$$P_2 = 33 \cdot 36 \cdot 365 \cdot 5 = 2170 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Экономия составит:

$$14454 - 2170 = 12284 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

или

$$100\% - \frac{2170}{14454} \cdot 100\% = 85\%.$$

2. Применение двухтарифных электросчетчиков.
3. Оснащение системы отопления счетчиками расходов.
4. Снижение теплопотребления за счет автоматизации системы отопления путём установки индивидуальных теплового пункта (ИТП).
5. Оснащение системы ГВС счетчиками расходов горячей воды.
6. Установка счетчиков расхода воды.
7. Замена ламп накаливания люминесцентными лампами.
8. Замена люминесцентных ламп старой модификации на новые 36 Вт вместо 40, 58 Вт.

Все приведенные выше мероприятия значительно уменьшают потребление энергии в целом.

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном проекте жилого дома запроектирована автоматическая система контроля и учета энергии АСКУЭ. Экономические показатели по затратам на установку системы АСКУЭ приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Экономические показатели оборудования, устанавливаемого в жилом доме

Название прибора	Марка прибора	Цена за 1 шт., руб.	Количество, шт.	Общая цена, руб.
Вычислитель	Текон - 17	12300	1	12300
Вычислитель	Текон - 18	4400	106	466400
Водосчетчик холодной воды, $d_v=50, t=30^{\circ}\text{C}$	ЕТК (ZENNER)	3820	1	3820
Водосчетчик горячей воды, $d_v=50, t=90^{\circ}\text{C}$	ЕТW (ZENNER)	4900	1	4900
Преобразователь температуры	КТПТР-01	1000	1	1000
Преобразователь температуры	КТПТР - 08	1200	106	127200
Водосчетчик холодной воды, $d_v=15$	вех	640	106	67840
Водосчетчик горячей воды, $d_v=15$	ВСГ	640	106	67840
Стоимость комплекта оборудования на 1 квартиру				6880
Полная стоимость оборудования по всему дому				751300

Определим стоимость монтажных работ.

Полное время установки в квартире вычислителя и всех счетчиков

$T = 10$ часов.

Средняя заработная плата

$З = 7500$ руб./мес.

Число рабочих дней в месяце

$D_m = 24$ дня.

Количество часов в рабочем дне

$$Ч_{д} = 8 \text{ часов.}$$

Определим количество рабочих часов в месяце:

$$Ч_{м} = Д_{м} \cdot Ч_{д};$$

$$Ч_{м} = 24 \cdot 8 = 192 \text{ час/мес.}$$

Определим заработную плату монтажника за 1 час

$$З_{1ч} = \frac{З_{мес}}{Ч_{мес}}.$$

$$З_{1ч} = \frac{7,5}{192} = 0,039.$$

Определим, какую заработную плату монтажник получит за 10 часов работы, т.е. за установку всех счетчиков и вычислителя в одной квартире:

$$З_{10ч} = Т \cdot З_{1ч};$$

$$З_{10ч} = 10 \cdot 0,039 = 0,39 \text{ тыс. руб.}$$

Определим стоимость затрат на монтажные работы по установке счетчиков и вычислителей по дому в целом:

$$З_{монт} = К \cdot З_{10ч}, \tag{31}$$

где К – количество квартир, шт.

$$З_{монт} = 107 \cdot 0,39 = 41,73 \text{ тыс. руб.}$$

Итого затраты на закупку и установку оборудования в целом по дому равны:

$$З_{итог} = З_{оборуд} + З_{монт};$$

$$З_{итог} = 751,3 + 41,73 = 793,03 \text{ тыс. руб.}$$

Система АСКУЭ обеспечивает поквартирный и поценовой учет всех основных видов энергоресурсов:

- электроэнергии в двухтарифном режиме;
- водопотребления (горячей и холодной воды);
- теплотребления и возможность учета других энергоресурсов;
- дистанционный многотарифный коммерческий учет и

достоверный

контроль потребления энергоресурсов;

- автоматизированный расчет потребления и возможность выписки электронных счетов абонентам для оплаты потребленных энергоресурсов;

- внутриобъектовый баланс поступления и потребления энергоресурсов;

с целью выявления очагов несанкционированного потребления;

- информирование потребителей о состоянии оплаты и потребления энергоресурсов;

- возможность изменения тарифов путем перепрограммирования технических средств, установленных на объектах учета, с обязательным документированием этого события техническими средствами;

- возможность наращивания функций без изменения общей структуры АСКУЭ, установленных на объектах учета.

Вывод:

1. Затраты на приобретение оборудования системы АСКУЭ равны: 751,03 тыс. руб.

2. Затраты на установку оборудования системы АСКУЭ равны: 41,73 тыс. руб.

3. Вышеперечисленные достоинства установки системы АСКУЭ открывают широкие возможности для экономии финансовых средств, а также показывают реальное потребление электроэнергии, горячей воды, холодной воды и тепла.

4. РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО МОНТАЖУ, ПУСКУ, РЕГУЛИРОВАНИЮ И ОБКАТКЕ ВВОДНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

В методической части данной ВКР будет разработана инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке вводно-распределительного устройства ВРУ 1-13-20. ИМ разработана в соответствии с ГОСТ-2.610-2013 ранее ГОСТ-2006.

Данное электротехническое устройство низкого напряжения обеспечивает возможность ввода, распределения и учета электроэнергии, а также управление и защиту отходящих распределительных и групповых электрических цепей в жилых и общественных зданиях.

ВРУ 1-13-20 состоит из:

- блок ввода: функциональный блок, через который подается электроэнергия во ВРУ и содержащий коммутационный и защитные аппараты согласно, а также включающий в себя часть объема ВРУ для размещения, крепления и присоединения к аппаратам проводников питающей сети.

- блок автоматического включения резервного питания (АВР), содержащий аппаратуру контроля и управления пусковыми коммутационными аппаратами блока ввода, к которым присоединяют взаиморезервируемые питающие сети.

- блок распределения, содержащий защитные аппараты распределительных и групповых цепей и включающий в себя часть объема ВРУ или панели для размещения и присоединения проводников.

- блок автоматического управления освещением, содержащий защитные аппараты групповых цепей общедомового освещения и элементы для их автоматического включения и выключения в зависимости от степени естественной освещенности или от времени суток по заданной программе.

Общие указания.

Панели шкафов ВРУ размещаются в электрощитовых помещениях и предназначены для эксплуатации квалифицированным персоналом. Панели имеют напольное исполнение. Установка должна происходить на ровном основании, отклонение от вертикали при установке панелей не должно быть более $\pm 5^\circ$. Крепление панелей к основанию должно осуществляться анкерами через отверстия в нижней части шкафа. При наличии в основании металлических уголков или швеллеров панели могут быть закреплены сваркой. Повреждения окрасочного покрытия в местах сварки необходимо устранить. Между собой панели скрепляются с помощью болтовых соединений из комплекта крепежа, входящего в поставку ВРУ. Весь комплект крепежа находится в одной из панелей многопанельного ВРУ. На двери и упаковке такой панели имеется указывающая на это маркировка. Все электрические межпанельные соединения при сборке в один щит (в одну линию) выполняются с помощью входящих в комплект поставки проводников, выполненных из провода ПВЗ необходимого сечения и длиной в соответствии с планом размещения и схемой подключения. Вводные панели ВРУ предназначены для подключения питающей сети кабелями снизу. Места расположения вводных зажимов аппаратуры ввода находятся на уровне 400-700 мм от поверхности основания. При необходимости организации подвода питающих кабелей сверху или применении большего количества питающих кабелей следует использовать кабельные сборки-приставки. Подключение к питающей сети следует проводить с соблюдением последовательности чередования фаз, так как ее нарушение может привести к неправильной работе блоков АВР, входящих в состав некоторых панелей. Нулевые рабочие и заземляющие проводники вводных кабелей подключаются к шинам N и PE. В системах заземления TN-C и TN-C-S перемычку между шинами N и PE необходимо оставить, а PEN проводник питающего кабеля подключить к шине PE. Подключение отходящих кабелей к распределительным панелям может осуществляться сверху и (или) снизу. Для верхнего подключения в крыше панели

устанавливаются сальниковые вводы для кабелей. После проведения сборки многопанельного ВРУ, выполнения электрического монтажа межпанельных связей и подключения к внешним сетям необходимо провести проверку, а при необходимости протяжку, всех контактных соединений.

Меры безопасности.

Монтаж вводно-распределительного устройства должен производиться с соблюдением: «Правил устройства электроустановок», «Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил пожарной безопасности для энергетических предприятий», а также правил и инструкций, действующих на предприятии, выполняющем монтаж вводно-распределительных устройств.

Подготовка изделия к монтажу и стыковке.

Изделие поставляется покупателю в заводской упаковке в соответствии с условиями поставки. Изготовитель гарантирует соответствие изделия обозначенным характеристикам при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации. Транспортировка и хранение осуществляется в условиях, исключающих воздействие атмосферных осадков и солнечной радиации при температуре воздуха от -45°C до +45 °C. Срок консервации изделия 1 год с момента изготовления, по истечению этого срока необходимо провести переконсервацию и ревизию. Распаковка полученной продукции от поставщика осуществляется без применения острых ржущих и металлических предметов, во избежание повреждения лакокрасочного покрытия.

Монтаж и демонтаж

Монтаж производите в следующем порядке:

- проверьте номинальные данные по паспортной табличке (тип, ток, напряжение и т. д.) и убедитесь, что они соответствуют данным, указанным в проектной документации.
- расположите панели, щиты, шкафы на строительном основании.

- выровняйте в горизонтальной и вертикальной поверхностях так, чтобы отверстия в боковинах каркасов или шкафов совпадали.
- закрепите НКУ на строительном основании.
- панели или секции соедините между собой болтами. При наличии сборных шин соедините их.
- для секций, щитов поставляемых в разобранном виде (по условиям транспортирования), необходимо произвести сборку аппаратуры.
- снимите транспортное устройство.
- заземлите металлоконструкции (каркасов, шкафов и т. д.) используя для этой цели устройства заземления.
- установите измерительные приборы и другие аппараты, которые транспортируются отдельно.
- удалите предохранительную смазку с контактов и неокрашенных торцов магнитных систем контакторов.
- произведите монтаж электрических соединений, выполните окончательную калибровку электроаппаратуры, проверку и наладку схемы, а также все прочие монтажно-наладочные операции, предшествующие пуску электроустановок в эксплуатацию, в соответствии с имеющейся технической документацией.

Наладка, стыковка и испытания.

Выполните окончательную калибровку электроаппаратуры, проверку и наладку схемы, а также все прочие монтажно-наладочные операции, предшествующие пуску электроустановок в эксплуатацию, в соответствии с имеющейся технической документацией. Перед подачей напряжения вручную проверьте плавность хода подвижных частей аппаратов.

Главную цепь включаете только после тщательной проверки правильности работы схемы. Соблюдайте порядок включения отключения аппаратов, соответствующих конкретной схеме ВРУ и особенностям каждого отдельного аппарата, определенной инструкцией по их эксплуатации.

Осмотрите смонтированное ВРУ. Во время осмотра:

- убедитесь в исправности всех элементов.

- проверьте состояние контактов, а также всех зажимов и соединений.
- подтяните гайки и винты на зажимах контактных соединений, а также винты крепления аппаратов.
- проверьте состояние смазки.
- очистите от пыли сжатым воздухом все элементы ВРУ.
- проверить сопротивление изоляции токоведущих частей изделий, мегомметром на 500В не менее 20МОм.

Пуск (опробование).

Перед опробованием изделия необходимо убедиться и проверить:

- целостность оболочки, сальников ввода-вывода, шпилек заземления.
- надёжность винтовых соединений.
- наличие оперативных надписей.
- закрыть крышку
- целостность оболочки, сальников ввода-вывода, шпильки заземления.
- надёжность винтовых соединений.
- наличие оперативных надписей.
- наличие пыли и влаги – при наличии удалить.
- при необходимости произвести проверку автоматического выключателя.
- подать напряжение на ввод.

Регулирование.

При регулировании элементов ВРУ отключайте рубильники и другую аппаратуру через которую подается питание на НКУ. При отсутствии рубильников на ВРУ снимите напряжение извне.

Соблюдайте порядок включения отключения аппаратов, соответствующих конкретной схеме ВРУ и особенностям каждого отдельного аппарата, определенной инструкцией по их эксплуатации.

Комплексная проверка.

При проведении комплексной проверки провести осмотр ВРУ. Во время осмотра:

- убедитесь в исправности всех элементов.

- проверьте состояние контактов, а также всех зажимов и соединений.
- проверьте гайки и винты на зажимах контактных соединений, а также винты крепления аппаратов.
- осмотрите контактные поверхности на предмет отсутствия пыли, грязи и нагара в соответствии с указаниями и инструкций по эксплуатации данного аппарата.
- проверьте состояние смазки.

Проверка аппаратов ВРУ производится по соответствующим инструкциям.

Обкатка.

При проведении предварительных испытаний вводно-распределительного устройства ВРУ были проведены испытания изоляции.

Затем было подано напряжение на вводные зажимы. Техническое состояние электрооборудования определяется не только путем сравнения результатов конкретных испытаний с нормируемыми значениями, но и по совокупности результатов всех проведенных испытаний. Значения, полученные при испытаниях, во всех случаях должны быть сопоставлены с результатами измерений на других фазах электрооборудования и на однотипном оборудовании. Выход значений параметров за установленные границы (предельные значения) следует рассматривать как признак наличия дефектов, которые могут привести к отказу оборудования. В качестве исходных значений контролируемых параметров при вводе в эксплуатацию нового электрооборудования принимают значения, указанные в паспорте или протоколе заводских испытаний.

Тепловизионный контроль состояния электрооборудования проводился для распределительного устройства в целом.

Сдача смонтированного и состыкованного изделия.

Проверка смонтированного вводно-распределительного устройства ВРУ 1-13-20 осуществляется специальной комиссией предприятия, состав которой утверждается руководством предприятия.

При сдаче-приемке смонтированного оборудования монтажная организация предоставляет план-схему проведенного монтажа вводно-распределительного устройства, комиссии осуществляющей приём выполненных работ.

Выполнение в полном объеме работ по монтажу вводно-распределительного устройства оформляется актом рабочей комиссии по приемке смонтированного оборудования.

Правила приемки смонтированного оборудования в эксплуатацию регламентируются СНиП.

Гарантийные обязательства выполняются производителем ВРУ в полном объеме, течении 1 года после монтажа, квалифицированным персоналом завода изготовителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был разработан проект электрооборудования и электроосвещения комплекса жилого дома, линейная схема системы электроснабжения, выполненная двумя кабелями от ближайшей подстанции. Был произведен расчет электрических нагрузок жилого дома.

Для приема и распределения электроэнергии, защиты оборудования от перегрузок и токов короткого замыкания в сетях переменного тока напряжением 380/220 В, частотой 50 Гц было выбрано вводно-распределительное устройства ВРУ 1-13-20, рассчитанное на ток $I_n = 400$ А, укомплектованное двумя вводными рубильниками $I_n = 400$ А, предохранителями на двух вводах $I_n = 400$ А и двумя аппаратами учета, включенными через трансформаторы тока.

Произведен выбор предохранителей, плавких вставок для ввода, двухтарифного счетчика СЭТ 4-2/1, 380 В, 5А, который предназначен для учета активной электрической энергии.

По току нагрузки была выбрана распределительная панель ВРУ1-45-01, состоящая из двух предохранителей ПН2-250 и семи предохранителей ПН2-100.

Для защиты был выбран автоматический выключатель фирмы «Legrand» 380В, 16А, определено сечение проводов, питающих распределительные панели, произведен расчет для трасс, питающих квартиры и силового электрооборудование жилого дома, отходящего от распределительных панелей ВРУ1-45-01 и ВРУ1-47-00. Выполнен расчет молниезащиты и заземления.

Разработана система электроснабжения квартиры, внедрена автоматизированная система контроля и учета энергии АСКУЭ, рассчитана система освещения, разработана система дымоудаления.

При внедрении данного проекта достигается экономическая и экологическая эффективность. Мы видим, что внедрение АСКУЭ открывает

широкие возможности для экономии финансовых средств, а также показывают реальное потребление электроэнергии, горячей воды, холодной воды и тепла, а существенная экономия электроэнергии составит 85% от базового проекта, что способствует уменьшению электромагнитных излучений.

В работе были проработаны следующие энергосберегающие мероприятия;

- внедрена система АСКУЭ, что позволит вести контроль и учет реального расхода горячей и холодной воды, тепла и электроэнергии;
- применены двухтарифные электросчетчики;
- системы отопления оснащена счетчиками расходов;
- снижено теплотребление за счет автоматизации системы отопления путём установки индивидуального теплового пункта (ИТП);
- системы ГВС оснащена счетчиками расходов горячей воды;
- установлены счетчики расхода воды;
- произведена замена ламп накаливания люминесцентными лампами;
- произведена замена люминесцентных ламп старой модификации на новые 36 Вт.

Разработан экономический раздел и инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке вводно-распределительного устройства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афонин А.М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова, Ю.Е. Ефремова. – Москва: Форум, 2011. – 192 с.
2. Барыбин Ю.Г. и др. Справочник по проектированию электроснабжения. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 296 с.
3. Бердышев В.Ф. Основы автоматизации технологических процессов: Курс лекций / В.Ф. Бердышев, К.С. Шатохин. – Москва: МИСиС, 2013. – 136 с.
4. Большама Я. М., Круповича В. И., Самовера М.Л. 4-е изд., перераб. и доп. Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередачи и сетей. – Москва: Энергия, 2013. – 245 с.
5. Дастин Э. Внедрение, управление и автоматизация / Э. Дастин, Д. Рэшка, Д. Пол; Пер. с англ. М. Павлов. – Москва: Лори, 2013. – 567 с.
6. Залогина Н.Г., Кроппа Л.И., Кострикина Ю. М. Энергетика и окружающая среда. – Москва: «Энергия», 2012. – 198 с.
7. Козлов В. А., Билик Н. И., Файбисович Д. Л. Справочник по проектированию систем электроснабжения городов. – Санкт-Петербург: Энергия, 2013. – 271 с.
8. Кудрин Б.И. Электроснабжение: учебник для вузов / Б. И. Кудрин. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Академия, 2012 – 350 с.
9. Минина Г. П., Копытова Ю. В. Справочник по электропотреблению в промышленности. – Москва: Энергия, 1978. – 235 с.
10. Орлова, В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинский и др. Электротехнический справочник: Производство и распределение электрической энергии. – Москва: Энергоатомиздат, 2013. – 223 с.
11. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 2015. – 265 с.

12. Правила учета электрической энергии. – Москва: АОЗТ «Энергосервис», 2012. – 367 с.
13. Ристхейн Э. М. Электроснабжение промышленных установок. – Москва: Энергоатомиздат, 1991. – 189 с.
14. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 182 с.
15. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение. – Издательство: "РадиоСофт", 2009 – 328 с.
16. Сивков А.А., Сайгаш А.С., Герасимов Д.Ю. / Основы электроснабжения. – Москва: Юрайт, 2016 – 173 с.
17. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. – Москва: Энергоатомиздат, 1987 – 368 с.: ил.
18. Фролов Ю.М. Основы электроснабжения: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012 – 480 с.
19. Чучкалова Е.И., Козлова Т.А., Суриков В.П. Технико-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах: Учебное пособие. – Екатеринбург: изд. ГОУ ВПО РГППУ, 2010. – 66 с.
20. Шеховцов В.П. / Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению – Москва: Форум. 2011 – 137 с.

Приложение А

Приложение Б

Приложение В

Приложение Г