

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	5
1.1 Общие сведения об электроснабжении коттеджного дома	5
1.2 Общие данные по данному проекту	6
1.3 Данные для проектирования	6
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	8
2.1 Расчёт площадей каждого помещения	8
2.2 Расчёт и выбор светотехнических потребителей	8
2.3 Расчёт электрических нагрузок и выбор сечения проводов для коттеджного дома	17
2.4 Расчёт и выбор автоматов защиты	20
2.5 Выбор счётчика электроэнергии	21
2.6 Выбор аварийного питания	22
2.7 Выбор датчиков	25
3 ОРГАНИЗАЦИОННО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	28
3.1 Расчёт затрат на оборудование и материалы	28
3.3 Оценка экономической эффективности	29
3.4 Расчёт общих затрат проекта	30
3.5 Годовой экономический эффект	30
4 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ	34
4.1 Нормы освещённости для жилых помещений	34
4.2 Меры по утилизации отходов электрического и электронного оборудования	36

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	41

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие туризма и сохранение устойчивости инфраструктуры во многих регионах требует комплексного подхода к энергоснабжению малых населённых объектов, особенно в местах с уникальными природными и культурными условиями. Кын завод, как потенциальный центр притока туристов и хозяйственного сообщества, сталкивается с необходимостью апробации инновационных решений в области энергообеспечения коттеджного домика. Данная дипломная работа посвящена проектированию современной системы энергоснабжения, ориентированной на энергоэффективность, экологическую безопасность и экономическую целесообразность, что позволяет не только обеспечить комфорт посетителей и резидентов, но и способствовать устойчивому развитию местной инфраструктуры.

Объектом работы является – система электроснабжения и освещения коттеджного домика.

Предметом работы является – коттеджный дом.

Цель дипломного проекта: обосновать выбор концепции энергоснабжения для коттеджного домика в условиях п. Кын завода с учётом местных климатических факторов, доступности ресурсов и туристических нагрузок.

В соответствии с поставленной целью работы предполагается решение следующих задач:

1. Расчёт электрической нагрузки;
2. Разработка архитектуры энергосистемы;
3. Оценить экономическую целесообразность внедрения системы;
4. Разработка схемы электроснабжения;
5. Проверка эффективности предложенных рекомендаций на практике.

1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Общие сведения об электроснабжении коттеджного дома

Государством определены основные приоритеты в развитии нашей страны и объявлено о реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье» как первоочередной задаче. Тем не менее, недостаточное обеспечение комфортным жильём городского и сельского населения остается проблемой.

Современные коттеджи и дачные дома энергонасыщены большим количеством электрооборудования (электробойлеры, электродвигатели вентиляционных систем и насосов, дорогой бытовой электроникой, слаботочные системы). Проектное решение по надёжности электроснабжения принимается в зависимости от надёжности работы проектируемого электрооборудования. В настоящее время в российской электроэнергетике формируется конкурентный рынок электроэнергии: меняется система РАО «ЕЭС», создаются новые компании (производство и сбыт электроэнергии, ремонт и сервис).

При разработке проектной документации заказчик предъявляет высокие требования и к электрооборудованию. У проектировщика есть широкий выбор электрооборудования, выпускаемого как в России, так и за рубежом.

Сдерживающим фактором широкого внедрения новейших разработок электрооборудования является только его относительно высокая стоимость. В связи с этим определяющим показателем при выборе изделий становится «цена-качество». В области проектирования электрооборудования стали разрабатываться так называемые «умные дома». В современных проектных решениях коттеджей предусматривается почти 100%-ное автоматическое управление инженерным электрооборудованием.

1.2 Общие данные по данному проекту

Коттеджный дом находится по адресу: Пермский край, Лысьвенский городской округ, село Кын, Улица Кооперативная, Дом 21В. Дом построен в 2025 году, имеет один этаж общей площадью всех помещений 36 кв.м. Дом находится под управлением собственника.



Рисунок 1.2.1 - Внешний вид дома

1.3 Данные для проектирования

Проектируемый дом представляет собой одноэтажное строение, включающее в себя - кухня-гостинная, спальня, санузел.

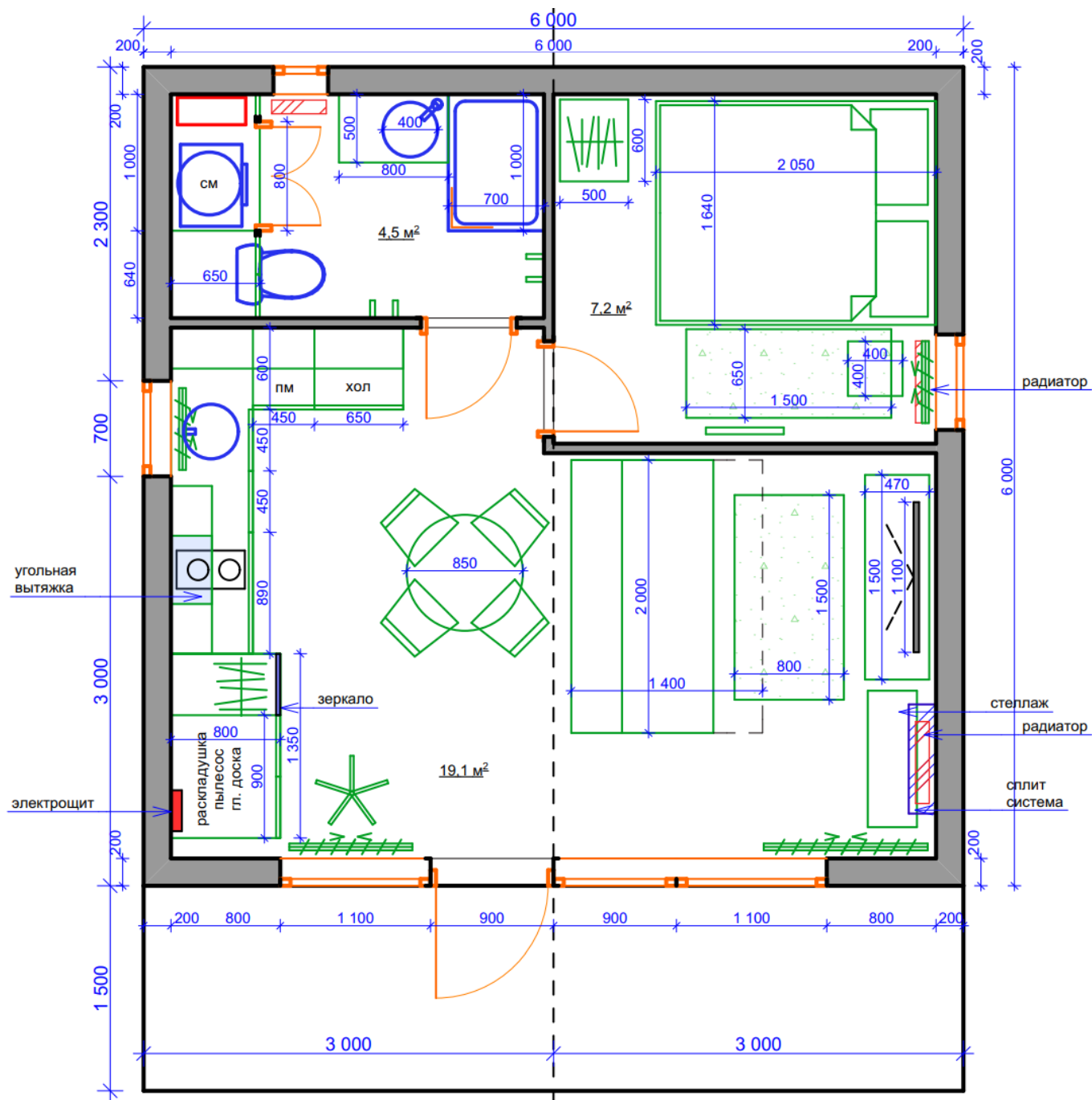


Рисунок 1.3.1 - Расположение комнат дома

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчёт площадей каждого помещения

Для дальнейшего светотехнического расчёта нам понадобится площадь каждой комнаты исходя из таблицы 2.1.1.

Таблица 2.1.1 - Размеры помещений коттеджного дома:

№	Наименование помещения	Площадь, S, м ²
1	Кухня-гостиная	19,1
2	Санузел	4,5
3	Спальня	7,2

2.2 Расчёт и выбор светотехнических потребителей

Световые приборы составляют основу любой системы освещения – как в жилых, так и в коммерческих пространствах. Грамотный подбор осветительных устройств напрямую определяет не только эстетику интерьера, но и функциональность, энергоэффективность и удобство эксплуатации освещения.

В рамках данной выпускной квалификационной работы запланирован детальный анализ и подбор оптимальных светотехнических решений. При этом будут учитываться ключевые характеристики:

- интенсивность светового потока;
- угол рассеивания света;
- показатели энергопотребления.

Правильно подобранное светотехническое оборудование способно создать идеальные условия освещения, что существенно повышает комфортность пребывания в помещении и эффективность использования осветительной системы.

В рамках светотехнического проектирования применяется принцип диффузного светораспределения, известный в профессиональной среде как метод Ламберта. Данный аналитический подход является классическим

инструментом для точного определения параметров освещённости в замкнутых пространствах, обеспечивающий корректный расчёт светового климата помещений.

Формула метода рассеянного света (2):

$$E = a \cdot s \cdot k \quad (1)$$

В этом методе освещенность на поверхности определяется как произведение трех составляющих:

- а - коэффициент нормы освещенности, который зависит от типа помещения и его функционального назначения. Он позволяет определить необходимый уровень освещенности в данном помещении.

- s - площадь поверхности или помещения, на которую падает свет. Это может быть площадь пола, потолка, стен и т.д.

- k - коэффициент высоты потолка. (Для потолка высотой до 2,7 м коэффициент равен-1; от 2,7 до 3 м равен 1,2; от 3 до 3,5 м-1,5; от 3,5 до 4,5 м -2)

Таким образом, формула $E = a \cdot s \cdot k$ позволяет рассчитать необходимую освещенность в помещении с учетом трех основных параметров. Используя этот метод, можно оптимизировать освещение помещений различного назначения с учетом их конкретные условия и требования.

Исходя из всех имеющихся данных, выполним светотехнический расчёт:

Так же нужно перевести Лм в Лк для того чтобы узнать соответствует ли световой поток нормам, 1 Лк равен 1 Лм/м² (формула 1):

$$E_{\text{кухня-гостинная}} = 150 \cdot 19,1 \cdot 1 = 2865 = 150 \text{ Лк}$$

$$E_{\text{спальня}} = 150 \cdot 7,2 \cdot 1 = 1080 = 150 \text{ Лк}$$

$$E_{\text{санузел}} = 50 \cdot 4,5 \cdot 1 = 225 = 150 \text{ Лк}$$

После чего занесём получившиеся результаты в таблицу 2.2.2.

Таблица 2.2.2 – Результаты светотехнического расчёта:

№	Помещение	Лк	Лм
1	Кухня-гостиная	150	2865
2	Спальня	150	1080
3	Санузел	50	225

Далее, после расчета необходимого светового потока в соответствии со стандартом освещенности, рассчитаем количество ламп в помещении, а также найдем ее выходной световой поток (Лм) и электрическую мощность, а также рассчитаем общую мощность (Вт).

Таблица 2.2.3 - Подсчёт ламп и мощностей:

Помещение	Кол-во светильников шт.	Мощность 1 свет. Вт	Общая мощность Вт	Световой поток 1 свет Лм	Световой поток всех свет. Лм	(Световой поток по нормам) Лм
Кухня-гостиная	7	6	42	520	3640	2865
Спальня	2+2	6+8,5	29	520	2080	1080
Санузел	2+1	6+8,5	20,5	520	1560	225

Результаты выбора осветительной аппаратуры сведём в таблицу 2.2.4.

Таблица 2.2.4 - осветительная аппаратура для коттеджного дома:

Наименование	Марка	Мощность, Вт	Световой поток, Лм	Кол-во , шт.
Потолочный софит	Икея NYMÅNE НИМОНЕ	8,5	500	11
Бра, светодиодный	Икея FUBBLA ФЮББЛА	21	200	2
Подвесной светильник	Икея NÄVLINGE НЭВЛИНГЕ	1,9	220	1
Светильник напольный с 3 лампам	Икея NYMÅNE НИМОНЕ	8,5	200	1
Подвесной светильник	Икея MOJNA МОЙНА / НЕММА ХЕММА	60	500	1

Внешний вид осветительной аппаратуры представлен на рисунке 2.2.1 - 2.2.5.



Рисунок 2.2.1 - Внешний вид потолочного софита Икея NYMÅNE
НИМОНЕ



Рисунок 2.2.2 - Внешний вид бра Икея FUBBLA ФЮББЛА



Рисунок 2.2.3 - Внешний вид подвесного светильника Икея MOJNA
МОЙНА / НЕММА ХЕММА



Рисунок 2.2.4 - Внешний вид светильника напольного с 3 лампам Икея
NYMÅNE НИМОНЕ



Рисунок 2.2.5 - Внешний вид подвесного светильника Икея MOJNA
МОЙНА / НЕММА ХЕММА

Далее для определения наглядности расположения осветительной аппаратуры на рисунке 2.2.6 представим план привязки светильников.

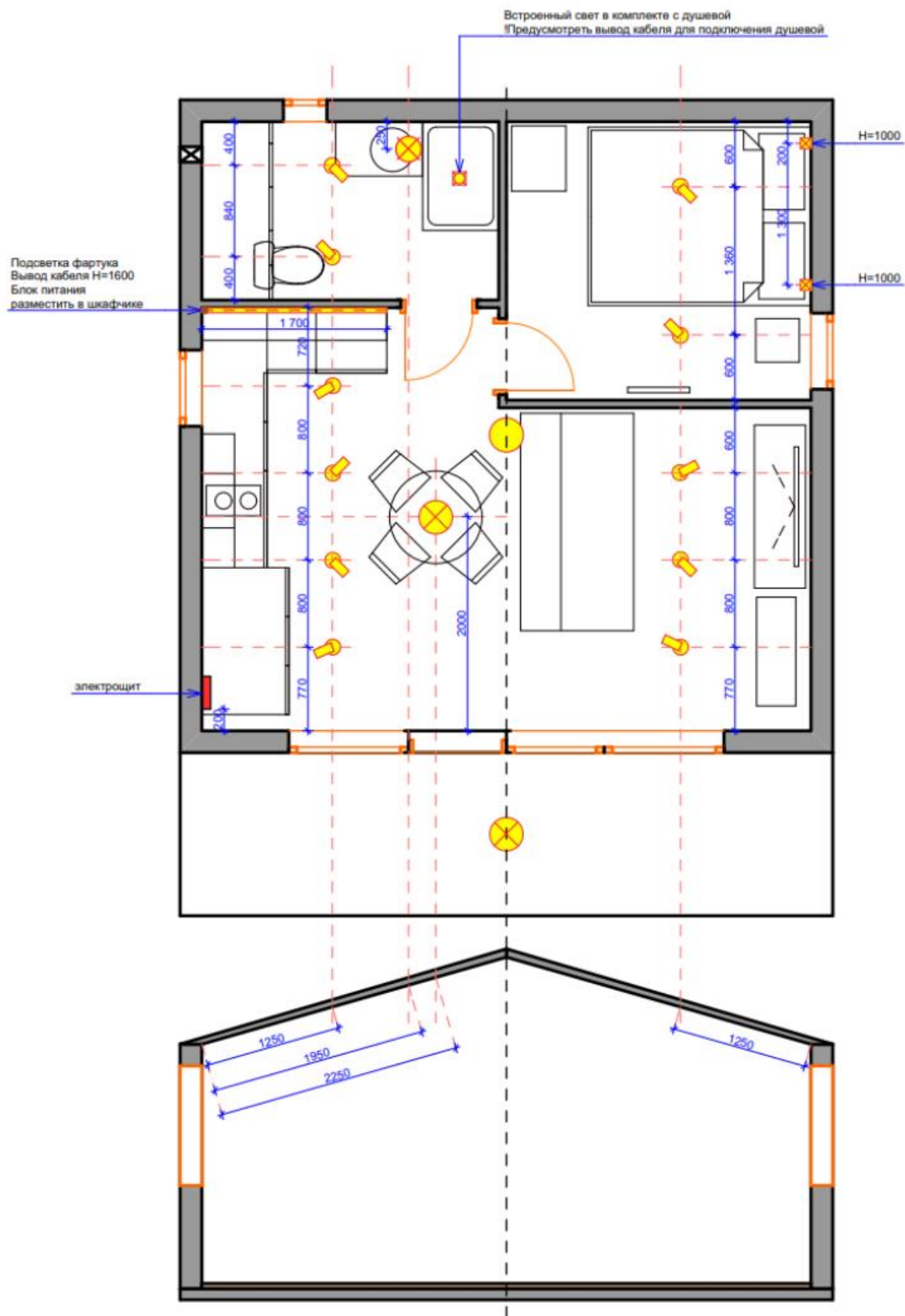


Рисунок 2.2.1 - План привязки светильников в коттеджном домике

Далее с помощью программы графического дизайна наглядно представим внешний вид выбранной осветительной аппаратуры и интегрируем ее в современный интерьер, который будет привлекательным для любого посетителя коттеджного домика.



Рисунок 2.2.2 - Интерьер кухни-гостинной коттеджного дома



Рисунок 2.2.3 - Интерьер санузла



Рисунок 2.2.5 - Интерьер спальни

Исходя из расчётов, можно утвердить, что вычисления выполнены верно. Благодаря расчётам мы выяснили, что все комнаты, соответствуют нормам освещения.

После того как мы провели светотехнический расчёт, следует определиться с требуемым сечением провода. Для начала найдём ток по формуле 2:

$$I = \frac{P}{U} \quad (2)$$

где:

P – мощность оборудования,

U – напряжение сети равное 380 В,

I – ток сети (А).

Так как везде используются одни и те же лампы, мы объединим их и разделим на две группы

1 группа – Кухня-гостиная.

2 группа – Спальня, санузел.

$$I_{1гр.} = 80 / 380 = 0,21(А)$$

$$I_{1гр.} = 160 / 380 = 0,42(А)$$

Таблица 2.2.4 - Группы потребителей и марки проводов:

Группа	Получившиеся токи (А)	Минимальное сечение в мм ²	Используемые мною сечения мм ²
1 Группа	0,36	<1	1
2 Группа	0,72	<1	1

2.3 Расчёт электрических нагрузок и выбор сечения проводов для коттеджного дома

Расчёт электрических нагрузок частного жилого дома необходим для определения общей потребляемой мощности электроэнергии, корректного

выбора силовых и осветительных устройств, а также правильного размера электрических кабелей и устройств защиты.

Выбор силовых и осветительных устройств: Вычислив общую потребляемую мощность, можно правильно подобрать розетки, выключатели, автоматы и другое оборудование в соответствии с требуемыми параметрами.

Размер проводов и защитных устройств: В основе расчётов лежит определение необходимого сечения и длины электрических кабелей, а также параметры защитных устройств, таких как автоматические выключатели, автоматы и прочие.

Расчёт электрических нагрузок позволяет улучшить работу системы электроснабжения дома, предоставляет безопасность использования и позволяет предотвратить перегрузку электрических сетей.

Таблица 2.3.1 - Мощность электроприборов:

Место расположения	Оборудование	Кол-во	Мощность установки (Вт)	Итоговая мощность на каждую комнату (Вт)
Кухня- гостиная	Электрическая плита с духовкой	1	2000	7620
	Холодильник	1	700	
	Микроволновая печь	1	800	
	Термопот	1	800	
	Мультиварка	1	1000	
	Сплитсистема	1	400	
	Радиатор	1	1720	
Санузел	Электрокотел	1	750	5690
	Коллектор теплого пола	1	1500	
	Стиральная машина	1	2000	
	Теплый пол	1	720	
	Радиатор	1	720	
Спальня	Теплый пол	1	450	900
	Радиатор	1	450	

Электрическая нагрузка (P) измеряется в ваттах (W) и рассчитывается как произведение напряжения (U) и силы тока (I) (формула 3):

$$P = U \cdot I \text{ (Вт)} \quad (3)$$

Из этой формулы выведем формулу нахождения тока (формула 4):

$$I = \frac{P}{U} \text{ (А)} \quad (4)$$

где: P – Разрешённая мощность для подключения

U – Напряжение сети (380 В)

I – Ток сети

Проведём расчёт тока по данным из таблицы 2.3.1:

$$I_{\text{кухня-гостиная}} = 7620 / 380 = 20,05 \text{ (А)}$$

$$I_{\text{санузел}} = 5690 / 380 = 14,97 \text{ (А)}$$

$$I_{\text{спальня}} = 900 / 380 = 2,37 \text{ (А)}$$

По получившимся данным мы узнали минимальное значение сечения кабеля, требуемого для питания электроприборов.

Таблица 2.3.2 - Марки проводов:

Наименование помещения	Ток (А)	Минимальное сечение кабеля по длительно допустимому току в мм ²	Длительно допустимый ток для выбранного сечения (А)	Марка провода
Кухня-гостиная	20,05	2,5	21	ВВГ 3х2,5
Санузел	14,97	1	17	ВВГ 3х1,5
Спальня	2,37	1	17	ВВГ 3х1,5

Расшифровка маркировки кабеля:

В – Изоляция из ПВХ пластиката.

В – Оболочка из ПВХ пластиката.

Г – Не имеет брони.

3 – Количество токопроводящих жил.

2,5 – Сечение жил в квадратных миллиметрах.

Токовые нагрузки кабеля ВВГ 3х2,5:

Допустимый ток при прокладке ВВГ 3х2,5 в воздухе – 27 А.

Допустимый ток при прокладке в земле – 36 А.

Допустимый ток односекундного короткого замыкания – 270 А.

Активное сопротивление жилы кабеля ВВГ 3*2,5 – 7,55 Ом на километр.

По рисунку 1.3.1, распишем требуемую длину провода в метрах, для каждой комнаты и занесём данные в таблицу 2.3.3.

Таблица 2.3.3 – Длина провода, требуемая на каждое помещение:

Помещение	Длина провода в метрах
Кухня-гостиная	40
Санузел	15
Спальня	10

В сумме нам потребуется 65 метров провода.

2.4 Расчёт и выбор автоматов защиты

Любая домашняя электропроводка испытывает сильные нагрузки, поскольку к ней подключены разнообразные потребители энергии: от освещения до мощных бытовых приборов. Чтобы уберечь ее от коротких замыканий и перегрузок, используют автоматические выключатели (АВ, автоматы). Они эффективно защищают провода и технику, но периодически требуют замены.

Автоматический выключатель выберем по условию зависящего от нагрузки и данные занесём в таблицу 2.4.1.

Таблица 2.4.1 – Требуемая мощность автоматов защиты (без учёта розеток и освещения):

№	Помещение	Мощность автомата (А)
1	Кухня-гостиная	25
2	Санузел	16
3	Спальня	5

Выбираем автоматы от компании IEK см. рисунок 2.4.1., эти выключатели хорошего качества, они надежны и безопасны.



Рисунок 2.4.1 - Автомат защиты от компании IEK

2.5 Выбор счётчика электроэнергии

Электроэнергетический учётный прибор представляет собой специализированное устройство электронного или электромеханического типа, основная функция которого заключается в точной фиксации и количественном определении объёмов потребляемой электрической энергии. Данные измерительные аппараты находят применение в различных сферах - от бытового жилого сектора до промышленных предприятий и коммерческих организаций.

В качестве оптимального варианта был выбран однофазный электронный счётчик «Энергомера СЕ102М» на рисунке 2.5.1, сочетающий в себе multifunctionality и современные технологии учёта электроэнергии. Данная модель отличается расширенным функционалом, включая возможность раздельного учёта потребления по четырём различным тарифным зонам, что особенно актуально для дифференцированного контроля энергопотребления.

Прибор оснащён информативным ЖК-дисплеем, на котором в понятной форме отображаются все ключевые параметры работы и данные о потреблении электроэнергии. Разработка данного устройства базируется на инновационных инженерных решениях, гарантирующих прецизионную точность показаний и повышенный эксплуатационный ресурс.

Отличительной чертой прибора является его способность стабильно функционировать при значительных температурных колебаниях, что расширяет географию применения до регионов с экстремальными климатическими условиями. Простота в управлении и установке обеспечивает комфортную работу с устройством специалистам любого уровня квалификации.

Модель «Энергомера CE102M» демонстрирует гармоничную комбинацию безотказной работы, эргономичности и рационального баланса цены с техническими характеристиками. Эти преимущества делают его оптимальным решением для создания высокоэффективной системы энергоучёта.



Рисунок 2.5.1 – Электрический счётчик «Энергомера CE102M»

2.6 Выбор аварийного питания

Владельцы частных домов зачастую встречаются с перебоями электричества. Причины могут являться самыми различными — например,

непогода или повреждение линий передач. Бывает, что качество электроснабжения отличается от нормативных показателей. Здесь при аварийном выключении электропитания может пострадать дорогостоящее системное оборудование: сигнализация, насосы водоснабжения и отопление, а также следует учесть то, что питание дома осуществляется от электрокотла. Чтобы избежать этого, можно организовать аварийное электроснабжение с помощью генератора.

При выборе генератора для аварийного питания можно учитывать мощность, тип топлива, функции автоматического включения, соответствие местным стандартам безопасности и экологические аспекты. Виды генераторов могут колебаться от бензиновых до дизельных, газовых либо гибридных.

Популярным устройством для снабжения дома электроэнергией является дизельный генератор 5кВт.

Выбор любого генератора на дизельном топливе осуществляется в соответствии со следующими критериями:

- мощность и габариты оборудования;
- номинальный расход топлива в процессе работы установки;
- показатель шумности;
- количество фаз на электрогенерирующем устройстве;
- тип генерирующего устройства;
- используемая система охлаждения двигательной установки;
- разновидность системы управления установкой;
- тип корпуса установки.

Чаще всего в продаже для бытового электроснабжения можно найти однофазный генератор дизельный 5кВт мощности с напряжением 220В и частотой переменного тока 50-60Гц. Такие параметры выходного тока являются стандартными для использования в бытовых электросетях. Если показатели потребления превышают вырабатываемую мощность, то

производители предлагают вниманию потребителя дизельный генератор 10кВт мощности. В случае если предполагается подключение к электропитанию трехфазной аппаратуры, то потребуются приобретение трехфазного дизель генератора 10кВт.

Выбирая генераторную установку, следует учитывать, что она не должна постоянно функционировать на пределе мощностных показателей. Длительная работа устройства на пределе возможностей снижает в значительной мере моторесурс. Оптимальной для устройства является нагрузка равная 75% от максимальной.

Для освещения достаточно использовать для электроснабжения генераторы дизельные для дома с 3кВт мощности. При наличии в доме холодильника, телевизора и котла отопления рекомендуется использовать дизель генератор 5кВт. В случае, если владелец дачного домика время от времени использует в работе дрель, электропилу или болгарку, то рекомендуется приобретать дизель генератор 10кВт. Установка с таким запасом мощности позволит использовать на дачном или приусадебном участке любой тип бытового электроинструмента без ущерба для генерирующей установки.

Выбираем дизель генератор Lifan DG9000E3A с номинальной полной мощностью $S_n = 10$ кВт. Это дизельный двигатель и асинхронный генератор на одном валу и он изображен на рисунке 2.6.1.



Рисунок 2.6.1 - Генератор на дизельном топливе Lifan DG9000E3A

2.7 Выбор датчиков

Датчики движения – это устройства, которые обнаруживают движение в своей рабочей зоне и активируют определённые действия, например, включение света или начало записи видео. Они распространены в системах безопасности, дверях с автоматическим открытием, умных домах и других приложениях.



Рисунок 2.7.1 - Датчик движения ДД-18В

Корпус датчика выполнен из не поддерживающего горения пластика (поликарбонат). В качестве коммутирующего использовано электромеханическое реле нагрузки элемента.

Данный датчик предназначен для поверхностного монтажа (открытая установка). Макс мощность нагрузки для ламп составляет 1200Вт. Высота установки равна 1,8-2,5м. Диапазон настройки рабочего цикла при срабатывании от 10 секунд до 7 минут. Максимальная потребляемая мощность достигает 0,45Вт.

ДД-18В, изображённый на рисунке 2.7.1, может работать в номинальном режиме при температуре от -25 до 45 градусов.

Согласно сделанным расчётам и выбору оборудования можно составить схему розеток и выключателей (рисунок 2.7.2), а так же включить дом в систему «Умный дом» и выполнить план управления светом (рисунок 2.7.3).

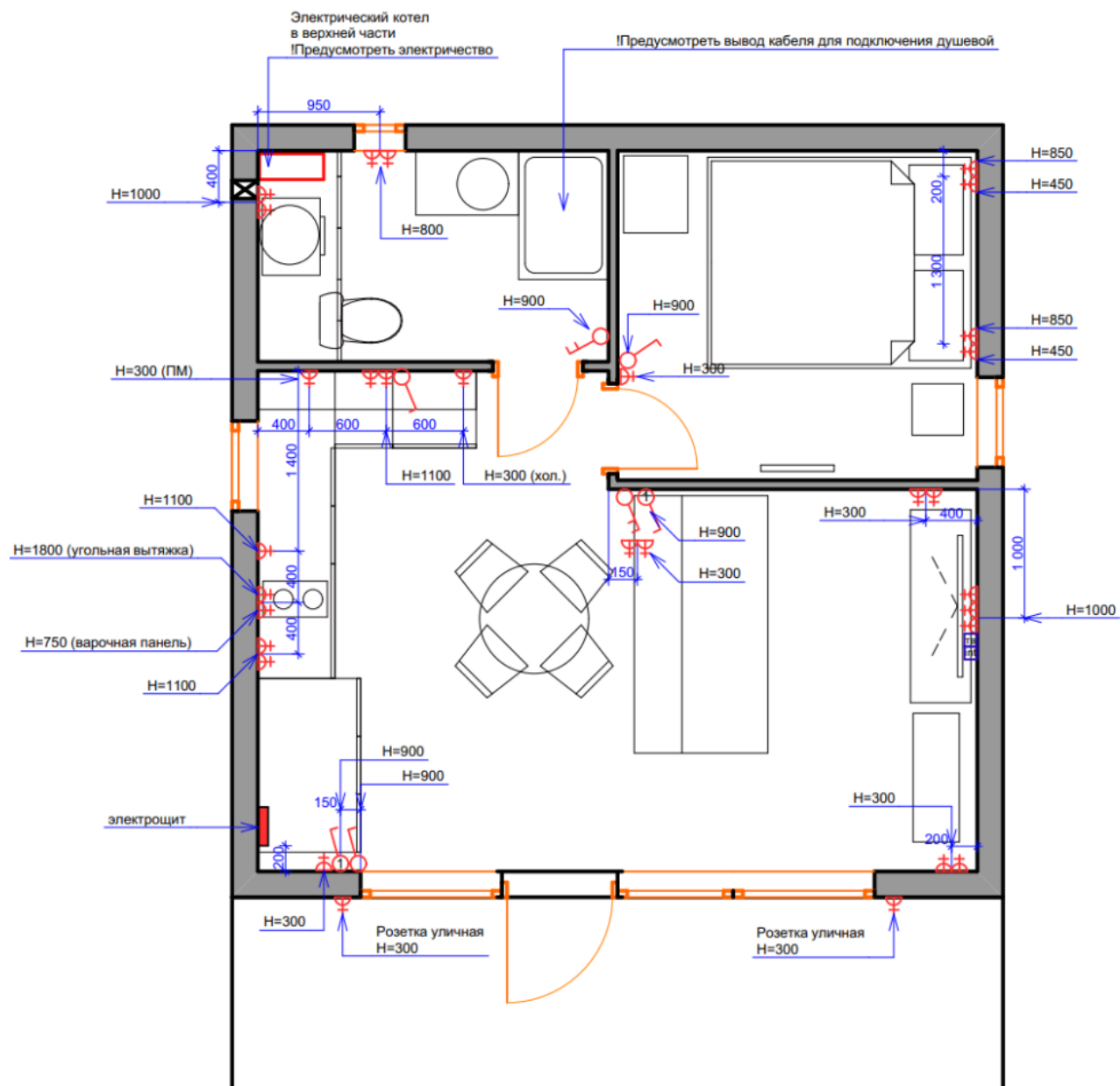


Рисунок 2.7.2 - Схема розеток и выключателей

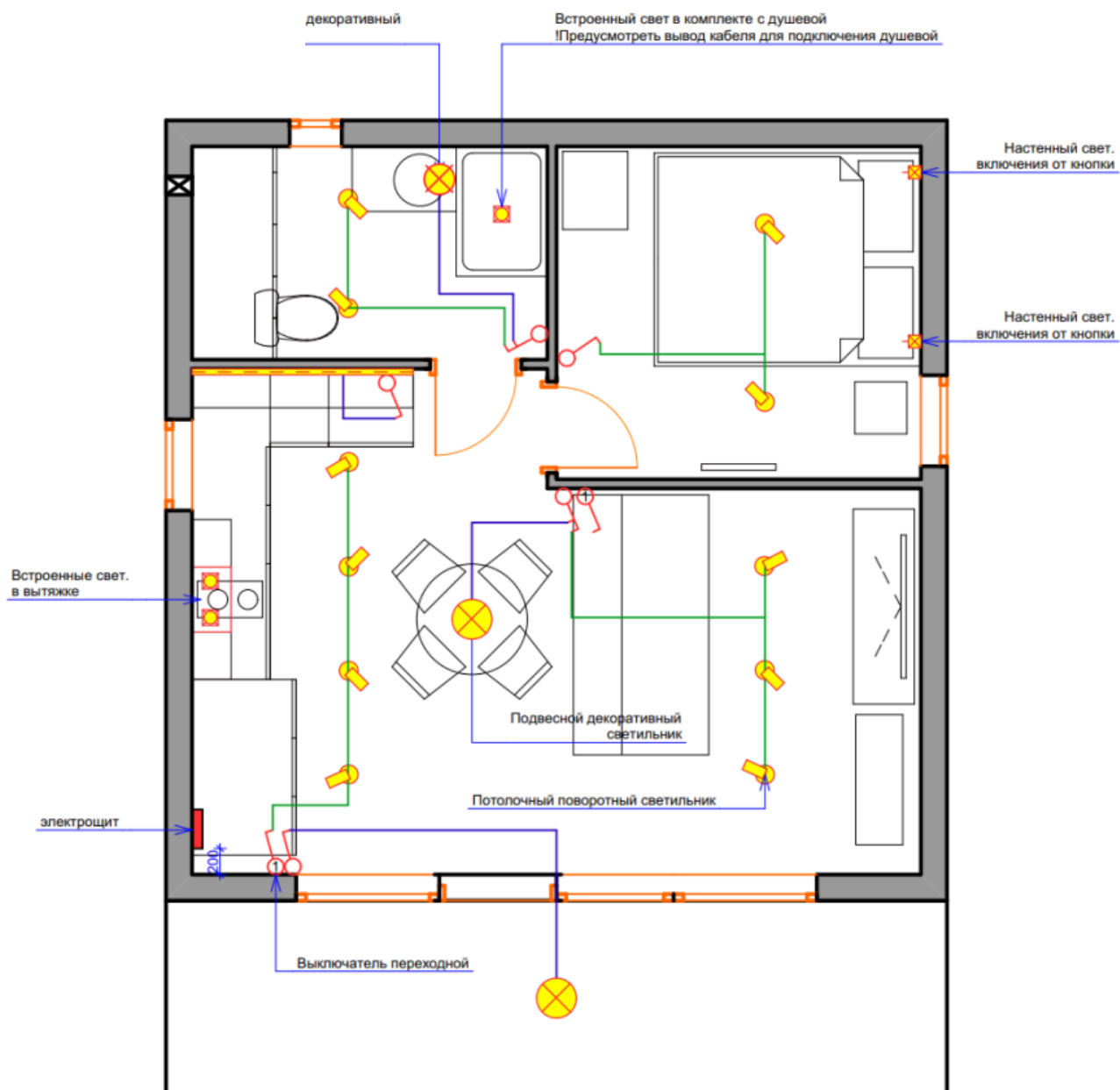


Рисунок 2.7.3 - План управления светом

3 ОРГАНИЗАЦИОННО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части дипломного проекта решается задача по анализу затрат на реконструкцию электроснабжения жилого частного дома. Этот раздел даст ценную информацию о финансовых аспектах внедрения.

Цель раздела состоит в том, чтобы принять обоснованное решение, связанное с реконструкцией частного жилого дома, зная и понимая предстоящие затраты.

В данном расчёте все работы по проектированию, монтажу и подключению будут выполнять наемные рабочие.

3.1 Расчёт затрат на оборудование и материалы

Таблица 3.1.1 – Затраты на оборудование и материалы:

Тип	Ед. измерения	Кол-во	Стоимость (Р)
Потолочный софит «Икея NYMÅNE НИМОНЕ»	Шт.	11	20 350
Бра, светодиодный «Икея FUBBLA ФЮББЛА»	Шт.	2	10 676
Подвесной светильник «Икея NÄVLINGE НЭВЛИНГЕ»	Шт.	1	2500
Светильник напольный с 3 лампам «Икея NYMÅNE НИМОНЕ»	Шт.	1	7500
Подвесной светильник «Икея MOJNA МОЙНА / НЕММА ХЕММА»	Шт.	1	2500
Розетка 2-местная открытой установки «Олимп»	Шт.	26	3 120
Розетка открытой установки «Олимп»	Шт.	2	360
Кабель ВВГ 3х1,5	Метр	25	1 500
Кабель ВВГ 3х2,5	Метр	40	2 658
Автоматический выключатель ВА47-100 3Р С 35А 10кА IEK	Шт.	1	2 539
Автоматический выключатель IEK 10 А автомат 1P	Шт.	6	1 908
Автоматический выключатель 16А 1P ВА47-29 IEK	Шт.	2	662
Генератор дизельный Lifan DG9000E3A	Шт.	1	94 274
Датчик движения IEK ДД-018В	Шт.	1	984
Счётчик «Энергомера СЕ102М»	Шт.	1	4 776
Кабель-канал 12х12 мм белый, Rexant	Метр	100	5 500
Прочее (Саморезы, болты и т.д.)	-	-	2 500
Итого			164 307

3.2 Расчёт затрат на услуги по монтажным работам

Составим таблицу 3.2.1 с перечнем услуг и их стоимостью.

Таблица 3.2.2 - Стоимость монтажных работ:

Наименование работ	Ед. измерения	Цена (руб.)
Монтаж кабеля до 3-х жил, сечением до 2,5 мм	М. п.	7 840
Сборка и расключение автоматики в щитке (До 12 модулей)	Шт.	4000
Установка электрощитка (до 36 модулей)	Шт.	400
Установка 2-клавишного выключателя	Шт.	400
Установка 1-клавишного выключателя	Шт.	1 440
Установка, расключение, сварка распаячных коробок	Шт.	2 500
Монтаж патрона с лампой + подключение	Шт.	3 600
Установка розетки 220	Шт.	2 400
Монтаж и подключение датчика движения	Шт.	700
Прокладка кабель-канала	М. п.	4 900
Установка счетчика электрического однофазного	Шт.	800
Итого		28 940

3.3 Оценка экономической эффективности

Светодиодные лампы потребляют значительно меньше электроэнергии, чем лампы накаливания, при этом обладают более длительным сроком службы. Поэтому в дипломном проекте используем светодиодные лампы.

Экономия за счёт использования светодиодных ламп вместо ламп накаливания может быть оценена путём примерного подсчёта экономии энергии и затрат на замену. Возможно также учесть стоимость лампы, расходы на обслуживание и снижение затрат на электроэнергию.

Таблица 3.3.1 – Экономия на разных видов ламп:

Лампа накаливания	Энергосберегающая лампа		Светодиодная лампа	
Мощность	Мощность (Эквивалент)	Экономия за 10 000 ч.	Мощность (Эквивалент)	Экономия за 10 000 ч.
25 Вт	5 Вт	810 руб.	4 Вт	850 руб.
40 Вт	8 Вт	1300 руб.	6 Вт	1375 руб.
60 Вт	12 Вт	1940 руб.	9 Вт	2060 руб.
75 Вт	15 Вт	2420 руб.	11 Вт	2580 руб.
100 Вт	20 Вт	3230 руб.	15 Вт	3430 руб.

Исходя из данных таблицы, мы можем узнать, что на светодиодной лампе мощностью 15 Вт за 10 000 часов (416 суток) мы можем сэкономить 3430 рублей

3.4 Расчёт общих затрат проекта

В данном пункте рассчитываются затраты на весь проект, представленные в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 - Затраты на весь проект:

№ п/п	Наименование материалов и оборудования	Стоимость, руб.	Доля %
1	Затраты на оборудование и материалы	164 307	85
2	Затраты на услуги по монтажным работам	28 940	15
Итого		193 247	100

Вывод: на основании проведённых расчетов следует, что общая стоимость на проект составляет 194 247 рублей из которых большую часть затрат занимает материалы и оборудование – 164 307 руб. (85%). Затраты на услуги по монтажным работам всего 28 940 руб. (15%).

3.5 Годовой экономический эффект

Проведя расчёт всех затрат на проект, можно рассчитать годовой экономический эффект.

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{Z}_{прб} - \mathcal{Z}_{прп} \quad (5)$$

Где $\mathcal{Z}_{прб}$ - приведённые затраты по базовому варианту, руб.

$\mathcal{Z}_{прп}$ - приведённые затраты по предлагаемому варианту, руб.

$$\mathcal{Z}_{прб} = \mathcal{Z}_{экпл.б} + E_n * K_б \quad (6)$$

Где $\mathcal{Z}_{экпл.б}$ – эксплуатационные затраты по базовому варианту, руб.
(затраты на освещение лампами накаливания и отопление)

K_6 - капитальные затраты на освещение лампами накаливания от общей системы электроснабжения.

Тариф на электроэнергию для сельской местности - 6,88 руб./кВтч

Потребление в год :16 ламп по 60Вт работают они по 6 часов 365 дней в году, следовательно годовое потребление можно найти, как:

$$Z_{\text{эклл}} = 16 * 0,06 * 6 * 365 = 2102,4 \text{ кВтч}$$

$$Z_{\text{прп}} = 2102,4 * 6,88 = 14\,464,512 \text{ руб/год}$$

Следующим пунктом найдем затраты на предлагаемый вариант.

$$Z_{\text{прп}} = Z_{\text{эклл}} + E_n * K_n \quad (7)$$

$Z_{\text{эклл.п}}$ – затраты эксплуатационные по предлагаемому варианту

Тариф на электроэнергию для сельской местности - 6,88 руб./кВтч

Потребление в год :согласно таблице 2.2.4 в доме 16 ламп (12 ламп по 8,5 Вт, 2 лампы 2,1Вт, 1 лампа 1,9 Вт и 1 лампа 60Вт) работают они по 6 часов 365 дней в году, следовательно годовое потребление можно найти, как:

$$Z_{\text{эклл}} = (12 * 0,0085 + 2 * 0,021 + 1 * 0,0019 + 1 * 0,06) * 6 * 365 = 450,921 \text{ кВтч}$$

$$Z_{\text{прп}} = 450,921 * 6,88 = 3102,34 \text{ руб/год}$$

Основное отопление дома - газ. Электрокотел, как и дизель-генератор, предназначены для аварийного электроснабжения дома, чтобы постояльцы коттеджного дома не испытывали неудобства и всегда могли в полной мере пользоваться услугами внутри дома. Так, например, в 2025 году в селе Кын аварийное отключение электроэнергии произошло 1 раз - 27.05 из-за аварии

на высоковольтных сетях. Восстановлено электроснабжение было в 02:00 28.05. 2025.

Частота плановых отключений электроэнергии в сельской местности регулируется законодательством и зависит от категории надёжности электроснабжения. Большинство бытовых потребителей в России, включая жителей сельской местности, относятся к третьей категории надёжности.

Согласно пункту 31(6) «Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг» (утверждены Постановлением Правительства РФ от 27.12.2004 №861), для третьей категории надёжности допустимое число часов отключения в год составляет 72 часа, но не более 24 часов подряд (включая срок восстановления электроснабжения).

В связи со всем вышеописанным можно сделать вывод, что внеплановыми отключениями можно будет пренебречь, при расчете.

Но, в случае возникновения нештатных ситуаций, а именно, отключения газа или электроэнергии, постояльцы не должны страдать от отсутствия всех благ. Поэтому покупку электрочотла и дизель-генератора, считаю целесообразным.

Тогда годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_\Gamma = 14\,464,512 - 3\,102,34 = 11\,362,512 \text{ руб}$$

Следующим шагом необходимо рассчитать срок окупаемости проекта.

$$T_{\text{ок}} = K / \mathcal{E}_\Gamma \quad (8)$$

Где K - капитальные затраты на разработку энергоснабжения коттеджного домика

$$T_{\text{ок}} = 193\,247 / 11\,362,512 = 17 \text{ лет}$$

Срок окупаемости большой, но не стоит забывать, что основную часть прибыли принесёт сдача дома в аренду.

Экономическую эффективность:

$$\Theta_{\text{эф}} = \Theta_{\text{Г}}/K \quad (9)$$

$$\Theta_{\text{эф}} = 11\,362,512 / 193\,247 = 5,9\%$$

Вывод: срок окупаемости проекта достаточно большой, но в данном случае не учитывалось, что начальные инвестиции в проект были большими, и не были учтены факторы, связанные с тарифами на сдачу жилья в туристических целях, так как дом оснащён газом и имеет круглогодичный подъезд, позволяет сдавать дом в аренду 365 дней в году.

4 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Так как в данной выпускной квалификационной работе рассматриваем систему освещения коттеджного дома, следовательно, далее следует рассмотреть некоторые вопросы освещённости жилых помещений и меры по утилизации люминесцентных ламп.

4.1 Нормы освещённости для жилых помещений

Необходимые и достаточные уровни освещённости для жилых и офисных помещений закреплены в специальных нормативных актах: СП 52.13330.2011 и СНиП 23-05-95.

Данные документы рекомендуют при планировании осветительных систем руководствоваться следующими стандартами освещённости:

- в помещениях, предназначенных для чертёжных работ и работ с мелки-ми деталями – 500 Лк;
- в библиотеках, рабочих кабинетах и офисных помещениях, где установлены персональные компьютеры – 300 Лк;
- в комнатах для детей – 200 Лк;
- в других жилых помещениях (кухнях, гостиных, спальнях) – 150 Лк;
- в гардеробных комнатах – 75 Лк;
- в помещениях коридорного типа, прихожих, ванных и иных подсобных комнатах – 50 Лк.

Все значения приведены в расчёте на 1 квадратный метр площади помещения. Перечисленные нормативы являются усреднённым, то есть оптимальный уровень освещённости определяется исходя из индивидуальных особенностей каждого помещения и потребностей его пользователей.

Конечное значение может быть выше или ниже стандартного. Например, рабочие зоны в помещениях нуждаются в более интенсивном освещении, в отличие от проходных частей, которым яркая подсветка,

наоборот, не нужна.

Нормативы полностью пригодны для проведения расчётов по помещениям со стандартной высотой потолков (в 2,7 метра).

Для комнат с более высокими потолками при расчётах нужно применять поправочный коэффициент:

- для потолков до 3 метров – 1,2;
- в пределах 3-3,5 метров – 1,5;
- от 3,5 до 4,5 метров – 2.

Этот коэффициент обязательно должен включаться в расчёты, ведь чем дальше расположены источники света от освещаемых предметов, тем меньше света попадает на эти предметы и тем хуже видны различные объекты и поверхности.

Учёт особенностей отделки и мебелировки

При планировании схемы освещения можно опираться только на нормативные значения освещённости для каждого помещения. Однако после монтажа светильников может сложиться такая ситуация, когда света будет не достаточно, даже при условии точного расчёта схемы по СП и СНиПам. Проблема будет объясняться просто: в интерьере комнаты присутствуют элементы и фактуры, поглощающие световое излучение. Для устранения этого нюанса необходимо сделать в расчётах поправку на степень отражения света разными поверхностями.

Значения коэффициента, характеризующего отражающие способности разных поверхностей и фактур, распределяются следующим образом:

- 70% – белый цвет и близкие к нему оттенки,
- 50% – остальные светлые тона,
- 30% – серый оттенок,
- 10% – тёмные тона,
- 0% – чёрный цвет.

Чтобы несколько упростить расчёты при составлении схемы освещения берут только усреднённый коэффициент, учитывающий отражающие способности потолка, стен и пола. Чтобы рассчитать его значение, складывают значения коэффициентов для каждой поверхности, полученную сумму делят на 3.

4.2 Меры по утилизации отходов электрического и электронного оборудования

Отходы электронного оборудования и оргтехники отличаются от других видов, наличием в составе высоко токсичных компонентов, таких как - свинец, ртуть, мышьяк, бериллий и драгоценных металлов - золото, серебро, платина, палладий и другие.

В соответствии с действующим законодательством наличие драгоценных металлов предусматривает необходимость учета и соответствующей отчетности их движения, наличие токсичных компонентов обуславливает недопустимость утилизации этих отходов методом захоронения или термического уничтожения.

Объемы образования электронных отходов увеличиваются огромными темпами – на 21% за последние 5 лет. При этом только 17,4% электронного мусора, образовавшегося в 2019 году, было собрано и переработано. Таковы результаты проведенного УООН в 2020 году Глобального мониторинга электронных отходов.

Экспертами подсчитано, что каждый житель планеты ежегодно генерирует в среднем около 7 кг электронного лома. УООН прогнозирует, что к 2030 году масса накопленных ЭО в мире только увеличится, и достигнет почти 75 млн т.

Основной документ, детально регламентирующий обращение с электронным мусором в России – ГОСТ Р 55102-2012.

Согласно п.24 ч.1 ст.16 Федерального закона от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской

Федерации» к вопросам местного значения городского округа относится участие в организации деятельности по накоплению (в том числе раздельному накоплению), сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, захоронению твердых коммунальных отходов.

Порядок накопления твердых коммунальных отходов (в том числе их раздельного накопления) на территории Пермского края, утвержден постановлением Правительства Пермского края от 08.06.2018 № 309-п.

На данный период времени в России нет единой системы сбора и утилизации ЭО и существует только 2 основные технологии по утилизации:

- разборка с извлечением компонентов с ресурсной ценностью и передача организациям на вторичную переработку;
- измельчение неразобранных устройств с дальнейшей сортировкой лома и получением полиметаллического концентрата.

Для этого было принято решения по созданию специально оборудованных мест (площадок) по сбору таких отходов.

На территории города Пермского края раздельное накопление отходов осуществляется несколькими способами:

- в контейнеры, установленные на местах накопления отходов, жителями города складировается макулатура, пластик, стекло, металлы и т.д.;
- в контейнеры, установленные около торговых центров;
- в пунктах приема / закупа вторичного сырья принимается от населения и юридических лиц бумага, картон, различные виды пластика, стеклянные отходы, ветошь, отходы черных и цветных металлов, электронное оборудование.

Для коттеджного дома применим третий пункт, то есть – на протяжении какого-то периода времени происходит накопление ЭО, затем они транспортируются на утилизацию в специализированные пункты приема вторичного сырья, находящиеся по адресу: Россия Пермский край, г. Лысьва,

Полевая улица, 91 – МБУ МО ЛГО «Комбинат благоустройство»,
телефон: +7 (34249) 32020.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования было проведено обоснование выбора концепции энергоснабжения для коттеджного домика в условиях п. Кын завода с учётом местных климатических факторов, доступности ресурсов и туристических нагрузок.

В соответствии с поставленной целью работы были решены следующие задачи:

1. Рассчитана электрическая нагрузка;
2. Разработана архитектура энергосистемы;
3. Проведена оценка экономической целесообразности внедрения системы;
4. Разработана схема электроснабжения;
5. Проведена проверка эффективности предложенных рекомендаций на практике.

В данном дипломе были выполнены следующие действия:

- рассчитаны нагрузки системы электроснабжения по реальному потреблению / выполнено;
- рассчитано освещение;
- рассчитаны провода, которые изготавливаются на территории Российской Федерации, что обеспечит легкий поиск на рынке и должную доступность для закупки в необходимый момент времени;
- выбран надёжный счётчик электроэнергии, который в режиме настоящего времени подсчитывает и отображает потребление энергии и сохраняет все показания в независимой от электроэнергии памяти. Данный счетчик очень надежен и обладает гарантией качества от производителя;
- выбраны датчики движения, которые значительно экономят электроэнергию, так как с помощью таких датчиков происходит

автоматическое отключение внешнего электроосвещения в дневное время суток и позволяют включать электроосвещение ночью только тогда, когда кто-либо произведет движение в зоне чувствительности датчика;

– выбраны автоматические выключатели, которые предназначены для защиты человека от поражений электрическим током при его соприкосновении с токоведущими частями электрооборудования, либо при утечке электрического 50 БР.44.03.04.550.2018 тока, также устройство осуществляет защиту электрической сети от коротких замыканий и перегрузок, выполняя функции автоматического выключателя;

– выбрано аварийное питание, выбран дизель-генератор, как источник аварийного питания, который полностью справится с поставленной задачей и будет долго работать, выполняя свою функцию;

– определена экономическая эффективность проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Банников Е.А., Барановский В.А. Электричество дома и на даче. - 3 изд. - Москва: 2006. - 164 с.
- 2 Выбор заземлителей // studfile. - URL: <https://studfile.net/> (дата обращения: 19.05.2025).
- 3 Выбор сечения кабеля для квартиры, дома, дачи // ElektrikInfo. - URL: <https://elektrik.info/> (дата обращения: 12.05.2025).
- 4 Датчик движения // Википедия. - URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 28.05.2025).
- 5 Как организовать аварийное электроснабжение в доме? // DNS.club. - URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/> (дата обращения: 27.05.2025).
- 6 Расчет контура заземления // KALK.PRO. - URL: <https://kalk.pro/> (дата обращения: 19.05.2025).
- 7 Расчет электрических нагрузок // StudFiles. - URL: <https://studfile.net/> (дата обращения: 12.05.2025).
- 8 Светотехнический расчет освещения // StudFiles. - URL: <https://studfile.net/> (дата обращения: 10.05.2025).
- 9 Система уравнивания потенциалов // ЭлектроЗамер. - URL: <https://electrozamer.ooo/> (дата обращения: 25.05.2025).
- 10 Счётчик электрической энергии // Википедия. - URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 15.05.2025).
- 11 Учет электрической энергии // studfile. - URL: <https://studfile.net/> (дата обращения: 15.05.2025).