

Реферат

Пояснительная записка: 79 стр., рисунков – 31, таблиц – 11, источника – 29.

Тема диссертации: Комбинированная система электроснабжения группы потребителей в условиях Днепропетровского региона.

В первом разделе произведено определение объема потребления электроэнергии и графика распределения электрических нагрузок во времени для разных потребителей энергии, а также анализ возобновляемых источников энергии, которые возможно использовать в комбинированной системе электроснабжения.

Во втором разделе произведен расчет технического и валового потенциала солнечной и ветровой энергии для условий Днепропетровского региона.

В третьем разделе проанализирована структура комбинированной системы электроснабжения. Произведен расчет выработки электроэнергии для многоквартирного дома за счет солнечной электростанции на 10, 20 и 30 кВт, позволяющий минимизировать расходы, связанные с потреблением электрической энергии от сети.

В технико-экономическом разделе произведены расчеты стоимости внедрения данных проектов, а также рассчитана экономическая эффективность от их внедрения. Также рассчитан период окупаемости разработанных систем электроснабжения.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ, ПОТЕНЦИАЛ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, НАДЕЖНОСТЬ КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ.

Реферат

Пояснювальна записка: 79 стр., рисунків – 31, таблиць – 11, джерела–29.

Тема дисертації: Комбінована система електропостачання групи споживачів в умовах Дніпровського регіону.

У першому розділі проведено визначення обсягу споживання електроенергії і графіка розподілу електричних навантажень в часі для різних споживачів енергії, а також аналіз відновлювальних джерел енергії, які можливо використовувати в комбінованій системі електропостачання.

У другому розділі зроблено розрахунок технічного і валового потенціалу сонячної і вітрової енергії для умов Дніпровського регіону.

У третьому розділі проаналізовано структуру комбінованої системи електропостачання. Зроблено розрахунок вироблення електроенергії для багатоквартирного будинку за рахунок сонячної електростанції на 10, 20 і 30 кВт, що дозволяє мінімізувати витрати, пов'язані зі споживанням електричної енергії від мережі.

У техніко-економічному розділі проведені розрахунки вартості впровадження даних проектів, а також розрахована економічна ефективність від їх впровадження. Також розрахований період окупності розроблених систем електропостачання.

**ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ,
ПОТЕНЦІАЛ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, НАДІЙНІСТЬ,
КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.**

Abstract

Explanatory note: 79 pages, figures – 31, tables – 11, source – 29.

Theme of the thesis: Combined power supply system of a group of consumers in the conditions of the Dnieper region.

In the first section, an analysis of the literature on the structure of the power grid of Ukraine, electricity consumers, the determination of the amount of electricity consumption, as well as the analysis of renewable energy sources that can be used in a combined power supply system is made.

In the second section, the calculation of technical and gross potential of solar and wind energy for the conditions of the Dnieper region is made.

The third section presents an analysis of the circuits for the decentralized power supply system. The calculation of electricity generation for an apartment building at the expense of a solar power station of 10, 20 and 30 kW, minimizing the costs associated with the consumption of electrical energy from the network.

In the technical and economic section, the cost of implementing these projects was calculated, and the economic efficiency of their implementation was calculated. Also calculated the payback period of the developed power supply systems.

RENEWABLE SOURCES OF ENERGY, SOLAR BATTERIES, POTENTIAL, ELECTRICAL SUPPLY, COMBINED SYSTEMS, RELIABILITY.

Содержание

Список условных обозначений.....	
Введение.....	
Раздел 1. Анализ потребителей электроэнергии и возобновляемые источники энергии которые можно использовать в комбинированной системе электроснабжения.....	
1.1. Структура энергетической системы Украины.....	
1.2. Техническая характеристика потребителей энергии.....	
1.3. Основные требования к системе электроснабжения.....	
1.4. Определение объема потребления электроэнергии и графики распределения электрических нагрузок во времени.....	
1.5. Потребители электрической энергии.....	
1.5.1. Промышленные предприятия.....	
1.5.2. Электрифицированный транспорт.....	
1.5.3. Сельское хозяйство.....	
1.5.4. Бытовые потребители.....	
1.6. Источники энергии, которые используются в комбинированной системе электроснабжения.....	
1.6.1. Перспективы развития солнечной энергетики в Украине.....	
1.6.2. Развитие солнечной энергетики в Днепропетровской области.....	
1.6.3. Погодные условия для солнечной энергетики в г. Днепр.....	
1.6.4. Перспективы развития ветроэнергетики в Украине.....	
1.6.5. Погодные условия для ветроэнергетики в Украине.....	
1.6.6. Малая гидроэнергетика.....	
1.6.7. Геотермальные станции.....	
1.6.8. Биоэнергетика.....	
1.7. Вывод по разделу.....	
Раздел 2. Оценка энергетического потенциала возобновляемых источников энергии, которые используются в системе электроснабжения.....	
2.1 Определение валового потенциала солнечной энергетики.....	

2.2. Определение технического потенциала солнечной энергетики.....	
2.3. Определение валового потенциала ветроэнергетики.....	
2.4. Определение технического потенциала ветроэнергетики.....	
2.5. Вывод по разделу.....	
Раздел 3. Система комбинированного электроснабжения.....	
3.1. Децентрализованная система электроснабжения.....	
3.1.1. Структура децентрализованной системы электроснабжения.....	
3.1.2. Гибридные системы электроснабжения с дублирующими дизельными электростанциями.....	
3.1.3. Гибридные системы электроснабжения с совместной ветро- солнечно-дизельной генерацией.....	
3.2. Интеграция централизованной и децентрализованной системы электроснабжения.....	
3.3. Расчет комбинированной системы электроснабжения для многоквартирного дома.....	
3.4. Вывод по разделу.....	
Раздел 4. Технико-экономическое обоснование.....	
4.1. Введение.....	
4.1. Расчет капитальных затрат.....	
4.2. Расчет эксплуатационных расходов.....	
4.2.1. Расчет амортизационных отчисления.....	
4.2.2. Расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования.....	
4.3. Определение годовой экономии от внедрения объекта проектирования.....	
4.4. Определение показателей экономической эффективности.....	
4.5. Вывод по разделу.....	
Выводы.....	
Список литературы.....	

Список условных обозначений

ВИЭ – возобновляемые источники энергии;

ФЭМ – фотоэлектрический модуль;

СЭС – солнечная электростанция;

ВЭС – ветроэлектрическая установка

ДЭС – дизельная электростанция;

КПД – коэффициент полезного действия;

НАСА – Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства;

АБ – аккумуляторная батарея;

БН – балластная нагрузка;

ППЭ – преобразователь первичного энергоресурса;

АИ – автономный инвертор;

Введение

Одной из важнейших особенностей развития современного мира является повышенное внимание мирового сообщества к проблемам рациональности и эффективности использования энергоресурсов, внедрения технологий энергосбережения и поиска возобновляемых источников энергии.

В современных условиях углубления проблем мировой экономики развитие возобновляемой энергетики в мире приняло ускоренный характер. Скорее всего, в течение ближайшего десятилетия заложенная тенденция не просто сохранится, но и будет иметь повышательную динамику, что связано, прежде всего, с нарастающими в энергетике многофакторными кризисными явлениями глобального характера.

С одной стороны, процессы глобального масштаба обусловлены ограниченностью и исчерпанием геологических запасов основных видов топливных ресурсов - нефти и газа, что приводит к неизбежному росту цен на них. С другой стороны, возрастает негативное влияние экологических факторов, вызванных последствиями жизнедеятельности человека. Во всем мире наблюдается повышенный интерес к использованию в различных отраслях экономики возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Растет число международных симпозиумов, конференций и встреч, посвященных анализу состояния и перспектив развития этого направления энергетики. Значительное внимание этой проблеме уделяется организациями системы ООН, а также другими международными организациями.

Развитие технической и законодательной базы возобновляемых источников энергетики и устойчивые тенденции роста стоимости топливно-энергетических ресурсов уже сегодня определяют технико-экономическое преимущество электростанций, использующих возобновляемые источники энергии. Очевидно, что в перспективе эти преимущества будут увеличиваться, расширяя области применения возобновляемой энергетики и увеличивая ее вклад в мировой энергетический баланс.

Основной тренд связан с переходом к использованию этих установок в качестве регулярного источника, а не только для резервной мощности, что в итоге приводит к дополнению крупной централизованной генерации в энергосистеме и к ее замещению при сохранении связи между ними.

Объект исследований: расчет генерации и потребления электрической энергии и изучение потенциала возобновляемой энергетики.

Предмет исследования: солнечная электростанция для энергоснабжения многоквартирного дома.

Целью дипломного проекта является: разработка концепции комбинированного электроснабжения жилого здания, позволяющего минимизировать расходы, связанные с потреблением электрической энергии от сети и исследование потенциала возобновляемых источников энергии для обеспечения энергопотребления в условиях Днепропетровского региона.

Основными задачами проекта является:

- Определение объема потребления электроэнергии и графика распределения электрических нагрузок во времени.
- Анализ возобновляемых источников энергии, которые возможно использовать в комбинированной системе электроснабжения.
- Оценка энергетического потенциала возобновляемых источников энергии, которые можно использовать в условиях Днепропетровского региона.
- Структура комбинированных систем электроснабжения.
- Рассчитать комбинированную систему электроснабжения для многоквартирного дома. Произвести расчет экономии электроэнергии от внедрения такой системы.
- Произвести технико-экономические расчеты.

Раздел 1. Анализ потребителей электроэнергии и возобновляемые источники энергии которые можно использовать в комбинированной системе электроснабжения

1.1. Структура энергетической системы Украины

Главная тенденция развития электроэнергетики Украины — объединение электростанций в энергосистемы. Это обусловлено необходимостью ритмичного обеспечения потребителей электроэнергией, для производства и потребления которой характерны не только сезонные, но и суточные колебания.

Энергосистемы — это совокупность предприятий, осуществляющих производство, транспортировку и распределение электроэнергии между потребителями. Энергосистемы дают возможность маневрировать в производстве электроэнергии как во времени, так и в пространстве. Энергосистемы образуются на основе территориального принципа: «Киевэнерго», «Харьковэнерго» «Днепроэнерго» и др.

Несоответствие пиковых нагрузок в отдельных звеньях энергосистем позволяет при необходимости изменять направления потоков электроэнергии во встречных направлениях с запада на восток и с севера на юг и обратно. В процессе транспортировки электроэнергии на значительное расстояние определенные потери ее неизбежны, они увеличиваются с ростом расстояния. Объединение предприятий отрасли в единую энергосистему позволяет снизить эти потери.

В Украине создана Единая энергетическая система, она объединяет в единое целое все региональные энергосистемы, в ее состав входят четыре вида электростанций [19]:

- тепловые, работающие на твердом, жидком и газообразном топливе;
- атомные, которые используют в качестве топлива обогащенный уран или другие радиоактивные элементы;

- гидравлические, которые используют соответствующие гидроресурсы и разделяются на гидроэлектростанции, гидроаккумулирующие и приливные электростанции;
- к четвертой группе относятся электростанции, использующие альтернативные источники энергии. Среди них наиболее перспективными являются ветровые и солнечные, но об этом позже.

1.2. Техническая характеристика потребителей энергии

Потребитель электроэнергии - предприятие, организация, территориально обособленный цех, строительная площадка, квартира, у которых приемники электроэнергии присоединены к электрической сети и используют электрическую энергию.

Приемником электроэнергии называют устройство (аппарат, агрегат, механизм), в котором происходит преобразование электрической энергии в другой вид энергии для ее использования.

По технологическому назначению приемники электроэнергии классифицируются в зависимости от вида энергии, в который данный приемник преобразует электрическую энергию, в частности: электродвигатели приводов машин и механизмов, электротермические и электросиловые установки, установки электроосвещения, установки электростатического и электромагнитного поля, электрофильтры, установки искровой обработки, электронные и вычислительные машины, устройства контроля и испытания изделий.

Известно что, электроприемники характеризуются следующими характеристиками [1]:

По роду тока приемники электроэнергии делятся на группы, использующие:

- постоянный ток;
- переменный ток;

- импульсный ток.

По номинальному напряжению ЭП делятся на:

- приемники напряжением до 1000 В;
- приемники напряжением выше 1000 В.

По режиму нейтрали:

- с глухозаземленной нейтралью;
- с эффективно заземленной через активное сопротивление нейтралью;
- с компенсированной индуктивностью нейтралью;
- с изолированной нейтралью.

По величине токов замыкания на землю:

- с малыми токами (до 500 А);
- с большими токами (более 500 А).

По частоте ЭП делятся на группы, использующие:

- промышленную частоту (50 Гц);
- повышенную частоту (от 50 Гц до 10 кГц);
- пониженную частоту (до 50 Гц);
- высокую частоту (более 10 кГц).

По виду графиков нагрузки электроприемники подразделяются на группы по сходству режимов работы:

- приемники, работающие в режиме продолжительно неизменной или мало меняющейся нагрузки. В этом режиме электрическая машина или аппарат могут работать продолжительное время без повышения установившейся температуры отдельных частей выше допустимой (электродвигатели насосов, вентиляторов, компрессоров и т.п.);

- приемники, работающие в режиме кратковременной нагрузки. В этом режиме рабочий период электрической машины или аппарата не настолько длителен, чтобы температура отдельных частей могла достигнуть установившегося значения. Период остановки настолько длителен, что машина или аппарат практически успевают охладиться до температуры окружающей

среды (электродвигатели электроприводов вспомогательных механизмов металлорежущих станков, гидравлических затворов и т.п.).

– приемники, работающие в режиме повторно-кратковременной нагрузки. В этом режиме кратковременные периоды работы чередуются с кратковременными периодами отключения. Повторно-кратковременный режим работы характеризуется относительной продолжительностью включения и длительностью цикла $t_{ц}$. В таком режиме электрическая машина или аппарат могут работать с допустимой для них продолжительностью включения неограниченное время без повышения температуры отдельных частей выше допустимой (электродвигатели кранов, сварочные аппараты и т.п.).

В соответствии с характером ущерба, который может быть нанесен отдельному предприятию или народному хозяйству при внезапных переменах электроснабжения, всем электроприемникам присваивают определенную категорию в отношении обеспечения надежности их электроснабжения.

Правила устройства электроустановок условно подразделяют на три основные категории по бесперебойности питания:

I - электроприемники, нарушение электроснабжения которых приводит к опасности для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждения оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение особо важных элементов народного хозяйства;

II - электроприемники, перерыв электроснабжения которых связана с массовым невыпуском продукции, простоем рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушением нормальной деятельности значительного количества городских жителей;

III - все остальные электроприемники, не подходят под определение I и II категорий, допускающих перерыва в электроснабжении без существенного ущерба для потребителей в течение времени, необходимого для ремонта или замены электрооборудования, вышло из строя.

1.3. Основные требования к системе электроснабжения

Требования, предъявляемые к схемам электроснабжения, зависят от многих факторов, сущность основных из них сводится к следующему [2]:

1. Источники питания необходимо максимально приближать к электроустановкам потребителей.

2. Система электроснабжения должна обеспечивать необходимую надежность питания предприятия и отдельных потребителей в соответствии к их категории по степени ответственности.

3. Схемы электроснабжения, как правило, должны строиться таким образом, чтобы все их элементы постоянно находились под напряжением.

4. Работа всех элементов схемы (линий, трансформаторов) должна предусматриваться, как правило, разрешение, так как при параллельной работе увеличиваются токи короткого замыкания и усложняются устройства релейной защиты.

5. При построении схем электроснабжения необходимо применять глубокое секционирования шин во всех звеньях системы распределения энергии, начиная от узловой подстанции и заканчивая шинами подстанций низшего напряжения.

6. Должны предусматриваться меры по обеспечению необходимых показателей качества электроэнергии (в частности стабильность, минимум колебаний и допустимые величины отклонений напряжения в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах).

7. Система электроснабжения как в схемной, так и в конструктивной части должна предусматривать и обеспечивать возможность роста электрических нагрузок на ближайшие 10 лет.

8. Система электроснабжения предприятия должна удовлетворять экономичности, что соответствует минимуму расчетных расходов, простоте, удобству и безопасности эксплуатации.

Такие главные требования к системам электроснабжения на всех ее ступенях.

1.4. Определение объема потребления электроэнергии и графика распределения электрических нагрузок во времени

При определении электрических нагрузок сталкиваются с определенными трудностями, вытекающими из их характера достоверности и необходимости прогноза на расчетный период. Это требует значительных объемов исследования и изучения многочисленной статистики, единой методики ее обработки, а также установление экономически оправданного расчетного уровня нагрузок. В зависимости от целей и стадий проектирования, методов расчета сетей и имеющейся информации о потребителях, величины расчетных нагрузок и способы их нормирования могут значительно меняться. Последнее можно объяснить тем, что основные потребители электрической энергии большинства предприятий работают, как правило, в режиме, отличном от длительного, что приводит к частой изменению, и в широких пределах их нагрузки в течение рабочих периодов. Если еще учесть, что двигатели отдельных машин и механизмов выбирают иногда значительно завышенной мощности, а рабочие периоды (максимумы и минимумы) нагрузок отдельных потребителей не связаны жестко между собой по времени, то сложность определения ожидаемых нагрузок будет особо трудна.

Исходными данными для определения электрических нагрузок отдельных элементов и всей системы электроснабжения являются сведения о количестве потребителей, их расположение и номинальные мощности.

Исходной базой для определения величины нагрузки от групп электроприёмников является номинальная (установленная) мощность. Номинальная мощность электроприёмника, как правило, заранее известна. Она обозначена в паспорте электроприёмника [2].

Графиком нагрузки называют график, изображающий изменение активного P и реактивного Q нагрузки во времени. Наиболее точно график нагрузки записывают регистрирующим ваттметром или варметр. Конечно, графики нагрузки подстанций и распределительных пунктов получают путем снятия показаний счетчика через равные промежутки времени - через каждые

15 минут, полчаса, час и т.д.. При этом получают ступенчатый график (рис. 1.1), координата каждой ступени которого соответствует среднему нагрузке за принятый промежуток времени 15 минут, полчаса, час и т.д.. При этом получают ступенчатый график (рис. 1.1), координата каждой ступени которого соответствует среднему нагрузке за принятый промежуток времени.

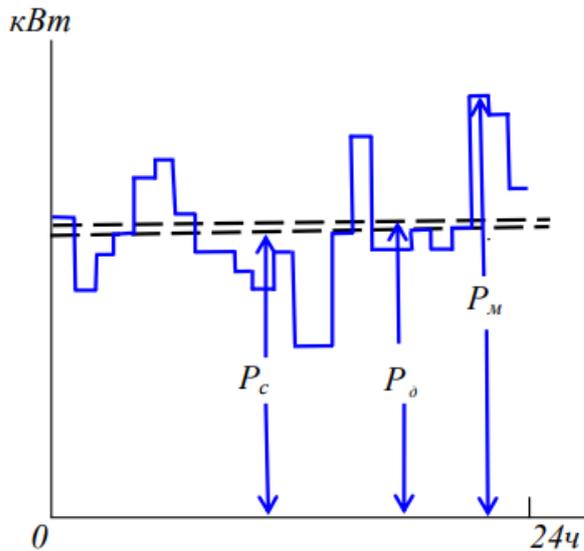


Рисунок 1.1. Суточный график активной нагрузки.

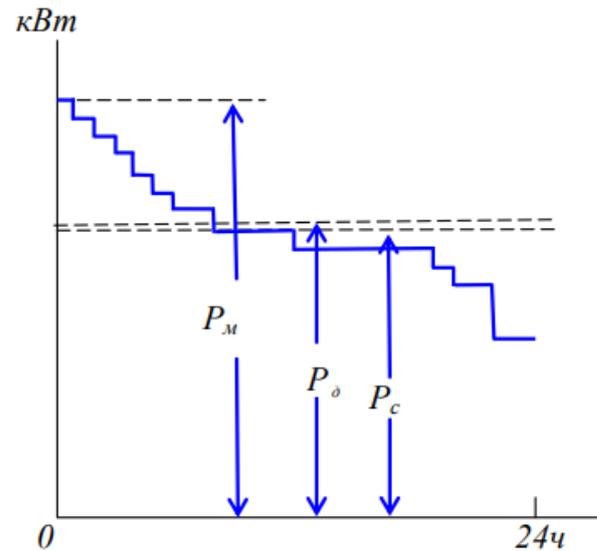


Рисунок 1.2. Суточный график активной нагрузки по продолжительности

На рис.1.2. приведен так называемый график нагрузки по продолжительности, получаемый из суточного графика нагрузки путем суммирования продолжительности существования каждой из мощностей. Каждой ординате этого графика соответствует суммарное время, в течение которого нагрузка которые не будет ниже величины интересующей нас. Площадь ограничена суточным графиком нагрузки или графиком нагрузки по продолжительности и осями координат, дает в определенном масштабе расход активной W_a или реактивной W_p энергии за соответствующий период времени.

Для характеристики графиков нагрузки применяют следующие показатели:

- коэффициент заполнения графика, равный отношению средней мощности P_c или Q_c до максимальной мощности P_m и Q_m .

- коэффициент максимума - величина, обратная коэффициенту заполнения графика.

- число часов использования максимума нагрузки, равно отношению затрат энергии за соответствующий период времени до величины максимума нагрузки.

Коэффициент заполнения графика, коэффициент максимума и число часов использования максимума нагрузки, являются взаимосвязанными величинами, зависят от количества и номинальных мощностей отдельных потребителей, режимов их работы, а также от организации работ на предприятии в целом или на данной части;

- коэффициент формы графика, равный отношению среднего квадратичного нагрузки P_E или Q_E к средней нагрузке.

Для полной характеристики графика нагрузки необходимо еще ввести показатели, определяющие его связь с номинальными мощностями и числом потребителей. Такими показателями являются:

- коэффициент загрузки, равный отношению фактического средней нагрузки $p_{с.в}$ или $q_{с.в}$ потребителя включении к его номинальной мощности.

- коэффициент использования, равный отношению средней потребляемой мощности к мощности суммарной установленной. Коэффициент использования зависит от степени загрузки и режима работы потребителей, а также от затрат мощности в сетях;

- коэффициент спроса, равный отношению максимума нагрузки к суммарной установленной мощности.

Коэффициент спроса является обобщенным показателем, учитывает степень загрузки потребителей, их коэффициент полезного действия и коэффициент полезного действия сети (расходы в потребителях и сетях), а также режим работы потребителей и несовпадение максимумов нагрузки отдельных потребителей во времени. Отсюда, в частности, следует, что коэффициент спроса выше для потребителей с длительным режимом, чем для потребителей с повторно-кратковременным и кратковременным режимами, а

при последних двух режимах работы коэффициент спроса тем ниже, чем большее число потребителей.

1.5. Потребители электрической энергии

Потребители электроэнергии весьма разнообразны в отношении преобладающих видов приемников энергии, размера и режима потребления энергии, требований к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии.

Различают следующие основные группы потребителей энергии:

1. Промышленные предприятия.
2. Электрифицированный транспорт.
3. Сельское хозяйство.
4. Бытовые потребители.

1.5.1. Промышленные предприятия

Промышленные предприятия потребляют от 30 до 70 % электроэнергии, вырабатываемой в составе ЭЭС. В данную группу входят предприятия машиностроения, черной и цветной металлургии, химической промышленности, стройматериалов, текстильных и продовольственных производств и многих иных [3].

Суммарные установленные мощности электроприемников и соответствующие им электрические нагрузки промышленных предприятий изменяются в весьма широких пределах, ориентировочно от единиц мегаватт (металлообработка, мелкое машиностроение и т.п.) до 300...500 МВт и более (крупное машиностроение, черная металлургия, электролиз алюминия и иных цветных металлов). Вместе с тем для основной части предприятий характерны мощности в пределах 30...150 МВт.

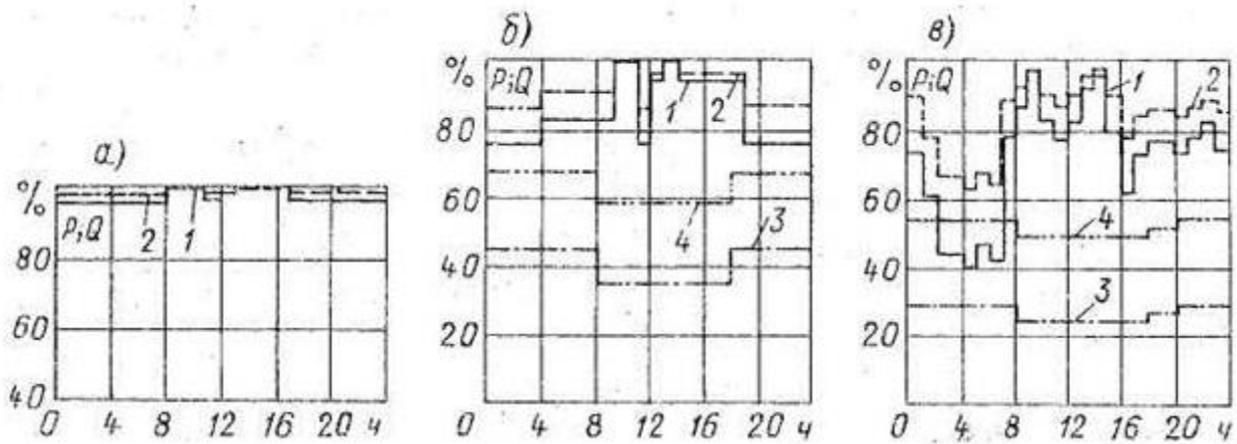


Рисунок 1.3.- Характерные суточные графики нагрузок предприятий.

а) – цветной металлургии; б)- химической промышленности; в)- автомобильной промышленности; 1- активная нагрузка рабочего дня; 2-то же, реактивная; 3- активная нагрузка выходного дня; 4 – то же, реактивная.

Большая часть промышленных производств нуждается в высокой надежности электроснабжения, допуская перерывы подачи напряжения лишь на время включения резервного питания (резервные линии, трансформаторы) в пределах 1—2 с (I категория надежности электроснабжения). Наряду с этим: а) ряд производственных процессов химической, нефтеперерабатывающей, электронной и других видов промышленности требуют практически бесперебойного электроснабжения (особая категория по ПУЭ), что осуществляется специальными резервными установками; б) ряд цехов и предприятия в целом (складские помещения, заготовка полуфабрикатов, деревообрабатывающие производства) допускают перерывы электроснабжения на время оперативных переключений дежурным персоналом в распределительных электросетях до 1 кВ и более высоких номинальных напряжений (II категория).

1.5.2. Электрифицированный транспорт

Выпрямительные подстанции электротранспорта на постоянном токе (городской, промышленный, междугородный) и понижающие подстанции междугородного электротранспорта на переменном токе питаются электроэнергией от электрических сетей электроэнергетических систем [3]. Соответственно подстанции городского электротранспорта (трамвай, троллейбус, метрополитен) располагаются на территориях городов и являются потребителями электроэнергии городских сетей. Понижающие подстанции междугородного транспорта, питающиеся непосредственно от электрических сетей энергосистем, как правило, также располагаются на территории или вблизи населенных пунктов. Понижающие подстанции междугородного электротранспорта питаются по сетям 35...110...220 кВ.

Системы электроснабжения электрического транспорта должны иметь высокую надежность электроснабжения.

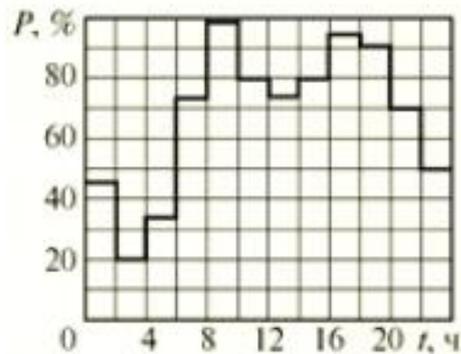


Рисунок 1.4. Суточный график нагрузки городского электрического транспорта.

1.5.3. Сельское хозяйство

Система электроснабжения сельского хозяйства включает питание электроэнергией всех потребителей, располагающихся на территории сельскохозяйственных районов [3]. Это - электроснабжение всех видов сельскохозяйственных производств, а также комплексов коммунально-бытовых

потребителей сельских населенных пунктов. Примерами потребителей электроэнергии в данной области являются животноводческие, птицеводческие, зернообрабатывающие комплексы, зерно- и овощехранилища, парниковые установки, а также жилые здания, медицинские, торговые, культурно-образовательные учреждения и т.п.. Электрические нагрузки отдельных потребителей изменяются в весьма широких пределах: от единиц киловатт для малоэтажных зданий до единиц мегаватт для животноводческих и зернообрабатывающих комплексов.

Питание электроэнергией сельскохозяйственных потребителей осуществляется преимущественно от подстанций 35...110 кВТ.

1.5.4. Бытовые потребители

К данной группе относится широкий круг зданий, расположенных в жилых районах городов и населенных пунктов [3]. Это – жилые здания, здания административно-управленческого назначения, учебные и научные заведения, магазины, здания здравоохранения, культурно-массового назначения, общественного питания и т.п. Установленная мощность электроприемников в жилых и общественных зданиях (в зависимости от типа, количества этажей и жилых секций) составляет от 100...200 кВт до единиц мегаватт.

Основными типами современных электроприемников зданий данного назначения являются приборы электрического освещения, нагревательные приборы (плиты, отопление, горячая вода), холодильники и морозильники, кондиционеры воздуха и различные приборы электронного типа (аудио-видеотехника, и т.п.). Преобладание ламп накаливания в осветительных установках и электроприемников нагревательного типа определяют высокие значения коэффициентов мощности на вводах в здания (0,9-0,95) в часы суточных максимумов нагрузок.

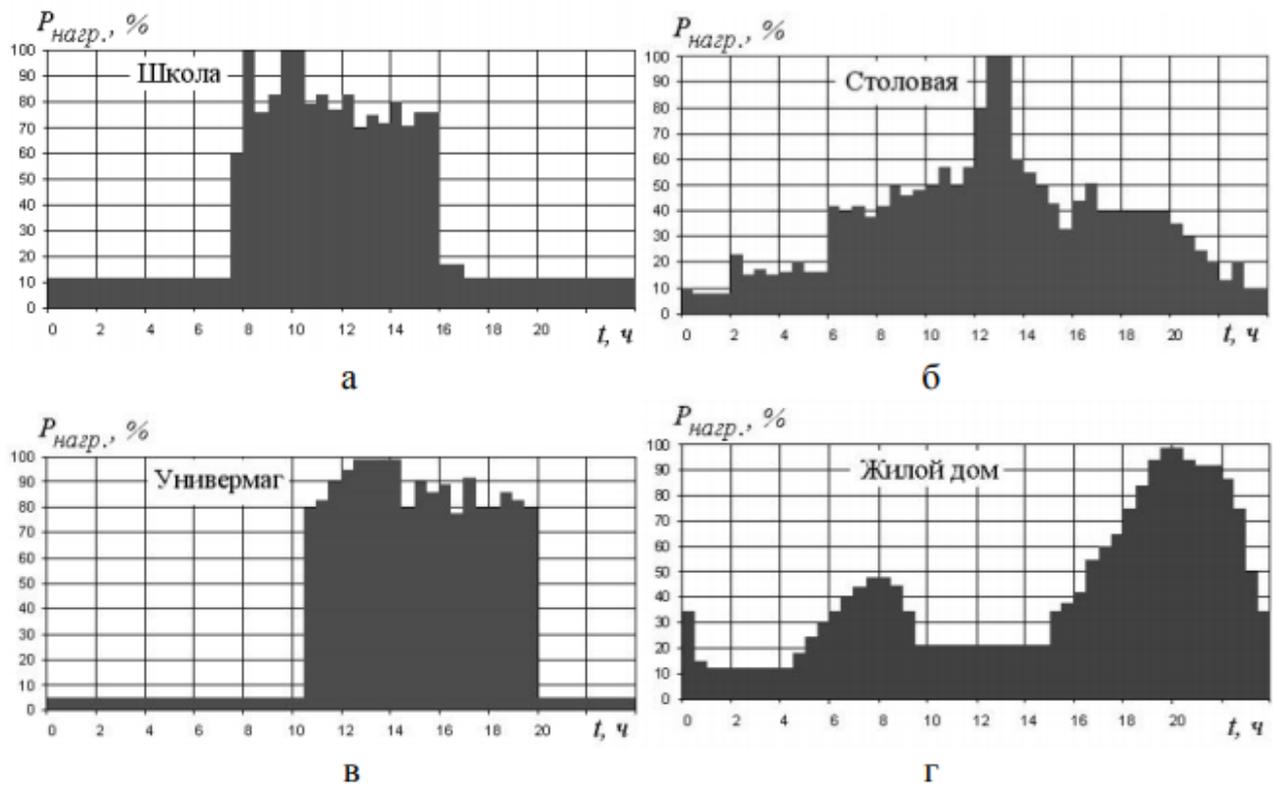


Рисунок 1.5. Суточные графики электрических нагрузок городских объектов.

1.6. Источники энергии, которые используются в комбинированной системе электроснабжения

Одним из наиболее перспективных направлений повышения энергетической эффективности локальных систем электроснабжения является использование в энергетическом балансе регионов возобновляемых источников энергии [4]. Они характеризуются экологической чистотой, высокой безопасностью, многие из них повсеместно доступны, а их ресурсы во много раз превышают обозримые потребности в энергии всего человечества. Но, не смотря на все положительные качества ВИЭ, им присущи и недостатки, основными из которых являются малая плотность, неравномерность географического распределения и нестабильность (суточная, сезонная, погодная) энергетических потоков. Несовершенство технологий также ограничивает их широкое распространение. Решение этих проблем, бесспорно, возможно и осуществимо. Уже сейчас уровень развития современной науки и техники позволяет успешно использовать ВИЭ для энергоснабжения

потребителей в целом ряде случаев. Для начала необходимо хотя-бы точно пытаться вводить данные системы в централизованную энергосистему.

В общем случае системы комбинированного электроснабжения на базе ВИЭ в зависимости от типа использования первичного энергоносителя можно разделить на группы:

- Фотоэлектрические модули.
- Ветроэлектрические установки.
- Малые гидроэлектростанции.
- Геотермальные станции.

В данной работе рассмотрены современные тенденции в области возобновляемых источников энергии, приведены классификация и различные схемы энергетических автономных установок с использованием ВИЭ.

1.6.1. Перспективы развития солнечной энергетики в Украине.

Среднегодовой потенциал солнечной энергии в Украине равен 1235 кВт·ч /м² является достаточно высоким и гораздо выше, чем, например, в Германии - 1000 кВт·ч /м² или даже в Польше - 1080 кВт·ч /м² [5]. Итак, мы имеем хорошие возможности для эффективного использования теплоэнергетического оборудования на территории Украины. Среднегодовое количество суммарной солнечной радиации, поступающей на 1 м² поверхности на территории Украины, находится в пределах: от 1070 кВт· час/м² в северной части Украины до 1400 кВт· час/м² и выше в АР Крым.

В Украине наиболее перспективными сегодня являются такие направления использования солнечной энергии как:

- Преобразование в тепловую (для горячего водоснабжения объектов, коммунально-бытового и технологического теплоснабжения, нужд сельского хозяйства)
- Преобразование в электрическую энергию постоянного тока с помощью фотопреобразователей.

Солнечные электростанции, которые еще несколько лет назад можно было встретить только на юге страны, становятся распространенным новым бизнесом практически во всех регионах. В 2017 году, по данным Госэнергоэффективности, общая мощность введенных в эксплуатацию солнечных электростанций (СЭС) составила 211 МВт. Это рекорд для материковой Украины. В 2016 году суммарный объем насчитывал около 100 МВт. До аннексии региональным лидером в постройке СЭС был Крым, где только за 2013 год мощность всех запущенных объектов была сопоставима по цифрам с нынешним рекордом.

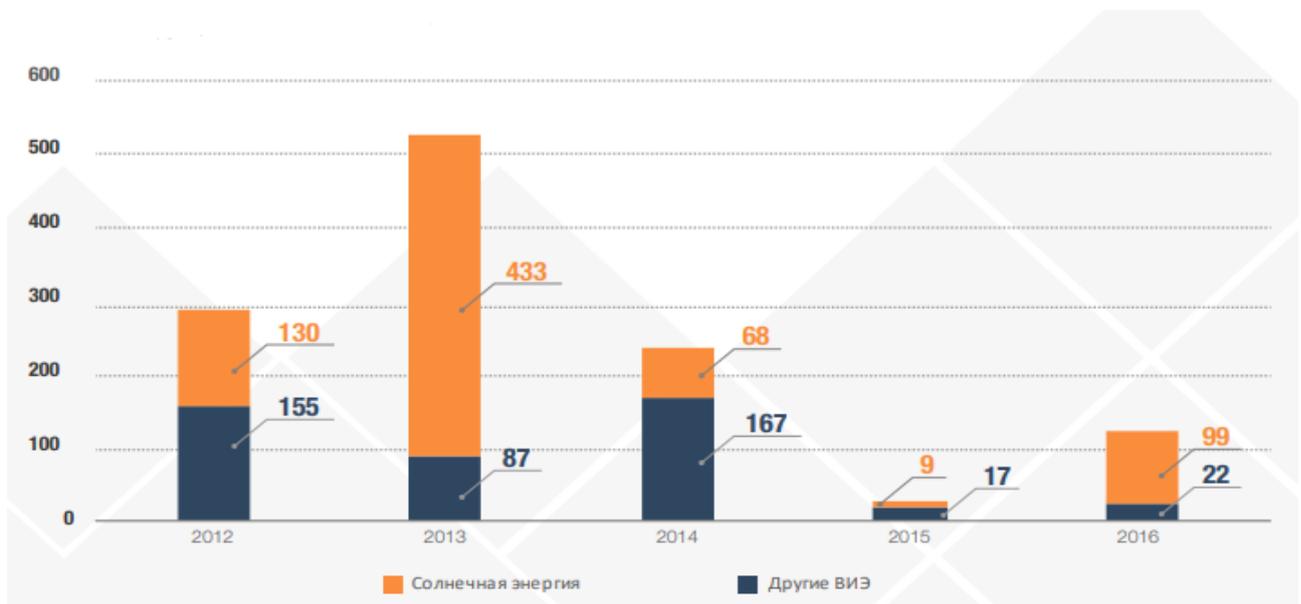


Рисунок.1.6. Динамика ввода в эксплуатацию станции ВИЭ, МВт.

С 2011 года в нашей стране построено и введено в эксплуатацию СЭС приблизительно на 800 МВт [6]. В общем объеме произведенной электроэнергии в Украине, по данным ГП Энергорынок, на солнце уже приходится 0,63%, в то время как в 2016-м – 0,36%. Это все еще небольшие цифры. Но среди всех компаний, работающих по зеленому тарифу, доля СЭС растет быстрее всего.

Западные инвесторы, которые всё чаще инвестируют в украинские СЭС, считают что местное законодательство предоставляет довольно выгодные условия по зеленому тарифу для инвесторов. После десятилетий зависимости

от российского газа Украина поставила себе цель получать 11% электроэнергии из возобновляемых источников до 2020 года. Расположение страны делает ее привлекательной. В то время как некоторые страны располагают богатыми залежами нефти, Украина имеет хорошие показатели по уровням солнечной радиации и силе ветра.

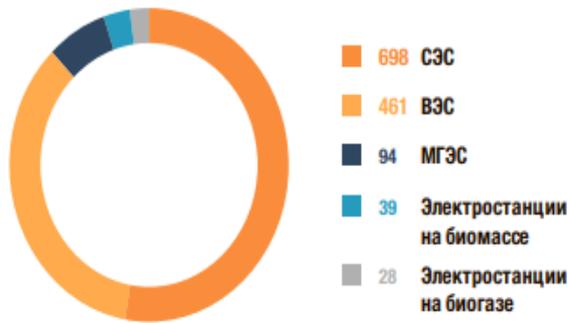


Рисунок 1.7. Структура украинского рынка возобновляемой энергетики по мощности, МВт

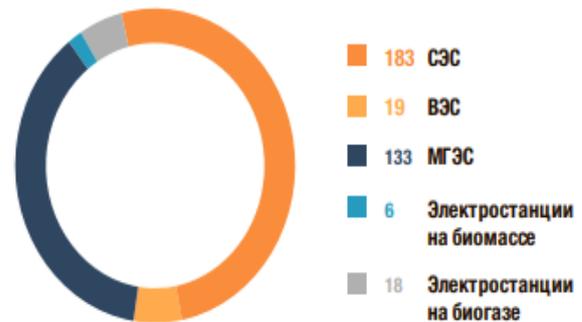


Рисунок 1.8. Структура украинского рынка возобновляемой энергетики по количеству станций, шт.

Согласно данным Государственного агентства по энергоэффективности и энергосбережению Украины, по состоянию на 1 марта 2018 года в стране работает 359 объектов возобновляемой энергетики суммарной мощностью 1320 МВт. Согласно планам НЭК «Укрэнерго» до 2020 года ее мощность может увеличиться до 4600 МВт (без учета Крыма). Примечательно, что на 15 из 183 СЭС приходится порядка 20% суммарной мощности всех СЭС. Самые крупные СЭС Украины установлены в следующих регионах: г. Кировоград (125 МВт), г. Новая Каховка, Херсонская область (120 МВт), г. Каменка, Черкасская область (100 МВт), г. Яворов, Львовская область (57 МВт), с. Приозерное, Одесская область (55 МВт).

Карта инсоляции Украины представлена на нижеследующем рисунке.



Рисунок 1.9. Карта распределения солнечной инсоляции на территории Украины.

1.6.2. Развития солнечной энергетики в Днепропетровской области

В поселке Подгородное Днепропетровской области работает солнечная электростанция на 2 МВт, которая была построена всего за полгода. Солнечная электростанция состоит из 8000 фотоэлектрических поликристаллических модулей производства китайской компании Jinko Solar. Мощность каждого модуля – 270 Вт. Модули стационарные и установлены под самым оптимальным для региона углом – 28 градусов. Солнечная станция включает 80 инверторов, каждый мощностью 25 кВт. Полная реализация проекта солнечной станции заняла полгода: с учетом проектирования, строительства, получения всех разрешений и подключения к «зеленому» тарифу. Согласно расчетам, в самые солнечные месяцы года (июнь – июль) солнечная станция будет генерировать 170 МВт-ч в месяц, тогда как в декабре ожидается 30 МВт-ч. Прогнозируемый срок окупаемости солнечной станции – 5 лет и 2 месяца.

Также в г. Никополе уже год функционирует электростанция мощностью 10 МВт. Более 32 тыс. солнечных панелей установлено на 15 га земли, а именно – на территории Никопольского завода ферросплавов.

Компании ДТЭК и China Machinery Engineering Company (СМЕС) подписали договор на проектирование и строительство солнечной электростанции (СЭС) мощностью 200 МВт в Днепропетровской области. Новая солнечная электростанция ДТЭК будет расположена вблизи г. Никополь. После завершения строительства Никопольская СЭС станет самой мощной солнечной электростанцией Украины и войдет в ТОП-3 крупнейших в Европе. Завершить строительство должны к концу 2018 – начало 2019 г. Помимо этого в Никополе уже год функционирует электростанция мощностью 10 МВт. Более 32 тыс. солнечных панелей установлено на 15 га земли, а именно – на территории Никопольского завода ферросплавов.

Помимо этого, ирландская компания «Altostrata» собирается построить солнечную электростанцию мощностью 250 МВт в Повлаградском районе вблизи села Левадки. Площадь – полтысячи гектаров. Станция должна обеспечить электричеством более 40 000 домов и предприятий. Это можно сравнить с энергопотреблением Павлограда.

Также планируется строительство электростанций в Павлоградском районе - на 30 МВт, в Днепровском районе - на 25 и на 10 МВт, в Чакаловской ОТГ -6 МВт, Покрове -24 МВт.

1.6.3. Погодные условия для солнечной энергетики в г. Днепр

Украина располагает в зоне, где солнечная радиация имеет среднюю интенсивность. Но, в то же время, на ее территории количество солнечных часов гораздо больше, чем в большинстве европейских стран. Ежегодно на территорию Украины поступает от 1000 до 1400 кВт·ч на один метр квадратный. Поэтому она прекрасно подходит для получения солнечной энергии.

Но стоит отметить, что количество солнечной радиации колеблется в зависимости от региона. Ведь на этот показатель влияют такие параметры, как:

- точные координаты местности;
- сезон и время суток;
- характеристики поверхности и атмосферы.

В приведенной ниже таблице вы можете увидеть среднегодовой уровень солнечного излучения на 1 м^2 в день. Средний показатель за последние 22 года.

Таблица 1.1. — Солнечное облучение на горизонтальной поверхности для Днепропетровской области, кВт·ч/м²/день

Янв	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.
1.21	2.00	2.98	4.05	5.57	5.60	5.70	5.08	3.66	2.27	1.20	0.96

Климат области умеренно континентальный, с мягкой малоснежной и с частыми оттепелями зимой (средняя температура января — $5\text{ }^{\circ}\text{C}$) и жарким, сухим с частыми ливнями и сильными южными ветрами летом (средняя температура июля $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$) [7]. Продолжительность периода с температурой выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет 178 дней, а безморозного периода — 187—228 дней. Осадков, большая часть которых приходится на тёплый период, в год выпадает 400—490 мм. Высота снежного покрова в среднем достигает 10-15 см, а среди неблагоприятных климатических явлений отмечаются оттепели, морозы с ветром, суховеи и пылевые бури.

1.6.4. Перспективы развития ветроэнергетики в Украине

По состоянию на начало 2018 года общая мощность ветроэнергетических установок Украины (с учетом Крыма и неподконтрольных территорий Донбасса) составляет 594,07 МВт [8]. При этом на материковой части Украины находятся 506,26 МВт ветропарков, из которых 138 МВт - на оккупированной

территории Луганской и Донецкой областей. Такие данные предоставляются в отчете о работе ветроэнергетического сектора Украины в 2017 году, подготовленного Украинской ветроэнергетической ассоциацией (УВЭА).

На начало 2018 года электроэнергию в ОЭС (Объединенную энергетическую систему) Украины по «зеленому» тарифу поставляли 273,83 МВт ветроэнергетических мощностей. По данным анкетирования производителей ветровой электроэнергии, которое проводила УВЭА, в 2017 году ветростанции поставили в сеть 970,496 млн кВт·ч электроэнергии. Объема электроэнергии, произведенной за счет энергии ветра в 2017 году, было достаточно, чтобы покрыть энергопотребности более 207 тыс. украинских домохозяйств.

С точки зрения установленных мощностей на 2018 год продолжает лидировать Запорожская область, в которой расположено одна из крупнейших в Европе ветропарков – Ботиевская ВЭС (принадлежит ДТЭК). Также на территории Запорожской области на этапе создания находятся еще несколько проектов ВЭС (их тоже развивает ДТЭК). В 2018 увеличились ветроэнергетические мощности Херсонской, Николаевской и Львовской областей. А в Ивано-Франковской области была установлена первая ветротурбина.

1.6.5. Погодные условия для ветроэнергетики в Украине

Украина обладает значительными ресурсами ветровой энергии и благодаря своим природно-климатическим характеристикам может выйти на одно из ведущих мест в мире по использованию энергии ветра [9].

Основное влияние на климат и, как следствие, на ветровой режим территории Украины оказывают Атлантический и Северный ледовитый океаны. Существенно влияют на формирование климата отдельных регионов страны также высота и направление расположения карпатских и крымских гор, Подольской, Волынской и Приднепровской возвышенностей, Донецкого кряжа,

близость других регионов к Черному и Азовскому морям и целый ряд других факторов.

Анализ многолетних наблюдений метеостанций свидетельствует о том, что на Украине преобладают ветровые потоки со среднегодовыми скоростями ветра от 5 м/с (на высоте флюгера, равной 10 м/с). Такие ветровые потоки при современном уровне развития ветроэнергетических технологий позволяют экономически обоснованно использовать выше отмеченные регионы для строительства мощных ВЭС. Кроме того, научными исследованиями, проведенными метеорологами Центральной геофизической обсерватории Украины, установлено, что в ближайшие 30...40 лет на территории Украины следует ожидать постепенное увеличение средней скорости ветра на 1...2 м/с, что будет оказывать влияние на увеличение прогнозного потенциала ВЭС.

С точки зрения использования энергии ветра на суше, наиболее благоприятными регионами являются Крым, Карпаты (Львовская, Ивано-Франковская, Закарпатская, западная часть Черновицкой области), побережье Черного и Азовского морей (Одесская, Николаевская, Херсонская, Запорожская и Донецкая области), а также Луганская область. Площади территорий, подходящих для сооружения ВЭС, оцениваются в 8...9 тыс. км². На этих территориях при использовании 20...30% площадей и при плотности строительства ВЭС 5...8 МВт/км² можно построить ВЭС общей мощностью 8...24 тыс. МВт и генерировать 16...48 млрд. кВт·ч электроэнергии в год.



Рисунок 1.10. Карта средней скорости ветра на территории Украины, м/с.

1.6.6. Малая гидроэнергетика

Суммарные запасы гидроэнергетических ресурсов значительно превышают текущие энергетические потребности, тем не менее, техническое использование гидроэнергетических ресурсов составляет не более 2-3 процентов от суммарного мирового производства электроэнергии [4].

Крупную гидроэнергетику не принято относить к возобновляемым энергоресурсам, так как для создания крупных ГЭС требуется подтопление значительных территорий сельскохозяйственного назначения. ГЭС мощностью менее 30 МВт относятся к малым ГЭС, а менее 100 кВт установленной мощности к микро ГЭС – в данном диапазоне мощностей ГЭС принято считать возобновляемыми источниками энергии.

Малые гидроэлектростанции могут эксплуатироваться до 50 лет без существенных затрат на замену оборудования. Инвестиционные затраты на

строительство ГЭС имеют значительные различия между промышленно развитыми и развивающимися странами. В развивающихся странах, например, в связи с низкой стоимостью рабочей силы затраты на общестроительные работы существенно меньше, чем в промышленно развитых странах. При условно равной стоимости оборудования и монтажных работ строительство гидроэнергетического комплекса в развивающихся странах может быть экономически более оправданным, чем в развитых странах.

Мощность ГЭС в мире составляет 1036 ГВт, из них гидроаккумулирующих — 142,1 ГВт. Крупнейшими производителями гидроэнергии (ГЭС и ГАЭС) в мире являются США, Канада, Бразилия, Китай и Россия.

В Китае доля гидроэнергетики составляет 17%, в Бразилии, Канаде, Венесуэле, Австрии — более 50%. Норвегия и Парагвай почти 100% своих потребностей в электроэнергии получают за счет гидроресурсов.

В то же время Украина, которая имеет огромные водные ресурсы, использует их лишь на 50%. Установленная мощность ГЭС и ГАЭС в Объединенные энергетической системе Украины составляет 7350 МВт.

В балансе мощности энергосистемы Украины доля гидроэлектростанций не превышает 9,1%. К тому же в Украине существует дефицит маневровых и регулирующих мощностей.

Анализ тенденций развития мировой энергетики свидетельствует, что основными ее факторами являются энергетическая безопасность, надежность энергоснабжения, энергоэффективность и экологичность.

1.6.7. Геотермальные станции

Под малой геотермальной энергетикой принято понимать геотермальные электростанции (ГеоТЭС) с установленной мощностью до 5 МВт [4]. Небольшие запасы термальных вод обнаружено и на территории Черниговской, Полтавской, Харьковской, Луганской и Сумской областей. Сотни скважин, обнаружили термальную воду и находятся в консервации, могут быть

восстановлены для их дальнейшей эксплуатации в качестве системы добычи геотермального тепла.

По прогнозам национальных планов действий по возобновляемой энергетике стран Европейского Союза электрическое применения геотермальной энергии должно почти удвоить ее производство.

1.6.8. Биоэнергетика

В зависимости от разновидностей биомассы возможны различные технологии ее энергетического использования. Выделяют следующие группы источников биомассы [4]:

- древесина, древесные отходы, торф, листья и т. п.;
- отходы жизнедеятельности людей, включая производственную деятельность;
- отходы сельскохозяйственного производства;
- специально выращиваемые высокоурожайные агрокультуры.

По европейским данным, 65% от всех возобновляемых источников – это именно биоэнергетика. В Люксембурге, Кипре, Ирландии доля биомассы во всех возобновляемых источниках энергии колеблется от 30–40%, в Эстонии, Латвии, Литве, Венгрии, Польше — до 80–95%. В 2020 вклад возобновляемых источников энергии в Европейском союзе должен достичь 20%, а, согласно новой цели, принятой Советом Европы в октябре 2014 года, к 2030 году вклад возобновляемых источников энергии должен увеличиться до 27%.

Собственно, в последнее десятилетие производство биотоплива во всем мире увеличилось в десятки раз – до около 60 млн. тонн в год. В Украине сфера биоэнергетики пока только набирает популярности. За последние четыре года производство биотоплива в среднем увеличивалось приблизительно на 42% в год.

В нашей стране уже существует 5 электростанций, работающих на твердой биомассе. Иванковская ТЭС имеет электрическую мощность 18 МВт, ТЭЦ в городе Смела вырабатывает 6 МВт электроэнергии и 18 МВт тепла. Обе

электростанции работают на древесной щепе. «3 ТЭЦ работают на лузге подсолнуха на нескольких маслоэкстракционных заводах. Кроме того, в Украине 5 электростанций, работающих на биогазе сельскохозяйственного происхождения. Крупнейшая — 5 МВт электроэнергии — на птицефабрике Орель-Лидер, компании Мироновский хлебопродукт, в Днепропетровской области. И еще около 5 электростанций работают на биогазе из полигонов и свалок твердых бытовых отходов. Их средняя мощность — 1 МВт электроэнергии

1.7. Вывод по разделу:

В результате аналитического обзора научно-технической информации можно сделать вывод о следующем:

- Современный уровень развития технологий позволяет интенсивно и качественно развиваться таким передовым технологиям энергетики, как возобновляемые источники энергии, в том числе гелиоэнергетики, ветроэнергетики, биоэнергетики, гидроэнергетики и пр.

- Правительства различных государств уделяют большое внимание повышению энергетической эффективности и инвестиционной привлекательности проектам с возобновляемыми источниками энергии, что позволило вывести альтернативную энергетику на передовой уровень, демонстрируя свои неоспоримые преимущества в генерации электрической энергии.

- Анализ литературных источников, показал что Украина имеет благоприятное расположение территории с точки зрения использования возобновляемых ресурсах в целях электроснабжения. В частности, исходя из карт распределения солнечного потенциала, и данных о скоростях ветра по областям Украины, Днепропетровская область является пригодной в целях дальнейшего выбора конкретной локации расположения объектов с использованием ВИЭ.

- Среди различных видов ВИЭ необходимо выделить ветроэнергетику и гелиоэнергетику, так как данные энергетические отрасли могут найти свое применение практически повсеместно. При этом установки могут применяться как для нужд потребителей малых мощностей, так и в крупных энергетических системах.

Раздел 2. Оценка энергетического потенциала возобновляемых источников энергии, которые могут быть использованы в системе электроснабжения

Возобновляемые источники энергии различных стран и континентов делятся на валовой, технический и экономический потенциалы. Каждая страна мира в зависимости от своего географического положения и существующих технологий имеет свои приоритетные виды ВИЭ, причем каждый из них имеет свои прогнозируемые потенциалы, которые постоянно корректируются.

Кроме того, что климат каждой страны вносит свои коррективы в интенсивность развития энергетики ВИЭ, так же в самих технологиях возобновляемых источников энергии происходят изменения с целью более эффективного использования потенциала как определенного вида ВИЭ, так и за счет их комплексного использования.

Поскольку современный темп повышения эффективности технологий энергетики ВИЭ очень высок, то при оценке её возможностей следует в первую очередь обращать внимание на технический потенциал, т.к. он показывает, какое из направлений энергетики ВИЭ следует развивать в первоначально.

2.1. Определение валового потенциала солнечной энергетики

Валовый (теоретический) потенциал солнечной энергии региона — это среднесуточная суммарная энергия солнечного излучения, падающая на площадь региона в течение одного года W_B , кВт·ч/м². Его значение определяется исходя из данных о солнечной инсоляции выбранной местности.

Анализ солнечной инсоляции для Днепропетровского региона осуществлялся на базе данных Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства – ведомства NASA. Полученные согласно сайту NASA значения за последние 22 года сведены в таблицу (1.1.) [25].

На основании этих данных построен график распределения среднего значения ежесуточной инсоляции на протяжении года на горизонтальную поверхность площадью 1 м^2 .

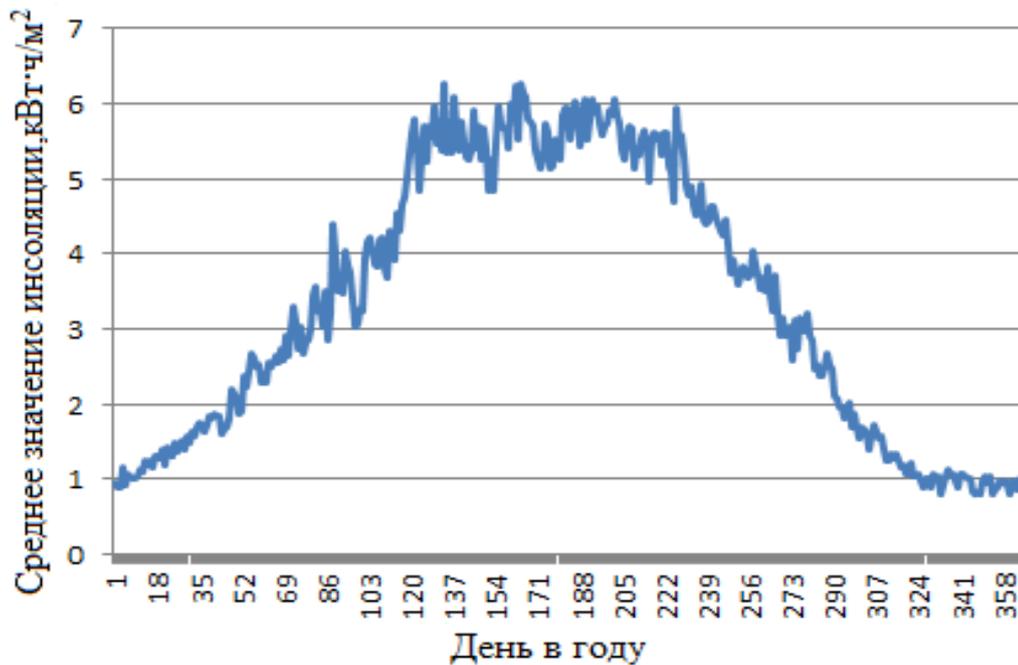


Рисунок 2.1.- График распределения среднего значения ежесуточной инсоляции на протяжении года на горизонтальную поверхность площадью 1 м^2 .

Исходя из полученных значений получаем наименьшее среднее значение инсоляции $0,79 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{м}^2$, в то время как наибольшее среднее значение – $6,5 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{м}^2$. Таким образом, видим, что значение солнечного излучения в течении года сильно изменяется. Годовая инсоляция, исходя из найденных среднесуточных значений за выбранный период определяется по формуле [17]:

$$E = \sum_{i=1}^n E_i ;$$

где, n – количество дней в году, принимаем $n = 365$ (без учета високосных лет);

E_i – удельная инсоляция i -го дня в году.

Тогда рассчитаем все среднесуточные значения в Microsoft Excel и получаем:

$$E = 1228,17 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{м}^2;$$

Валовый потенциал солнечной энергии в Днепровском регионе за год:

$$W_{\text{ВЦ}} = E \cdot S_{\text{МЦ}};$$

где, $S_{\text{М}}$ – площадь всей Днепровской области $S_{\text{МЦ}} = 31\,923 \cdot 10^6 \text{ м}^2$.

$$W_{\text{ВЦ}} = 1228,17 \cdot 31923000000 = 39\,207 \text{ ГВт} \cdot \text{час}.$$

2.2. Определение технического потенциала солнечной энергетики

Технический потенциал солнечной энергии региона — это среднесуточная суммарная энергия, которая может быть получена в регионе от солнечного излучения в течение одного года при современном уровне развития науки и техники и соблюдении экологических норм [17].

Значение технического потенциала зависит от следующих параметров:

- Угол установки ФЭМ относительно горизонта;
- Габариты применяемых ФЭМ;
- Температурный коэффициент панели;
- Мощность солнечного модуля.

Выбор угла зависит от широты местности, а так же может быть изменен, в зависимости от того, какой оптимизации в производстве энергии необходимо добиться. Так, он может быть уменьшен от оптимального значения, если фотоэлектрическая система работает в летний период и увеличен, если фотоэлектрическая система эксплуатируется в основном в осенне-зимний период, или принят средним по значению, если фотоэлектрическая система предназначена для круглогодичной эксплуатации. Оптимального угла наклона для Днепровского региона при круглогодичном использовании панелей составляет $\alpha_{\text{оп}} = 38^\circ$.

Полученное значение оптимального угла наклона дает возможность определить значение инсоляции для солнечной установки.

Расчет среднего значения инсоляции для наклонной производим по следующей формуле:

$$E_{\text{д}} = \frac{E_i}{\cos \alpha_{\text{оп}}} \text{ кВт} \cdot \text{час}/\text{м}^2;$$

Выполним расчет для определения средней инсоляции на м^2 для всех дней в году.

Результаты расчетов приведены на рисунке 2.2.

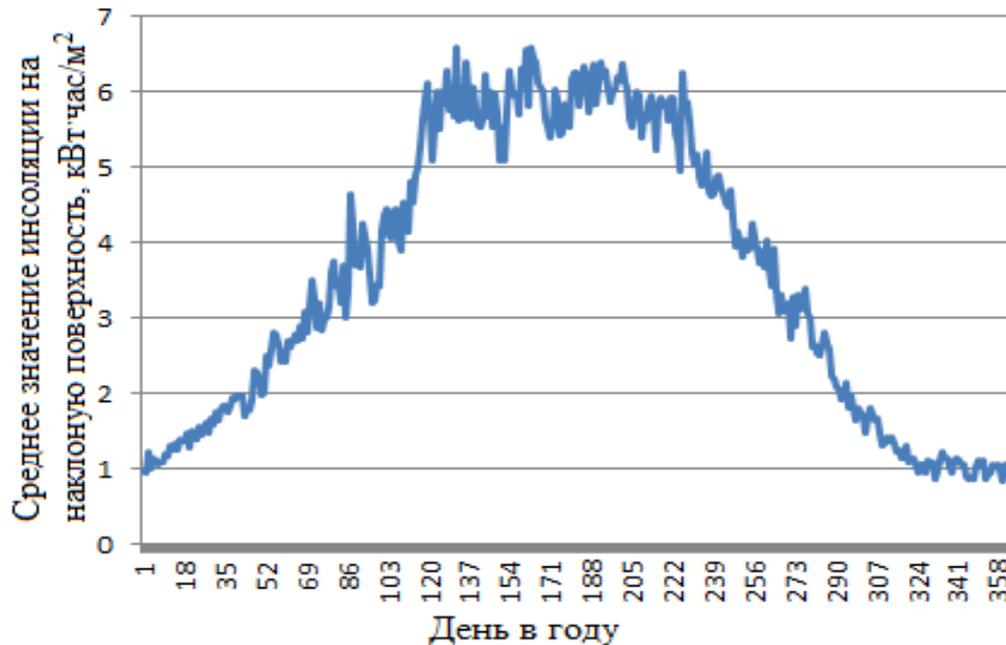


Рисунок 2.2. — Распределение среднего значения солнечной инсоляции на наклонной поверхности под углом 38° на протяжении года

Как видно из графика оптимизация выработки за счет наклонной установки ФЭМ повышает максимальную и минимальную инсоляцию.

Далее необходимо выбрать солнечную панель. Имеющиеся на сегодняшний день солнечные батареи имеют различные массогабаритные параметры, поэтому выбираем размеры панели произвольно, чисто для определения размеров солнечной батареи. Выбираем солнечную панель Altek ASP-265P-60 со следующими параметрами: Высота (h) – 1650мм; Ширина (b) – 1000 мм.

Тогда площадь солнечной панели с такими параметрами будет равна:

$$S_{\text{ФЭМ}} = h \cdot b = 1650 \cdot 1000 = 1650000 \text{ мм}^2 = 1,65 \text{ м}^2 .$$

Выполним пересчет солнечной инсоляции в соответствии с расчетным значением площади падения солнечного излучения для каждого дня в году и основываясь на рассчитанных данных строим график.

Расчет выполняем по формуле:

$$E_s = E_d \cdot S_{\text{ФЭМ}}$$

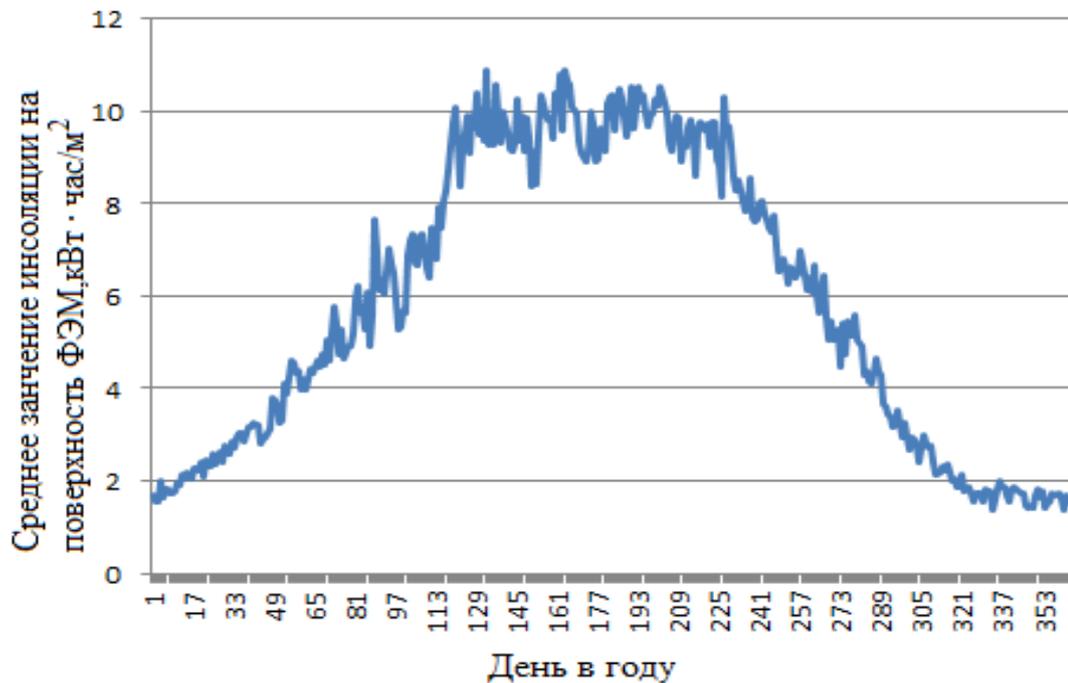


Рисунок 2.3 — Распределение среднего значения солнечной инсоляции на наклонной поверхности площади ФЭМ на протяжении года.

Важную роль на коэффициент полезного действия оказывает температура среды в которой функционирует солнечная панель. Как правило, производитель солнечных батарей указывает технические параметры батареи при температуре 25°C. Отклонение температуры от температуры нормальных условий значительно влияет на значение мощности на выходе преобразователя солнечной энергии. В связи с этим при определении технического потенциала необходимо учитывать температуру в которой функционирует панель.

Согласно базе данных NASA среднее значение температуры для Днепровского региона составляет $t_{\text{cp}} = 9^\circ\text{C}$.

Определяем отклонение значения средней температуры от значения температуры при нормальных условиях:

$$t_{\text{раз}} = t_{\text{н.у.}} - t_{\text{ср}} = 25 - 9 = 16^{\circ}\text{C}.$$

Согласно данным базы данных NASA находим среднее значение радиации для года:

$$E_s = 3,36 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

Значение поступающей энергии при данном отклонении температуры:

$$E_{\text{ПОД}} = t_{\text{раз}} \cdot K_t = 16 \cdot (-0,50) = -8\%.$$

где, K_t - температурный коэффициент;

В процентном отношении от номинального КПД значение:

$$\eta_{\text{доля}} = (\eta_{\text{ном}} \cdot E_{\text{пад}})/100 = (16,2 \cdot 8)/100 = 1,3\%.$$

Находим коэффициент полезного действия при средней температуре года:

$$\eta_{\text{рас}} = \eta_{\text{ном}} - (-\eta_{\text{доля}}) = 16,2 + 1,3 = 17,5\%$$

Определяем фактическое среднее значение с учетом отклонения температуры:

$$E_{\text{мод}} = (\eta_{\text{рас}} \cdot E_s)/100 = (17,5 \cdot 3,36)/100 = 0,58 \text{ кВт} \cdot \text{час}.$$

По данной методике было рассчитано средние значения фактической энергии, вырабатываемой солнечным модулем для одного дня, в условиях Днепровского региона.

График распределения выработки в каждый из 365 дней в году были присчитаны в программе Microsoft Excel и приведен на рис 2.4.

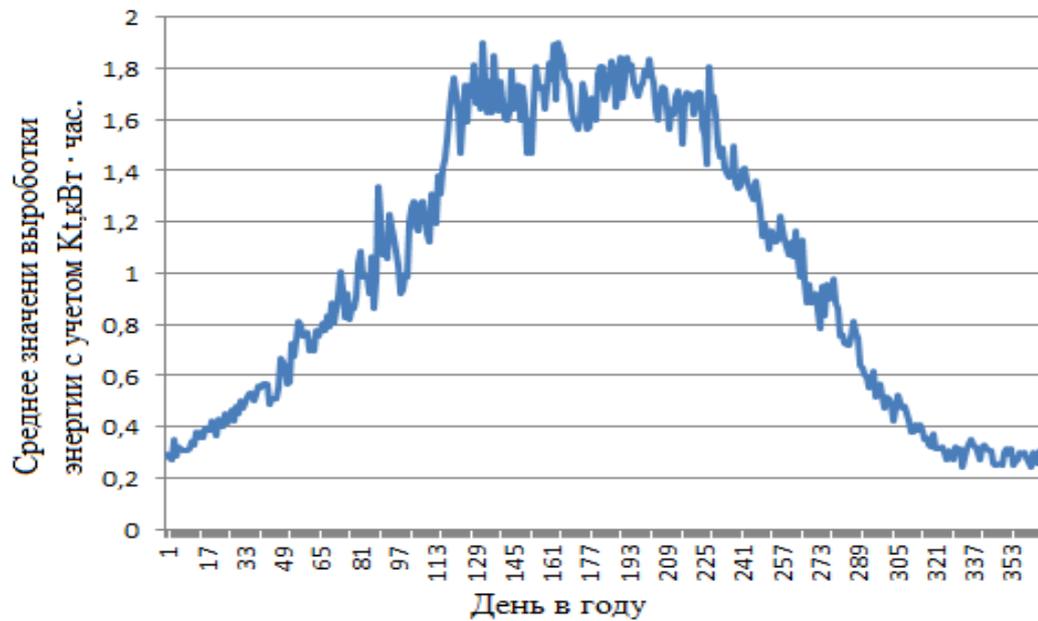


Рисунок 2.4. – График распределения среднего значения выработки в каждый из 365 дней в году с учетом средней инсоляции за последние 22 года.

При этом суммарный годовой технический потенциал, который можно получить с одного ФЭМ:

$$W_{\text{т.ФЭМ}} = 372,3 \text{ кВт} \cdot \text{час.}$$

2.3.Определение валового потенциала ветроэнергетики

Как известно, об эффективности применения ВЭС можно говорить, если среднегодовая скорость ветра превышает 5 м/с. Кроме того, использование энергии ветра посредством ВЭС связано с определенными проблемами. Неравномерность и непостоянство ветрового потока приводит к значительному изменению частоты вращения ветроколеса ветроэлектрической установки (ВЭУ) и, соответственно, колебаниям напряжения, частоты тока и отдаваемой мощности. Сброс или подключение нагрузки также являются дестабилизирующими факторами [15].

Оценка энергетического потенциала альтернативных источников энергии включает в себя оценку валового и технического потенциала. Для оценки ветроэнергетики конкретного региона используются средние многолетние скорости ветра, данные об изменениях скорости ветра в различные сезоны,

распределения повторяемостей скорости ветра по градациям в разные сезоны, направления ветров различных скоростей и поправочные коэффициенты.

Валовый ресурс (потенциал) ветровой энергетики региона (страны) – это часть среднесуточной суммарной ветровой энергии, которая доступна для использования на площади региона (страны) в течение одного года.

Валовый потенциал ветровой энергетики определяется по формуле

$$W_B = 0,025 \rho T S \sum_{i=1}^n v_i^3 t_i$$

где, ρ – плотность воздуха, кг/м³ ;

$T = 8760$ – число часов в году; $S = 31923000000$ м² – площадь территории, м² ;

v – среднесуточная скорость ветра в диапазоне i ;

t – вероятность нахождения скорости в диапазоне i .

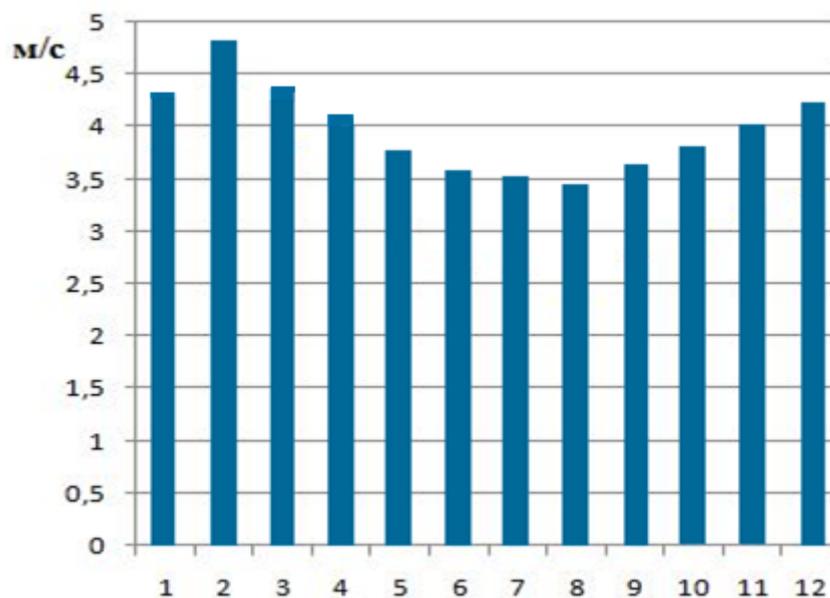


Рисунок 2.5.-График среднегодовой скорости ветра по месяцам на уровне 10 метров для Днепропетровского региона.

Средняя скорость ветра в Днепропетровском районе на уровне 10 метров составляет 4,1 м/с.

С высотой скорость ветра возрастает. Предположим, что ветроколесо будет функционировать минимум на высоте 25 метров, тогда:

$$V_2 = V_1 \cdot \left(\frac{H_1}{H_0}\right)^k = 4,1 \cdot \left(\frac{25}{10}\right)^{0,167} = 4,8 \text{ м/с}$$

где V_2 – скорость ветра на заданной высоте;

V_1 – скорость ветра на известной высоте (принято 10 м.);

H_1 – заданная высота (25 м.);

H_0 – высота измерения;

k – эмпирический показатель шероховатости подстилающей поверхности, для Украины используют 0,167.

Количество попаданий найденных скоростей в определенный интервал определяется по формуле:

$$t_i = \frac{r_i}{R} \cdot 100\%;$$

где, r_i – определенный интервал;

R – общее количество значений скоростей ветра.

В соответствии с приведенной формулой был построен график в программе Microsoft Excel, повторяемости скоростей ветра, который приведен на рисунок 2.6..

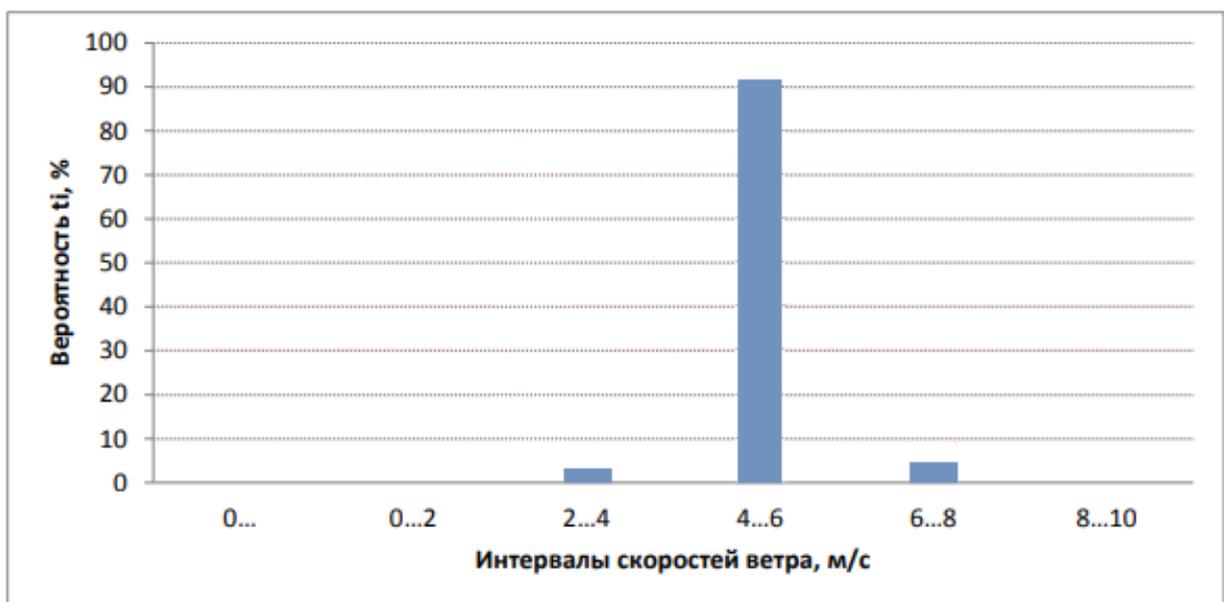


График 2.5. – График повторяемости скорости ветра в интервалах на уровне 25 метров над уровнем моря.

Таким образом, можно сказать, что скорость в диапазоне 4..6 м/с является преобладающей и составляет 91%.

Помимо параметров воздушных масс необходимо в зависимости от температуры окружающей среды определить удельную плотность воздуха по формуле:

$$\rho = \rho_0 \cdot \frac{288}{(T_{0.c.} + 273)};$$

где, ρ_0 - номинальная плотность воздуха при температуре 15 °С, $\rho_0 = 1,244$ кг/м³ ;

T_K - температура окружающей среды, °С.

$$\rho = 1,244 \cdot \frac{288}{(9 + 273)} = 1,317$$

Теперь определяем валовый потенциал ветровой энергии по следующей формуле:

$$W_B = 0,025 \rho T S \sum_{i=1}^n v_i^3 t_i = 91\,596 \cdot T B_T.$$

2.4. Определение технического потенциала ветроэнергетики

Технический ресурс ветровой энергетики региона (страны) это часть валового потенциала ветровой энергетики, которая может быть использована при современном уровне развития технических средств и соблюдения экологических норм [16].

Технический ресурс ветровой энергетики:

$$W_{\text{тп}} = W_{\text{вп}} \cdot C_p \cdot \eta_{\Gamma} \cdot \eta_p \cdot \frac{S_{\text{ТВ}}}{S_{\text{мц}}}.$$

где, C_p – коэффициент использования ветра, который имеет сложную зависимость от скорости ветра. Максимально достигнутое значение для ветрогенераторов с горизонтальной осью вращения 0,4...0,45. Принимаем $C_p = 0,4$.

η_r , η_p – коэффициенты полезного действия генератора и редуктора ветроустановки соответственно, значения которых чаще всего принимают 0,9.

$S_{ТВ}$ – зона территории, которая по техническим и экологическим параметрам может быть пригодна для размещения на ней ветроустановок.

Данный параметр выбираем произвольно. Возьмем 1% от площади региона, то есть $S_{ТВ}=31\ 923\cdot 10^4\ \text{м}^2$.

Тогда находим технический потенциал:

$$W_{ТП} = 91\ 596\cdot 10^{12} \cdot 0,4\cdot 0,9 \cdot \frac{31923\cdot 10^4}{31923\cdot 10^6} = 329\ 745\ \text{ГВт}$$

Сравним полученные значения и узнаем долю технического потенциала в валовом потенциале:

$$\frac{W_{ТП}}{W_{ВП}} = \frac{329745}{91596000} = 0,0035 \text{ или } 0,35\%$$

2.5. Вывод по разделу:

Днепропетровский регион имеет значительный потенциал для использования возобновляемых источников энергии. В данном разделе был произведен расчет технического и валового потенциала для солнечной и ветровой энергетики. По результатам расчета валовый потенциал составил 39 207 ГВт · час и технический 372,3 кВт · час, которые можно получить с одной ФЭМ для солнечной энергетики. И для ветровой энергетики 91 596 ГВт и 329 745 ГВт соответственно. Доля технического потенциала в валовом для ветроэнергетики составляет 0,35%.

Использование энергии возобновляемых источников позволит решить ряд проблем в энергообеспечении отдалённых и труднодоступных районов сельской местности, в значительной мере децентрализовать общую энергетическую систему, экономить импортируемое топливо и одновременно улучшить экологию, создать благоприятные условия жизни населения.

Раздел 3. Система комплексного энергоснабжения

Возобновляемые источники энергии нашли широкое применение в качестве автономных и резервных систем электроснабжения (СЭС) современных индивидуальных домов, коттеджей, других мелких потребителей[18]. Такие системы позволяют обеспечить потребителя электроэнергией, как при полном отсутствии централизованной системы электроснабжения, так и при временных сбоях в работе СЭС. Но наибольший интерес представляют комбинированные системы, способные не только в полной мере выполнять функции резервного и автономного электроснабжения, но и существенно уменьшать потребление электрической энергии от централизованной СЭС. Максимальный эффект может быть получен при условии создания интеллектуальной системы управления режимами энергопотребления и специально разработанной схемы подключения потребителя к сети.

3.1. Децентрализованная система электроснабжения

Основными факторами, определяющими режимы электропотребления населенного пункта, обеспечиваемого электроэнергией от автономной энергетической системы, являются численность жителей и виды электрических нагрузок, которые в общем случае подразделяется на [27]:

- индивидуальные потребители небольшой мощности от единиц до десятков кВт – коттеджи и загородные дома, метеостанции, вышки сотовой связи, полевые объекты и экспедиции, фермерские хозяйства, пограничные, радарные и навигационные посты и т. д.;
- групповые непромышленные потребители установленной мощностью от десятков до сотен кВт – отдельные крупные жилые здания и микрорайоны, различные объекты социальной сферы, торговые предприятия и учреждения здравоохранения, деревни, сёла, посёлки малоэтажной застройки и т. д.;
- промышленные предприятия с установленной мощностью от

сотен до тысяч кВт – главным образом предприятия нефтегазодобывающей отраслей.

Существенное влияние на режимы электропотребления могут оказывать географические, климатические и технические характеристики конкретного населенного пункта: среднегодовая температура воздуха, количество зимних и летних дней, уровень комфортности коммунально-бытовой сферы и т.п.

3.1.1. Структура децентрализованной системы электроснабжения

В связи с переменным характером графиков электропотребления и энергетического потенциала возобновляемого источника энергии, в схему энергосистемы должно входить устройство накопления электроэнергии [10]. Обобщенная структура автономных ветровых и солнечных электростанций показана на рисунке 3.1.

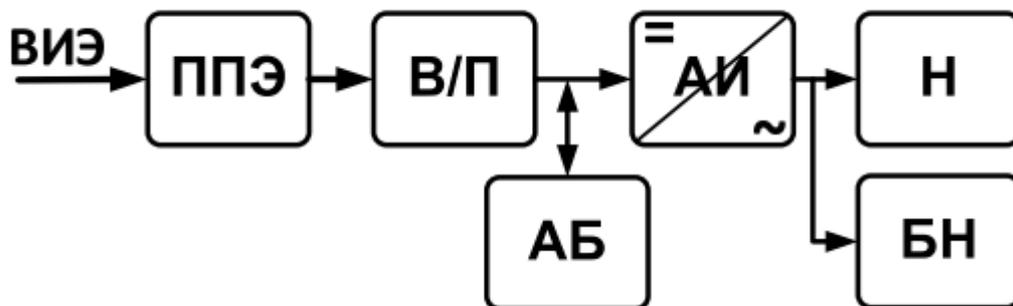


Рисунок 3.1 – Автономная установка возобновляемой энергетики
 ВИЭ-возобновляемый источник энергии, ППЭ-преобразователь первичного энергоресурса, В/П-выпрямитель или преобразователь электроэнергии, АКБ-аккумуляторная батарея, АИ - автономный инвертор, Н- нагрузка, БН-балластная нагрузка

В данной схеме нагрузка через автономный инвертор питается от аккумуляторной батареи. Пиковая мощность нагрузки определяется мощностью накопителя и инвертора. Средняя мощность нагрузки на

конкретном временном интервале определяется положительным энергетическим балансом накопителя, когда его энергия, полученная от ВИЭ, превышает энергию отданную в нагрузку (с учетом коэффициентов полезного действия и рациональных режимов работы энергетического оборудования, в первую очередь аккумуляторных батарей). Балластная нагрузка принимает возможные излишки электроэнергии, не востребованные в текущий временной интервал нагрузкой и аккумуляторной батареей.

Из-за ощутимых суточных изменений потенциала ветра и солнечного излучения, которые обычно не соответствуют сезонным изменениям графиков энергопотребления, электроснабжение децентрализованных объектов только от возобновляемых источников практически невозможно. Диапазон их использования, как правило, ограничен отдельными потребителями мощностью в пределах единиц кВт.

3.1.2. Гибридные системы электроснабжения с дублирующими дизельными электростанциями

Использование ДЭС и нестабильного возобновляемого источника электроснабжения позволяет построить универсальные энергокомплексы с неплохими технико-экономическими характеристиками, надежно обеспечивающими электроснабжение различных децентрализованных объектов [10].

Вариация энергетического комплекса с двумя источниками каждый из которых способен покрывать в определенные временные интервалы потребности электрической нагрузки характеризуется максимумом возможностей по замещению дизельной генерации энергией возобновляемого источника. Сокращение времени работы дизельной части энергокомплекса обеспечивает максимум экономии дизельного топлива и увеличивает срок эксплуатации ДЭС.

Возможность отключения дизельной электростанции в периоды высокого значения потенциала возобновляемых источников энергии достигается

усложнением состава гибридного энергокомплекса и системой управления его элементами.

Схема гибридной системы электроснабжения рассматриваемого типа приведена на рисунке 3.2.

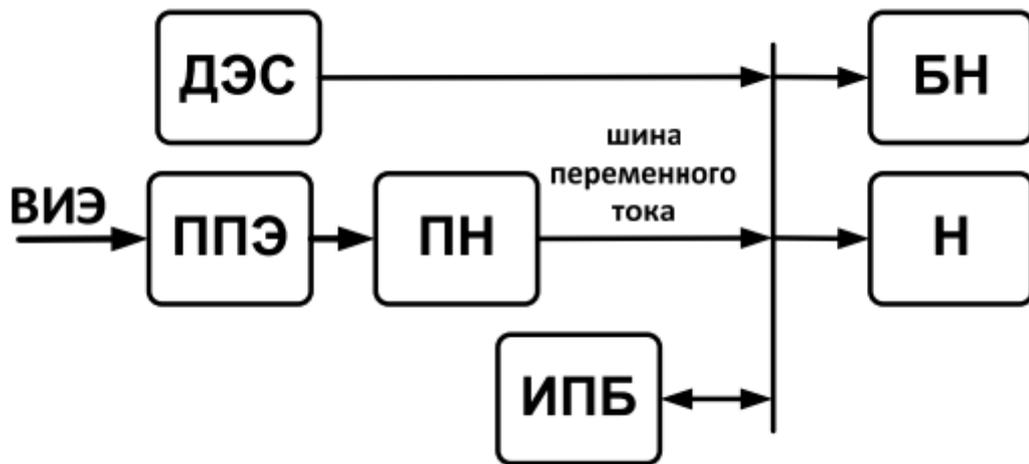


Рисунок 3.2.- Гибридный энергетический комплекс с дублирующей ДЭС.

ДЭС-дизельная электростанция, ППЭ- преобразователь первичного энергоресурса, ПН-преобразователь напряжения, ИПБ- источник бесперебойного питания, Н- нагрузка, БН- балластная нагрузка

Данная схема гибридного энергетического комплекса предусматривает объединение различных источников электроэнергии на шине переменного тока.

В период высокого потенциала возобновляемого энергоресурса ДЭС отключается. Колебания потребляемой и генерируемой от ВИЭ мощности демпфируется запасом энергии в аккумуляторах ИПБ, что позволяет уменьшить количество запусков ДЭС.

В зависимости от соотношения установленных мощностей ДЭС и установок возобновляемой энергетики в гибридном комплексе может предусматриваться раздельная работа этих энергоисточников или режим их параллельной работы на общую нагрузку.

3.1.3. Гибридные системы электроснабжения с совместной ветро-солнечно-дизельной генерацией

Общая работа ДЭС и установок возобновляемой энергетики наиболее рационально осуществляется как работа ветровой и фотоэлектрической станции на электрическую сеть, образованную дизельной электростанцией [10]. ДЭС в этом случае рассматривается как основной источник электроэнергии, а участие в генерации возобновляемых источников электроэнергии позволяет экономить часть топлива.

По условиям устойчивости системы электроснабжения, определяемым соотношением мощностей ДЭС и сетевых инверторов гелиостанций или ветроэлектростанций, мгновенная мощность возобновляемой части энергетического комплекса не должна превышать 40-50% мощности ДЭС.

Схема такого комплекса приведена на рис 3.3.

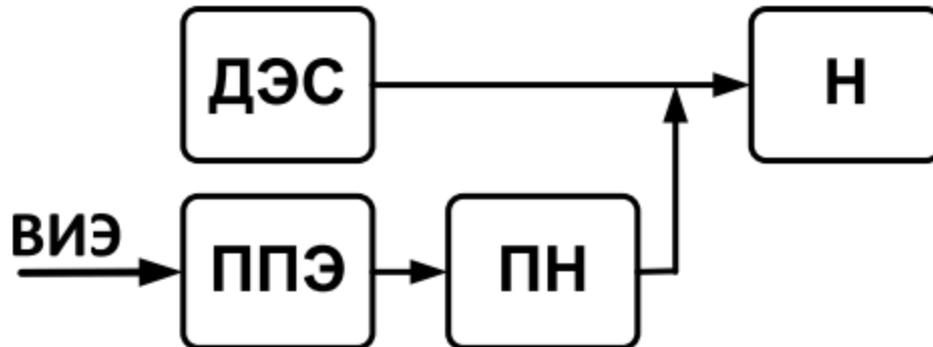


Рисунок 3.3. Гибридный энергетический комплекс с постоянно работающей ДЭС

Достоинством подобных комплексов является их простота, позволяющая снизить требования к системе управления и свести к минимуму состав оборудования.

Недостатком подобных комплексов является сравнительно небольшой объем замещения дизельной генерации в определенных ситуациях.

3.2. Интеграция централизованной и децентрализованной системы электроснабжения

Возможность работы возобновляемых источников энергии как на общую с централизованными источниками сеть, так и на индивидуальных потребителей (например, промышленные и агропромышленные предприятия) создает хорошие условия для совместной работы секторов централизованного и децентрализованного производства энергии [11]. Такие системы электроснабжения могут быть двух видов:

1) Сетевая ветро-солнечная электростанция. Такие электростанции работают синхронизировано с внешней электрической сетью. В основном режиме функционирования потребители получают энергию от ВИЭ, а при недостаточном её количестве она поступает от внешней сети, а при её излишке – отдаётся в промышленную сеть. В этом режиме АБ, как правило, не используются.

2) Система резервного электроснабжения. В основном режиме функционирования в таких системах источником электроэнергии для потребителей является внешняя электрическая сеть. При пропадании внешней сети, источником питания для потребителей являются ВСЭ и АБ или традиционные АИЭ.

В соответствии с вышеизложенным, децентрализованная система энергоснабжения может применяться для энергоснабжения потребителей трех типов, включая:

1) автономное энергоснабжение, при котором возобновляемые источники энергии используются обособленно в изолированных энергосистемах;

2) пиковое и резервное энергоснабжение на базе возобновляемых источников в зоне действия централизованной системы;

3) децентрализованная генерация энергии в зоне действия централизованной системы, при которой ВИЭ используются в качестве основного источника, при этом его работа согласована с централизованной системой.

В двух последних случаях системы децентрализованности приобретают ряд привлекательных свойств, позволяющих рассматривать их как основу для нового этапа развития энергетики. В числе таких свойств называют:

- 1) повышение энергетической независимости потребителей;
- 2) сглаживание пиковых нагрузок;
- 3) снижение уровня необходимого резервирования мощности;
- 4) минимизацию транспорта энергоносителей;
- 5) сокращение потерь при транспорте вторичных энергоносителей;
- 6) возможность использования местных энергоресурсов.

3.3. Расчет комбинированной системы электроснабжения для многоквартирного дома

Рассмотрим в качестве объекта децентрализованной системы электроснабжения жилой 5-этажный дом на 60 квартир.

Согласно нормативам усредненная нагрузка обычной квартиры составляет около 3,7 кВт с учетом коэффициента использования электрооборудования (бойлер, телевизор, компьютер, холодильник, электрочайник и др.). Тогда 60 квартир потребляют около 220 кВт.

Для расчета возьмем 3 солнечные электростанции мощностью 10 кВт, 20 кВт и 30 кВт, и рассчитаем экономию электроэнергии для многоквартирного дома для каждого случая на протяжении всего года.

Для примера расчета изначально рассчитаем солнечную электростанцию на 20 кВт.

Основные характеристики солнечной станции приведены в таблице 3.1.

Мощность станции, кВт	20кВт
Фотомодуль	Amerisolar AS-6P30-275W
Инвертор:	HUAWEI SUN2000-20KTL
Площадь, м ²	129.2
Количество фотомодулей	76 шт
Мощность фотомодуля	275 Вт
Тип кристалла фотомодуля	Поликристаллический кремний
Высота фотомодуля, мм	1640мм
Ширина фотомодуля, мм	992мм

Таблица 3.2.– Ежемесячное усредненное значение инсоляции в Днепре на горизонтальной поверхности по времени.

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
06.00	0.04	0.09	0.18	0.28	0.43	0.43	0.42	0.36	0.26	0.16	0.07	0.04
09.00	0.20	0.28	0.39	0.49	0.60	0.57	0.61	0.57	0.47	0.33	0.19	0.17
12.00	0.15	0.24	0.32	0.39	0.49	0.48	0.51	0.48	0.36	0.23	0.12	0.11
15.00	0.00	0.02	0.06	0.12	0.20	0.22	0.23	0.18	0.07	0.02	0.00	0.00
18.00				0.00	0.01	0.06	0.06	0.03				

Таблица 3.3. – Ориентировочная среднемесячная выработка солнечной энергии, кВт

Зима	Весна	Лето	Осень
28,424	75,031	114,323	58,52

Таблица 3.4. – Расчет для построения графика для многоквартирного дома в зимний период (декабрь, январь, февраль)

Время	Нагрузка дома, кВт	Мощность СЭС, кВт	Инсоляция, кВт·ч/м ²	Количество панел, шт	Мощность панели,кВт	Потребление с компенсц.кВт
1:00	4	0	0	76	0,275	4
2:00	3,5	0	0	76	0,275	3,5
3:00	3	0	0	76	0,275	3
4:00	3	0	0	76	0,275	3
5:00	4	0	0	76	0,275	4
6:00	6	0,836	0,04	76	0,275	5,164
7:00	12	1,672	0,08	76	0,275	10,328
8:00	13	2,508	0,12	76	0,275	10,492
9:00	12	3,135	0,15	76	0,275	8,865
10:00	9	4,389	0,21	76	0,275	4,611
11:00	8	4,598	0,22	76	0,275	3,402
12:00	7,5	4,389	0,21	76	0,275	3,111
13:00	8,5	3,762	0,18	76	0,275	4,738
14:00	8	2,09	0,1	76	0,275	5,91
15:00	7	1,045	0,05	76	0,275	5,955
16:00	7	0	0	76	0,275	7
17:00	8,5	0	0	76	0,275	8,5
18:00	12	0	0	76	0,275	12
19:00	16	0	0	76	0,275	16
20:00	18	0	0	76	0,275	18
21:00	19	0	0	76	0,275	19
22:00	15	0	0	76	0,275	15
23:00	9	0	0	76	0,275	9
0:00	6	0	0	76	0,275	6
Всего	219	28,424	1,36	76	0,275	190,576

Рисунок 3.4- График нагрузки для многоквартирного дома в зимний период

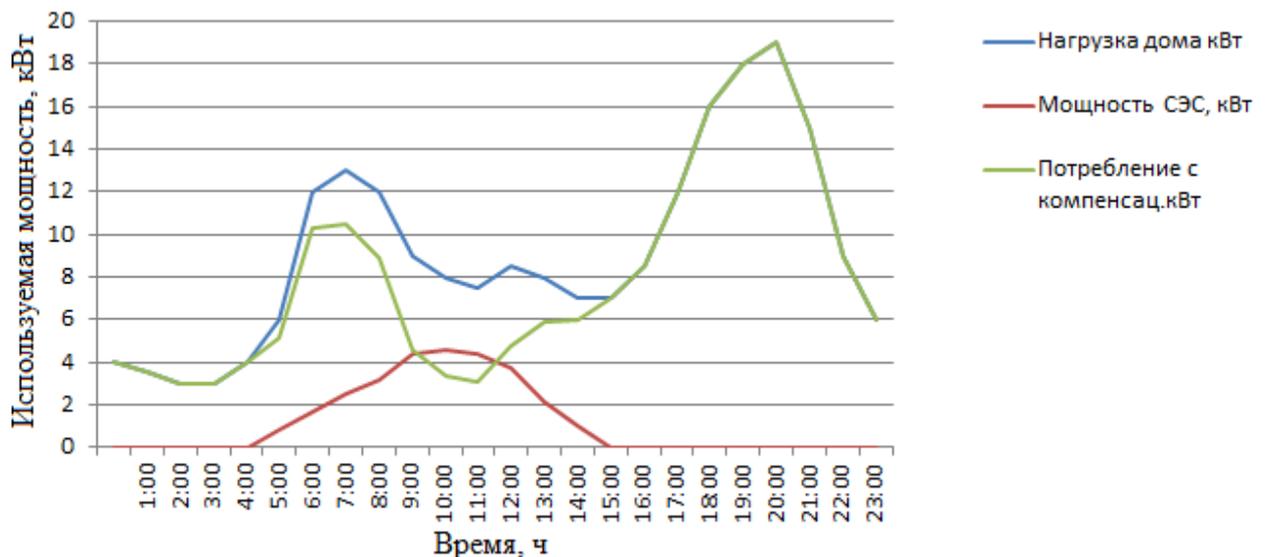


Таблица 3.5. –Расчет для построения графика для многоквартирного дома в весенний период (март,апрель,май)

Время	Нагрузка дома кВт	Мощность СЭС, кВт	Инсоляция, кВт-ч/м2	Количество панел, шт	Мощность Панели,кВт	Потребление с компенсц.кВт
1:00	4	0	0	76	0,275	4
2:00	3,5	0	0	76	0,275	3,5
3:00	3	0	0	76	0,275	3
4:00	3	0	0	76	0,275	3
5:00	4	0,627	0,03	76	0,275	3,373
6:00	6	3,762	0,18	76	0,275	2,238
7:00	12	5,643	0,27	76	0,275	6,357
8:00	13	7,315	0,35	76	0,275	5,685
9:00	12	8,569	0,41	76	0,275	3,431
10:00	9	9,405	0,45	76	0,275	-0,405
11:00	8	8,987	0,43	76	0,275	-0,987
12:00	7,5	8,778	0,42	76	0,275	-1,278
13:00	8,5	7,942	0,38	76	0,275	0,558
14:00	8	6,479	0,31	76	0,275	1,521
15:00	7	5,016	0,24	76	0,275	1,984
16:00	7	3,135	0,15	76	0,275	3,865
17:00	8,5	1,881	0,09	76	0,275	6,619
18:00	12	0,627	0,03	76	0,275	11,373
19:00	16	0	0	76	0,275	16
20:00	18	0	0	76	0,275	18
21:00	19	0	0	76	0,275	19
22:00	15	0	0	76	0,275	15
23:00	9	0	0	76	0,275	9
0:00	6	0	0	76	0,275	6
Всего	219	78,166	3,71	76	0,275	140,834

Рисунок 3.5- График нагрузки для многоквартирного дома в весенний период

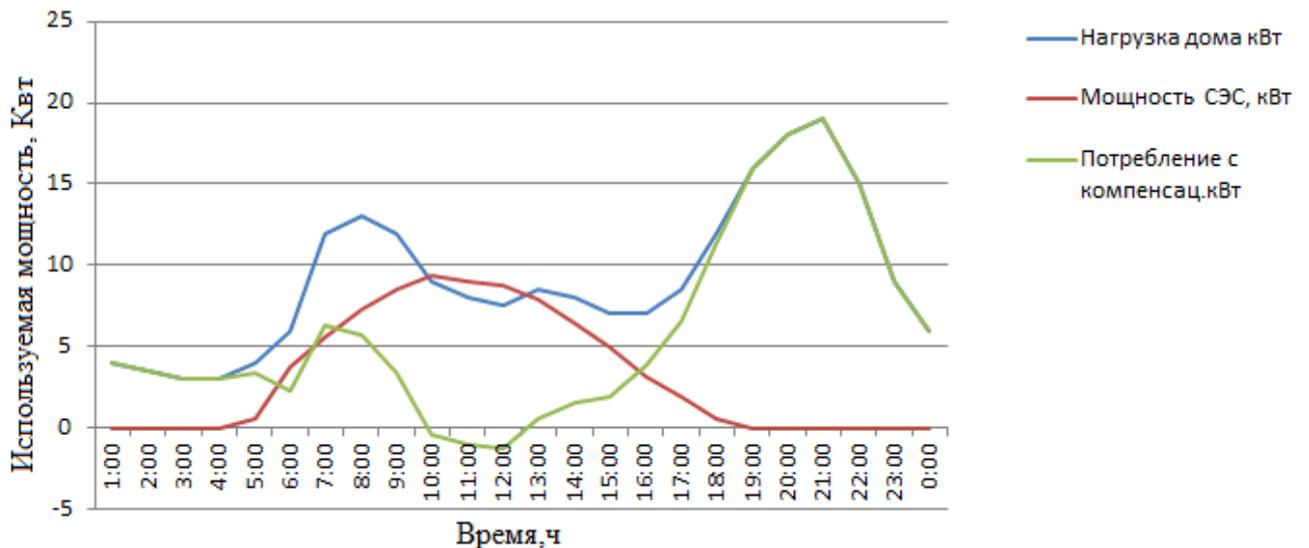


Таблица 3.6. – Расчета для построения графика для многоквартирного дома в летний период (июнь, июль, август).

Время	Нагрузка дома кВт	Мощность СЭС, кВт	Инсоляция, кВт·ч/м ²	Количество панел, шт	Мощность панели,кВт	Потребление с компенсац.кВт
1:00	4	0	0	76	0,275	4
2:00	3,5	0	0	76	0,275	3,5
3:00	3	0	0	76	0,275	3
4:00	3	1,045	0,05	76	0,275	1,119
5:00	4	2,926	0,14	76	0,275	1,074
6:00	6	4,807	0,23	76	0,275	1,193
7:00	12	7,942	0,38	76	0,275	4,058
8:00	13	8,987	0,43	76	0,275	4,013
9:00	12	10,45	0,5	76	0,275	1,55
10:00	9	11,495	0,55	76	0,275	-2,495
11:00	8	11,704	0,56	76	0,275	-3,704
12:00	7,5	11,495	0,55	76	0,275	-3,995
13:00	8,5	10,659	0,51	76	0,275	-2,159
14:00	8	10,241	0,49	76	0,275	-2,241
15:00	7	9,405	0,45	76	0,275	-2,405
16:00	7	7,942	0,38	76	0,275	-0,942
17:00	8,5	5,643	0,27	76	0,275	2,857
18:00	12	3,972	0,19	76	0,275	8,029
19:00	16	2,09	0,1	76	0,275	13,91
20:00	18	0,418	0,02	76	0,275	17,582
21:00	19	0	0	76	0,275	19
22:00	15	0	0	76	0,275	15
23:00	9	0	0	76	0,275	9
0:00	6	0	0	76	0,275	6
Всего	219	121,22	5,8	76	0,275	97,78

Рисунок 3.6. – График нагрузки для многоквартирного дома в летний период

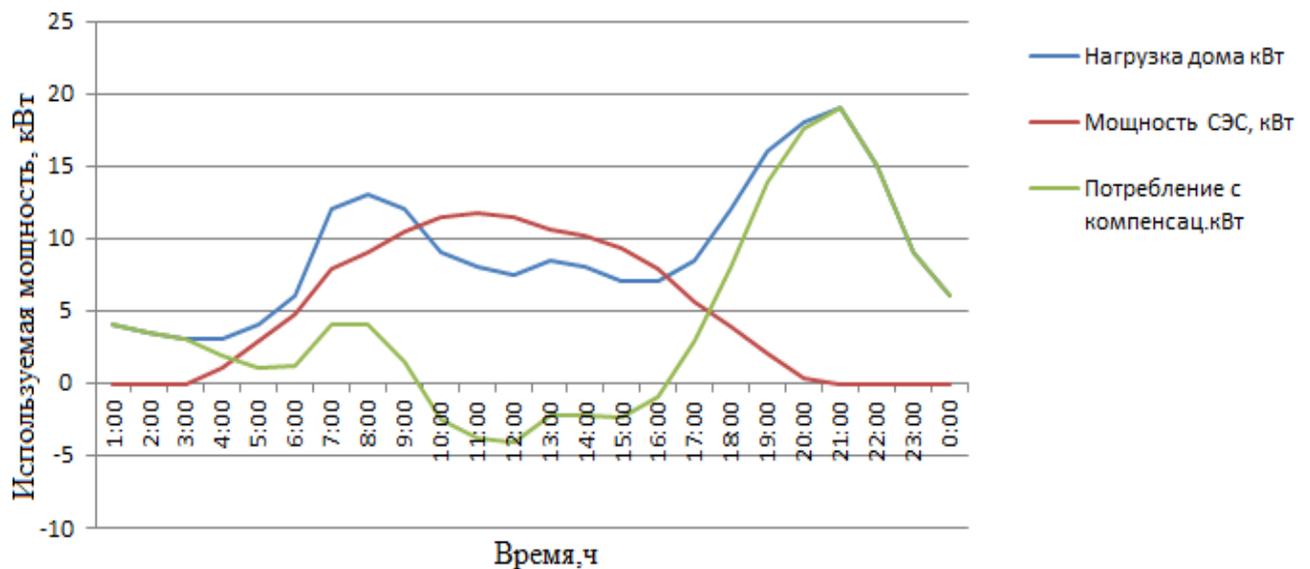
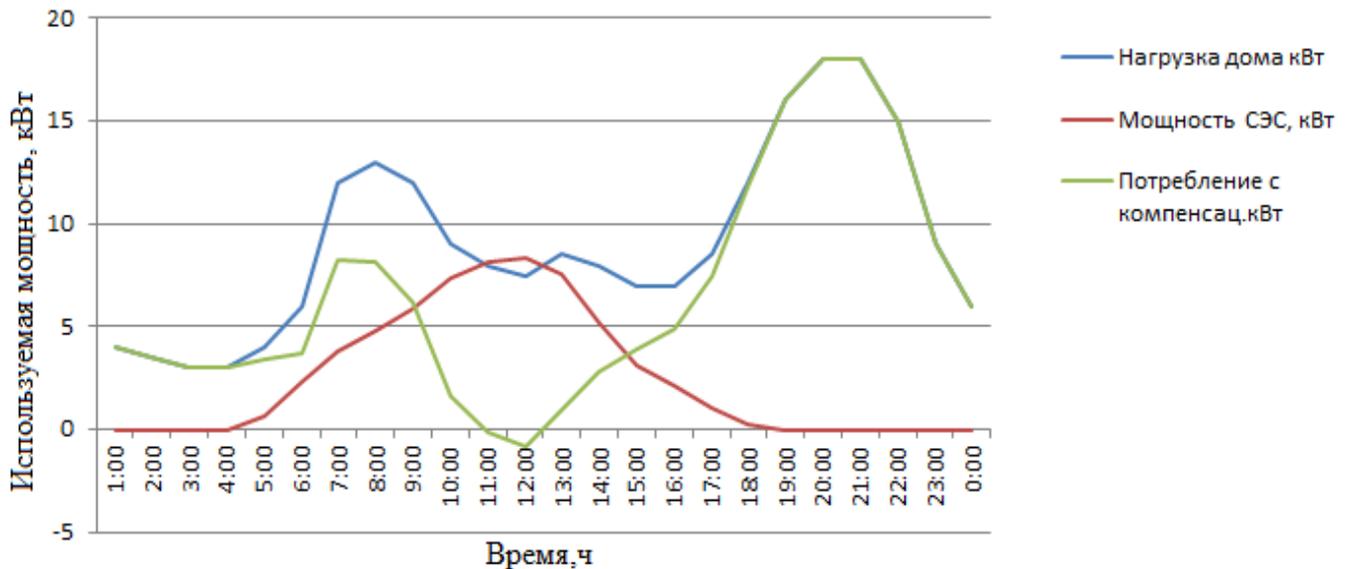


Таблица 3.7. – Расчета для построения графика для многоквартирного дома в осенний период (сентябрь, октябрь, ноябрь).

Время	Нагрузка дома кВт	Мощность СЭС, кВт	Инсоляция кВт·ч/м ²	Количество панел, шт	Мощность панели, кВт	Потребление с компенсц.кВт
1:00	4	0	0	76	0,275	4
2:00	3,5	0	0	76	0,275	3,5
3:00	3	0	0	76	0,275	3
4:00	3	0	0	76	0,275	3
5:00	4	0,627	0,04	76	0,275	3,373
6:00	6	2,299	0,11	76	0,275	3,701
7:00	12	3,762	0,18	76	0,275	8,238
8:00	13	4,807	0,23	76	0,275	8,193
9:00	12	5,852	0,28	76	0,275	6,148
10:00	9	7,315	0,35	76	0,275	1,685
11:00	8	8,151	0,39	76	0,275	-0,151
12:00	7,5	8,36	0,4	76	0,275	-0,86
13:00	8,5	7,524	0,36	76	0,275	0,976
14:00	8	5,225	0,25	76	0,275	2,775
15:00	7	3,135	0,15	76	0,275	3,865
16:00	7	2,09	0,1	76	0,275	4,91
17:00	8,5	1,045	0,05	76	0,275	7,455
18:00	12	0,209	0,01	76	0,275	11,791
19:00	16	0	0	76	0,275	16
20:00	18	0	0	76	0,275	18
21:00	18	0	0	76	0,275	18
22:00	15	0	0	76	0,275	15
23:00	9	0	0	76	0,275	9
0:00	6	0	0	76	0,275	6
Всего	219	60,401	2,89	76	0,275	158,599

Рисунок 3.7.- График нагрузки для многоквартирного дома в осенний период.



Теперь рассчитаем количество энергии без учета работы солнечной электростанции по формуле:

$$W_{\text{Б.К.}} = P_{\text{н.}} \cdot T \cdot n,$$

где, $P_{\text{н}}$ – используемая мощность, кВт·ч/день;

T – период работы потребителя, дней, $T = 30$;

n – количество месяцев, $n = 3$.

$$W_{\text{н.д.}} = 219 \cdot 30 \cdot 3 = 19,8 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч}$$

Количество энергии, которая была выработана солнечной электростанцией за сезон:

$$W_{\text{СЭС}} = P_{\text{вир.}} \cdot T \cdot n = 28,424 \cdot 30 \cdot 3 = 2,6 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч}$$

Количество энергии для многоквартирного дома с учетом работы солнечной электростанции:

$$W_{\text{к.}} = W_{\text{Б.К.}} - W_{\text{СЭС}} = 19,8 - 2,6 = 17,6 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч}$$

Аналогично произведены расчеты для каждого варианта работы электростанции на протяжении четырех сезонов, результаты предоставлены в таблице 3.2.

Рисунок 3.8. – График нагрузки для многоквартирного дома и солнечной электростанции на 10 кВт в зимний период

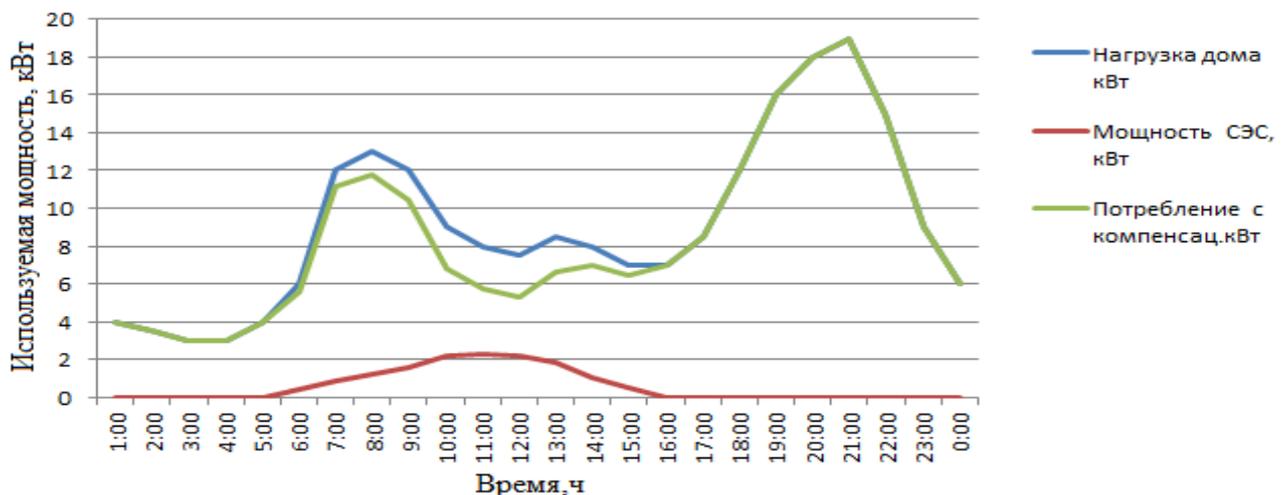


Рисунок 3.9. – График нагрузки для многоквартирного дома и солнечной электростанции на 10 кВт в весенний период

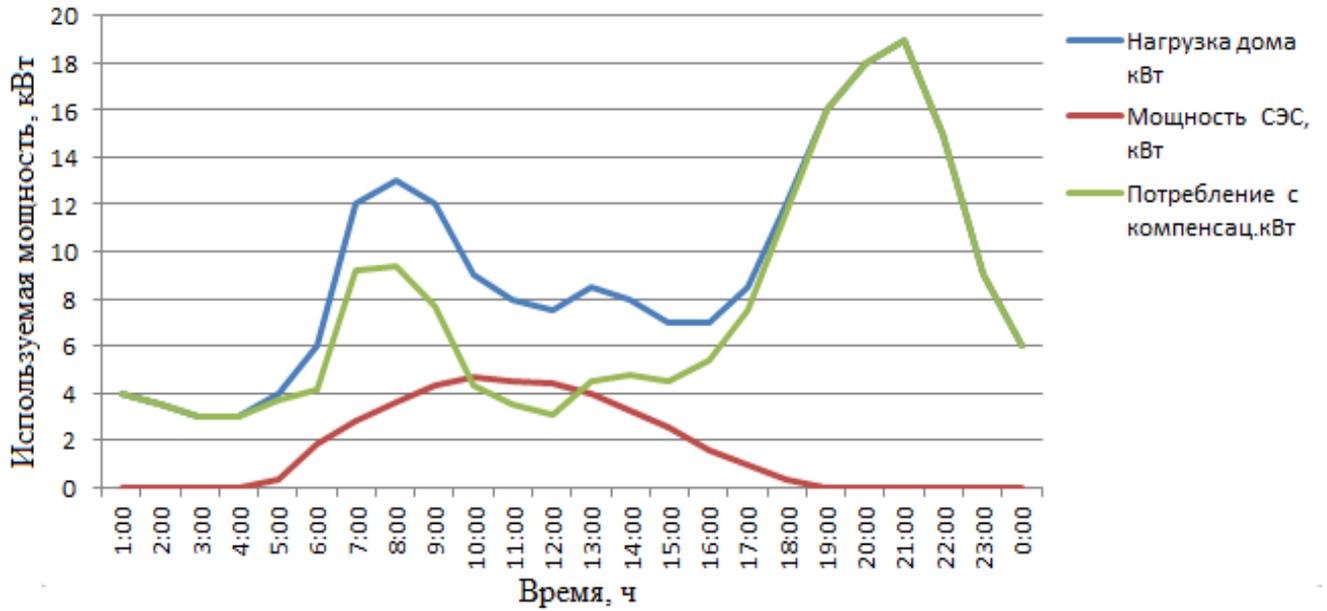


Рисунок 3.10. – График нагрузки для многоквартирного дома и солнечной электростанции на 10 кВт в летний период

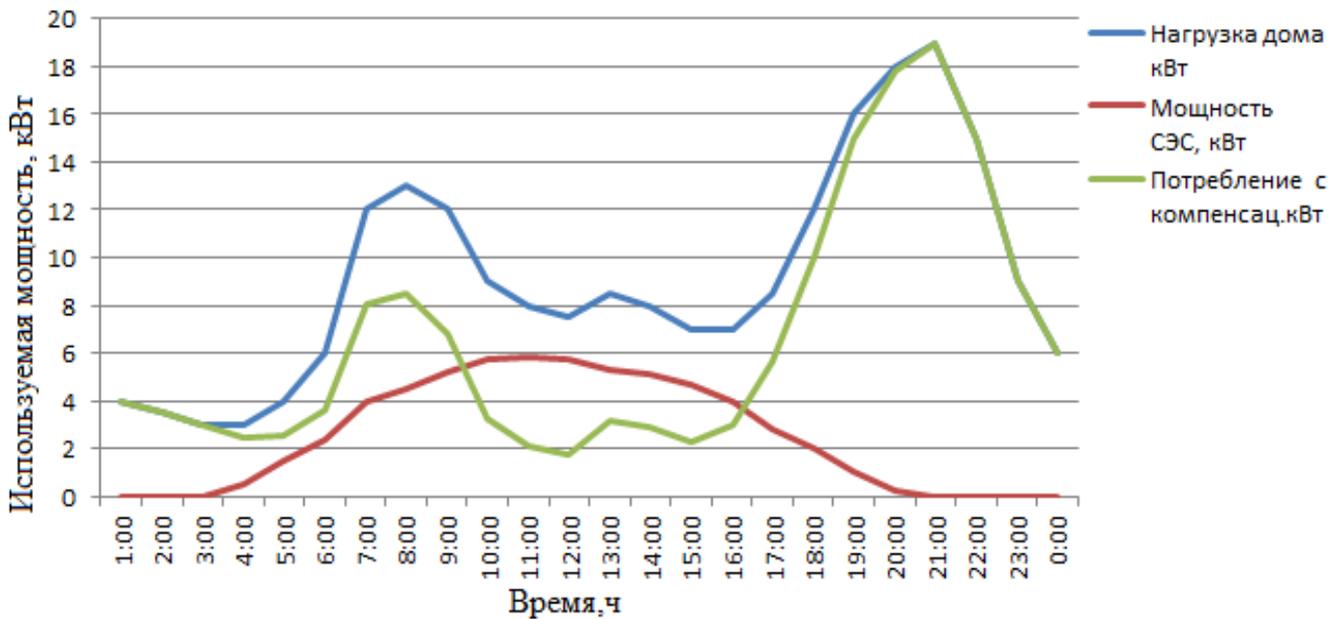


Рисунок 3.11. – График нагрузки для многоквартирного дома и солнечной электростанции на 10 кВт в осенний период

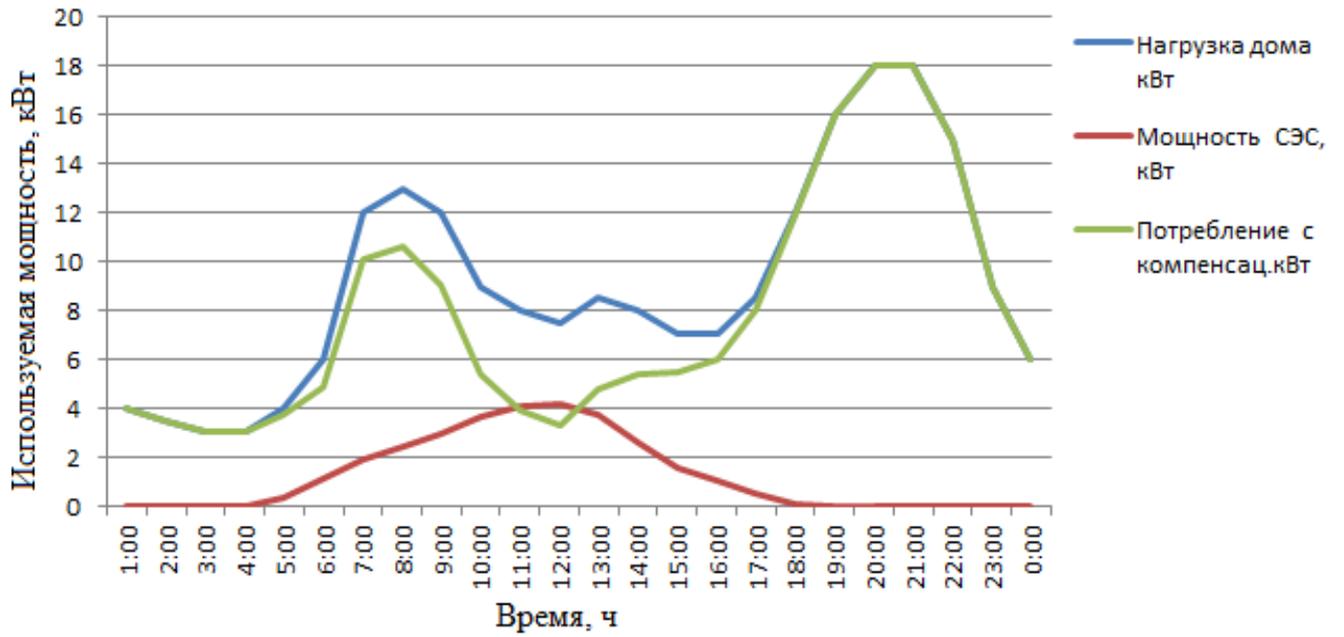


Рисунок 3.12. – График нагрузки для многоквартирного дома и солнечной электростанции на 30 кВт в зимний период

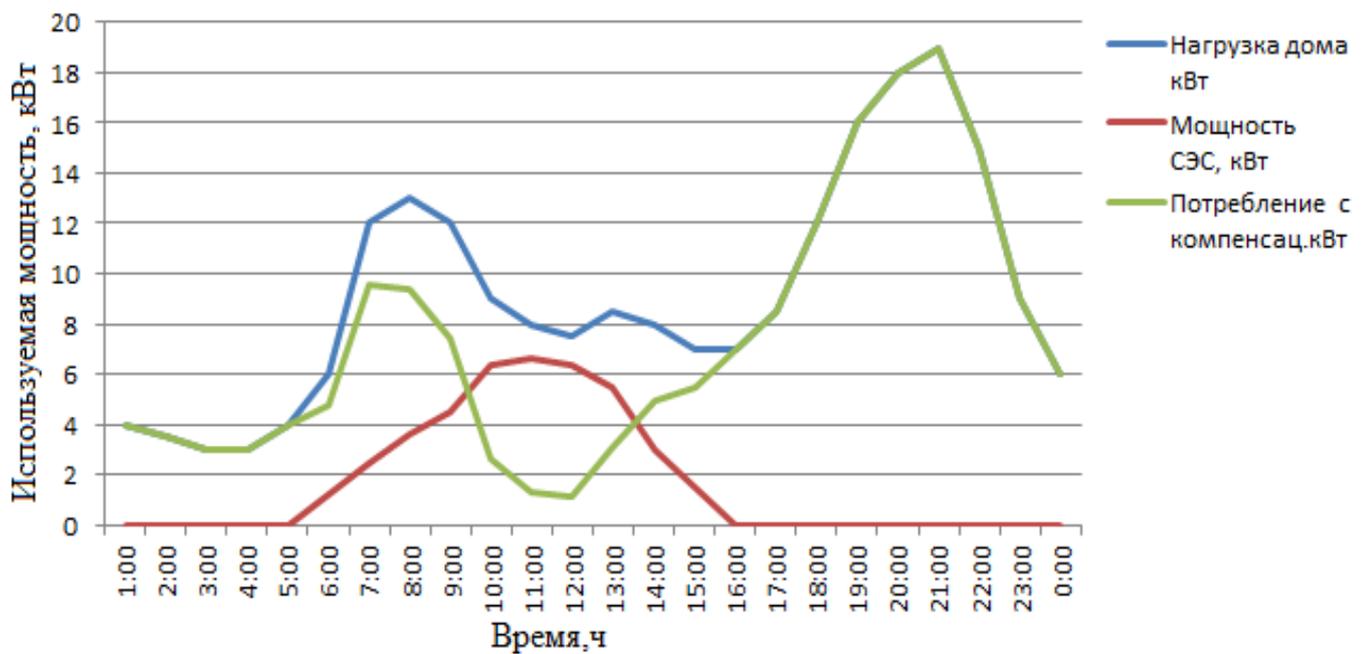


Рисунок 3.13. – График нагрузки для многоквартирного дома и солнечной электростанции на 30 кВт в весенний период

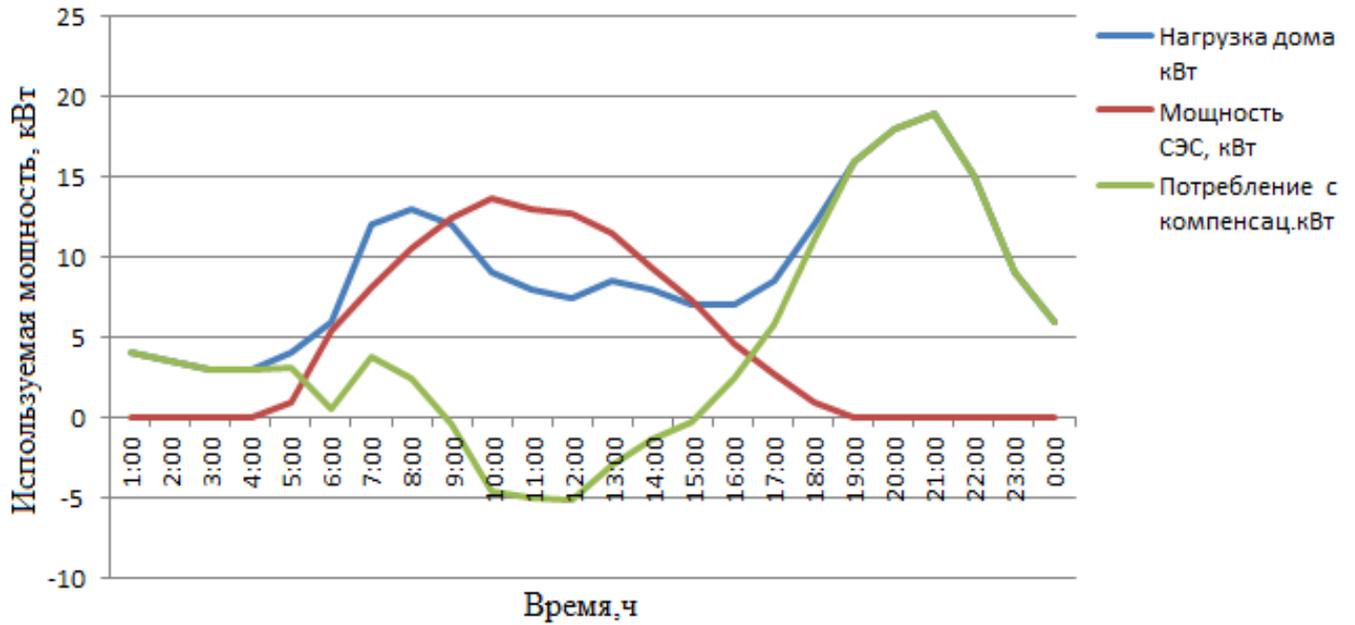


Рисунок 3.14. – График нагрузки для многоквартирного дома и солнечной электростанции на 30 кВт в летний период

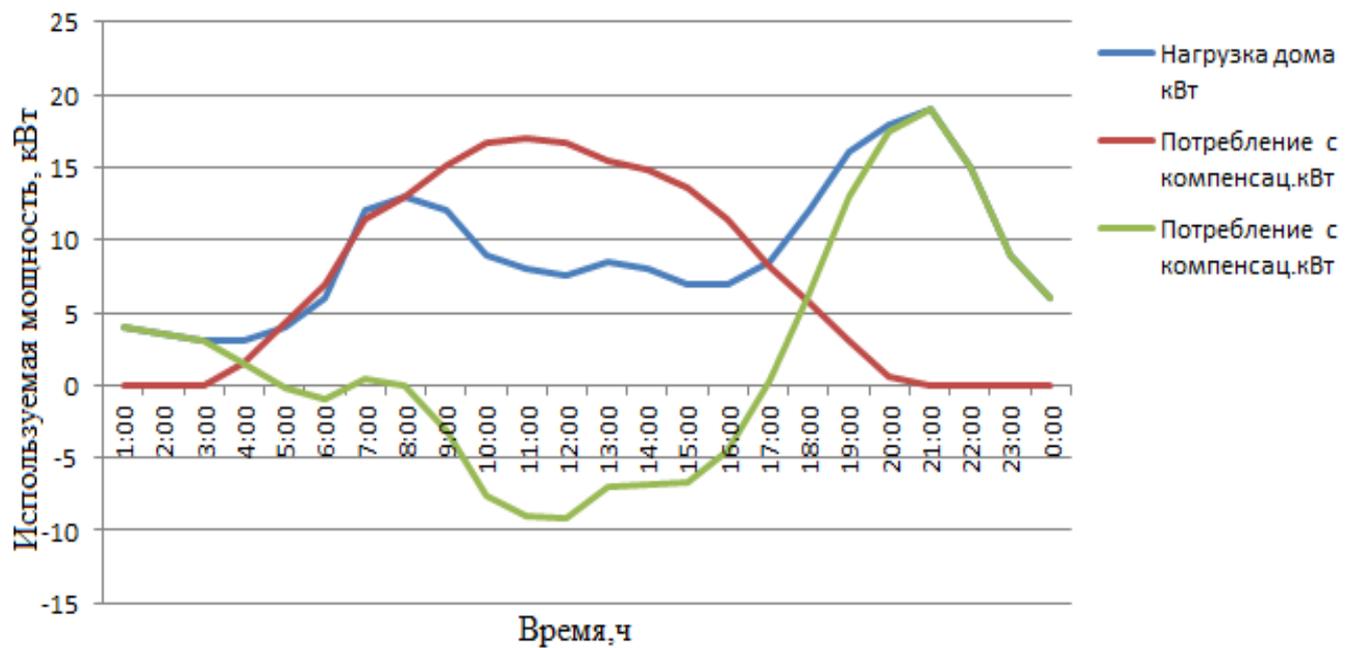


Рисунок 3.15. – График нагрузки для многоквартирного дома и солнечной электростанции на 30 кВт в осенний период

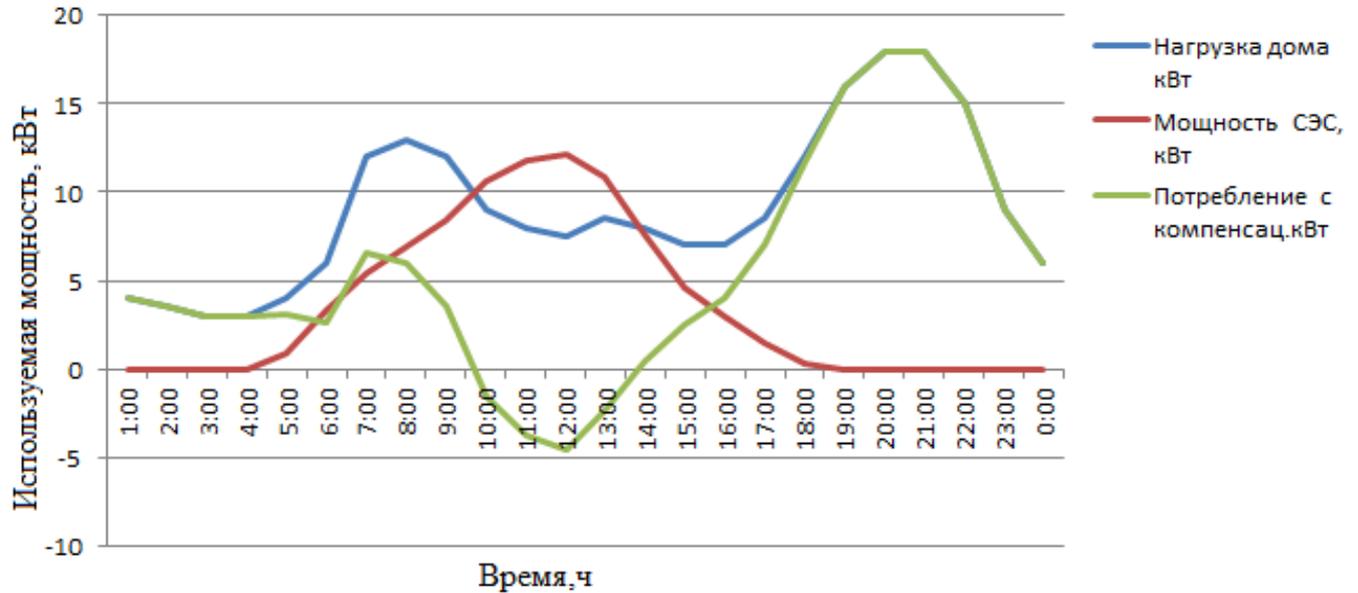


Таблица 3.4. – Количество используемой энергии до и после работы солнечных электростанций в разные периоды года.

Мощность солнечной электростанции	Сезон	Энергия без работы СЭС, тыс. кВт·ч	Энергия которая вырабатывается СЭС, тыс. кВт·ч	Энергия после компенсации СЭС, тыс. кВт·ч
10 кВт	Зима	19,8	1,27	18,5
	Весна		3,5	16,3
	Лето		5,45	13,35
	Осень		2,7	17,1
20 кВт	Зима	19,8	2,6	17,6
	Весна		6,7	13,1
	Лето		10,2	9,6
	Осень		5,2	14,6
30 кВт	Зима	19,8	3,7	16,1
	Весна		10,1	9,7
	Лето		15,7	4,1
	Осень		7,8	12

3.4. Вывод по разделу:

1. Полностью заменить энергопотребление от возобновляемых источников энергии практически не возможно, связано это с существенными изменениями потенциала ветра и солнечного излучения. Поэтому рационально дополнительно использовать дизельные электростанции, что бы обеспечивать главные условия электроснабжения – надежность и бесперебойность, однако это значительно удорожит систему.

2. Для эффективного применения технологий возобновляемых источников энергии следует внедрять их в централизованную энергосистему, сочетая несколько технологий энергетики в составе единого генерирующего комплекса, находящегося под единым управлением, либо работающем по согласованному графику.

3. В данном разделе разработана концепция комбинированного электроснабжения жилого здания, с помощью солнечной электростанции, позволяющая уменьшить расходы, связанные с потреблением электрической энергии от сети. Рассмотрено электроснабжение от 3 солнечных электростанций трех разных мощностей. Рассчитана экономия электроэнергии от внедрения таких систем.

4. С помощью таких систем, помимо экономии электроэнергии, можно повысить энергетическую независимость потребителя и сглаживать пиковые и полупиковые нагрузки.

Раздел 4. Техничко-экономическое обоснование

Введение

Главными преимуществами возобновляемых источников энергии в сравнении с традиционной энергетикой является их экологичность и независимость от топлива, обеспечивающее безопасность и стабильность цен на электроэнергию.

В данном дипломном проекте рассмотрена возможность внедрения возобновляемых источников энергии, а именно компенсация электроэнергии от солнечной электростанции для многоквартирного дома на протяжении всего года.

К достоинством такого решения, помимо экологичности и неисчерпаемости источника, следует отнести возможность коллективного подключения, что позволит уменьшить инвестиции потребителя. Также довольно большой срок службы, около 25 лет. Причем она не выйдет из строя ежесекундно. Просто со временем могут ухудшиться некоторые показатели

В экономическом разделе будут рассчитаны капитальные затраты, эксплуатационные расходы, определена годовая экономия от внедрения солнечной станции, а также изложено технико-экономическое обоснование составляющих экономического эффекта.

4.1 Расчет капитальных затрат

Капитальные вложения – это денежные средства, предназначенные для создания и приобретения основных фондов и нематериальных активов, подлежащих амортизации.

Капитальные затраты рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}}(\sum C_i) + Z_{\text{тзс}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{дм}} + Z_{\text{пр}},$$

где, $K_{об}(\sum C_i)$ – затраты на приобретение оборудования, техники, технологии, технических средств контроля и учета расходования ресурсов, приборов диагностики состояния оборудования и т.д. грн.;

$Z_{ТЗР}$ – транспортно-заготовительные расходы, грн;

$Z_{МН}$ – затраты на монтажно-наладочные работы, грн;

$Z_{ДЕМ}$ – затраты на демонтаж устаревшего оборудования, грн.;

$Z_{ПР}$ – затраты необходимые на выполнение прочих работ, необходимые для реализации технических решений, грн.

Т.к. для расчета я брал уже готовые электростанции, то полная стоимость всего оборудования и комплектующего для солнечной электростанции составляет:

$$K_{об1}(\sum C_i) = 228\,075 \text{ тыс. грн. на 10 Квт}$$

$$K_{об2}(\sum C_i) = 358\,255 \text{ тыс. грн. на 20 Квт}$$

$$K_{об3}(\sum C_i) = 523\,232 \text{ тыс. грн. на 30 Квт}$$

Данные взяты из сайта оптово-розничной компаний «Аксиом», профильно занимающейся электротехникой, светотехникой и электронным оборудованием с 2005 года по состоянию на 15 октября. Подробнее <https://axiomplus.com.ua>.

На сайте данной компании указано, что при доставке комплекта оборудования для СЭС от 10 кВт доставка осуществляется бесплатно. Тогда $Z_{ТЗР}=0$.

Затраты на монтажно-наладочные работы определяются по формуле:

$$Z_{МН} = \sum (C_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{СМ} \cdot K_{ПР}$$

где, C_i – численность работников, необходимых для исполнения необходимого объема работы, чел;

a_i – тарифная ставка работника за один час работы, грн;

t_i – время, необходимое для исполнения определенного объема работы, ч;

K_d – коэффициент, которые учитывает размер доплаты;

K_{CM} – коэффициент, который учитывает единый социальный взнос;

$K_{ПР}$ – коэффициент, который учитывает другие затраты на выполнение монтажных работ.

$$З_{МН1} = \sum(2 \cdot 40 \cdot 120) \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 13\,940 \text{ тыс. грн.}$$

$$З_{МН2} = \sum(2 \cdot 40 \cdot 176) \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 20\,444 \text{ тыс. грн.}$$

$$З_{МН3} = \sum(2 \cdot 40 \cdot 256) \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 29\,737 \text{ тыс. грн.}$$

Затраты на демонтаж старого оборудования отсутствуют.

Прочие затраты также отсутствуют.

Таким образом, капитальные инвестиции на осуществление проектного варианта составляют:

$$\begin{aligned} K_{П1} &= K_{об} \left(\sum C_i \right) + З_{тзс} + З_{м} + З_{дм} + З_{пр} = 228\,075 + 13\,940 \\ &= 242\,015 \text{ грн.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{П2} &= K_{об} \left(\sum C_i \right) + З_{тзс} + З_{м} + З_{дм} + З_{пр} = 358\,255 + 20\,444 \\ &= 378\,699 \text{ грн.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{П3} &= K_{об} \left(\sum C_i \right) + З_{тзс} + З_{м} + З_{дм} + З_{пр} = 523\,232 + 29\,737 \\ &= 552\,969 \text{ грн.} \end{aligned}$$

4.2. Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы – это текущие затраты на эксплуатацию и обслуживание объекта проектирования за определенный период (например, год), выраженные в денежной форме.

К эксплуатационным расходам относятся:

1. Амортизационные отчисления (C_a);

2. Заработная плата обслуживающего персонала (C_3);
3. Отчисления на социальные мероприятия (C_c);
4. Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования (C_T);
5. Стоимость электроэнергии, потребляемой объектом проектирования ($C_э$);
6. Прочие расходы ($C_{пр}$).

Предлагаемая к установке солнечная электростанция является полностью автономной и не требует постоянного присутствия оператора или обслуживающего персонала и следовательно статьи расходов C_3 и C_c равны нулю.

Т.к. система обеспечивает освещение от солнечных батарей на протяжении круглого года то пункт стоимость электроэнергии, потребляемой объектом проектирования сводится к нулю.

Прочие расходы отчисляются в размере 4% от заработной платы обслуживающего персонала, т.к. система не требует постоянного присутствия оператора или обслуживающего персонала то прочие расходы сводим к нулю.

Годовые эксплуатационные расходы по объекту проектирования определяются по формуле:

$$C = C_a + C_3 + C_c + C_T + C_э + C_{пр}, \text{ тыс.грн.}$$

4.2.1 Расчет амортизационных отчислений

Годовой фонд амортизационных отчислений определяются в процентах от суммы капитальных затрат по видам основных фондов и нематериальных активов по разделам сводки капитальных затрат.

Норма амортизации при прямолинейном методе постоянна в течение всего амортизационного периода и равна для электрооборудования:

$$H_{a1} = \frac{\Phi_{II} - Л}{\Phi_{II} \cdot T_{II}} \cdot 100\% = \frac{228\,075 - 10\,640}{228\,075 \cdot 12} \cdot 100 = 7,8\%$$

$$H_{a2} = \frac{\Phi_{\Pi} - Л}{\Phi_{\Pi} \cdot T_{\Pi}} \cdot 100\% = \frac{358\,225 - 21\,840}{358\,255 \cdot 12} \cdot 100 = 7,6\%$$

$$H_{a2} = \frac{\Phi_{\Pi} - Л}{\Phi_{\Pi} \cdot T_{\Pi}} \cdot 100\% = \frac{533\,232 - 30\,800}{533\,232 \cdot 12} \cdot 100 = 7,8\%$$

где, Φ_{Π} – первоначальная стоимость объекта основных средств;

$Л$ – расчетная ликвидационная стоимость основных средств;

T_{Π} – срок полезного использования (амортизационный период);

Тогда годовые амортизационные отчисления АО по прямолинейному методу:

$$A_{01} = \frac{\Phi_{\Pi} \cdot H_a}{100} = \frac{228\,075 \cdot 7,8}{100} = 17\,789 \text{ грн}$$

$$A_{02} = \frac{\Phi_{\Pi} \cdot H_a}{100} = \frac{358\,225 \cdot 7,6}{100} = 26\,866 \text{ грн.}$$

$$A_{03} = \frac{\Phi_{\Pi} \cdot H_a}{100} = \frac{533\,232 \cdot 7,8}{100} = 41\,592 \text{ грн}$$

4.2.2 Расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования

Обслуживание солнечной фотогальванической системы предполагает:

1. очистку солнечных панелей в зимний период времени;
2. очистку от грязи и пыли в летний период времени;

Годовые затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования могут быть найдены по формуле:

$$C_{\tau} = \sum_{i=1}^n (R_i \cdot t_i \cdot m_i \cdot R_{\Sigma i} + \frac{S_i + \Pi_i}{T_i} \cdot T_{\Phi}),$$

где, n – число устройств автоматики, подлежащих ремонту;

R_i – часовая ставка рабочих, выполняющих ремонт. Ставка электромонтера по ремонту электрооборудования составляет 34 грн;

t_i – трудоемкость одного ремонта при категории тяжести ремонта в одну ремонтную единицу, в зависимости от вида ремонта, ч / ед., при среднем ремонте 6 ч / ед. ;

m_i – число ремонтов за год, ед., принимается 1;

$R\Sigma_i$ – суммарная категория тяжести ремонта в зависимости от вида электрооборудования, так как мощность от 5 до 10 кВт, то принимается 1,3;

S_i – стоимость однотипных заменяемых элементов, грн.; составляют 410 грн. ;

Π_i – количество однотипных заменяемых элементов, ед., 5 ед. ;

T_i – средний срок службы деталей данного типа, ч., принимаем 43 200 ч;

T_ϕ – число часов работы оборудования в год, ч.; 3 600 ч.

$$C_{T1} = 36 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1,3 + \frac{410 \cdot 7}{43200} \cdot 3600 = 380 \text{ грн.}$$

$$C_{T2} = 36 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 1,3 + \frac{410 \cdot 7}{43200} \cdot 3600 = 520 \text{ грн.}$$

$$C_{T3} = 36 \cdot 9 \cdot 1 \cdot 1,3 + \frac{410 \cdot 7}{43200} \cdot 3600 = 800 \text{ грн.}$$

Тогда годовые эксплуатационные расходы для 3 вариантов составляют:

$$C_2 = C_a + C_3 + C_c + C_T + C_э + C_{пр} = 17\,789 + 380 = 18\,169 \text{ грн.}$$

$$C_2 = C_a + C_3 + C_c + C_T + C_э + C_{пр} = 26\,866 + 520 = 27\,386 \text{ грн.}$$

$$C_2 = C_a + C_3 + C_c + C_T + C_э + C_{пр} = 41\,592 + 800 = 42\,392 \text{ грн.}$$

4.3. Определение годовой экономии от внедрения объекта проектирования

Рассмотрим вариант для солнечной электростанции на 20 кВт. Для определения уровня ставок тарифов для каждого периода (ночной, дневной, полупиковый, пиковый) и всех сезонов устанавливаются следующие тарифные коэффициенты и длительность периодов, таблица 4.1.

Таблица 4.1. Тарифные коэффициенты и продолжительность периодов.

Период времени	Ночь	Полупиковая	пиковая
Тарифные коэффициенты	0,4	1	1,5
Продолжительность	23:00-6:00	6:00-8:00, 11:00-20:00, 22:00-23:00	8:00-11:00, 20:00-22:00

Полезьа многотарифной системы состоит в том, что:

- экономятся средства на оплату электричества;
- снижается нагрузка на систему энергоснабжения в пиковые часы;
- учитываются интересы и потребителя, и поставщика.

По состоянию на декабрь 2018 года, ставка розничного тарифа на электрическую энергию составляет 168 коп / кВт·ч.

Тариф для соответствующей зоны суток определяется по формуле

$$T_{\epsilon} = T \cdot k_{И}, \text{ (коп. / кВт} \cdot \text{ч)}, \text{ (4.1)}$$

где, T - тариф для соответствующей категории бытовых потребителей, грн. / кВт·ч.;

$k_{И}$ - тарифный коэффициент для соответствующей зоны суток, тогда определением тариф для трех периодов времени:

$$T_{Н} = 1,68 \cdot 0,4 = 0,672 \text{ коп. / кВт} \cdot \text{ч},$$

$$T_{П} = 1,68 \cdot 1 = 1,68 \text{ коп. / кВт} \cdot \text{ч},$$

$$T_{П} = 1,68 \cdot 1,5 = 2,52 \text{ коп. / кВт} \cdot \text{ч};$$

Среднесуточное потребление электрической энергии многоквартирным домом, потребленной в ночную зону суток составляет $E_{Н} = 32,5$ кВт·ч.

Среднесуточное потребление электрической энергии многоквартирным домом, потребленной в полупиковую зону суток составляет $E_{П} = 115,5$ кВт·ч.

Среднесуточное потребление электрической энергии многоквартирным домом, потребленной в пиковую зону суток составляет $E_{П} = 71$ кВт·ч.

Размер платежа за электроэнергию в ночное время суток:

$$П_{Н} = 32,5 \cdot 0,672 = 21,84 \text{ грн.}$$

Размер платежа за электроэнергию в полупиковую зону:

$$P_{пп} = 115,5 \cdot 1,68 = 194,04 \text{ грн.}$$

Размер платежа за электроэнергию в пиковую зону:

$$P_{п} = 71 \cdot 2,52 = 178,92 \text{ грн.}$$

Общий размер платежа за электрическую энергию, потребленную в сутки:

$$P_{д} = P_{н} + P_{пп} + P_{п} = 21,84 + 194,04 + 178,92 = 394,8 \text{ грн.}$$

Общий размер платежа за 1 сезон:

$$P_{с} = P_{д} \cdot 30 \cdot 3 = 35\,532 \text{ грн.}$$

Произведем аналогичный расчет стоимости электроэнергии после компенсации для 4 сезонов и результат заносим в таблицу:

Сезон	Стоимость энергии без учета солнечной электростанции, тыс.грн	Стоимость энергии с учетом солнечной электростанции, тыс.грн	Экономия электроэнергии, тыс.грн.
Зима	35532	29836	5696
Весна	35532	21550	13982
Лето	35532	16431	19101
Осень	35532	24673	10859
Всего	142128	92490	49638

Помимо этого весной, летом и осенью солнечная электростанция в дневное время будет вырабатывать больше энергии нежели необходимо для нужд потребителей, поэтому предложено отдавать энергию в сеть по зеленому тарифу. Тариф за 1 кВт электроэнергии по зеленому тарифу составляет 5 грн 54 коп. за 1 кВт (<https://alteco.in.ua/economics/zelenyj-tarif/zelenyj-tarif-dlya-fizicheskikh-lits>) Стоимость электроэнергии на 1 января 2017 – 31 декабря 2019. Согласно данным из таблиц 3.5, 3.6, 3.7. можем рассчитать остаток энергии. В весенний период за сутки остается 2,67 кВт, тогда:

$$\mathcal{E}_{\text{весна}} = (W \cdot a) \cdot 30 \cdot 3,$$

где, W – остаток энергии,

a – тариф за кВт электроэнергии по зеленому тарифу;

$$\mathcal{E}_{\text{весна}} = (W \cdot a) \cdot 30 \cdot 3 = (2,67 \cdot 5,54) \cdot 30 \cdot 3 = 1\,330 \text{ грн.}$$

Аналогично рассчитываем для летнего и осеннего сезона.

$$\mathcal{E}_{\text{лето}} = (W \cdot a) \cdot 30 \cdot 3 = (17,94 \cdot 5,54) \cdot 30 \cdot 3 = 9444 \text{ грн.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{осень}} = (W \cdot a) \cdot 30 \cdot 3 = (1,01 \cdot 5,54) \cdot 30 \cdot 3 = 504 \text{ грн.}$$

Определим годовую экономию средств от внедрения проекта:

$$E_{\text{кр2}} = 49490 + 1330 + 9444 + 504 = 60\,768 \text{ грн.}$$

Аналогично рассчитываем экономию для двух других вариантов и

получаем:

$$E_{\text{кр1}} = 24\,719 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{кр3}} = 101\,175 \text{ грн.}$$

Полная годовая экономия от внедрения возобновляемых источников энергии определяется с учетом эксплуатационных затрат и составляет:

$$E_{\text{кп2}} = E_{\text{кр2}} - C = 25\,719 - 18\,169 = 7\,550 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{кп1}} = E_{\text{кр1}} - C = 24\,719 - 21\,337 = 3\,382 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{кп3}} = E_{\text{кр3}} - C = 101\,175 - 42\,392 = 58\,783 \text{ грн.}$$

4.4. Определение показателей экономической эффективности

Оценка экономической эффективности рассмотренных в магистерской диссертации технических и организационных решений осуществляется на основе определения и анализа следующих показателей:

1) расчетный коэффициент эффективности капитальных затрат:

$$E_{\text{р1}} = \frac{E_{\text{кп}}}{K_{\text{п}}} = \frac{7550}{242015} = 0,03 \text{ доля.}$$

$$E_{\text{р2}} = \frac{E_{\text{кп}}}{K_{\text{п}}} = \frac{33382}{378699} = 0,088 \text{ доля.}$$

$$E_{P3} = \frac{E_{KП}}{K_{П}} = \frac{58783}{552\,969} = 0,1 \text{ доля.}$$

Данный коэффициент показывает, что одна гривна капитальных вложений приносит 0,03 грн. для солнечной электростанции на 10 кВт, 0,088 грн. для солнечной станции на 20 кВт и 0,1грн. для солнечной станции на 30 кВт дополнительной прибыли;

2) Период окупаемости составит:

$$T_{ок1} = \frac{K_{П}}{E_{KП}} = \frac{242\,015}{7550} = 32 \text{ лет.}$$

$$T_{ок2} = \frac{K_{П}}{E_{KП}} = \frac{378699}{32456} = 11,3 \text{ лет.}$$

$$T_{ок3} = \frac{K_{П}}{E_{KП}} = \frac{552\,969}{58783} = 9,4 \text{ лет.}$$

Для данного проекта период окупаемости должен быть меньше 12 лет.

4.5 Вывод по разделу:

В результате выполнения технико-экономического анализа был произведён расчёт стоимости внедряемых проектов, капитальные затраты которых составили 242 015 грн. для солнечной электростанции на 10 кВт, 370 699 грн. для солнечной электростанции мощностью 20 кВт и 552 969 грн. для солнечной электростанции мощностью 30 кВт. Также рассчитана экономическая эффективность от его внедрения. Было установлено, что при использовании такой системы происходит экономия средств и данная система окупается приблизительно за 32, 11,3 и 9,4 лет соответственно. Для данного проекта период окупаемости должен быть меньше 12 лет. То есть для многоквартирного дома целесообразно использовать солнечные электростанции мощностью 20 и 30 кВт.

Выводы:

В результате выполнения исследования в рамках магистерской диссертации были получены следующие результаты:

1) Определение объема потребления электроэнергии и графика распределения электрических нагрузок во времени для основных потребителей электроэнергии.

2) Анализ литературных источников показал благоприятное расположение территории Украины, а в частности Днепропетровского региона для использования возобновляемых источников энергии в целях электроснабжения объектов. Исходя из карт распределения солнечной инсоляции и данных о скоростях ветра по областям Украины, Днепропетровская область является пригодной для использования ВИЭ.

3) Используя данные распределения солнечной инсоляции и скорости ветра, на высоте флюгера, из базы данных НАСА были рассчитаны технический и валовый потенциал энергии солнца и ветра для условий Днепропетровского региона.

4) Рассмотрены варианты использования возобновляемых источников энергии в децентрализованной системе электроснабжения. Описаны схемы их работы, найдены положительные и отрицательные моменты использования таких систем.

5) Рассчитаны варианты солнечной электростанции разных мощностей для энергоснабжения многоквартирного дома. Произведен сравнительный анализ для каждого варианта. Рассчитано количество потребляемой электроэнергии до и после внедрения солнечной электростанции.

6) Произведен расчет стоимости использования таких систем. Рассчитана экономическая эффективность от его внедрения. Получен срок окупаемости, по которому можно говорить об эффективности такого проекта.

Список использованной литературы

1. Интернет-ресурс: «Школа для электрика». Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/155-priemniki-jelektricheskoi-jenergii.html>
2. Электроснабжение. Автор: Шкрабец Ф.П., 2015 г.
3. Интернет ресурс: «Студопедия» Основные группы потребителей электроэнергии. Режим доступа: https://studopedia.ru/1_90124_osnovnie-gruppi-potrebiteley-elektroenergii.html
4. Мировые тенденции в области построения автономных систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №4 2012., Автор: Сурков М.А., Лукутин Б.В., Сарсикеев Е.Ж., Киушкина В.Р.
5. Интернет-ресурс: «IMBF». Режим доступа: <https://www.imbf.org/karty/potencial-solnechnoj-jenergii-ukrainy.html>
6. Интернет-журнал: «Как заработать на солнце» 2018 г. Режим доступа : https://kreston-gcg.com/wp-content/uploads/2018/01/How_to_make_money_in_the_sun_overview_of_the_solar_energy_market.pdf
7. Интернет-ресурс: «Википедия». Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Днепр_\(город\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Днепр_(город))
8. Интернет-ресурс: «Elektrovesti.net». Режим доступа: https://elektrovesti.net/59649_v-ukraine-v-2017-godu-zapustili-4-ves-moshchnosti-vetroparkov-prevysili-500-mvt
9. Интернет-журнал: «Электрик». Режим доступа: <http://electrician.com.ua/posts/1280>
10. Децентрализованные системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями. Национальный исследовательский томский политехнический университет. Автор: Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотинков.

11. Централизованная и распределенная генерация – не альтернатива, а интеграция. Стенников В.А., Воропай Н.И. ИСЭМ СО РАН.

12. Бекиров Э.А., Воскресенская С.Н., Химич А.П. – Расчет системы автономного энергоснабжения с использованием фотоэлектрических преобразователей.

13. Электроснабжение отраслей. Автор: Г.Б.Белых, А.Н.Шеметов.2013 г.

14. Интернет-ресурс «Электро-экспо».Режим доступа: <https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/sistemy-ehlektrosnabzheniya/>

15. К РАСЧЁТУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. Научный журнал КубГАУ, №100(06), 2014 года. Григораш Олег Владимирович д.т.н., профессор, заведующий кафедрой.

16. Оценка потенциала использования энергии ветра в северных районах Красноярского края. Зарубин А .С . научный руководитель канд . техн . наук АмузадеА . С . Сибирский федеральный университет.

17. Д. Д. ОНДАР / РАСЧЕТ РЕСУРСОВ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА. Технические науки. Омск , 2015 – №2 (140). – С. 169-172.

18. Макаровский Е. Л. Методика оценки ветрового энергетического потенциала / Е. Л. Макаровский, В. О. Зинич // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. – 2012. – Вип.

19. Интернет ресурс : «Сборник рефератов». Режим доступа : <http://bagazhznaniy.ru/geography/energosisistemy-ukrainy>

20. Башинська Ю. І. Загальносвітові та регіональні аспекти розвитку потужностей альтернативної енергетики / Ю. І. Башинська .

21. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в Україні у світлі нових європейських ініціатив / А. Шевцов, М. Земляний, Т. Рязова [Електронний ресурс] . – Режим доступа: <http://old.niss.gov.ua/monitor/november08/2.htm>

22. Климат. Архив погоды. Режим доступа: <https://ru.climate-data.org/европа/украина/днепропетровская-область-620/>

23. Тарнижевский, Б.В. Определение показателей работы солнечных установок в зависимости от характера радиационного режима/ Б.В. Тарнижевский// Теплоэнергетика. - 1960. Вып. 2. - С. 18-26.

24. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие/ Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 128 с.

25. NASA Prediction of Worldwide Energy Resource [Электронный ресурс] // NASA - POWER - Режим доступа: <https://power.larc.nasa.gov>

26. Восход и закат солнца в Днепропетровске / Продолжительность светового дня / Данные за весь год [Электронный ресурс] Погода для туристов. Прогнозы, статистика, анализ - Режим доступа <https://pogoda.turtella.ru/Ukraine/Dnepropetrovsk/sun/>

27. Автономные системы электроснабжения на основе энергоэффективных ветро-дизельных электростанций. «Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет»// Хошнау Зана Пешанг Халил.

28. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів напряму підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укладачі: Л.В. Тимошенко, І.В. Шереметьєва - Дніпропетровськ: НГУ, 2017. - 15 с.

29. Альтернативна енергетика в Україні: монографія / Г. Г. Півняк, Ф. П. Шкрабець; Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2013. – 109 с.