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

Институт химии и энергетики
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Энергосбережение и энергоэффективность
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Применение альтернативных источников питания в индивидуальном жилищном строительстве для повышения энергетической эффективности

Обучающийся	А.Н. Алексеев	
	(Инициалы Фамилия)	(личная подпись)
Научный руководитель	к.т.н., Д.А. Кретов	
	(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Тольятти 2024

Содержание

Введение 3
1 Исследование применения альтернативных источников питания в индивидуальном жилищном строительстве 6
1.1 Проблемы применения традиционных источников питания 6
1.2 Перспективы применения альтернативных источников питания 14
2 Анализ возможности перехода к альтернативным источникам питания 20
2.1 Виды альтернативной энергетики 20
2.2 Солнечная энергетика 25
2.3 Ветряная энергетика 43
3 Оценка возможности перехода на альтернативные источники питания в индивидуальном жилищном строительстве 50
3.1 Расчет и выбор ветрогенератора 50
3.2 Расчет и выбор солнечных панелей 55
3.3 Расчет и выбор системы электроснабжения индивидуального жилого дома 60
Заключение 72
Список используемой литературы 74

Введение

В настоящее время большинство жилых домов на территории Российской Федерации подключены к электрическим сетям. Но не всех потребителей устраивает централизованное подключение к источникам энергии. Постоянные кратковременные или долговременные отключения питания в сети, повышение цен на энергоносители, все это подталкивает население в сторону применения альтернативных источников питания в индивидуальном жилищном строительстве.

Учитывая простоту, доступность и огромный потенциал, солнечная энергетика одна из самых популярных направлений. Солнце является чистым и возобновляемым источником энергии. Солнечная энергия, является свободной, повсеместно распространенной и практически неисчерпаемой. Энергия солнца используется для получения электричества и нагрева воды или воздуха. К сожалению, в центральной полосе России количество солнечных теплых дней в году ограничено. И в темное время суток выработка электроэнергии солнечными панелями невозможно.

Ветровая электростанция. Важным условием для эффективной работы установки являются скорость и равномерность ветра. Размещают промышленне ветрогенераторы на высоте не менее 15 метров от поверхности земли. Скорость ветра должна составлять 5-7 м/с. Эти данные сильно отличаются в различных регионах Российской Федерации и непосредственно влияют на рентабельность использования ветрогенераторов.

Издаваемый при работе установки гул и вибряция являются серьезными аргументами против размещения его в непосредственной близости от жилых построек. В связи с этим ветрогенераторы не получили широкого распространения в частном секторе.

Геотермальное отопление подразумивает использование теплового насоса с помощью которого возможно экономить на отоплении индивидуального жилищного строительства немалые средства. Принцип

работа основан на цикле Карно. Трубы укладываются в скважины 20-30 метров или на дно водоема и хладогент (пропиленгликоль, спирт или водно-гликолевая смесь) циркулируя по ним аккумулируя полученное тепло. Проходя через испаритель хладогент отдает накопленное тепло теплоносителю который перекачивается компрессором переходя в пар. Пар переходя в конденсатор, нагревает теплоноситель системы отопления дома, и охладившись, снова превращается в жидкость и поступает в теплообменник, где вновь происходит нагрев от теплоносителя. Цикл постоянно повторяется [12].

Хотя для работы теплового насоса и привода компрессора необходимо электричество, это выгодное устройство, поскольку тепла выдается в 3-5 раз больше, чем от электроконвектора при одинаковом потреблении электроэнергии. Законы физики не нарушаются, ведь та энергия которой отапливается дом не производиться из электроэнергии, а «перекачивается» из окружающей среды, а вот на эту «перекачку» и нужна электроэнергия.

В рамках магистерской диссертации предлагается изучить и рассмотреть основные альтернативные источники питания, их энергетическую эффективность в сравнении с традиционными сетями. Провести экономическую оценку перехода на альтернативные источники питания.

Актуальность исследования заключается в том, что потребление энергоносителей с каждым годом возрастает. Человечество все больше нуждается в энергоснабжении для повышения качества и комфорта жизни. Производственные процессы так же становятся все более энергозатратными. Ограниченный запас ископаемого топлива, и возрастающая стоимость его добычи вынуждают искать ему замену.

Начиная с середины 19 века во всем мире использование уголя, нефтя и газа заметно выросло и стало основным в выработки электроэнергии, что вызволо рост загризнения атмосферы диоксида углерода (CO_2). Выбросы парниковых газов в результате сжигания ископаемого топлива внесли в прошлом значительный вклад в увеличение концентраций его в атмосфере.

Целью магистерской диссертации является снижение затрат на подключение загородного дома к сетевым источникам энергетических ресурсов за счет оптимального выбора альтернативных источников питания.

Для достижения поставленной цели работы необходимо решить следующие задачи:

- исследовать применение альтернативных источников питания в индивидуальном жилищном строительстве.
- провести анализ возможности перехода к альтернативным источникам питания.
- разработать схему использования альтернативных источников питания объекта индивидуального жилищного строительства.

Объектом исследования является загородный жилой 2-х этажный дом, общей площадью 150 м^2. Материал стен пеноблоки, перекрытия монолитные, кровля покатая с неотапливаемом чердаком. Ориентация кровли юго-восток северо-запад. Строение расположено на крайнем участке 15 соток в сельском поселении на открытой местности. В 20 метрах находится противопожарный пруд. Дом подключен к электрической сети (15 кВт).

Научная новизна состоит в разработке комплекса мер подключения индивидуального жилого строения к альтернативным источникам питания, что даст возможность в экономии средств при эксплуатации здания.

Методы исследования: изучение научной литературы (Интернет-ресурсы) по проблеме, анализ компонентов, систематизация данных.

1 Исследование применения альтернативных источников питания в индивидуальном жилищном строительстве

1.1 Проблемы применения традиционных источников питания

Прогнозируемая растущая мировая потребность в энергии, лежит в основе вероятного энергетического мирового кризиса в ближайшие два-три десятилетия. С истощением разрабатываемых месторождений нефти, ее добыча становиться все более энергозатратно, а значит, возрастает и стоимость нефти для конечного потребителя. В тоже время экологические последствия использования ископаемого топлива к тому времени будут отчетливо ощущаться, особенно в технологически развитых регионах планеты.

В тоже время многие действующие атомные электростанции в ближайшее время будут вынуждены прекратить работу или закрыться на глубокую модернизацию в связи с окончанием срока их эксплуатации. Строительство новых атомных электростанций в Европе приостановлено или полностью прекращено в соответствии с зеленой повесткой [15].

В настоящее время ни одна страна в мире не может полностью отказаться от традиционных источников энергии. Для снижения количества вредных выбросов и уменьшения их воздействия на окружающую среду проводят модернизацию источников выбросов, используя последние достижения в науке.

Энергия является основой жизни человека. В среднем человек потребляет около 2500 килокалорий в день в виде пищи. При этом во всех сфера человеческой жизни мы также пользуемся энергией. Не ни одного промышленного процесса, который бы не требовал бы ее. Окружающему нас миру также постоянно требуется энергия.

В странах с развитой промышленностью для удовлетворения потребностей одного человека (бытовой, транспортной, и т.п.) дополнительно

вырабатывается энергии эквивалентно примерно 120 000 килокалории. Это в пятьдесят раз больше, а в странах с максимально развитом уровнем жизни может доходить и до ста раз больше. Существует сильная корреляция между индивидуальным потреблением энергии и благосостоянием различных обществ [1].

Наиболее сильно корреляция проявляется в странах с низким уровнем жизни, в тоже время при увеличении индекса жизни заметно увеличивается потребление энергии.

В странах с развитой экономикой и уровнем жизни увеличение потребления энергии не ведет к существенному влиянию на показатели уровня благополучия. Таким образом, сбережение и разумное снижение потребление энергии должно быть приоритетным для таких стран.

До сих пор большая часть населения в мире проживает в странах с достаточно низким уровнем жизни и экономики. Их подъем неизбежно приведет к многократному увеличению потреблению энергии и поэтому странам первого мира нужно быть готовым уже сегодня решать проблему растущего спроса на энергию.

Все первичные источники энергии определены, и маловероятно, что они будут добавлены в обозримом будущем. Единственными источниками первичной энергии, которые стал использовать человек, было древесное топливо, энергия ветра и вьючные животные [2].

С момента изобретения и внедрения паровых двигателей, в качестве источника энергии стал использоваться уголь. Даже сегодня в век атомной энергии он остается одним из главных источником энергии. В начале XX века на смену паровым двигателям пришел двигатель внутреннего сгорания. В качестве топлива он использовал продукты переработки нефти. Так уголь сменила нефть. Основными источниками энергии стали ее побочные продукты.

Залежи ископаемого топлива таких как уголь, нефть и природный газ – залегают на разных глубинах земной коры. Они сформировывались миллионы

лет из остатков погибших растений и животных. Дальнейшее разложение в отсутствии кислорода и в сочетании с высокой температурой и давлением превратило их в ископаемое топливо.

Вклад в общее потребление первичной энергии ископаемого топлива во всем мире в 2020 году составил: нефть 31%, уголь 27%, природный газ 24%, ядерная энергия 5%, гидроэнергетика 7%, и лишь 6% составили возобновляемые источники энергии.

Во многих станах использование энергии солнца и ветра начинает приобретать все большее значение. Глобальная перспектива; больше нет доступных источников первичной энергии [3] .

Не вся энергия, полученная при переработки ископаемого топлива преобразуется в электричество, большая ее часть используется в промышленных и бытовых сферах в транспорте.

Использование ископаемого топлива, в качестве основного источника энергии, имеет ряд важных последствий:

- распределение запасов углеводородов на планете не равномерно. Основные месторождение нефти преимущественно расположены в странах Ближнего Востока. Природный газ в основном сконцентрирован на территории стран бывшего СССР, и только залежи угля более однородно распределены по планете;
- ископаемое сырье, не возобновляемо и ограниченно в ресурсах. В течение миллионов лет оно формировалось под действием тепла и высокого давления в недрах земли. К примеру, по подсчетам ученых использование нефти как источника энергии и сырья, с момента ее открытия и до момента выработки запасов, ограничен периодом двести пятьдесят лет, что рамках цивилизации слишком короткий срок;
- сырья не хватает. На сегодняшний день подлежит обсуждению только конце, в ходе которого иссякнут запасы ископаемого топлива. По неутешительные прогнозы многих авторитетных ученых и

исследователей, этих путем ресурсов в мире осталось не более чем на 30 – 40 лет. В более благоприятных прогнозах при введении строжайшей экономии ископаемого топлива их запасы не будет превышать ста лет. Из этого следует, что не позднее чем через двадцать пять лет наступит энергетический кризис исчерпания традиционных источников энергии.

Но не стоит упускать из виду и тот факт, что необходимо все больше и больше тратить энергии (на разведку, переработку и логистику) для добычи нефти из месторождений, залежи которой истощаются или становятся глубже. В середине прошлого века энергия, затраченная для выработки одного барреля нефти, была равна 1% содержимого этого барреля. На сегодняшний день, эта стоимость возросла до 10-15%. Когда энергия, затраченная на добычу барреля сырой нефти, будет равна энергии, которую он мог бы произвести, добыча нефти как источника энергии будет не целесообразна. Хотя нефть по-прежнему будет добываться для использования в качестве сырья в нефтехимической промышленности [9].

Не стоит забывать, что при сжигании ископаемого топлива, в атмосферу попадает большое количество углекислого газа который не является вредным выбросом (формально), в виду того что он не образует смога. Но его повышенная концентрация производит к парниковому эффекту, чем способствуют глобальному потеплению климата на планете, и может привести к серьезным климатическим нарушениям.

Социальная ответственность населения перед будущими поколениями за экологическое благосостояние планеты заставляет задуматься о существенном ограничении использования ископаемого топлива. В данный этап времени не возможно отказался от использования угла как топлива, но следует максимально возможно нивелировать негативные последствия его сжигания для природы. Одна из наиболее значимых задач заключается в уменьшении потребления ископаемого топлива в энергообеспечении.

В настоящее время уголь в основном используется для выработки электроэнергии, и по мере истощения запасов может быть заменен на альтернативные источники энергии, такие как энергию солнца, ветра или ядерной энергией. На сегодняшний день альтернативы замены жидкого топлива на транспорте нет. Технологии производства электромобилей не позволяют полностью заменить автомобили с двигателями внутреннего сгорания. Использование побочных продуктов переработки нефти не получили широкого применения [10].

Реальной перспективой замены топлива получаемого из нефти для двигателей внутреннего собрания является использования биотоплива такого как биоэтанола и биодизеля.

Первым сырьем для биотоплива являлась кукуруза, злаки пшеницы и ячменя. В связи с тем что большая доля урожая стала уходить для производства биотоплива, а посевные площади увеличились не намного, цена на урожай заметно возросла. Низкий выход энергии на единицу сырья и его высокая стоимость затраченная энергия на производство удобрений, проведения посевной, сбор урожая, транспортировка его к месту переработки все это явилось большим сдерживающим фактором для дальнейшего развития биотоплива первого поколения.

С энергетической точки зрения использование биэтанола из кукурузы и злаков как замена продуктов перегонки нефти признали нецелесообразным [11]. Так же этому препятствуют экологические проблемы взаимосвязанные с использования пахотных земель.

Дальнейшее развитие этанола в качестве топлива стало его производство из сахарного тростника, так называемое второе поколение. При переработки выход энергии значительно выше, чем из злаков, а выход биэтанола из лигноцеллюлозной биомассы еще больше.

На сегодняшнее время самым перспективным является биотопливо третьего поколения полученное из водорослей. Выращивание водорослей возможно практически в любых прудах с теплым климатом [34]. Урожайность

по сравнению с злаками и кукурузой в 10-15 раз выше. Дополнительным преимуществом служит то, что при культивации водорослей они поглощают большое количество CO2.

Наряду с ископаемым топливом и возобновляемыми источниками энергии ядерное деление в настоящее время является важным источником энергии в наиболее развитых странах. По данным на 2023 год атомными электростанциями вырабатывается 10% всей электроэнергии в мире. В Российской Федерации 11 действующих атомных электростанций (37 энергоблоков). В 2022 год ими вырабатано более 20% всей электроэнергии.

В связи со сложностью строительства атомных электростанций лидерами в этой области остаются Россия, США, Китай, Южная Корея. Ядерная энергия имеет ряд преимуществ, которые делают ее привлекательной частью энергетического меню будущего.

Одним из главных преимуществом ядерных электростанций являются их независимость от географического расположения и климатических условий. Это позволяет их размещать практически в любой месте не привязываясь к крупным рекам или большим отрытым местностям. Также они могут работать в любое время суток и при любых метеорологических условиях. Примером этого является ядерный сектор Испании, с установленной мощностью 7 700 МВт, с его помощью вырабатывается почти в два раза больше электроэнергии, чем энергия ветропарков, у которых общая установленная мощность 15 100 МВт.

На сегодняшний день ядерная энергетика является одним из самых безопасных секторов энергетики. Ее протоколы безопасности являются образцом для остальных сфер. Стоимость вырабатываемой энергии атомными электростанциями в меньшей степени зависит от колебаний цен на используемое топливо, поскольку оно составляет всего около 6%. Но в тоже время уран, ископаемое топливо и его запасы ограничены, и, не смотря ли на его большой энергетический потенциал, так же подвержен истощению.

Главной проблемой атомных электростанций являются хранение и утилизация радиоактивных остатков топлива. Это является ключевым недостатком, преобладающим над положительными сторонами этой технологии.

Есть два типа остатков отработанного ядерного топлива — краткосрочные и долгосрочные. Как правило, первые имеют период полураспада 30 лет (период полураспада – это время, которое должно пройти, чтобы радиоактивность материала уменьшилась вдвое). К этой категории относится большинство остатков, и общепринятым решением является их хранение в специальных хранилищах до тех пор, пока их активность не упадет до уровня естественного фона. Россия, Индия и некоторые другие страны работают над созданием технологий переработки ядерного топлива и возможность его многократного использования. В результате атомная энергетика получит возобновляемое топливо.

Истощенных топливных стержней с периодом полураспада более десятка тысяч лет являются серьезной проблемой. Во многих странах построены герметичные глубинные геологические хранилища (DGD), с целью обеспечения стабильность содержащихся там отходов в течение длительного отрезка геологического времени.

Сложность хранения состоит не только в том, чтобы найти удаленные места, гарантирующие стабильные физическим условия хранения, но и в формирование общественного мнения в безопасности этого.

Альтернативой длительного хранения отработанного ядерного топлива является строительство временных хранилищ. В них ядерные отходы планируется хранить пока в научных институтах разрабатываются новые методы уничтожения. Если мы хотим, чтобы ядерная энергетика имела будущее, уже сейчас ликвидация остатков должна стать приоритетной задачей. [13].

Разработка методов и способов обезвреживания особо опасных отходов атомных электростанций связана с так называемыми реакторами четвертого

поколения. В настоящее время в мире насчитывается 439 действующих коммерческих реакторов (104 в США и 59 во Франции) мощностью 373 000 МВт. Несмотря на разработку реакторов четвертого поколение в Восточной Европе, Азии и Франции строятся атомные станции второго и третьего поколения работающие на медленных тепловых нейтронах и использующие в качестве топлива слаборадиоктивный нуклид Уран-235 очень редко встречающегося в природе. Его залежи оцениваются всего 0,7% от природного уран. Всего в мире идет строительство 38 атомных реакторов.

В перспективных линиях четвертого поколения атомных электростанций разрабатываются реакторы где в качестве топлива используется слаборадиоактивный нуклид Уран-238. Период полураспада Уран-238 4.4 млрд.лет и он является наиболее распространенным (99,3%). В Индии учеными изучается возможность использовать торий, запасы которого еще больше.

Ядерные энергетические системы (атомные станции) четвертого поколения, использующие в конструкции замкнутый топливный цикл, решают проблемы, связанные с остатками радиоактивных отходов, такт как в их конструкцию должны входить блоки переработки радиоактивного топлива. Использование более доступного топлива позволит избежать возможной долгосрочной перспективе нехватке обычного ядерного топлива (если бы мы могли использовать оба типа урана, а не только дефицитный делящийся изотоп).

Для преодоления проблем в ядерной энергетике в части использования радиоактивного топлива и его последующей утилизацией по подсчетам ученых исследователей понадобится не менее двадцати-тридцати лет для разработки и внедрения новый технологий.

1.2 Перспективы применения альтернативных источников питания

«Альтернативные источники энергии – это любые возобновляемые энергетические ресурсы, которые получают благодаря использованию гидроэнергии, энергии ветра, солнечной энергии, геотермальной энергии, биомассы и энергии приливов и отливов» [34]. Хотя доля вырабатываемой с помощью альтернативных источников энергии неуклонно возрастает, они не могут полностью обеспечить потребности в электроэнергии и в настоящее время в основном используются совместно с традиционными источникам энергии.

Альтернативная энергия определяется как ресурс, который мы используем помимо той энергии, которую мы получаем из ископаемого топлива. Это означает, что такие элементы, как ветер, биомасса, солнечная энергия и геотермальная энергия, могут претендовать на это звание. Хотя для производства некоторых видов альтернативной энергии все еще требуется ископаемое топливо в качестве основы для ее производства.

Природа того, что мы рассматриваем как альтернативный источник энергии, со временем сильно изменилась. Также было несколько споров по поводу использования энергии, которые существуют из-за ценности, которую предлагают некоторые варианты. Когда вы добавите различные цели конкретных сторонников в этом экономическом секторе, может быть довольно спорным определение некоторых видов энергии в качестве альтернативного варианта.

Взгляд в прошлое показывает нам, что уголь стал альтернативой древесному топливу. Мы начали использовать нефть вместо китового жира. Этанол не является альтернативой стандартному бензину. Некоторые защитники сказали бы, что газификация угля - альтернатива нефти.

Для целей обсуждения преимуществ и недостатков альтернативной энергии источниками, подходящими под это определение, являются солнечная, ветровая, гидроэлектрическая, геотермальная и морская энергия.

Преимущества альтернативной энергетики.

Первым преимуществом является то, что некоторые альтернативные источники энергии являются экологически чистыми, то есть не загрязняют окружающую среду и не наносят ей урон.

Самый типичный такой источник энергии — это ветер. При работе ветрогенератора не происходит никаких химических процессов загрязняющих окружающую среду.

При использовании геотермальной энергии так же не происходит вредных выбросов в атмосферу, не нужно застраивать большие площади для установок, но это преимущество является и главным недостатком так как число источников геотермальной энергии слишком ограниченно.

Ко второму преимуществу можно отнести тот факт, что мы можем использовать одновременно ископаемые ресурсы и альтернативные источники энергии.

При добыче угля разрабатывать шахты и скважины при добычи открытым способом разрабатываются карьеры. При добыче нефти и газа также большие площади земли невозможно использовать для других целей, например, в сельском хозяйстве и животноводстве. Альтернативная энергетика не имеет такого ограничения.

Хотя солнечные фермы являются исключением из этого правила, сельское хозяйство и выпас скота по-прежнему возможны на землях, занятых ветряными турбинами. Реки с гидроэлектростанциями по-прежнему возможно использовать для судоходства благодаря. Поскольку эти варианты также являются возобновляемыми, мы не сталкиваемся с угрозой их исчерпания, как однажды столкнемся с ископаемыми видами топлива.

Третьим преимуществом является возможность использовать биотопливо.

Самыми востребованными видами биотоплива являются биоэтанол, биодизель, бионефть и биогаз. В настоящее время перспективным является биотопливо третьего поколения, перерабатываемого из водорослей.

Выработка топлива из водорослей отвечает всем современным требованиям с точки зрения охраны окружающей среды, так как при жизненном цикле водоросли поглощают из атмосферы столько же углекислого газа, сколько и кислорода.

Биотопливо - ресурс, который по своей природе является возобновляемым.

Четвертое преимущество – не нужно разрабатывать новые принципы передачи и использования энергии.

Для передачи потребителям электроэнергии, выработанной с помощью солнечных электростанций или ветропарков не требуется создавать новые коммуникации достаточно их подключить к существующим.

Установки геотермальной энергии уже работают в централизованных системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, и удовлетворяют потребности в отоплении и охлаждении помещений.

Некоторые транспортные компании уже используют биотопливо третьего поколения для заправки своего автотранспорта и покрывают им до 40% своих потребностей.

Пятым преимущественным фактом является то, что мы не сталкиваемся с такой же угрозой исчезновения ресурсов альтернативной энергии как полезными ископаемыми.

По прогнозам ученых разведанных запасов сырой нефти, угля и других ископаемых видов топлива, человечество добудет менее чем за 60 лет. Даже если будут разведаны новые месторождения с помощью новых технологии или с помощью новых технологий смогут более качественно добывать ископаемые углеводороды. Эта энергия конечна по определению. Исчерпаются ископаемые ресурсы через 60 или 600 лет, людям однажды придется искать другой способ получении энергии, необходимой для выживания.

Альтернативная энергетика лишена этой проблемы. Пока солнце продолжает светить, то у нас есть доступ к солнечной энергии. Тепло

солнечных лучей помогает создавать энергию ветра, которая используется в ветряные энергетики. Пока на нашей планете есть вода, мы можем использовать приливные коллекторы и гидроэлектростанции. Солнечный свет, ветер, вода — это то, что формирует нашу атмосферу без этого существование человечества невозможно.

Шестое преимущество в том, что при помощи альтернативных источников энергии, возможно, производить углеводороды.

Химическая промышленность в своей работе использует, в том числе нефть и газ. С помощью альтернативных источников энергии, основанных на биологическом сырье, возможно, производить аналогичные продукты. Разница лишь в стоимости конечного изделия. С развитием технологии себестоимость продукта из биологического сырья должна снизиться. Использование растительного и биологического сырья позволят снизить затраты.

Седьмым серьезным достоинством альтернативных источников энергии является позитивное влияние на экономику.

Стоимость производства альтернативной энергии сильно зависит от капиталовложений, которые привлекаются в отрасль. Поскольку на данный момент капитализация в альтернативную энергетику на бирже сравнительно низкая по сравнению с ископаемыми углеводородами, точная стоимость, которую необходимо заплатить за произведенную энергию, зависит от того, насколько он доступна в данном регионе. Использование альтернативных источников энергии в будущем должно оказать влияние на экономическую отдачу.

Это преимущество является причиной стабильности ценообразования на энергию, выработанную с помощью альтернативных источников. Хотя эта энергия на сегодняшний день стоит больше, чем энергия на ископаемом топливе, результат предсказуем. Необходимые инвестиции в отрасль обеспечат в будущем преимущества, которые со временем помогут снизить конечную стоимость выработанной энергии.

Восьмым явным преимуществом альтернативной энергетики – это источник новых рабочих мест.

Количество рабочих мест в сфере возобновляемых источников энергии, доступных во всем мире, оценивается в несколько сотен тысяч вакансий. Только в Соединенных Штатах в этом секторе экономики создано более 100 000 рабочих мест, по крайней мере, с 2010 года. Затем у вас есть миллионы косвенных рабочих мест, которые вносят вклад в местную экономику, присутствующую благодаря этой технологии.

По мере того, как мы начинаем работать над снижением зависимости от природного газа, угля и нефти, снижение корпоративного углеродного следа создаст более высокий приоритет для рабочих мест, знакомых с этим ресурсом.

Девятым, преимуществом является тот факт, что у нас есть возможность использовать альтернативные источники питания в индивидуальном жилищном строительстве.

Издревле люди использовали энергию воды и ветра для работы механизмов. С приходом доступного электричества ветряные и водяные мельницы отошли на второй план. С развитием технологий использование индивидуальных источников энергии возвращается.

Все больше домовладений используют солнечные батареи и солнечные коллекторы устанавливая их на крышах зданий, небольшие ветрогенераторы. Причины их использования разные, это и возрастающая стоимость электроэнергии и газа, удаленность от центрального снабжения при осваивании новых территорий. Потребности в крупных станциях, вырабатывающих мегаватты электроэнергии, будет всегда, но и у небольшой альтернативной энергетики есть большие перспективы.

Выводы по разделу.

На данный момент использование полезных ископаемых в качестве основных источников энергии распространено по всему миру. Это обуславливается их относительной простотой и экономической составляющей

их добычи, и использовании в качестве топлива. Однако ограниченность запасов и рост стоимости добычи заставляет все более пристально обратить внимание на альтернативные источники энергии. Изменение подхода к получению энергии и нынешний уровень науки и промышленности на данный момент, позволяет активно развиваться этой области.

Добыча полезных ископаемых и их использование в качестве источников энергии, также наносят непоправимый урон окружающей среде. Альтернативные источники энергии либо лишены этого недостатка, либо их вред существенно меньше вреда, причиняемого ископаемым топливом. Все это указывает на то, что в ближайшее время альтернативные источники энергии заменят традиционные.

2 Анализ возможности перехода к альтернативным источникам питания

2.1 Виды альтернативной энергетики

Рассмотрим наиболее подробно и определим возможность применения альтернативных источников энергии в индивидуальных жилых домах.

Водородный газ.

Водород в чистом виде не залегает в недрах земли, но является самым распространенным химическим элементом. Наибольшее его количество находиться в воде, поэтому с его доступностью нет проблем. Однако добыча водорода из воды очень энергозатратно. Сегодня самым экономически выгодным считается его производства из метана. Наиболее перспективным является процесс расщепления воды на водород и кислород с помощью электролиза. Ввиду своей сложность этот метод уступает другим способам получения водорода. Благодаря исследованиям, возможно, удастся сделать процесс электролиза более эффективным и экономичным.

Существуют компактные установки получения электрической энергии из водорода, что делает возможным применение данного вида альтернативной энергии в индивидуальном жилом строении [37], однако из-за их высокой стоимости данная технология не получила широкой распространенности.

Основная проблема с этой формой альтернативной энергии заключается в том, что она в основном получена за счет использования природного газа и ископаемого топлива. Таким образом, можно утверждать, что выбросы, создаваемые для его извлечения, нейтрализуют преимущества его использования.

Приливная энергия.

В силу своей предсказуемости и цикличности (в отличии от солнца и ветра) движение воды при приливах и отливах является хорошим решением

для получения электроэнергии. В настоящее время используется четыре технологии для получения электрической энергии из приливов:

- генератор приливного потока. Генераторы, вырабатывающие ток используя кинетическую энергию преходящей воды. В основном устанавливаются на опорах мостов или на отдельных опорах.
- приливные плотины. Сооружения захватывающие большие объемы воды при приливе и использующие последующий ее сброс для выработки электроэнергии.
- динамическая приливная сила. Протяженные (30-50 км) плотины в открытом море, вырабатывающие электроэнергию с помощью низконапорных гидротурбин.
- приливные лагуны. Искусственные водоемы, в которых используется круговые плотины.

В 1966 году во Франции бала построена первая коммерческая приливная электростанция. На сегодняшнее время самой крупной приливной электростанцией является Сихвинская (Республика Корея) с установочной мощностью 254 МВт, запущенная в 2011 году.

Хотя приливная энергетика относительно новая индустрия, с развитием технологий у нее есть большой потенциал. Для производства гидрогенераторов не требуются редкоземельные металлы. Приливные электростанции не оказывают неготовых последствий на окружающею среду, нет вредных выбросов.

Данный вид альтернативной энергии, к сожалению, не дает возможность применять его в жилом индивидуальном строительстве по двум причинам;

- не каждый дом находится в месте приливов и отливах;
- установка для получения электрической энергии имеет высокую стоимость и большие размеры.

Волновая энергия.

И вновь вода проявляет себя как неисчерпаемый источником альтернативной энергии. Подводные течения и ветер создают на водной глади

волны, которые воздействуя на поплавки приводят в движения электрогенераторы. Волновые электростанции имеют преимущество перед источниками приливной энергии, поскольку их возможно размещать в океанах и морях вблизи береговой линии и на значительном удалении от нее.

Как и в случае с приливной энергией, преимущества заключаются в отсутствии образующихся отходов и вредных выбросов и не нарушает морскую флору и фауну.

Однако как правило индивидуальные жилые строения располагаются на значительном удалении от морей и океанов и не подходят как источники альтернативной энергии.

Энергия биомассы.

Биомасса – органические материалы, которые при сжигании, разложении и ферментации могут быть использованы как источник энергии.

Наиболее распространенное это сжигание брикетированной (гранулированной) биомассы производимой из отходов древесины, лузги, соломы и переработки другого твердого биологического сырья. При этом количество вредных выбросов значительно меньше, чем при сжигании ископаемого топлива.

Путем разложения и ферментации отходов животноводства и птицеводства производится биогаз. Из одного килограмма биомассы возможно получить 2.5 $м^3$ генераторного газа.

Регулярный сбор и сложность переработки сырья в биотопливо является сильными сдерживающими факторами для его использования в индивидуальном жилищном строительстве.

Геотермальная энергия.

Геотермальная энергия – это тепловая энергия, вырабатываемая в недрах земли.

На сегодняшний день существует два способа использование геотермальной энергии:

- использование выходящего пара для вращения лопастей паровых турбин с последующей выработкой электроэнергии;
- использование пара или нагретой воды непосредственно для обогрева.

Большая часть геотермальных электростанций расположены в близи с действующими гейзерами или термальными источниками. В России это Камчатка, Дагестан, Карачаево –Черкесия, Ставропольский и Краснодарский край.

В 2022 год выработка электроэнергии геотермальными электростанциями в мире составила 14.87 ГВт. Лидеры в этой области США, Исландия, Новая Зеландия.

В индивидуальном жилищном строительстве для использования геотермальной энергии больше всего подходят системы отопления, состоящие из тепловых насосов и труб-коллекторов, уложенных в скважины глубиной 20-30 метров [14].

Природный газ.

Природный газ как источник энергии используется уже много десятилетий. С развитием технологий сжижение спрос на него возрос, так как для его доставки потребителям не нужны стали трубопроводы. Газ стало возможно перевозить и хранить в герметичных резервуарах. Также его стали использовать в автомобилях как дешевую альтернативу топливу из нефти.

При сжигании природного газа происходит образование диоксида азота и серы что нельзя считать полностью экологически чистым топливом.

На сегодняшний день природный газ (магистральный и в баллонах) наряду с электричеством является одним из важных ресурсов для обогрева и приготовления пищи в индивидуальном жилищном строительстве.

Гидроэнергетика.

Потоки воды так же, как и ветер издревле являются источниками энергии. Первые водяные мельницы использовались еще в античном Риме.

Получаемое с помощью кинетической энергии воды электричество является возобновляемым источником энергии, не создавая вредных выбросов.

Строительный бум больших гидроэлектростанций пришелся на 20-60 года двадцатого века. В современном мире гидроэнергия составляет около 16% и ее мощность более 1 ТВт. Россия, Китай, США, Канада являются крупнейшими производителями гидроэлектоэнергии. Несмотря на специфичность местности пригодной для строительства гидроэлектростанций (необходимы полноводные реки) и большие первоначальные капиталовложения в мире в настоящий момент строятся несколько больших гидроэлектростанций.

Атомная энергия.

Атомная энергия представляет собой источник низкоуглеродной энергии и является хорошей альтернативой сжигания ископаемого топлива для получения электроэнергии и тепла. По подсчету ученых благодаря использованию атомной энергии за последние пятьдесят лет в атмосферу не было выброшено около 74 Гт вредных веществ.

В соответствии с ежегодным докладом Международного агентства по атомной энергии (август 2023 года) за последние десять лет суммарная мощность атомных электростанций возросла на 5.8 % и составила 371 ГВт. Вместе с тем растут и темпы ввода в эксплуатацию и новые мощности. Только в 2022 году прирост мощности составил 4.1 ГВт. Так же растет мировой интерес к малым атомным электростанциям с вырабатываемой мощностью да 300МВт. Их компактность, небольшие сроки строительства (2-3 года), меньшая стоимость и возможная мобильность востребована в мире [39].

Несмотря на высокие темпы роста атомной энергетики, такие страны как Германия и Япония полностью отказываются от нее считая, что негативные последствия возможных аварий на энергоблоках перекрываю все ее плюсы.

Рассмотренные выше альтернативные источники энергии хоть и являются распространенными в мире, но по тем или иным причинам не в полной мере отвечают возможностям применения их в данном жилом доме.

Далее более подробно изучим возможности применения энергии солнца и ветра как наиболее отвечающими условиям расположения исследуемого объекта индивидуального жилого строения.

2.2 Солнечная энергетика

Солнечная энергетика — в настоявшее время считается самой перспективной областью возобновляемой энергетики и активно развивается. Суть ее заключается в использовании солнечного света для получения электричества и тепла [32]. Это направление стало особенно актуальным в условиях глобальных изменений климата и стремления к сокращению выбросов углерода.

Солнечная энергия доступна в огромных количествах. Каждый час на Землю поступает достаточно солнечного света, чтобы обеспечить потребности всего человечества в энергии на целый год. Энергия Солнца использовалась людьми на протяжении многих тысячелетий. Люди с давних времен интуитивно использовали солнечные лучи для различных нужд. Например, сушили на солнце мясо, фрукты и зерно, что позволяло сохранять продукты на длительное время. Это был один из первых примеров использования солнечной энергии, который не требовал сложных технологий [31].

С течением времени человечество стало все больше осознавать потенциал солнечной энергии. В древние времена строились здания с большими окнами, ориентированными на юг, чтобы максимально использовать солнечное тепло. В античности, например, в Древнем Риме, использовались солнечные коллекторы для обогрева жилых помещений. С развитием науки и технологий начались исследования в области преобразования солнечной энергии в электричество.

Солнечная энергетика имеет множество преимуществ. Во-первых, это экологически чистый источник энергии, не производящий вредных выбросов во время эксплуатации. Во-вторых, солнечные установки могут работать как в

больших масштабах, так и на уровне отдельных домохозяйств, что способствует децентрализации энергетических систем.

Тем не менее, существуют и определенные недостатки. Один из них — это зависимость от погодных условий. Для преобразования солнечной энергии в электрическую или тепловую используют солнечные панели (рисунок 1) [8].

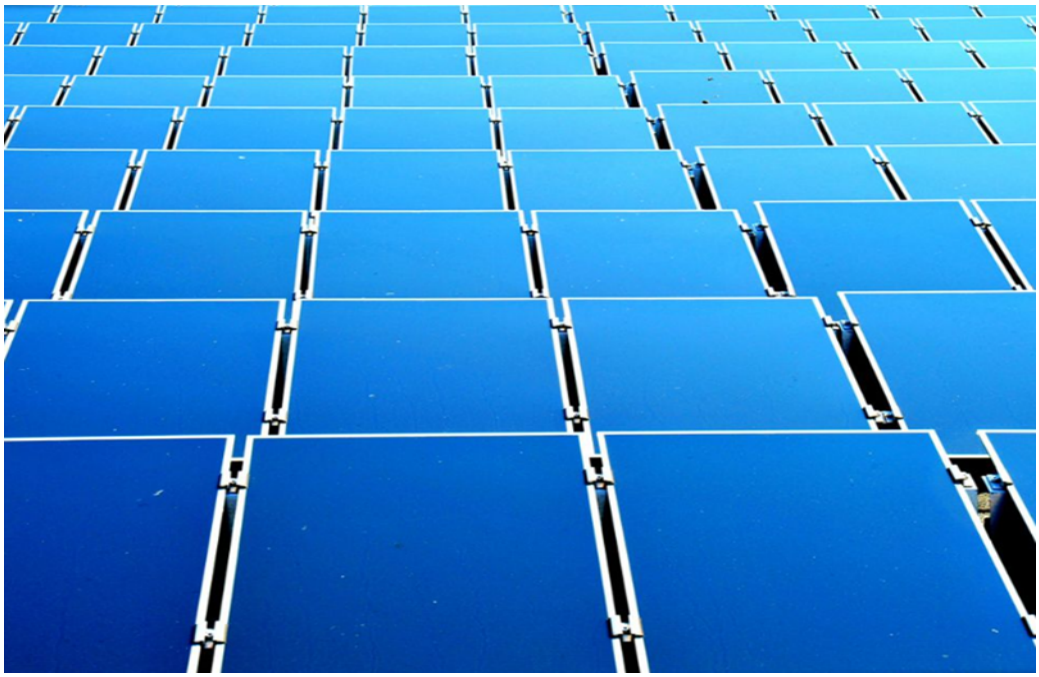

Рисунок 1 – Солнечные панели

Солнечные панели являются популярной в последнее время технологией. Они позволяют получить электроэнергию чистым и экологичным методом. Многие люди уже выбирают солнечные панели, поскольку заботятся об окружающей среде и стремятся получить недорогую возобновляемую энергию, не загрязняя окружающее пространство. Солнечные панели позволяют преобразовать солнечные лучи (а именно – энергию, полученную от солнца) в электричество, которое в последующем используется для различных целей [28].

Большинство государств заинтересовано в том, чтобы улучшить электрификацию своих территорий, и сегодня выделяются существенные средства для того, чтобы вести научные исследования в данном направлении. В том числе, существует множество проектов, направленных на развитие

солнечной энергетики. Ряд городов уже полностью перешли на солнечную энергетику.

Вместе с тем, сам принцип работы таких панелей или же солнечных батарей в рамках ИЖС имеет определенные трудности и конструктивные особенности. Принцип действия панелей базируется на полупроводниках. Одним из наиболее эффективных полупроводников является кремний. Когда фотоэлемент панели нагревается, происходит высвобождение электронов из атомов кремния. Затем атомы нижней кремниевой пластины преобразовательного блока захватывают высвобожденные электроны. Поскольку, как нам известно из курса физики, электроны будут стремиться вернуться в то положение, которое они занимали ранее, движение электронов с нижней пластины пойдет по проводникам, то есть по соединительным проводам. Во время такого движения электроны будут отдавать энергию [8]. Принцип действия солнечных панелей представлен ниже на рисунке 2.

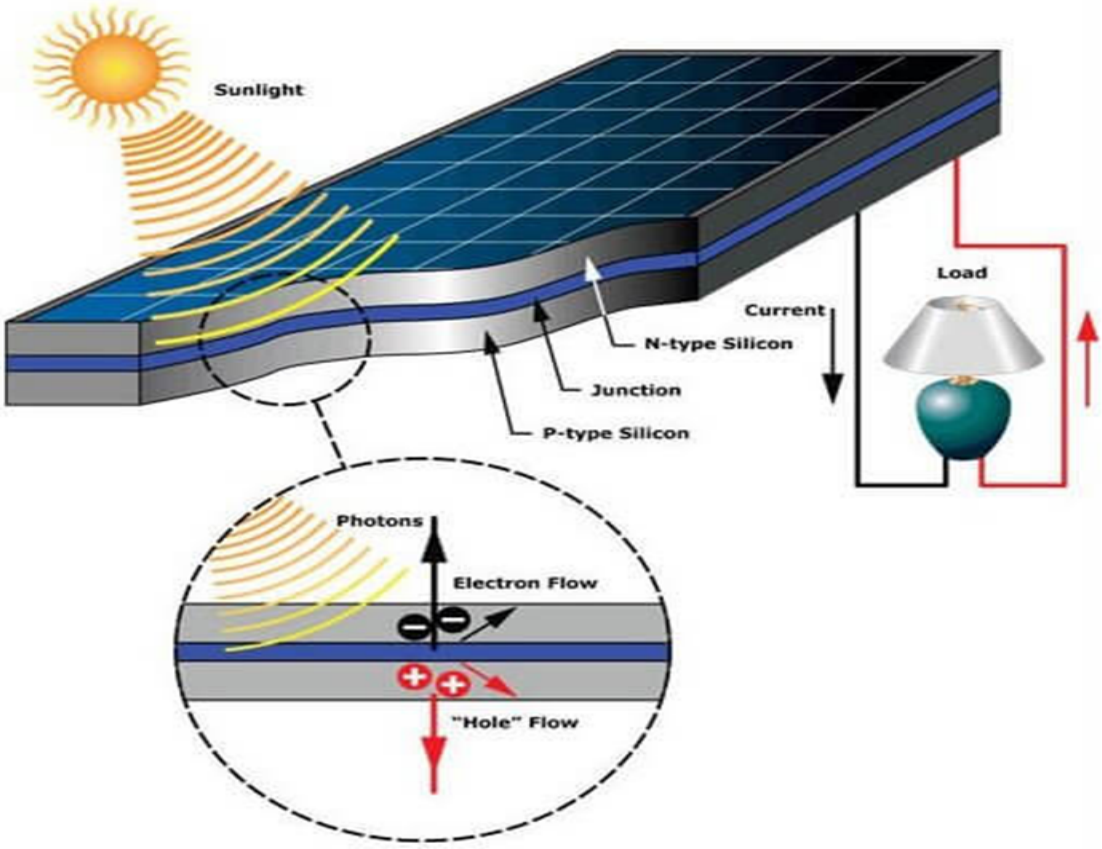

Рисунок 2 – Принцип действия солнечных панелей

Конструктивно-солнечная панель состоит из корпуса, блоков преобразования, непосредственно батареи и других дополнительных устройств.

Кожух панели (корпус) предназначен для того, чтобы обеспечивать совместное удержание конструкции и иного практического применения не имеет. Базовые элементы — это, конечно, блоки преобразования. Такие блоки являются фотоэлектрическим элементом, состоящим из полупроводников, о которых мы говорили выше. Блоки состоят из каркаса и нескольких (как правило, двух) слоев кремния, которые тонким слоем наносятся на поверхность.

Поверхность может быть либо поликристаллической, либо монокристаллической. В зависимости от того, каким методом наносится кремний на поверхность, определяется конечная цена солнечной панели и то, насколько эффективной она будет. При задействовании монокристаллического способа эффективность возрастает, однако вместе с этим повышается и цена оборудования.

Также солнечная панель включает в себя аккумуляторы (два). В основной батарее хранится полученная электроэнергия, и оттуда она поступает в электросеть. Резервная батарея собирает в себе излишнее количество электроэнергии, и если напряжение в сети падает, то в таком случае именно резервная батарея направляет в нее накопленную электроэнергию.

Дополнительные устройства – это контроллеры, функция которых заключается в распределении и перераспределении электроэнергии как по сети, так и между всеми батареями.

Говоря об элементах батарей, отметим, что очень важной частью являются диоды. Диоды устанавливаются на инверторные блоки в каждой четвертой их части. Предназначением диодов является предохранение конструкции. Речь идет о том, что в случае чрезмерного напряжения конструкция может перегреваться, и именно функцию предохранителя в

данной ситуации будут выполнять диоды. Если диодов нет, то с большой долей вероятностью система перестанет работать уже после первого случившегося дождя. В ИЖС для экономии места на участке солнечные батареи как правило устанавливаются на крышах домов, как это показано ниже на рисунке 3 [19].

Рисунок 3 – Пример монтаж солнечных панелей на крыше дома

При монтаже солнечных панелей нужно обращать внимание на схему подключения, поскольку в зависимости от подключения будут варьироваться показатели эффективности. Инверторные блоки должны соединяться параллельно-последовательным способом, благодаря чему солнечная панель сможет выйти на свою оптимальную мощность, создавая требуемое напряжение в сети. На рисунке 4 представлена схема подключения панелей.

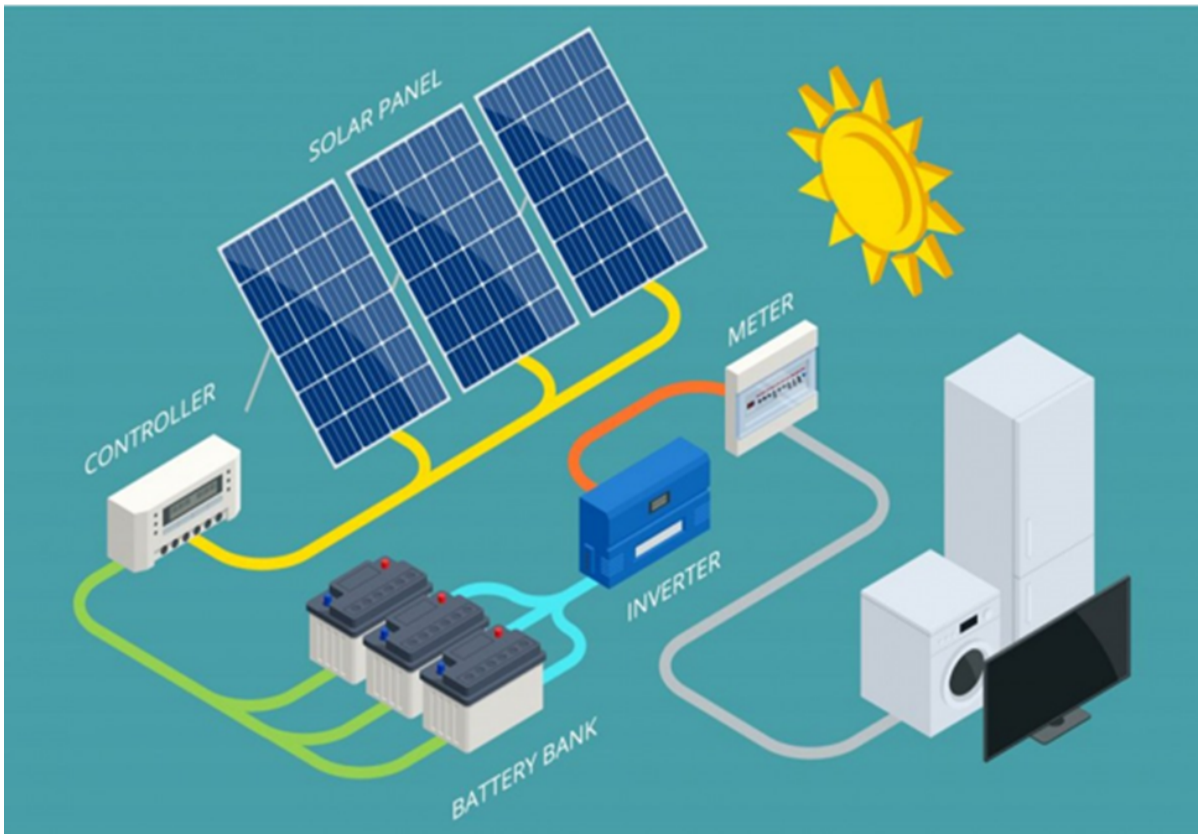

Рисунок 4 – Схема подключения солнечных панелей

Выбирая солнечную батарею, нужно ориентироваться на ее конструкционные особенности и характеристики дома, а также на климатические условия местности. Предполагается, что в пасмурную погоду солнечная батарея может генерировать энергию порядка 40 Вт на 1 квадратный метр. Это приблизительные данные по самой батарее. На практике мощность света в пасмурный день будет составлять порядка 200 Вт на метр, однако отметим, что 40% поступающего света от Солнца – это ИК-излучение, которое солнечные панели не улавливают и которому не подвержены. Также нужно понимать, что солнечные панели редко выходят на большие, чем 25%, показатели КПД.

Среднегодовое значение освещенности составляет 9 часов в сутки, то есть в среднем Солнце светит именно 9 часов из 24 [25]. Таким образом преобразователь может вырабатывать ежесуточно 1 кВт электроэнергии на каждый квадратный метр. При потреблении порядка 20 кВт минимально требуемая площадь батарей должна составлять порядка 40 квадратных метров.

На практике подобные значения электропотребления встречаются нечасто и жители дома, как правило, потребляют в 2 раза меньшее количество электроэнергии в сутки, что уменьшает требуемую площадь солнечных батарей.

В зимнее время года продолжительность светового дня существенно сокращается. Солнечные панели, безусловно, работают и зимой, однако сама конструкция должна оснащаться мощными аккумуляторами. В данном случае при наличии резервного аккумулятора получаемой ежесуточно энергии должно хватить на обеспечение стандартных нужд.

Выбирая солнечную панель важным критерием, является именно емкость аккумуляторов. Особенно важной становится емкость резервного аккумулятора тогда, когда требуются потребление электроэнергии в темное время суток. Ниже на рисунке 5 представлены виды существующих солнечных батарей.

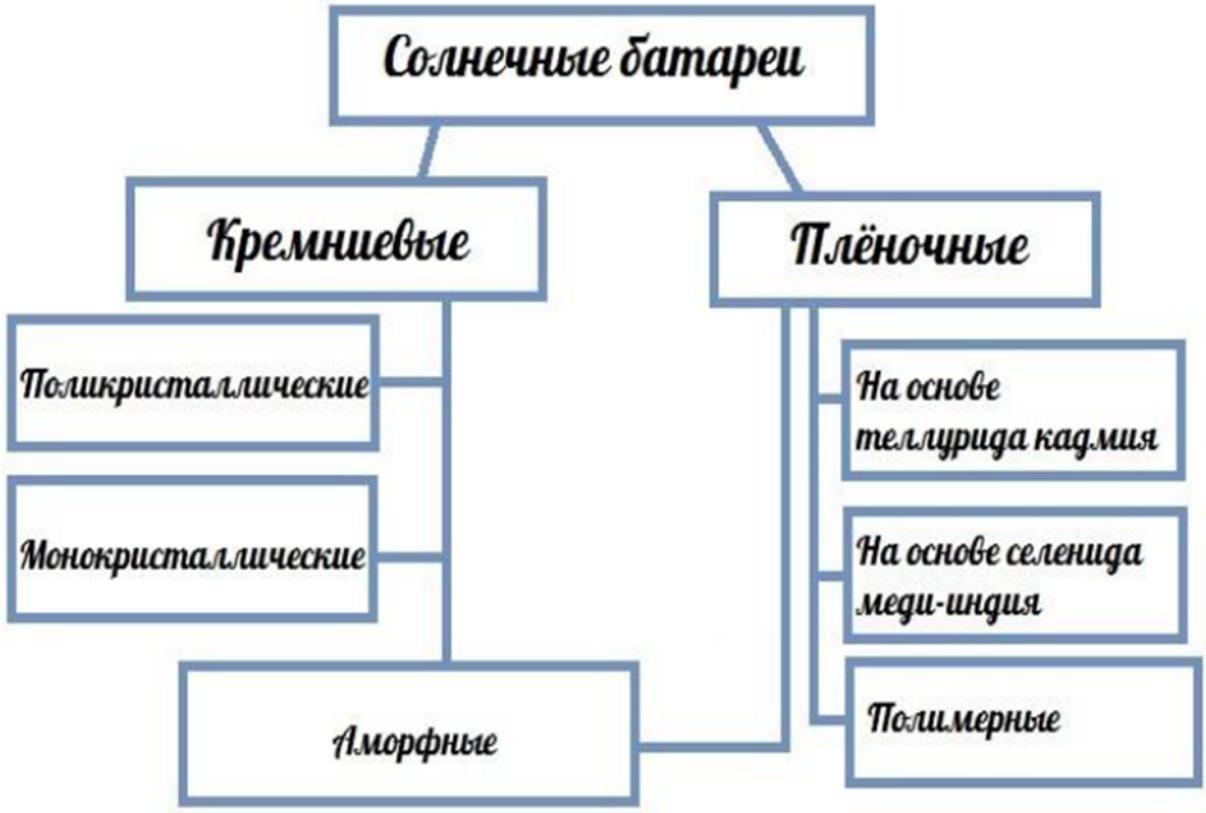

Рисунок 5 – Различные виды солнечных батарей

Рассмотрим типы преобразователей более подробно.

Первый вид – это преобразователи, которые работают на кремнии. Солнечные батареи такого типа одни из самых популярных, если речь идет об оснащении домов, небольших домохозяйств. Популярность солнечных батарей, изготовленных из кремния, заключается в том, что этот материал доступен, его стоимость не слишком высока, а параметры эффективности находятся на достаточно высоком уровне, если сравнивать с аналогами. Производят такие кремниевые солнечные батареи не только из непосредственно кремния, но и из поликристаллов, монокристаллов и аморфного кремния.

Одним из вариантов кремниевых солнечных панелей являются монокристаллические батареи, при производстве которых используется кремний. На рисунке 6 представлен внешний вид монокристаллической батареи.

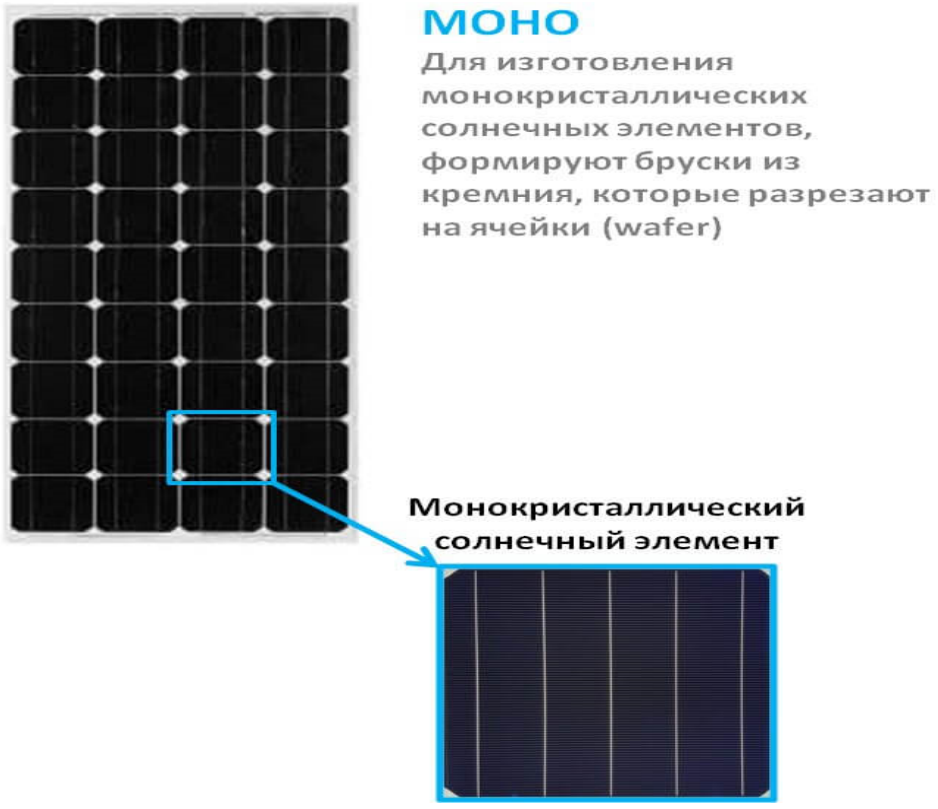

Рисунок 6 – Монокристаллическая панель

При изготовлении монокристаллических батарей вначале формируется специальный раствор кремния для изготовления монокристаллов. После того, как они затвердеют, их уже нарезают на очень тонкие пластины. При этом часто толщина подобной пластины составляет всего порядка 30 микрон.

Если сравнивать стоимость подобных панелей с преобразователями другого типа, то она будет выше, так как имеются сложности в изготовлении монокристаллов, и сам процесс требует больших ресурсов и большего количества денежных средств. Однако, несмотря на дороговизну, монокристаллические панели популярны, так как обладают большим сроком службы и высоким КПД (около 20%). При одном и том же уровне выработки монокристаллические панели

занимают значительно меньше места, чем другие солнечные батареи. Это делает их идеальными для ограниченных пространств.

Отметим, что солнечные панели поликристаллического и монокристаллического типа по своей стоимости дороже, чем батареи другого типа. Их высокая стоимость обусловлена сложными технологическими процессами производства.

Панели, при производстве которых задействуется пленочная технология, будут дешевле, однако они требуют наличия большей свободной площади, поскольку их габариты значительно больше.

Благодаря высокой структурированности материала монокристаллические батареи показывают большую эффективность. Их КПД в среднем варьируется от 17 до 22%, что для солнечных батарей является очень хорошим показателем. Сама конструкция обладает небольшими размерами по сравнению с аналогами других типов (если, конечно, мы говорим о преобразователях солнечной энергии).

Если сравнивать монокристаллические панели с пленочными аналогами или даже с поликристаллическими панелями, то следует отметить небольшую площадь монокристаллических батарей. Они занимают меньше места, поскольку уровень их КПД выше. Соответственно для того, чтобы выйти на

требуемую мощность, необходим меньший объем монокристаллических панелей, чем объем иных аналогичных батарей.

Срок службы солнечных монокристаллических панелей достаточно большой и составляет в среднем до 25 лет, хотя известны и случаи более длительного использования. Хорошо они показывают себя и в условиях низкой освещенности, если сравнивать с другими типами аналогичных устройств.

У монокристаллических преобразователей имеется два основных недостатка: это их высокая стоимость и возможность загрязнения или затененности панелей. В первом случае стоимость батареи обуславливается более сложными технологическими процессами производства.

По поводу затененности или загрязненности отметим, что действительно при наличии небольших загрязнений панелей или если они постоянно находятся в тени, часть конструкции закрывается и в таком случае солнечные батареи частично теряют свою производительность. Для устранения данного недостатка можно пользоваться микроинверторами, которые позволят уравнивать характеристики деятельности батареи по всей цепи, даже когда освещенность является непостоянной или неравномерной.

Далее перейдем к поликристаллическим панелям и более подробно рассмотрим данный тип преобразователей.

Поликристаллические солнечные батареи создаются из кремниевых кристаллов, которые были расплавлены и затем охлаждены, вследствие чего образовывается множество кристаллов в одной панели. Для получения поликристаллов необходимо в течение длительного времени медленно охлаждать кремниевую субстанцию.

Особо сложного технологического процесса при создании таких поликристаллов не требуется и сам процесс значительно проще, чем в случае выращивания монокристаллов. Панели данного типа получаются посредством плавления кремниевого сырья и последующей его заливки в формы. Затем

производится выплавка изделий и нарезка. На рисунке 7 представлена поликристаллическая панель.

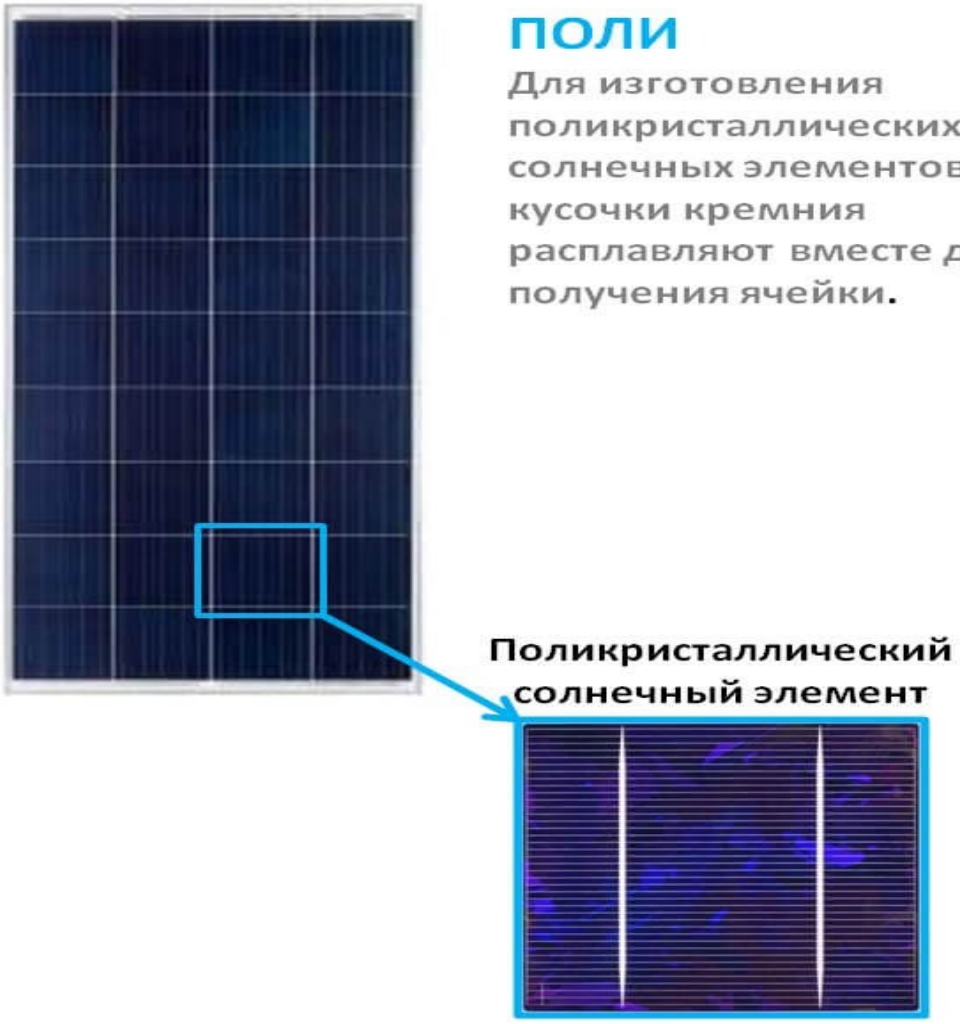

Рисунок 7 – Поликристаллическая панель

При изготовлении поликристаллических панелей задействуется более простая технология, требующая при этом меньшее количество ресурсов и энергии, что существенно удешевляет стоимость конечного продукта. Однако следует отметить, что преобразователи данного типа имеют меньшее значение КПД, чем монокристаллические: он варьируется в пределах от 15 до 18%.

Итак, к числу базовых преимуществ панелей данного типа можно отнести низкие затраты, которые требуются для изготовления панелей. Отметим, что в процессе производства отходов значительно меньше, чем в случае производства монокристаллических панелей, в силу чего стоимость

процессов утилизации и переработки отходов снижается. Также при изготовлении поликристаллических панелей процент брака минимален, поскольку задействуются очень простые методы производства.

Однако имеются у таких солнечных панелей и недостатки. В частности, следует отметить меньший процент КПД, который составляет порядка 14-18%. Выше мы уже отмечали, что КПД монокристаллических аналогов выше приблизительно на 5%, и с учетом общего процента КПД разница достаточно заметна и велика.

Также следует отметить, что поликристаллические преобразователи обладают меньшей устойчивостью к климатическим воздействиям, в том числе, воздействиям высоких температур. При больших температурных воздействиях производительность всей конструкции снижается, а также это сказывается и на сроке службы солнечной панели. Кроме того, нужно отметить, что поликристаллические панели занимают больше пространства, в силу меньшей эффективности требуется установить больше таких солнечных преобразователей для получения требуемого количества электроэнергии.

Имеются недостатки и во внешнем виде, в данном случае речь идет о наличии неоднородностей. Этот дефект, впрочем, устраним в случае применения просветляющего покрытия и существенным недостатком не является.

Далее перейдем к характеристике следующего типа солнечных панелей. Это панели, которые изготавливаются путем задействования пленочных технологий.

Тонкопленочная панель представлена ниже на рисунке 8.

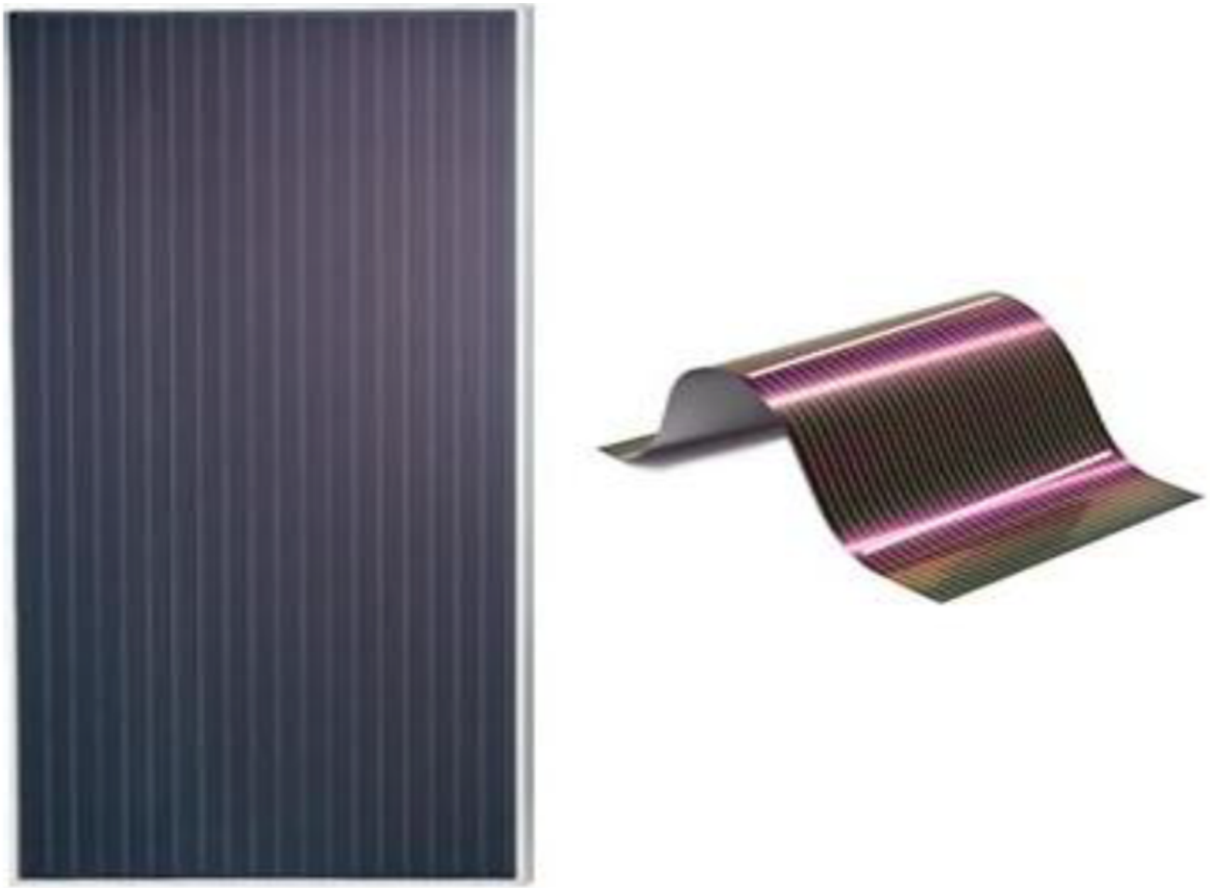

Рисунок 8 – Тонкопленочная панель

В качестве основных элементов, которые задействуются при напылении, выступают кадмий, галлий, кремний, медь и различные соединения селены.

Минимальный уровень КПД тонкопленочных панелей составляет примерно 7%. Максимальный уровень КПД, зарегистрированный на сегодняшний день, составляет 13%. Однако, в силу развития технологического процесса, появления новых технологий, применения инноваций, прогнозируется, что уровень КПД тонкопленочных батарей будет расти в среднем на 3%.

Существуют солнечные панели, произведенные по тонкопленочной технологии, которые в качестве основного сырья используется теллуриде кадмия. К сожалению, кадмий является ядовитым металлом, поэтому задействовать его можно в небольших количествах. Впрочем, как показывают многие исследования, испаряемость его минимальна, и на таком уровне

испаряемости, несмотря на ядовитость, причинить серьезный вред здоровью человека кадмий не может.

КПД тонкопленочных панелей, изготовленных из кадмия, составляет примерно 10%. Если сопоставить эффективность батарей и эффективность аналогов, можно отметить, что стоимость кадмиевых батарей будет ниже при одном и том же уровне отдачи.

Также преобразователи тонкопленочного типа могут изготавливаться на основе индия. В данном случае солнечный преобразователь будет иметь повышенный КПД.

К числу основных преимуществ, которыми обладают тонкопленочные панели, можно отнести их низкую себестоимость, что отражается и на конечной стоимости панели. Материал является однородным, поэтому и общий вид конструкции будет отличаться повышенной эстетикой. Также можно отметить, что такие солнечные панели могут использоваться на черепице. Они очень тонкие, податливые и из них можно даже сформировать солнечную черепицу в виде плитки.

Задействовать тонкопленочный преобразователь можно в условиях ограниченного пространства. Панель легко монтируется и демонтируется. Ее можно убрать в случае, если не требуется источник солнечной энергии в настоящий момент, или если солнце в силу климатических условий отсутствует. При непрямом освещении или в случае нагрева производительность такой конструкции снижается, но потери в производительности будут низкими.

К недостаткам тонкопленочной структуры можно отнести следующее. Во-первых, требуется значительная площадь для монтажа панелей. Ввиду пониженного КПД таких панелей требуется большая площадь для установки конструкций для получения требуемого количества солнечной энергии и электроэнергии. Установка солнечных панелей требует дополнительных затрат на крепежную фурнитуру.

Далее перейдем к изучению следующего вида солнечных панелей. Это полимерная панель, которая представлена ниже на рисунке 9.

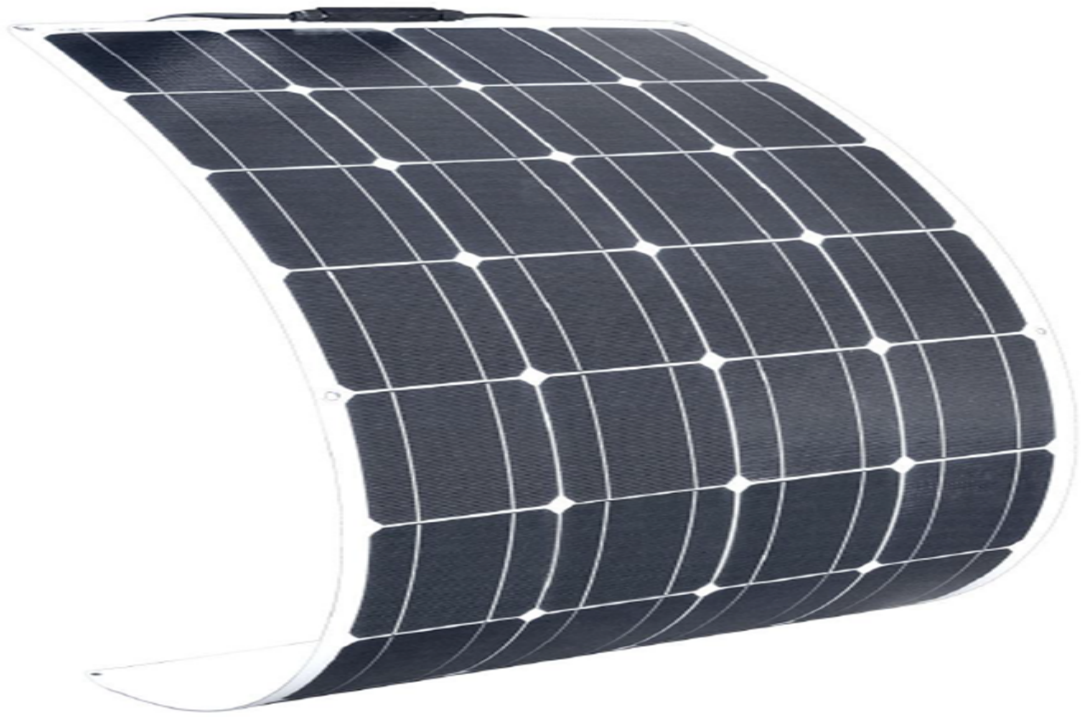

Рисунок 9 – Полимерная солнечная панель

Данный тип преобразователей появился относительно недавно. Характеризуются они достаточно невысоким пока еще уровнем КПД, составляющим приблизительно 5-10%, а в качестве проводников у подобных панелей используются соединения фуллерена, а также полифенилена и фталоцианина меди.

Несмотря на низкие показатели по КПД, их все же можно использовать достаточно эффективно, поскольку у батарей подобного типа невысокая стоимость, они изготавливаются из доступных материалов. Вследствие низкой себестоимости, конечная цена товара также является доступной для широкой аудитории. Дополнительно отметим, что сами такие полимерные панели обладают хорошими показателями эластичности [26].

Образцы полимерных солнечных панелей, произведенные с помощью донорно-акцепторной системы, показали хорошую эффективность.

Когда солнечный свет попадает на полимерный солнечный элемент, донорный материал поглощает фотон, что приводит к образованию возбужденного состояния (эксайтон). Возбужденный эксайтон быстро (менее одной пикосекунды) диссоциирует на свободные электроны благодаря разнице в электрохимических потенциалах между донором и акцептором. Это разделение заряда критически важно для повышения эффективности устройства, так как оно предотвращает рекомбинацию носителей заряда.

Структура полимерного солнечного элемента представлена ниже на рисунке 10.

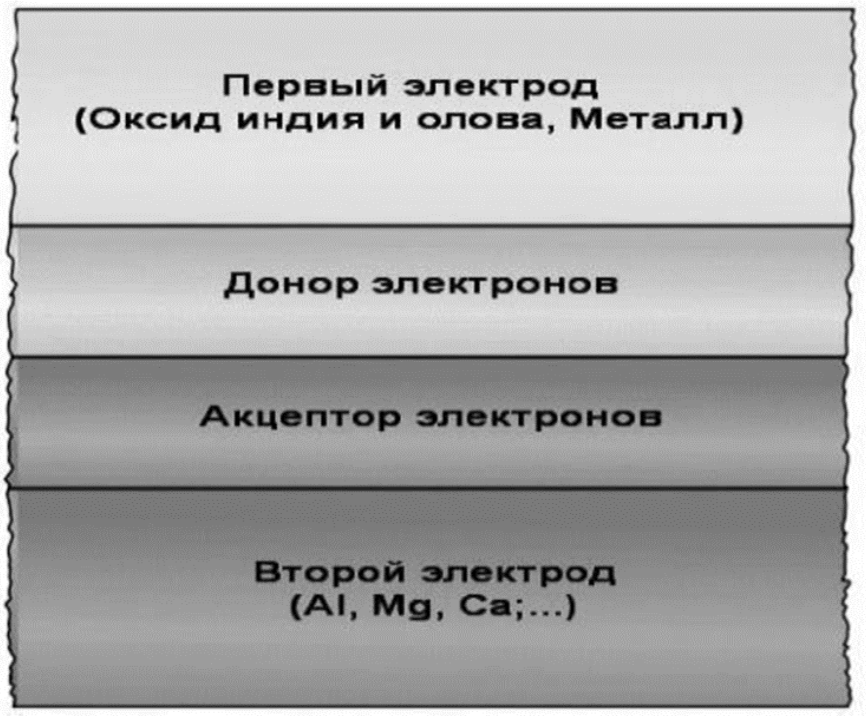

Рисунок 10 – Структура полимерного солнечного элемента

При попадании света на поглощающий слой полимерного солнечного элемента, фотоны с энергией, достаточной для преодоления барьера между высшими и низшими орбиталями, приводят к образованию экситонов. Эти экситоны представляют собой пары связанными положительным и отрицательным зарядами. При взаимодействии экситонов с границами между донорными и акцепторными материалами происходит их разделение. Это важно, так как только свободные носители заряда могут быть использованы

для генерации электрического тока. Отдельные носители заряда начинают двигаться в разные стороны, в зависимости от их природы (донор или акцептор).

В полимерных солнечных элементах используется слой, состоящий из смеси органических полупроводников, что позволяет максимизировать поглощение света и эффективность выхода носителей заряда. Структура этого слоя спроектирована так, чтобы минимизировать собственное сопротивление и обеспечить максимальное взаимодействие света с активным слоем.

Свет, отражающийся от поверхности металлического электрода, может пройти повторно через поглощающий слой. Это повторное прохождение увеличивает вероятность активации ранее не активированных носителей заряда, что в свою очередь может повысить выходную мощность солнечного элемента [29].

К числу потенциальных достоинств данных преобразователей по сравнению с кремниевыми можно отнести энергосберегающий производство, низкий уровень затрат на производство панелей, прозрачность, гибкость и простоту применения.

К числу основных недостатков таких полимерных батарей можно отнести низкий уровень КПД и потребность в большом пространстве для размещения панелей в связи с их малой энергоэффективностью.

Для того чтобы повысить эффективность преобразователей можно использовать концентрационные модули, представленные ниже на рисунке 11.

Рисунок 11 – Концентраторы солнечных лучей, находящиеся над солнечными элементами

Итак, при задействовании концентрационных модулей можно значительно повысить эффективность энергополучения. Линзы специальных модулей позволяют концентрировать солнечный свет на отдельно взятом участке площади, то есть на панели солнечной батареи концентрируется большее количество солнечных лучей, соответственно растет выработка энергии и электричества.

Солнечные батареи благодаря применению концентрационных модулей могут иметь меньшие габариты, и требуется меньшая площадь размещения для получения одного и того же количества электроэнергии [20]. Тем не менее, для применения концентрационного модуля нужно дополнительное оснащение в виде автоматической системы, позволяющей улавливать солнечные лучи, отслеживать энергию солнца и осуществлять автоматический поворот линз по нужному направлению.

Если разместить концентраторы над фотоэлементами, то есть над поверхностью солнечной батареи, можно добиться увеличения светового потока практически в 8 раз.

2.3 Ветряная энергетика

На сегодняшний день ветер, как и солнце, считается самым распространенным и доступным источником энергии. Такая энергетика базируется на преобразовании кинетической энергии ветра в энергию электрическую, для чего используются ветряные турбины. Для строительства ветропарков подходят и поля и горя и моря. Все это создает большой спрос на ветряную энергетику, и ее применение постоянно возрастает во всем мире. Во многих странах ветропарки и отдельные ветрогенераторы самые быстроразвивающиеся источники альтернативной энергии.

Ветряная энергетика сама по себе является очень чистым источником энергии, она легко возобновляется, доступная для человека и абсолютно бесплатная. Ежедневно ветряные турбины, расположенные во всех странах мира, улавливают ветер и преобразуют кинетическую энергию в электричество, которое впоследствии распределяется по пользователям. За счет генерации энергии подобным образом восполняются экологические ресурсы и формируется баланс между природой и потребностями человечества.

По принципу действия, генерация электроэнергии посредством турбин выглядит следующим образом: на лопасти турбины поступает ветер, вследствие чего происходит вращение турбин по часовой стрелке. В это время главный вал турбины, который внутри гондолы соединяется с коробкой передач, начинает вращаться. В свою очередь, коробка передач направляет полученную ветряную энергию в генератор, где и происходит трансформация полученной энергии в электричество [23]. Затем передача энергии осуществляется в трансформатор, где происходит регулировка уровней напряжения исходя из заданных параметров сети. Ниже на рисунке 12 представлена ветряная турбина.

Рисунок 12 – Ветряная турбина

Если мы говорим об индивидуальном жилищном строительстве, то здесь зачастую ветряные турбины устанавливаются вертикально [24]. Связано это с имеющейся площадью застройки и небольшими размерами турбин. Имея вертикальную ось, ветряная турбина больше подходит для жилых помещений, и владельцы собственных домов, как правило, останавливаются именно на турбинах такого типа. Вертикальные турбины не только практичные, но и достаточно экономичные. Кроме того, у них низкий уровень производимого шума. На сегодняшний день уже существуют модели турбин, уровень шума у которых не превышает 45 дБ. Отметим, что ветряные турбины позволяют эксплуатировать их без постоянного обслуживания [6].

Далее охарактеризуем ветряные турбины, которые пользуются сейчас популярностью и часто эксплуатируются в частных домах ИЖС.

Рассмотрим наиболее часто применяемые в индивидуальных жилых домах ветряные турбины [30].

Ветряная турбина MAKEMU Energy Mini с вертикальной осью (рисунок 13) [33].

Рисунок 13 – Ветряная турбина MAKEMU Domus Mini с вертикальной осью

Достоинства ветряной турбины MAKEMU Domus Mini с вертикальной осью:

- сверхмощный и высокопроизводительный ветряк;
- не большие габаритные размеры;
- простота установки и использования;
- чистый источник энергии;
- не требует постоянного обслуживания.

Недостатком ветряной турбины MAKEMU Domus Mini с вертикальной осью является только малая мощность по сравнению с аналогами.

Ветряной генератор с вертикальной осью EOLO 3000, рисунок 14.

Рисунок 14 – Ветряной генератор с вертикальной осью EOLO 3000

Достоинства ветряного генератора с вертикальной осью EOLO 3000:

- качественные компоненты для длительного использования;
- простота и компактность;
- простой монтаж и использование;
- низкий уровень шума <40 дБ.

Эта ветряная турбина является еще одним качественным продуктом турбин EOLO 3000. Турбину серии EOLO можно настроить на мощность 1 кВт, 2 кВт или 3 кВт.

Вертикальная спиральная ветряная турбина KISSTAKER мощностью 1000 Вт с двойной спиралью, рисунок 15 [35].

Рисунок 15 – Вертикальная спиральная ветряная турбина KISSTAKER мощностью 1000 Вт с двойной спиралью

Достоинства вертикальной спиральной ветряной турбиной KISSTAKER мощностью 1000 Вт с двойной спиралью:

- качественные и долговечные компоненты;
- гладкий и минималистичный дизайн;
- простая установка;
- хорошая выходная мощность: 800 Вт с максимальной мощностью до 1000 Вт;
- может работать даже при слабом ветре.

Модель рассчитана на скорость ветра 11 м/с и стартовую скорость ветра 2 м/с. Кроме того, он имеет легкий вес, весит всего 12 килограммов для своего максимального чистого веса, а диаметр его колес составляет всего 0,9 метра. Этот ветряк имеет пять лопастей, что делает его эффективным для сбора энергии ветра.

Генератор 4HIUHIU 300W 12V 24V - спиральный ветрогенератор, рисунок 16 [36].

Рисунок 16 – HIUHIU 300W 12V 24V Спиральный ветрогенератор

Достоинства HIUHIU 300W 12V 24V:

- эффективное производство энергии ветра;
- очень быстрое вращение лезвия;
- компактная конструкция лезвия;
- работает тише, по сравнению с другими ветряками подобного типа;
- гладкий и минималистичный дизайн;
- малый вес;
- легкость монтажа;
- прочная и прочная конструкция.

Недостатки HIUHIU 300W 12V 24V:

- высокая стоимость;
- малая генерируемая мощность.

Выводы по разделу.

Решена вторая задача работы провести анализ возможности перехода к альтернативным источникам питания в индивидуальном строительстве.

Получены сведения о существующих технологиях получения энергии из возобновляемых источников энергии.

Доказана возможность получение электроэнергии с помощью солнечных батарей, ветрогенераторов.

Исследованы технологии выработки энергии из возобновляемых источников энергии, позволяющие их использования в индивидуальном жилищном строительстве.

Определены наиболее перспективные устройств, позволяющих преобразовывать энергию солнца, ветра, воды, геотермального тепла в электрическую или другого вида энергию.

3 Оценка возможности перехода на альтернативные источники питания в индивидуальном жилищном строительстве

3.1 Расчет и выбор ветрогенератора

Для расчета получаемой электроэнергии, необходимо знать выходную мощность ветрового генератора, который предполагается использовать при расчете электроэнергии индивидуального жилого дома и среднегодовую скорость ветра на данной территории Московской области. Также важно учитывать направление ветра [4]. Для расчетов используется роза ветров, представленная на рисунке 17. На рисунке 18 представлена средняя скорость ветра за год в зависимости от региона Российской Федерации,

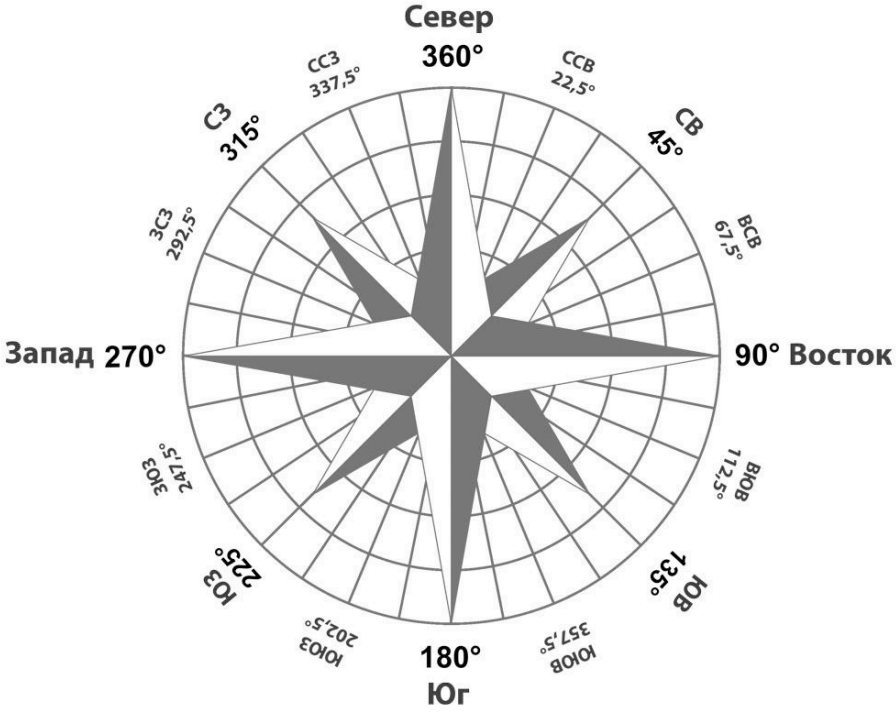

Рисунок 17 – Роза ветров

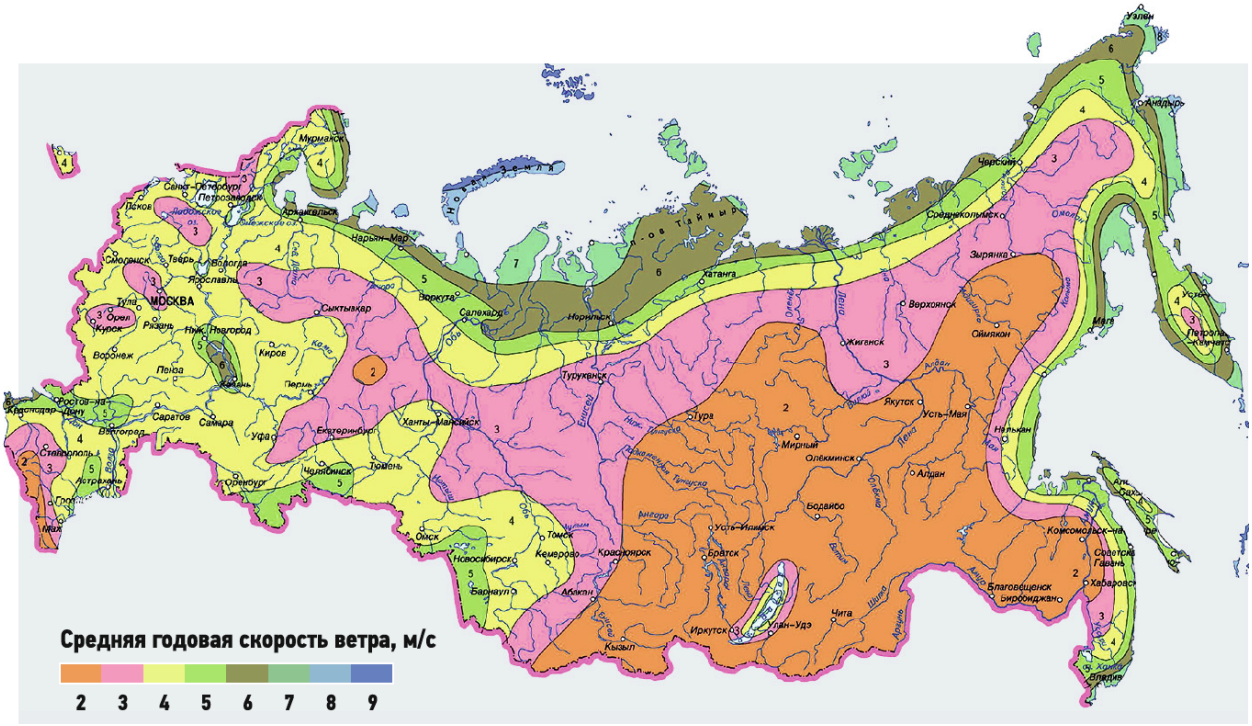

Рисунок 18 – Средняя скорость ветра за год в зависимости от региона

Мощность, вырабатываемая ветрогенератором, к скорости ветра имеет не линейный график. Зависимость вырабатываемой верогенератором мощности от скорости ветра представлена на рисунке 19. Как видно из графика при скорости ветра 2 - 10 метров в секунду мощность возрастает. Дальнейшее усиление ветра ведет к снижению вырабатываемой мощности.

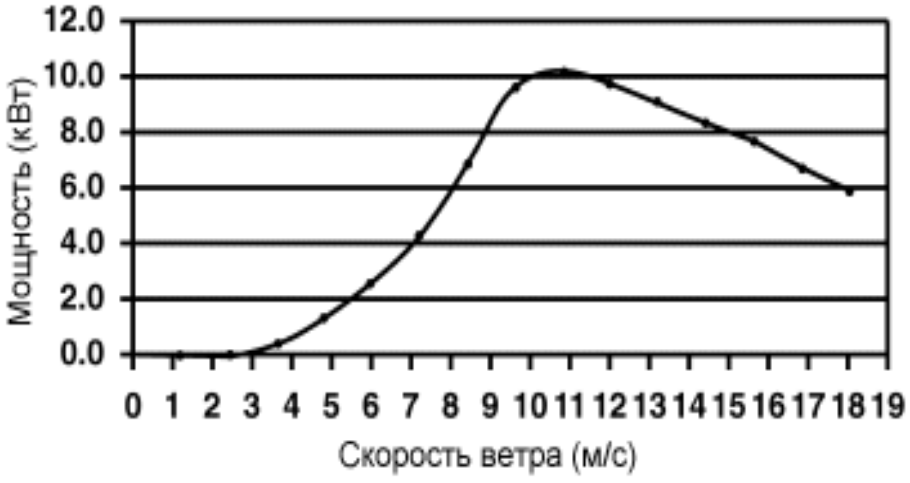

Рисунок 19 – Зависимость вырабатываемой верогенератором мощности от скорости ветра

С увеличением высоты установки ветрогенератора и увеличением диаметра его ротора вырабатываемая мощность увеличивается [22]. В таблице 1 представлены сравнительные характеристики ветрогенераторов различных с разными диаметрами ротора, скоростью ветра и высотой мачт.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика для различных габаритов ветрогенераторов

Максимальная мощность, кВт	Напряжение, В	Диаметр ротора, м	Высота мачты, м	Номинальная скорость, м/с
0,55	24	2,5	6	8
2,6	120	3,2	9	9
6,5	240	6,4	12	10
11,2	240	8	12	10
22	360	10	18	12

В таблице 2 указана средняя скорость ветра в месяц в Броницком районе Московской области [5].

Таблица 2 – Средняя ежемесячная скорость ветра в Броницком районе Московской области

Месяц	Скорость ветра, м/с
Январь	3,2
Февраль	3,5
Март	3,5
Апрель	3,6
Май	3,4
Июнь	3,2
Июль	2,9
Август	2,8
Сентябрь	3,0
Октябрь	3,2
Ноябрь	3,1
Декабрь	3,2
Среднее за год	3,5

Для установки в проект рассмотрим вертикальный ветрогенератор YASHEL. Внешний вид ветрогенератора представлен на рисунке 20.

Рисунок 20 – Вертикальный ветрогенератор YASHEL

Технические данные ветрогенератора приведены в таблице 3 [7].

Таблица 3 – Технические данные ветрогенератора YASHEL

Наименование параметра	Значение
Напряжение номинальное, В	12
Мощность номинальная, Вт	1000
Стартовая скорость ветра, м/с	1.3
Номинальная скорость ветра, м/с	11
Максимальная скорость ветра, м/с	45
Длина лопасти, м	3

Формула для расчетов полезной мощности ветрогенератора представлена ниже:

$$P = k \cdot R \cdot V^3 \cdot \frac{S}{2}, \quad (1)$$

где k – КПД турбины. «Параметр невозможности круглосуточного потока ветра для максимальной мощности». Значения этого параметра лежат в пределах $k \approx 0{,}2 \div 0{,}5$;

R – плотность воздушного потока, значение примерно 1,225 кг/м^3;

V – скорость ветра, м/с;

$S = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$ – площадь ветрового потока, м^2.

D – диаметр лопастей ветрогенератора, м.

Выполним расчет полезной мощности ветрогенератора YASHEL, используемого для электроснабжения индивидуального результаты расчета сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты расчета полезной мощности ветрогенератора YASHEL, используемого для электроснабжения индивидуального жилого дома

Месяц	Средняя скорость ветра, V м/с	P, Вт·ч
Январь	3,2	100,88
Февраль	3,5	132,00
Март	3,5	132,00
Апрель	3,6	143,65
Май	3,4	121,00
Июнь	3,2	100,88
Июль	2,9	75,08
Август	2,8	67,58
Сентябрь	3,0	83,12
Октябрь	3,2	100,88
Ноябрь	3,1	91,71
Декабрь	3,2	100,88

На рисунке 21 представлен график среднесуточной мощности ветрогенератора YASHEL по месяцам.

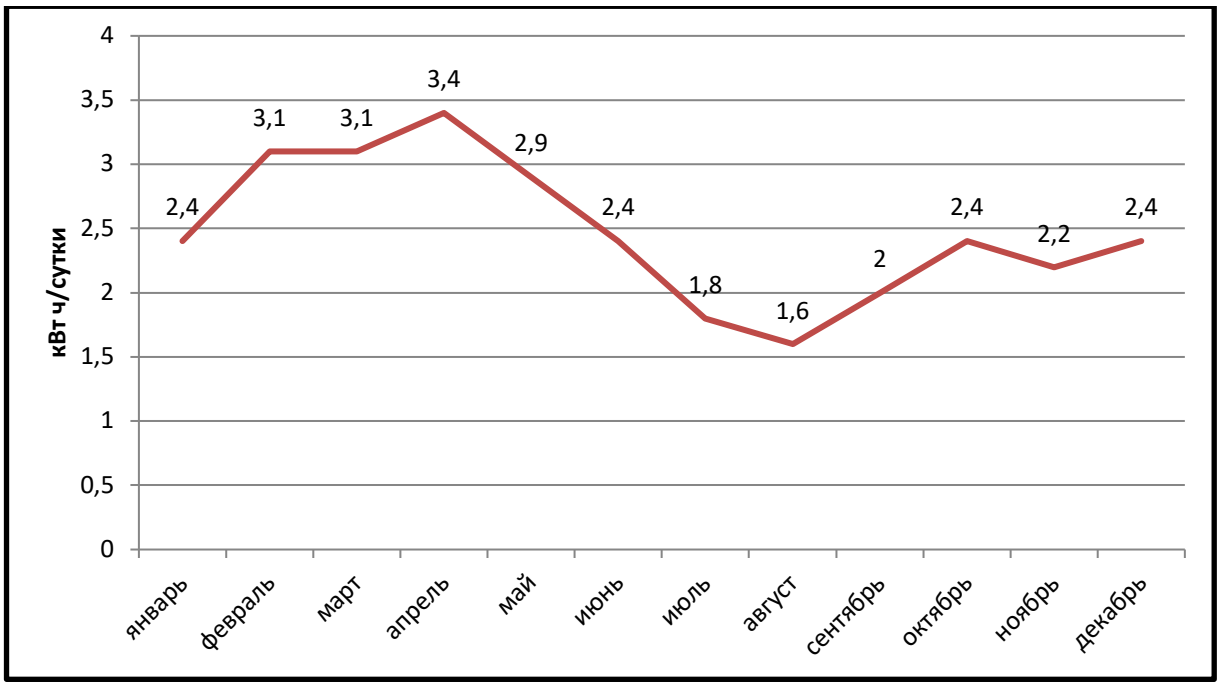

Рисунок 21 – График среднесуточной мощности ветрогенератора YASHEL

Как видно из результатов расчета мощность, вырабатываемая ветрогенератором YASHEL с диаметром лопастей, равной 4 м., в период с наименьшей скоростью ветра в августе, которая составляет 1,8 м/с, он будет вырабатывать в Московской области мощность, равную 1.6 кВт.ч/сутки. В апреле при средней скорости ветра 6,6 м/с вырабатываемая мощность составит 3,4 кВт.ч/сутки [16].

3.2 Расчет и выбор солнечных панелей

В предыдущем пункте данной работы было показано, что одного ветрогенератора в качестве источника энергии недостаточно для покрытия потребностей в электроэнергии индивидуального жилого дома. Поэтому, в качестве дополнительного источника будет произведен расчет солнечных панелей.

Среднегодовой уровень инсоляции на территории Российской Федерации показан на рисунке 22 [18].

Рисунок 22 – Среднегодовой уровень инсоляции на территории Российской Федерации

Из таблицы 5 видно, что в зимние месяцы декабрь, январь и февраль наименьшая солнечная инсоляция [17]. Оптимальный угол наклона солнечных панелей в эти месяцы составляет от 63 градусов до 74 градусов. Наибольшая инсоляция с мая по июль. Оптимальный наклон для них составляет от 11 градусов до 20 градусов.

Таблица 5 – Средний уровень солнечной инсоляции на территории Московской области

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средне годовая солнечная инсоляция, кВт·ч/м^2/сутки
0 º	0,75	1,56	2,81	3,87	5,13	5,27	5,14	4,30	2,63	1,49	0,81	0,05	2,86
40 º	1,51	2,55	3,78	4,34	5,12	4,97	5,00	4,57	3,22	2,20	1,46	1,08	3,32
55 º	1,66	2,70	3,82	4,16	4,70	4,51	4,53	4,31	3,17	2,27	1,58	1,20	3,22
70 º	1,72	2,71	3,67	3,79	4,18	3,95	4,00	3,85	2,97	2,24	1,62	1,26	3,00
90 º	1,65	2,50	3,19	3,07	3,21	2,99	3,05	3,05	2,51	2,02	1,53	1,22	2,50

Предпочтительным наклоном солнечных панелей при круглогодичном использовании следует принимать наилучший угол наклона при самых неблагоприятных условиях. В другое время, солнечной инсоляцией должно с избытком хватать для нужд потребления. Таким оптимальным углом наклона для Московской области будет угол в 55 градусов. Для получения максимальной мощности от солнечных панелей в течение года и время суток следует спроектировать систему их ориентации на солнце. В связи с установкой в этом проекте солнечных панелей на скат крыши, большим весом и сложностью системы позиционирования не рассматривается.

Дополнительно угол наклона в 55 градусов позволит солнечным панелям самоочищаться от осадков в виде снега и меньше покрываться пылью, что в свою очередь снизит расходы на обслуживание системы и повысит ее эффективность [21].

Для установки в проект рассмотрим поликристаллическую солнечную панель SilaSolar 100, рисунок 23.

Рисунок 23 – Поликристаллическая солнечная панель SilaSolar 100

Панель изготовлена из качественных солнечных элементов класса Grade A. Закаленное стекло обеспечивает высокую прозрачность и гарантирует повышенный КПД. Заявленная мощность составляет 100 Вт.

Технические характеристики солнечной панели приведены в таблице 6 [39].

Таблица 6 – Технические характеристики поликристаллической солнечной панель SilaSolar.

Наименование параметра	Значение
Мощность	100 Вт
Допустимое отклонение мощности	+ 3 %
Напряжение холостого хода	22,6 В
Ток короткого замыкания	1,76 А
Напряжение в точке максимальной мощности	18 В
Ток в точке максимальной мощности	1,66 А
КПД солнечной панели	15%
КПД отдельного солнечного фотоэлемента	17,4%
Тип элементов	Поликристаллические
Класс качества солнечных элементов	Grade A
Количество диодов	2 шт.
Степень защиты распределительной коробки	IP65
Максимальное напряжение системы	1000 В
Рабочая температура	-40°С…+85°С
Коннекторы	MC4
Размеры	0,97×0,55 см
Вес	2,7 кг

Выполним расчет мощности солнечных панелей, планируемых для установки в индивидуальном жилом доме по формуле (2)

$$E_{П} = \frac{E_{ИНС} \cdot P_{СП}}{P_{ИНС} \cdot k}, \quad (2)$$

где $E_{П}$- вырабатываемая энергия Вт·ч/сут;

$E_{ИНС}$ - среднемесячная инсоляция, кВт·ч/м^2/день;

$P_{СП}$ - мощность солнечных панелей, Вт;

$P_{ИНС}$ - мощность инсоляции на земной поверхности на одном квадратном метре (1000Вт/м^2);

k - коэффициент потерь на заряд – разряд аккумуляторов, преобразование постоянного напряжения в переменное, обычно принимают равным 1,2-1,4.

На скате кровли рассматриваемого в данной работе индивидуального жилого дома, площадью 64 м^2 с соблюдением необходимых интервалов можно разместить максимум 120 панелей.

Выполним расчет мощности солнечных панелей SilaSolar 100, планируемых для установки в индивидуальном жилом доме при установки солнечной панели с углом наклона 55 градусов, так как именно при этом положении достигается наибольшая солнечная инсоляция на 1 м$^{2.}$

В таблице 7 приведены результаты расчета мощности солнечных панелей, планируемых для установки в индивидуальном жилом доме при установке солнечной панели с углом наклона 55 градусов.

Таблица 7 – Результаты расчета мощности солнечных панелей, планируемых для установки в индивидуальном жилом доме при установке солнечной панели с углом наклона 55 градусов

Месяц	Уровень солнечной инсоляции, $E_{ИНС}$, кВт·ч/м^2/день
Январь	1,60
Февраль	2,70
Март	3,82
Апрель	4,16
Май	4,70
Июнь	4,51
Июль	4,53
Август	4,31
Сентябрь	3,17
Октябрь	2,27
Ноябрь	1,58
Декабрь	1,20

На рисунке 24 представлен график вырабатываемой солнечными панелями мощности в сутки.

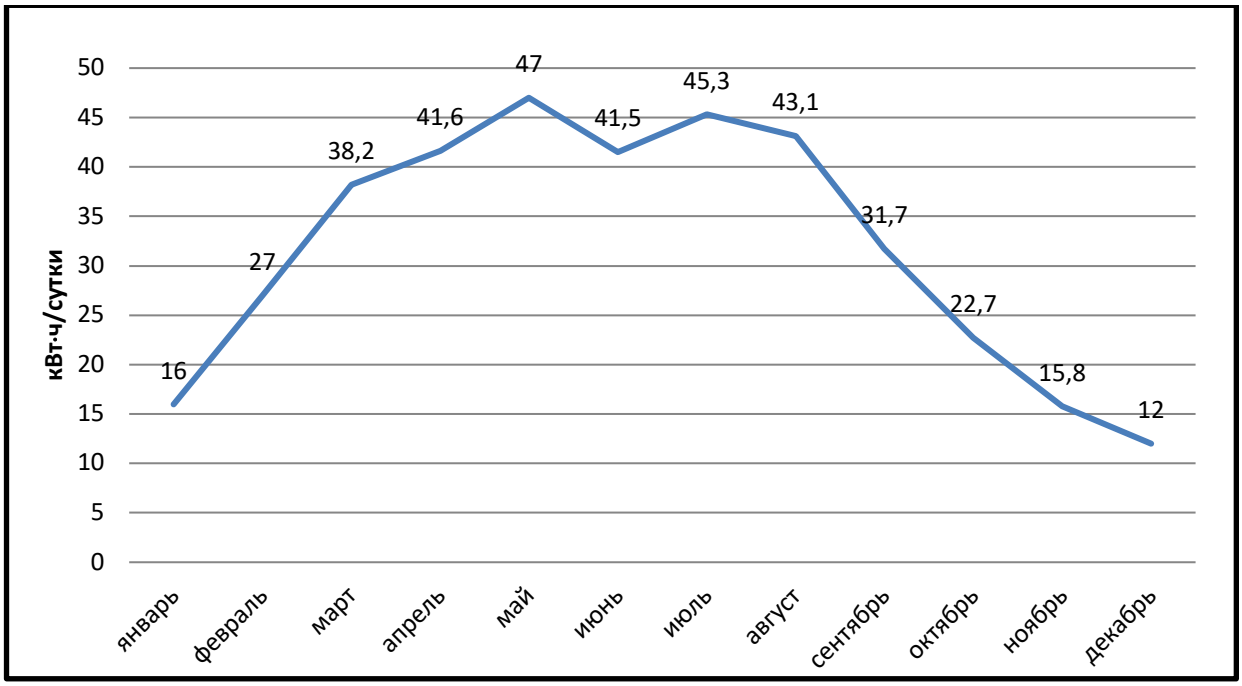

Рисунок 24 – Результаты расчета мощности солнечных панелей, планируемых для установки в индивидуальном жилом доме при установке солнечной панели с углом наклона 55 градусов в сутки

Как видно из результатов расчетов, наибольший пик вырабатываемой энергии солнечными батареями выбранной марки приходится на май – июль. Он достигает максимального значения, которое составляет 47 кВт·ч/сутки.

3.3 Расчет и выбор системы электроснабжения индивидуального жилого дома

Выполним расчет системы электроснабжения индивидуального жилого дома.

Суммарная установленная мощность всех потребителей электрической энергии индивидуального жилого дома представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Мощность потребителей электрической энергии индивидуального жилого дома

Наименование потребителя	Мощность, кВт	Время работы, ч	Мощность в сутки, кВт
Бойлер	12	4	60,0
Холодильник	03	10	3,0
Освещение	0,065	6	0,39
Септик	0,07	24	1,6
Бытовые приборы	2,5	5	12,5
Электроплита	2	3	6,0
Стиральная машина	1,5	2	3,0
Хозяйственные постройки. Ворота	0,03	4	0,12
Всего			86,7

В соответствии с таблицей суммарная установленная мощность составит 86,69 кВт. Примем коэффициент спроса равный 0.6. Тогда средняя потребляемая мощность в сутки получится:

$$E_{\text{д}} = 86{,}69 \cdot 0{,}6 = 52{,}04 \text{ кВт ч/сутки}$$

На рисунке 25 представлен график средней вырабатываемой мощности солнечных панелей и ветрогенератора и средняя мощность потребителей электрической энергии индивидуального жилого дома по месяцам.

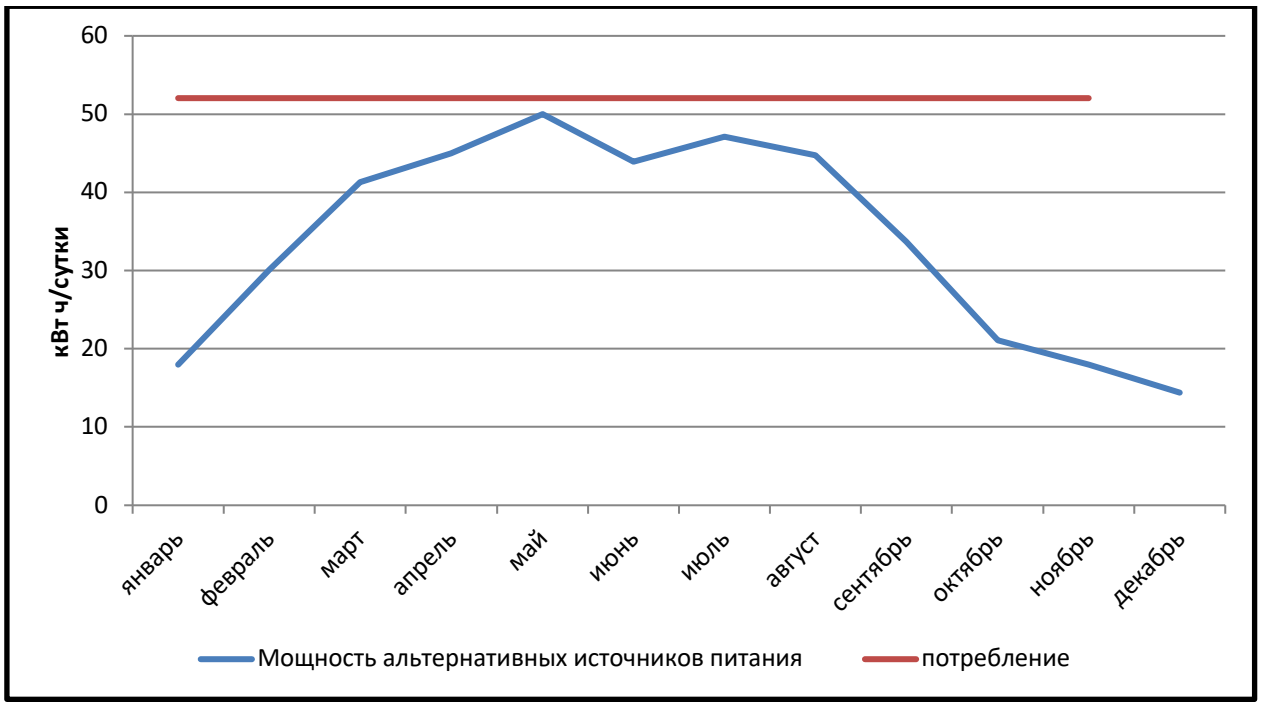

Рисунок 25 – График средней вырабатываемой мощности солнечных панелей и ветрогенератора и средняя мощность потребителей электрической энергии индивидуального жилого дома

Из результатов расчетов можно сделать вывод о том, что мощности солнечных панелей и ветрогенератора недостаточно для покрытия потребностей в электроэнергии рассматриваемого индивидуального жилого дома.

Для электроснабжения индивидуального жилого дома, рассматриваемого в данной работе, предлагается использовать комбинированное электроснабжение [38], которое будет состоять из электроэнергии, получаемой от трех источников:

– ветрогенератора;

– солнечных панелей;

– городской ЛЭП.

План электроосвещения первого этажа индивидуального жилого дома представлен на рисунке 26.

План розеточных групп первого этажа индивидуального жилого дома представлен на рисунке 27.

План электроосвещения второго этажа индивидуального жилого дома представлен на рисунке 28. План розеточных групп второго этажа индивидуального жилого дома представлен на рисунке 29.

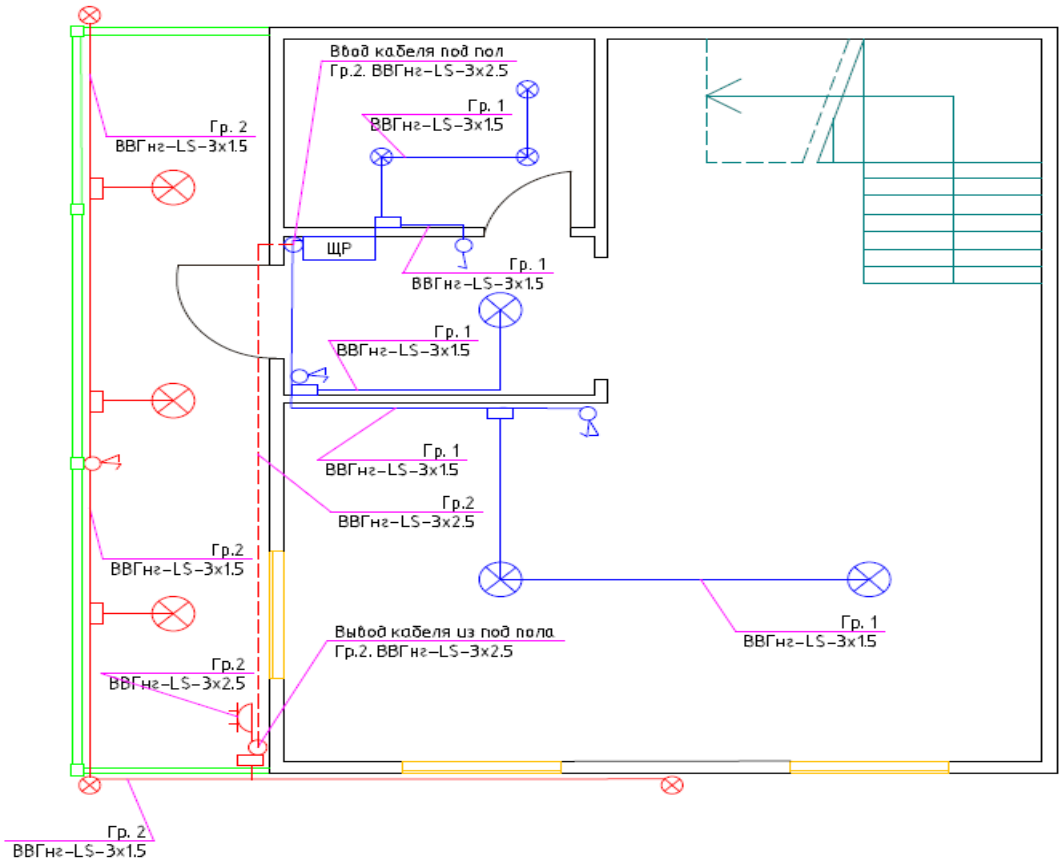

Рисунок 26 – План электроосвещения первого этажа индивидуального жилого дома

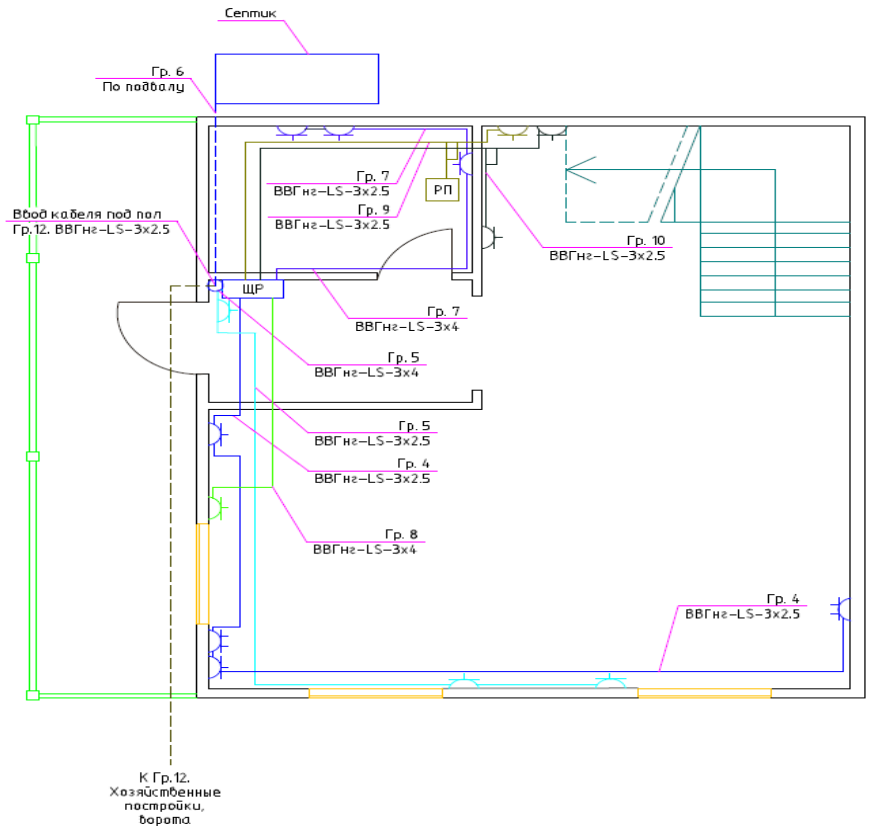

Рисунок 27 – План розеточных групп первого этажа индивидуального жилого дома

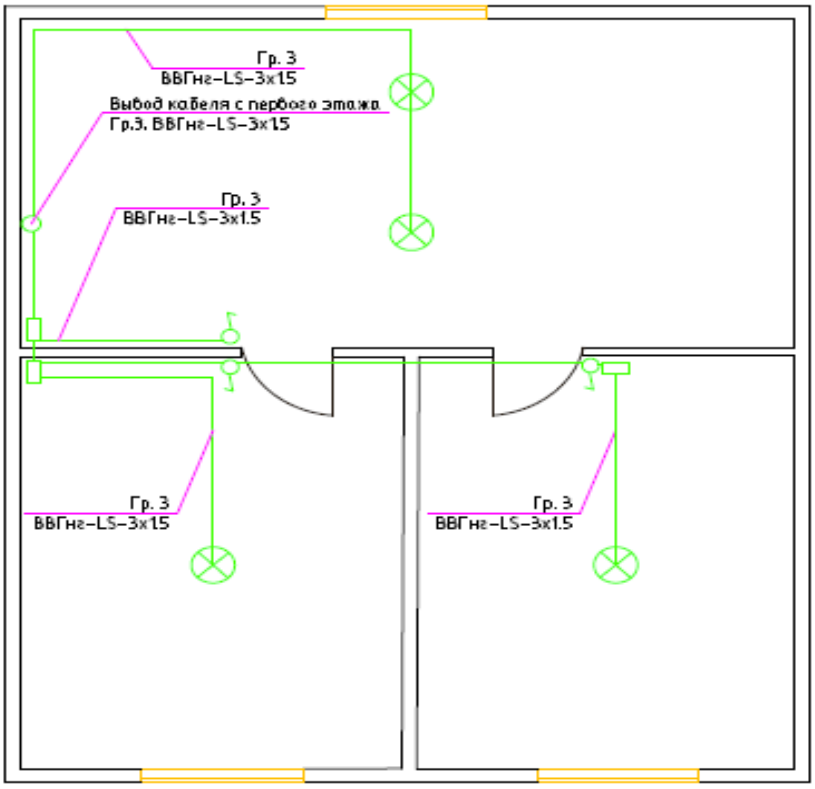

Рисунок 28 – План электроосвещения второго этажа индивидуального жилого дома

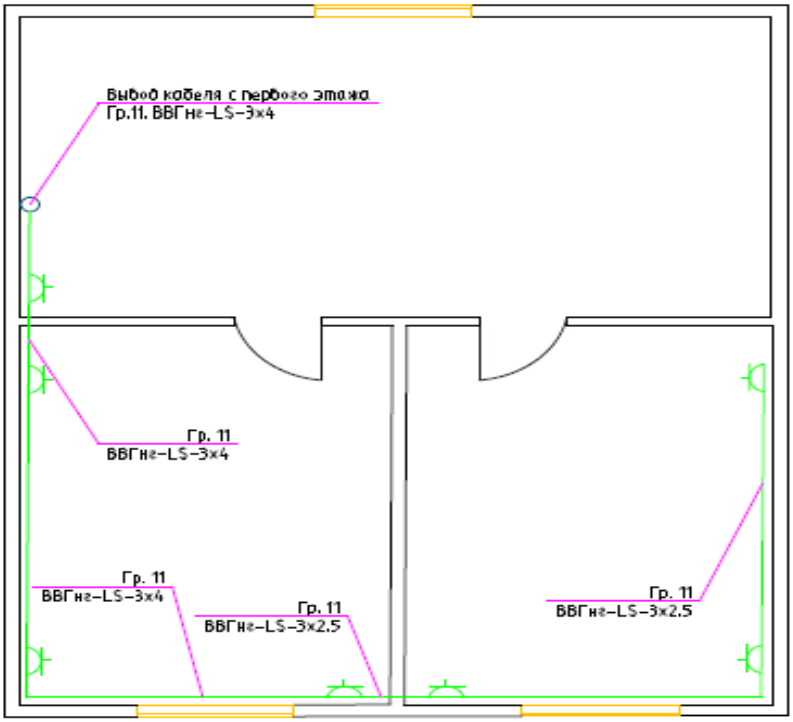

Рисунок 29 – План розеточных групп второго этажа индивидуального жилого дома

Как видно из схемы на рисунке 30 электроснабжения индивидуального жилого дома, питание на секцию шин поступает от двух источников:

– городской ЛЭП;

– аккумуляторной батареи, которая заряжается от ветрогенератора и солнечных панелей.

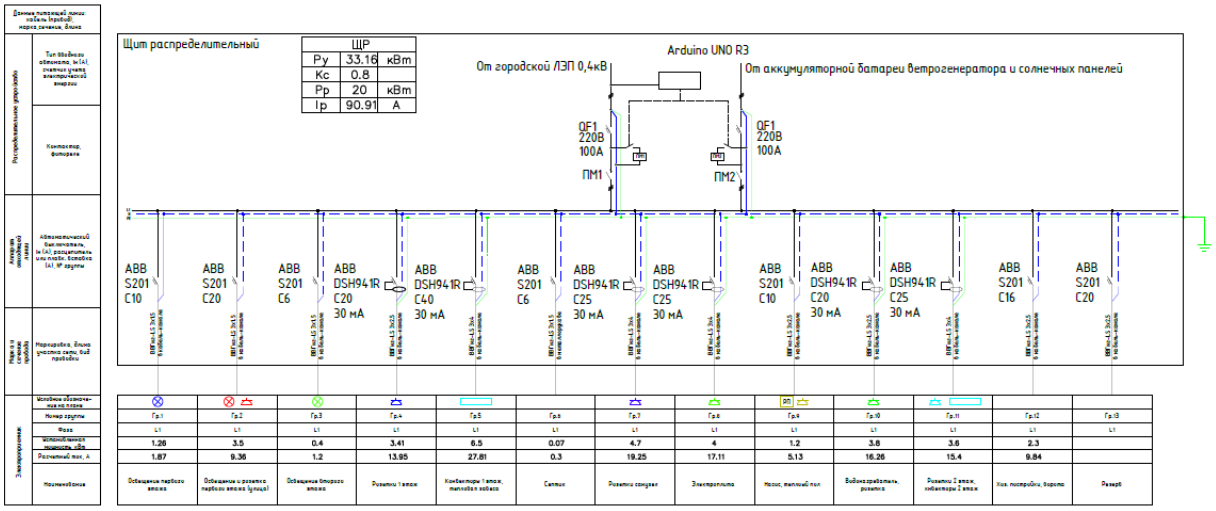

Рисунок 30– Однолинейная схема электроснабжения индивидуального жилого дома

Управление переключением осуществляется посредством контроллера на базе Arduino UNO R4, подающего управляющие сигналы на пускатели ПМ1 и ПМ2.

Для управления источниками электроэнергии соберем систему состоящею из следующих элементов:

– Arduino UNO R4;
– релейный многоканальный модуль;
– солнечная панель;
– цветной сенсорный диспелей;
– ветрогенератор;
– балластный модуль;
– контроллер заряда;
– аккумуляторная сборка;
– инвертер.

Принципиальная схема системы представлена на рисунке 31.

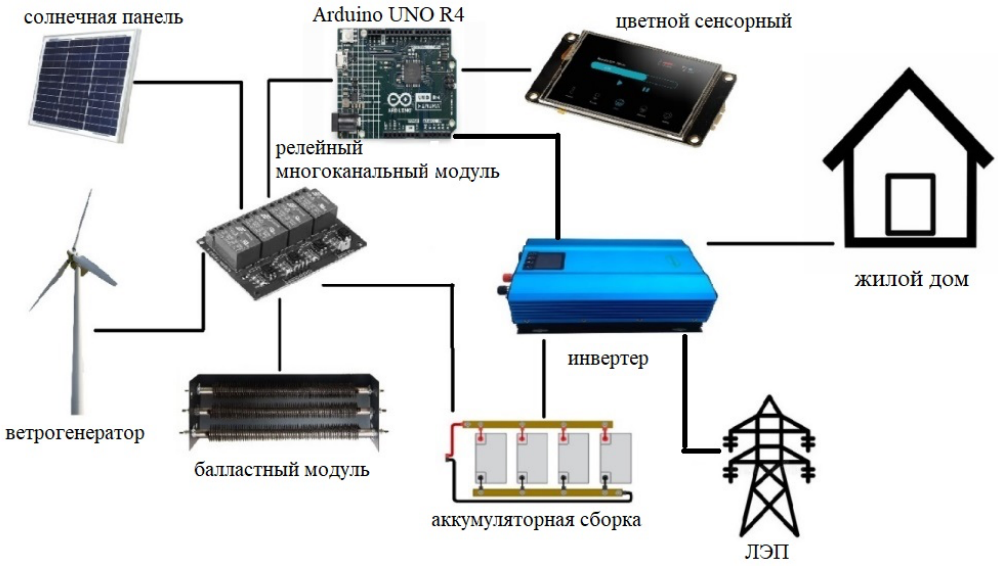

Рисунок 31 – Принципиальная схема управления источниками электроэнергии

Рассмотрим более подробно элементы системы.

Контролер заряда.

В качестве контроллера для нашего макета системы питания на элементах альтернативной энергетики, которая будет контролировать всю работу, была выбрана плата Arduino серии UNO R4, лицевая часть которой представлена на рисунке 32.

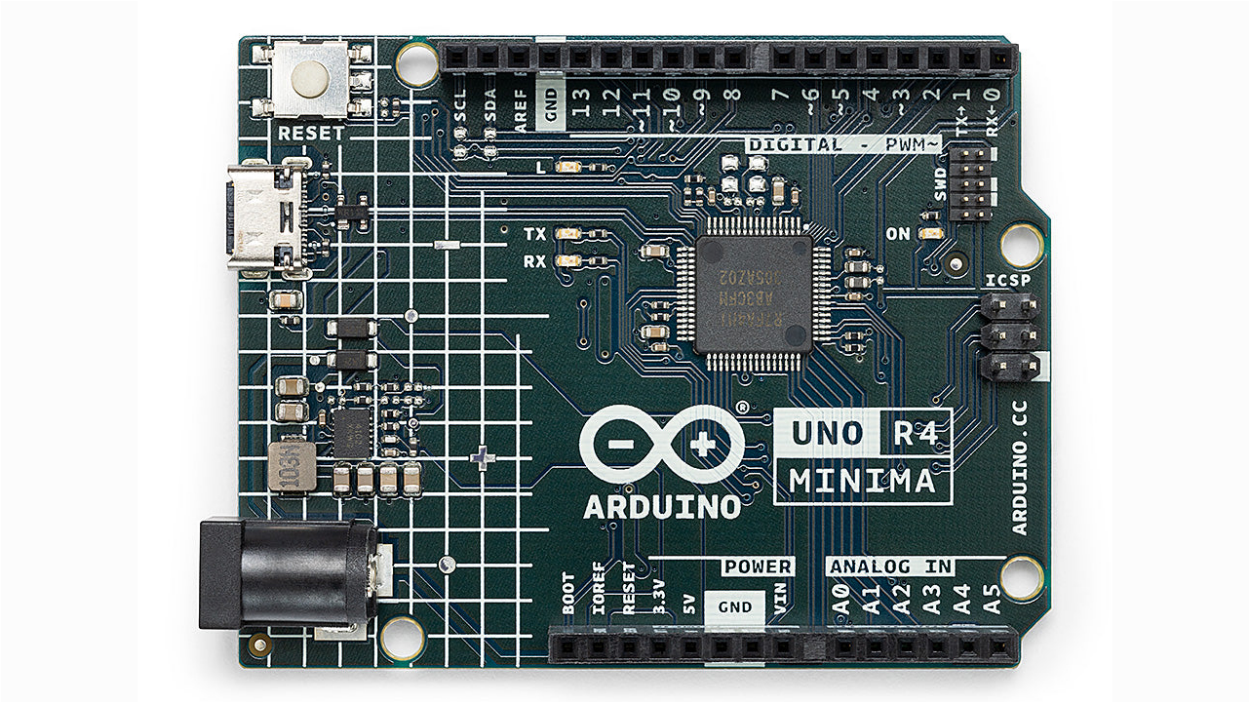

Рисунок 32 – Лицевая часть платы Arduino UNO R4

Arduino – аппаратно-программные средства для построения всевозможных систем. Плата Arduino серии Uno R4 представляет собой устройство под управлением 32-разрядного микроконтроллера Arm Cortex M4 тактовой частотой Renesas RA4M1 - 48 МГц. Для подключения внешних периферийных устройств на плате присутствуют 14 цифровых входов/выходов, 6 аналоговых входов/выходов, выходы шины CAN, SWD-порт [35]. Программирование платы осуществляется с помощью персонального компьютера. Подключение реализовано посредством USB-C разъема. Для написание программ (скетчей) используется среда Arduino IDO основанная на базе C++.

Для возможного использования широтно – импульсной модуляции необходимо задействовать порты 3,5,6,9,10,11.

Входное напряжение 6-24 В, рабочее напряжение платы составляет 5В и 3,3В.

Для управления платой и загрузки необходимых программ предусмотрена Flash память объемом 256 килобайт, при этом 0,5 килобайт необходимо для работы самого загрузчика. При отключении питания используется энергонезависимая память EEPROM объемом 8 килобайт.

Для питания платы и модулей расширения будем использовать блок резервированного электропитания с креплением на DIN рейку и свинцово-кислотную необслуживаемую герметичную аккумуляторную батарею.

Для управления нагрузкой будет использоваться компактный релейный многоканальный модуль совместимый с линейкой продукции Arduino (рисунок 33).

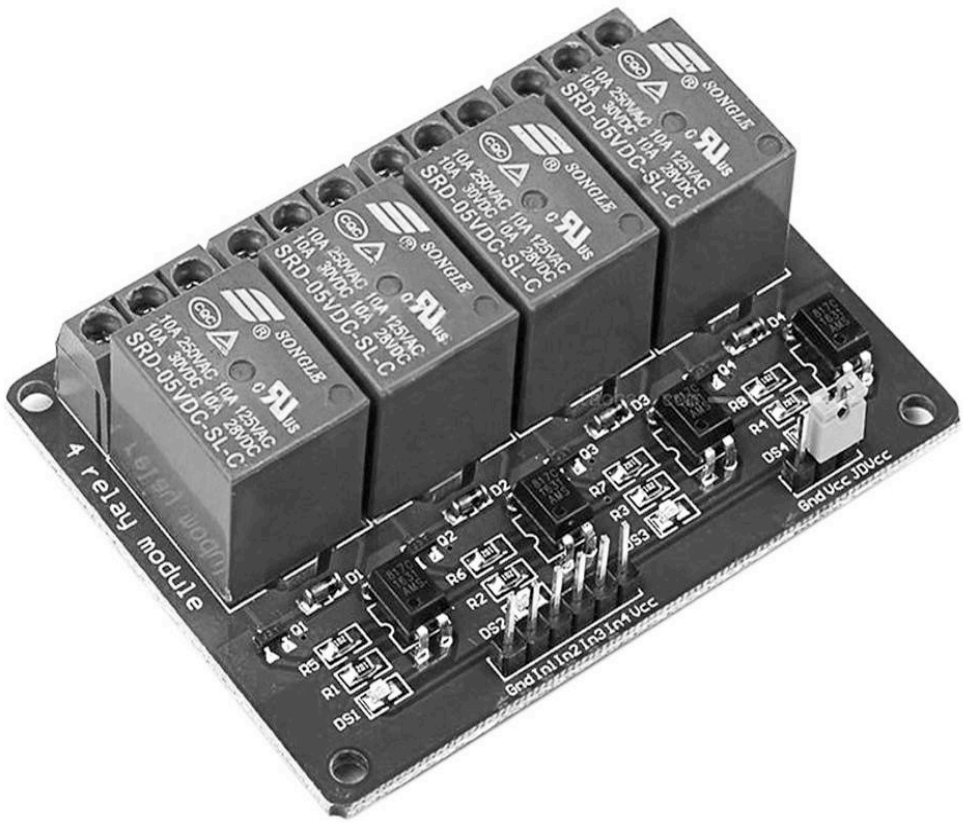

Рисунок 33 – Релейный многоканальный модуль

Для отображения служебной информации и управления системой используется цветной сенсорный дисплей (рисунок 34).

Рисунок 34 – Цветной сенсорный дисплей

Балластный модуль.

Балластный модуль необходим для защиты аккумуляторов от перезаряда и представляет собой мощный резистор. При повышении напряжения на клеммах аккумулятора выше 14.2 В контролер переключает нагрузку на балластный модуль, который сжигает лишнюю энергию. Пример балластного модуля представлен на рисунке 35.

Рисунок 35 – Балластный модуль

Аккумуляторная сборка.

Для увеличения емкости источника питания соединим несколько аккумуляторов параллельно (рисунок 36). Параллельное соединение позволяет поддерживать одинаковое напряжение на всех подключенных аккумуляторах, предотвращая дисбаланс напряжения, который может, привести перезарядки или не дозарядки [29].

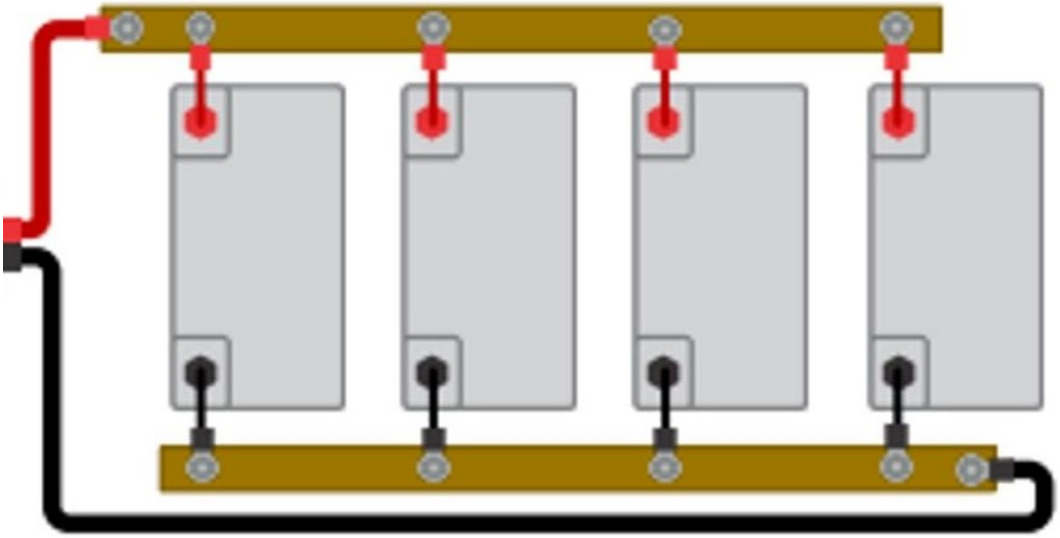

Рисунок 36 – Аккумуляторная сборка

Инвертер.

Инвертер (рисунок 37) предназначен для преобразования постоянного тока, напряжением 12 В от аккумуляторной сборки в переменный, напряжением 220 В, частотой 50 Гц для обеспечения работы электроприборов. Дополнительно он позволяет синхронизироваться с городской ЛЭП.

Рисунок 37 – Инвертер

Для работы системы необходимо написать программу управления

Логика работы системы следующая. Ветрогенератор и солнечная панель вырабатывают электричество, контролер в соответствии с программой и настройками с через многоканальный модуль реле направляет его в аккумуляторную сборку далее инвертер преобразовывая 12 В в 200В. От инвертера электроэнергия поступает потребителям в жилой дом.

При разрядке аккумуляторной сборки контроллер переключает инвертер на потребление от городской ЛЭП.

При полностью заряженной аккумуляторной сборке, для предотвращения перезаряда, контролер посредством многоканального модуля реле переключает ветрогенератор на балластный модуль.

Заключение

В проделанной работе были решены следующие задачи:

Рассмотрены проблемы применения традиционных источников питания. Было показано, что главными проблемами использования традиционных источников энергии являются большое количество вредных выбросов поступающих в атмосферу и скорое истощение запасов ископаемого топлива.

Рассмотрены перспективы применения альтернативных источников питания. Альтернативные источники энергии – это любые источники, которые мы используем для дополнения или даже замены традиционных источников энергии, используемых для производства электроэнергии.

Была рассмотрена солнечная энергетика и ветрогенераторы, как альтернативные источники энергии.

Из результатов расчета ветрогенератора был сделан вывод о том, что для покрытия потребностей в мощности будет недостаточно ветрогенератора с диаметром лопастей, равной 10 м., так как в период с наименьшей скоростью ветра в июле, которая составляет 1,9 м/с, он будет вырабатывать в Московской области мощность, равную 131,92 Вт·ч.

Из результатов расчета солнечных панелей был сделан вывод о том, что, наибольший пик вырабатываемой энергии солнечными батареями выбранной марки приходится на май – июль. Он достигает максимального значения, которое составляет 3,46 кВт·ч.

Из результатов расчетов солнечных панелей и ветрогенератора был сделан вывод о том, что мощности солнечных панелей и ветрогенератора недостаточно для покрытия потребностей в электроэнергии рассматриваемого индивидуального жилого дома.

Для электроснабжения индивидуального жилого дома, рассматриваемого в данной работе, было решено использовать

комбинированное электроснабжение, которое будет состоять из электроэнергии, получаемой от трех источников:

- ветрогенератора;
- солнечных панелей;
- городской ЛЭП.

Была представлена схема электроснабжения индивидуального жилого дома. Питание на секцию шин поступает от двух источников:

- городской ЛЭП;
- аккумуляторной батареи, которая заряжается от ветрогенератора и солнечных панелей.

Управление переключением осуществляется посредством контроллера Arduino UNO R4, подающего управляющие сигналы на пускатели ПМ1 и ПМ2.

Список используемой литературы

1. Арутюнян, А.А. Основы энергосбережения / А.А. Арутюнян. - М.: Энергосервис, 2017. – 713 с.
2. Булатов, И. С. Пинч-технология. Энергосбережение в промышленности / И.С. Булатов. - М.: Страта, 2017. – 202 с.
3. Вагин, Г.Я. Ресурсо- и энергосбережение в литейном производстве / Г.Я. Вагин. - М.: Форум, 2017. – 176 с.
4. Вертикальный ветрогенератор своими руками: как собрать ветряк с вертикальной осью вращения [Электронный ресурс]. URL: https://sovet-ingenera.com/eco-energy/generators/vertikalnyj-vetrogenerator-svoimi-rukami.html (дата обращения 10.03.2022).
5. Ветра в Московской области [Электронный ресурс]. URL: http://energywind.ru/recomendacii/karta-rossii/povolzhe/moskovskay-oblast (дата обращения 10.03.2024).
6. Ветрогенераторы в России: как выбрать, смонтировать и избежать разочарования [Электронный ресурс]. URL: http://electrik.info/main/energy/878-vetrogeneratory-v-rossii-kak-vybrat.html (дата обращения 30.11.2021).
7. Ветрогенератор вертикальный YASHEL [Электронный ресурс]. URL: https:// yashel.tech / produkcia/vetrogeneratori/?ysclid / (дата обращения 15.07.2024).
8. Виды солнечных батарей [Электронный ресурс]. URL: https://www.solnpanels.com/vidy-solnechnyh-batarej/ (дата обращения 08.02.2022).
9. Владислав, Викторович Стерлигов Обобщенная модель теплопроводности в задачах энергосбережения: моногр. / Владислав Викторович Стерлигов, Татьяна Алексеевна Михайличенко und Дарья Андреевна Шадринцева. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2018. – 452 с.

10. Ганжа, В. Л. Основы эффективного использования энергоресурсов: теория и практика энергосбережения / В.Л. Ганжа. - Москва: Наука, 2019. – 864 с.

11. Герасимова, Г.Е. Все о качестве. Отечественные разработки. Выпуск №71/2011: Энергосбережение, энергоэффективность, энергоменеджмент / Г.Е. Герасимова. - М.: НТК «Трек», 2019. – 536 с.

12. Германович, В. Т. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В.Т. Германович. - М.: Наука и техника, 2018. – 581 с.

13. Голов, Р. С. Комплексная автоматизация в энергосбережении: Учебное пособие / Р. С. Голов. - М.: ИНФРА-М, 2017. – 750 с.

14. Головных, И. М. Основы энергосбережения водоподающих систем в жилищно-коммунальном хозяйстве / И.М. Головных. - М.: Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2019. – 967 с.

15. Дубовик, О. Л. Модернизация законодательства европейского союза об охране климата и энергосбережении / О.Л. Дубовик. - М.: Институт научной информации по общественным наукам (ИНИОН) РАН, 2019. – 691 с.

16. Значение направления и скорости ветра в г. Москва [Электронный ресурс]. URL: https://www.betaenergy.ru/windspeed/moskva/ (дата обращения 30.11.2023).

17. Значение солнечной инсоляции в г. Москва [Электронный ресурс]. URL: https://www.betaenergy.ru/insolation/moskva/ (дата обращения 10.12.2023).

18. Информация о солнце в Россия [Электронный ресурс]. URL: http://ru.365.wiki/world/russia/sun/ (дата обращения 8.11.2023).

19. Как выбрать солнечные батареи для дома [Электронный ресурс]. URL: https://ecoliga.ua/kak-vybrat-solnechnye-batarei-dlya-doma/ (дата обращения 10.03.2022).

20. Концентраторы солнечных лучей [Электронный ресурс]. URL: http://savenergy.info/page/koncentratory-solnechnyh-luchej/ (дата обращения 10.03.2022).

21. Митрофанов С.В. Переносная солнечная электростанция с автономной системой слежения за солнцем // С.В. Митрофанов, А.Ю. Немальцев. Труды VII всероссийской научно-технической конференции «Энергетика: состояние, проблемы, перспективы» Оренбург, 21-23 октября 2014. с. 40-44.

22. Мощные ветрогенераторы: сравнительная характеристика [Электронный ресурс]. URL: https://mirenergii.ru/energiyavetra/moshhnye-vetrogeneratory-sravnitelnaya-xarakteristika.html (дата обращения 10.03.2023).

23. Основные виды ветрогенераторов: вертикальные, горизонтальные [Электронный ресурс]. URL: https://tcip.ru/blog/wind/osnovnye-vidy-vetrogeneratorov-vertikalnye-gorizontalnye.html (дата обращения 10.03.2022).

24. Плюсы и минусы вертикальных ветрогенераторов, их виды и особенности [Электронный ресурс]. URL: http://electricadom.com/plyusy-i-minusy-vertikalnykh-vetrogeneratorov-ikh-vidy-i-osobennosti.html (дата обращения 10.03.2022).

25. Погода в Московской области [Электронный ресурс]. URL: http://weatherarchive.ru/Pogoda/moskovskay oblast/bronitsi (дата обращения 30.11.2023).

26. Полимерные солнечные батареи и их преимущества [Электронный ресурс]. URL: http://solarb.ru/polimernye-solnechnye-batarei-i-ikh-preimushchestva (дата обращения 10.03.2022).

27. Правила устройства электроустановок / Москва.: Госторгиздат, 2015. 144 с.

28. Резервное питание для загородного дома (дачи) [Электронный ресурс]. URL: https://home-matic.ru/2017/04/rezervnoe-pitaniya-dlya-dachi/ (дата обращения 10.03.2022).

29. Резервное питание частного дома от аккумулятора [Электронный ресурс]. URL: https://avtonomny-dom.ru/?p=32 (дата обращения 10.06.2023).

30. Ротор Дарье [Электронный ресурс]. URL: https://ru.alternative-energy.com.ua/vocabulary/ротор-дарье/ (дата обращения 10.03.2022).

31. Сравнительный обзор солнечных панелей для вашего дома [Электронный ресурс]. URL: https://www.solnpanels.com/sravnitelnyj-obzor-solnechnyh-panelej-dlya-vashego-doma/ (дата обращения 08.02.2022).

32. Что такое солнечная энергия, и где она используется [Электронный ресурс]. URL: https://aeteh.ru/energy/article/chto-takoe-solnechnaya-energiya (дата обращения 08.02.2022).

33. Эффективность КПД ветрогенератора: способы увеличения, конструкция и рабочие характеристики ветряка [Электронный ресурс]. URL: https://energo.house/veter/kpd-vetrogeneratora.html (дата обращения 30.11.2022).

34. Ярослав Гришин Альтернативная энергия — источники энергии, биотопливо, солнечное тепло, ветряная энергия // URL: https:// journal.sovcombank.ru/esg/chto-takoe-alternativnaya-energiya--istochniki-energii-biotoplivo-solnechnoe-teplo-vetryanaya-energiya (дата обращения 10.03.2022).

35. Arduino – Home [Электронный ресурс]. URL: https://www.arduino.cc/index.php (дата обращения 30.11.2022).

36. Application of DC-AC Hybrid Grid and Solar Photovoltaic Generation with Battery Storage Using Smart Grid, 2017, Shoaib Rauf, Nasrullah Khan [Электронный ресурс]. URL: https://www.hindawi.com/ journals/ijp/2017/6736928/ (дата обращения 10.04.2022).

37. A smart home system based on sensor technology, 2016, Boban Davidović, Aleksandra Labus [Электронный ресурс]. URL: http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0353-3670/2016/0353-36701603451D.pdf (дата обращения 10.03.2022).

38. Smart Home Energy Management System Including Renewable Energy Based on ZigBee and PLC, 2016, Lalit Modi, Kuldeep Singh Dhakar, Lakshman Ram, Sangeeta DebBarman [Электронный ресурс]. URL:

https://www.researchgate.net/publication/263894836_Smart_Home_Energy_Management_System_Including_Renewable_Energy_Based_on_ZigBee_and_PLC (дата обращения 10.03.2022

39. IAEA Annual Report for 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://www. iaea.org/ru/publications/reports (дата обращения 12.08.2024).