**х**

**повышения эффективности работы солнечной батареи**

**на примере робота - гелиотропа**

**Введение**

Одним из главных показателей, определяющих уровень развития общества, является его энерговооруженность. При этом, с каждым годом потребности населения земли в энергии возрастают всё больше и больше. Потребление энергии, за историю развития населения нашей планеты, выросло более чем в 100 раз. В настоящее время энергетика является топливной, то есть более чем на 90% основывается на использовании химического топлива на базе горючих природных ископаемых: угля, газа, нефти и продуктов их переработки, а именно - припасах, которые на планете ограниченны и будут так или иначе когда-нибудь истощены. Такое положение дел приводит к необходимости поиска новых источников энергии и получения на их основе синтетических видов топлива. Речь идет о синтезе веществ с энергозатратой, которые можно было бы использовать в качестве удобного для потребления искусственного горючего. Также нужно взять во внимание возрастающие трудности населения земли, связанные с защитой среды от термического, радиационного и химического загрязнения, которые определяют ужесточение требований к экологическим показателям энергодобывающих процессов.

Солнечная энергия — это кинетическая энергия излучения (в основном видимого диапазона), которая образуется в результате реакций в недрах Солнца. Так как её запасы практически неистощимы (Солнце будет «светить» ещё примерно 4 млрд лет), её относят к возобновляемым энергоресурсам. Подсчитано, что даже небольшого процента солнечной энергии вполне достаточно для обеспечения нужд промышленности, транспорта и нашего быта не только сейчас, но и в обозримом будущем. Более замечательно то, что независимо от того, будем мы ее использовать или нет, на состоянии биосферы и энергетическом балансе Земли и это никоим образом не отразится

**Актуальность** Использование солнечной энергии находит все большее распространение в современном мире из-за своей общедоступности и неисчерпаемости энергии Солнца, а также благодаря ее экологичности. Но также имеется ряд причин, по которым гелиоэнергетика пока не может превзойти традиционные способы получения электрической энергии. В наше время идет активный поиск новых способов и устройств, а также путей повышения продуктивности существующих технологий, позволяющих максимально эффективно преобразовать энергию Солнца в электричество.

**Гипотеза:** предполагается, чтоприменение робота-гелиотропа для перемещения солнечных батарей повысит их эффективность.

 **Цель проекта:** формирование современных технологических и цифровых компетенций через создание и программирование роботизированной системы, способной повышать эффективность работы солнечной батареи, на примере робота- гелиотропа.

**Задачи:**

- проанализировать учебно-методическую и научную литературу по данной теме;

- создать модель роботизированной системы, применение которой возможно для решения задач в энергетике.

- определить возможную область применения созданной роботизированной системы в быту и промышленности

**Объект исследования** – солнечная батарея

**Предмет исследования:** робот-гелиотроп, способный повышать эффективность работы солнечной батареи.

**Практическая значимость:** роботизированная система относится к устройствам возобновляемой энергетики, в частности к источникам электрической энергии на солнечных элементах, и может быть использовано в малой энергетике для эффективного обеспечения удалённых автономных потребителей.

**Ожидаемые результаты** знания и навыки, полученные в ходе реализации проекта «Разработка прототипа роботизированной системы для повышения эффективности работы солнечной батареи на примере робота - гелиотропа», помогают формировать у воспитанниц современные цифровые и технологические компетенции в области управления сложными техническими системами, которые позволят решить, с одной стороны, актуальную на сегодняшний день проблему создания устройства, которое может быть использовано в малой энергетике для эффективного обеспечения удалённых автономных потребителей, с другой, открывают путь к современным профессиям, связанным с созданием и применением роботизированных систем, так как разработка и создание роботов на современном этапе является одним из перспективных направлений.

**Методы исследования:**

1. Конструирование – создание моделей роботов с использованием навыков программирования.

2. Программирование – создание завершенного продукта, пригодного для запуска.

**Глава 1. Внедрение солнечной энергетики в различные сферы деятельности человека**

* 1. **История** **развития солнечной энергетики в мире**

Солнце, как известно, является первичным и основным источником энергии для нашей планеты. Оно греет всю Землю, приводит в движение реки и сообщает силу ветру. Солнечная энергия является одним из наиболее экологически чистых источников энергии, так как она не выделяет вредных выбросов в атмосферу и не требует добычи полезных ископаемых.

Под его лучами вырастает 1 квадриллион тонн растений, питающих, в свою очередь, 10 триллионов тонн животных и бактерий. Благодаря тому же солнцу на 3емле накоплены запасы углеводородов, то есть нефти, угля, торфа и пр., которые мы сейчас активно сжигаем. Для того чтобы сегодня человечество смогло удовлетворить свои потребности в энергоресурсах, требуется в год около 10 миллиардов тонн условного топлива.

Если энергию, поставляемую на нашу планету Солнцем за год, перевести в то же условное топливо, то эта цифра составит около 100 триллионов тонн. Это в десять тысяч раз больше, чем нам нужно.

Первые опыты использования солнечной энергии в технике относятся к 17 веку. В частности, в 1600 году во Франции был создан первый солнечный двигатель, работавший на нагретом воздухе и использовавшийся для перекачки воды. В конце 17 века ведущий французский химик А. Лаувазье создал первую солнечную печь, в которой достигалась температура в 1650 C и нагревались образцы исследуемых материалов в вакууме и защитной атмосфере, а также были изучены свойства углерода и платины. В 1866 г. француз А. Мушо построил в Алжире несколько крупных солнечных концентраторов и использовал их для дистилляции воды и приводов насосов. На всемирной выставке в Париже в 1878 г. Мушо продемонстрировал солнечную печь для приготовления пищи, в которой 0,5 кг мяса можно было сварить за 20 минут. В 1833 г. в США Дж. Эриксон построил солнечный воздушный двигатель с параболоцилиндрическим концентратором размером 4,8 на 3,3 м. Первый плоский коллектор солнечной энергии был построен французом Ш. А. Тельером. Он имел площадь 20 м и использовался в тепловом двигателе, работавшем на аммиаке. В 1855 г. была предложена схема солнечной установки с плоским коллектором для подачи воды, причем он был смонтирован на крыше пристройки к дому.

В 1890 г. профессор В. К. Церасский в Москве осуществил процесс плавления металлов солнечной энергией, сфокусированной параболоидным зеркалом, в фокусе которого температура превышала 3000 C. На башенных СЭС сегодня зеркала (гелиостаты) отражают солнечное излучение на теплоприемник, установленный на высокой башне. Этот принцип англичанин Уильям Адаме использовал для своей энергетической установки в Бомбее ещё в 1878 г. Прототип мощной гелиостанции с параболоцилиндрическими отражателями, подобной той, что используется сегодня в калифорнийской пустыне Мохаве и вырабатывает пар для турбин, также был разработан в конце 19 века. Впервые их начал широко применять американский предприниматель Фрэнк Шуман. Его установки на окраине Каира качали на поля воду Нила. К сожалению, эта действовашая солнечная силовая установка мощностью в 40 кВт была разрушена в первую мировую войну.

В начале 1960-х гг. были созданы и первые солнечные фотоэлементы с p-n переходом на основе арсенида галлия. Эти фотоэлементы уступали по эффективности кремниевым, но были способны работать даже при незначительном нагреве.

Первое практическое применение усовершенствованных солнечных батарей на основе арсенида галлия для энергетических целей было связано с обеспечением электроснабжения советских космических аппаратов, работающих в окрестностях планеты Венеры, а также самоходных аппаратов «Луноход-1» и «Луноход-2», исследовавших поверхность Луны (1970 и 1972 годы).

Новая страница в истории солнечной энергетики открылась с созданием солнечных элементов на основе гетероструктур AlGaAs-GaAs. Поскольку такие гетерофотоэлементы оказались к тому же и более радиационно-стойкими, они быстро нашли применение в космической технике, несмотря на значительно более высокую стоимость по сравнению с кремниевыми фотоэлементами (советская станция «Мир»).

Широкое развертывание индустрии по производству приборов полупроводниковой электроники обусловили исключительно важное значение кремниевых фотоэлементов в становлении нарождающейся солнечной энергетики. До середины 1980-х гг. совершенствование солнечных элементов на основе как кремния, так и арсенида галлия осуществлялось на базе относительно простых структур и простых технологий. А с середины 1980-х гг. были предложены структуры фотоэлементов, позволяющие снизить в них как оптические, так и рекомбинационные потери. В результате был достигнут резкий скачок в эффективности фотоэлектрического преобразования в кремниевых фотоэлементах. Позже появились различные типы механически состыкованных двухкаскадных солнечных элементов, более эффективные, чем фотоэлементы с одним p-n переходом. Сейчас в стадии практического использования находятся трехкаскадные фотоэлементы, но опыт их использования позволяет надеяться на достижение высоких значений КПД в структурах с четырьмя, пятью, а может быть и более каскадами. Идея, лежащая в основе работы СЭС башенного типа, была высказана более 350 лет назад, однако строительство СЭС этого типа началось только в 1965 г., а в 80-х годах был построен ряд мощных солнечных электростанций в США, Западной Европе, СССР и в других странах.

Солнечная энергия находит широкое применение в различных сферах человеческой деятельности. Использование этого возобновляемого и экологически чистого источника энергии позволяет экономить традиционные ресурсы и снижать негативное воздействие на окружающую среду. По мере развития технологий и роста спроса на экологичные решения, сферы применения солнечной энергии будут только расширяться. Инвестиции в солнечные технологии и внедрение инноваций продолжат способствовать переходу к более устойчивому и экологичному будущему.

**1.2** **Тенденции развития солнечной энергетики в России.**

Россия не отступает от общемировых тенденций развития солнечной энергетики, планируя относительно высокие темпы развития.

На рисунке 8 представлена карта инсоляции России. В соответствии с ним наиболее перспективными регионами в плане использования солнечной энергии являются: Калмыкия, Ставропольский край, Ростовская область, Краснодарский край, Волгоградская область, Астраханская область, Оренбургская область и другие регионы на юго-западе, Алтай, Приморье, Читинская область, Бурятия и другие регионы на юго-востоке. Причем некоторые районы Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока превосходят по уровню солнечной радиации южные регионы страны. Так, например, в Иркутске (52 градуса северной широты) уровень солнечной радиации достигает 1340 кВТ-час/м2, тогда как в Республике Якутия-Саха (62 градуса северной широты) данный показатель равен 1290 кВт-час/м2

Лидирующим российским предприятием, продвигающем солнечную энергетику в России, является основанная в 2009 году компания Hevel, представляющая собой совместное предприятие «Роснано» и «Реновы». Компания владеет заводом полного цикла по производству солнечных модулей в Чебоксарах, а ее дочерняя девелоперская компания «Авелар Солар Технолоджи» (АСТ) занимается проектированием, строительством и эксплуатацией СЭС. По данным на 2017 г в России действовали 12 СЭС: Орская СЭС им. А. А. Влазнева, суммарная мощность – 40 МВт, Бурибаевская СЭС – 20 МВт, Бугульчанская СЭС – 15 МВт, - Грачевская СЭС – 10 МВт, Плешановская СЭС – 10 МВт, Кош-Агачская СЭС – 10 МВт, Абаканская СЭС – 5,198 МВт, Переволоцкая СЭС – 5 МВт, Усть-Канская СЭС – 5 МВт, СЭС ООО «АльтЭнерго» – 0,1 МВт, СЭС Батагай – 1,0 МВт, СЭС Менза – 0,12 МВт.Основным факторами, влияющими на развитие солнечной энергетики в России, являются:

**- климатические условия:** данный фактор влияет на выбор той технологии солнечной установки, которая наилучшим образом подходит для конкретного региона;

**- государственная поддержка:** наличие законодательно установленных экономических стимулов солнечной энергетики (на данном этапе истории) в регионе имеет решающее влияние на ее развитие. Важным шагом в части государственной поддержки является федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации» (проект № 581324-7). Данный закон вносит в Федеральный закон № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» такое понятие, как «объект микрогенерации», тем самым упрощая возможность установки, подключения к общей сети и продажу электроэнергии частным лицам (домашние фотопанели);

**- стоимость СФЭУ** (солнечные фотоэлектрические установки): по данным на 2010 год солнечные электростанции были одной из наиболее дорогих используемых технологий производства электроэнергии – стоимость 1 кВт установленной мощности составляла приблизительно 3000$. Однако по мере снижения стоимости 1 кВт\*ч выработанной электроэнергии солнечная энергетика становится значительно более конкурентоспособной. За последние 10 лет стоимость 1 кВт установленной мощности СФЭУ снижалась более, чем на 15%, ежегодно. По данным коммерческих предложений, поступающих от поставщиков оборудования на 2020 год, стоимость 1 кВт установленной мощности составляет уже порядка 600$;

**- экологические нормы**: положительное влияние на рынок солнечной энергетики может оказать ужесточение экологических норм (ограничений и штрафов), которое может произойти вследствие вероятного пересмотра Киотского протокола. Совершенствование механизмов продажи квот на выбросы может дать новый экономический стимул для рынка СФЭУ.

**- инициативы местных властей:** региональные и муниципальные органы управления могут реализовывать собственные программы по развитию солнечной энергетики или, более широко, возобновляемых источников энергии. Сегодня такие программы уже реализуются в Красноярском и Краснодарском краях, Республике Бурятия и др.

**- развитие собственного производства:** российское производство СФЭУ может оказать положительное влияние на развитие российского потребления солнечной энергетики. Во-первых, благодаря собственному производству усиливается общая осведомленность населения о наличии солнечных технологий и их популярность. Во-вторых, снижается стоимость СФЭУ для конечных потребителей за счет снижения промежуточных звеньев дистрибьюторской цепи и за счет снижения транспортной составляющей. К плюсам относятся: производственная доступность, низкая себестоимость добычи, неисчерпаемость энергетического источника, безопасность установки конструкции. Кроме того, отрасль имеет неплохие перспективы, так как параллельно с ней разрабатываются технологии, материалы повышенных характеристик. К отрицательным аспектам относятся: относительно невысокий КПД (порядка 20%), дорогостоящее, пока, оборудование, зависимость от сезонности, географического расположения, времени суток и погоды. Тем не менее, для обеспечения комфортной жизни населения, развития индустриальных отраслей в России, особенно в регионах, неохваченных ЕЭС России, это, по данным Минэнерго России порядка 60-70% территории страны, для сохранения экологической чистоты уникальных природных областей России, необходимо обеспечить надежную, экологически чистую и значительную по объему энерговооруженность. Поэтому, независимые источники энергоснабжения все в большей степени будут завоевывать пространство страны, обеспечивая теплом и электричеством глубинные и отдаленные регионы, а также частные домохозяйства. Несмотря на быстрые темпы развития солнечной энергетики во всем мире, в России солнечная энергетика считается в настоящее время коммерчески не конкурентоспособной, а проекты с ее использованием — неустойчивыми в плане окупаемости. Поэтому она развивается исключительно благодаря государственной поддержке. По общему сложившемуся мнению, свободное развитие солнечной энергетики, да любой иной генерации на ВИЭ в регионах нашей страны, охваченных ЕЭС России, без поддержки государства невозможно. В этих местах уже налажена инфраструктура, построены электрические магистральные и распределительные электрические сети, протянуты газопроводы и ветки железной дороги для доставки топлива и, именно поэтому, рыночная цена мощности не столь велика. Россия поддерживает Киотский протокол – международное соглашение, заключённое с целью сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу Земли для противодействия глобальному потеплению. Однако, Единая Энергосистема России (ЕЭС России) охватывает примерно одну четверть территории нашей страны. Три четверти территории страны – не охвачены ЕЭС России, и это – не случайно. Не охваченная централизованной энергетикой территория страны – это Тайга, Тундра, Арктический Север, Якутия, Дальний Восток. Потребление электроэнергии на данных территориях минимально. Тем не менее, именно тут создаются благоприятные условия для развития ВИЭ. В южных районах, в Якутии, в Алтайском крае, в Забайкалье –наблюдаются прекрасные условия для развития солнечной энергетики. Инсоляция очень высокая и отмечается большое количество солнечных дней в году. По распространенному мнению, большинства экспертов на отдаленных и глубинных территориях России солнечная энергетика имеет перспективу и условия для активного развития за счет быстровозводимых, не требующих поставок топлива солнечных электростанциях высокой заводской готовности.

**Глава 2. Создание прототипа роботизированной системы для повышения эффективности работы солнечной батареи**

**на примере робота - гелиотропа**

**2.1 Использование механизмов гелиотропизма**

**в природе и жизни человека**

Среди факторов, вызывающих проявление тропизмов, свет был, бесспорно, первым, на действие которого человек обратил внимание. Уже в древних литературных источниках были описаны изменения положений органов растений, названные гелиотропными. "Гелиос" означает по-гречески "солнце", а гелиотропный - "направленный к солнцу". Энциклопедический словарь Брокгауза и Эфрона дает следующее определение гелиотропизма (от древнегреческого «солнце» + «поворот»): «Гелиотропизм — это способность листьев и цветков многих растений двигаться в течение дня таким образом, чтобы располагаться либо под прямым углом, либо параллельно падающим солнечным лучам».

Греческий философ Теофраст (371-286 гг. до н. э.), которого считают основоположником научной ботаники, упоминал, например, что почти все листья обращены своими верхними сторонами к свету. Был известен и гелиотропизм некоторых цветков. Так, римский ученый Варрон (116-27 гг. до н. э.) отмечал, что цветки, которые называют гелиотропными, с утра обращены в сторону восходящего солнца и в течение дня следуют за ним вплоть до его заката, будучи все время обращенными к нему. Ночью цветы стоят вертикально; утренняя заря наклоняет их к востоку навстречу солнцу; в течение дня, следя за солнцем, они поворачиваются от востока к западу и после солнечного заката снова выпрямляются. Одним из самых гелиотропных цветов является подсолнух, который наиболее других цветов "ходит" за солнцем. Движение осуществляется при помощи специальных моторных клеток, находящихся в гибком основании цветка. Моторные клетки, расположенные на теневой стороне, удлиняются из-за увеличения внутреннего давления и отклоняют цветок в освещенную сторону. Многие изобретения человека подсмотрены у природы, черепица, напоминающая чешую рыбы, рыцарские доспехи и броня танка, напоминающие панцирь черепахи и многое другое. Дом «Гелиотроп» (Heliotrope), построенный во Фрайбурге, получил свое название от растения из семейства бурачниковых. Цветок имеет свойство поворачиваться вслед за солнцем. Эта особенность растения и вдохновила германского архитектора Ральфа Диша (Ralph Disch) на создание необычного здания: следующий за солнцем – именно так можно назвать проект гелиотропного дома, который благодаря системе вращения поворачивается на 180 градусов вслед за солнцем, черпая, таким образом, максимально доступное количество энергии в течение дня. А благодаря круглой форме и максимальной степени остекления, само жилище выступает в роли аккумулятора солнечной энергии, позволяя своим жильцам обходится естественным освещением. Трехэтажное цилиндрическое здание установлено на подпорке 14,5 м высотой и диаметром 2,6 м. Общая площадь дома – 286 кв.м. Здание состоит из двух частей. Одна половина, с тройным оконным остеклением, предназначена для пассивного захвата солнечной энергии. Другая, с надежной изоляцией, гарантирует прохладный микроклимат в помещении в жаркие летние дни. На крыше дома установлена огромная фотоэлектрическая панель в виде паруса, которая так и называется – «Солнечный парус» (Sun Sail). Она отслеживает движение Солнца и автоматически разворачивается вслед за ним, собирая солнечную энергию и обеспечивая все энергетические потребности хозяев. Подвижная солнечная батарея – более эффективна по сравнению со своими статичными собратьями. Движение «паруса» производительностью в 6,6 кВт•ч осуществляется независимо от вращения самого дома и позволяет вырабатывать энергию в пять раз больше, чем необходимо зданию.

Излишек электроэнергии дает возможность хозяевам заработать, подключиться к электросетям какой-нибудь энергокомпании, которая платит деньги за вложенную электроэнергию. На крыше Гелиотропа также установлен резервуар для сбора дождевой воды. В доме предусмотрена и система очистки и повторного использования сточных вод, позволяющая значительно сократить расходы, а также система компостирования отходов.

На балконных ограждениях установлены вакуумные аккумуляторы, вода нагревается термальными трубками до 40-90 С в любую погоду. Таким образом, здание имеет собственное автономное отопление и горячее водоснабжение круглый год. Задумка дома, собирающего солнечную энергию, пришла к Ральфу Дишу около 25 лет назад как своеобразный протест на строительство электростанции в городе. Идея создания абсолютно экологичного здания актуальна не только для строительства жилых домов, но и общественных зданий. В частности, Heliotrop Rotating House лег в основы проекта Heliotrop Hotel, который должен был демонстрировать практичность применения кинетической конструкции в более масштабном строительстве. К сожалению, этот проект не был осуществлен из-за недостаточного количества средств.

«Активные» дома, вырабатывающие энергию в основном экспериментальные проекты, значительно превосходящие по стоимости обычные здания на двадцать, а то и тридцать процентов. Такая завышенная стоимость обусловлена необходимостью установки в активных зданиях систем альтернативной энергетики, то есть солнечных коллекторов, ветряков, тепловых насосов и т.д. Кроме того, строительство активных домой требует экологичных стройматериалов, которые позволяют удерживать тепло и пропускать свет. В России тоже есть опытных образец энергоэффективного дома, стоимость которого составила 28 млн рублей, что в 2,8 раза превышает стоимость аналогичной по площади недвижимость.